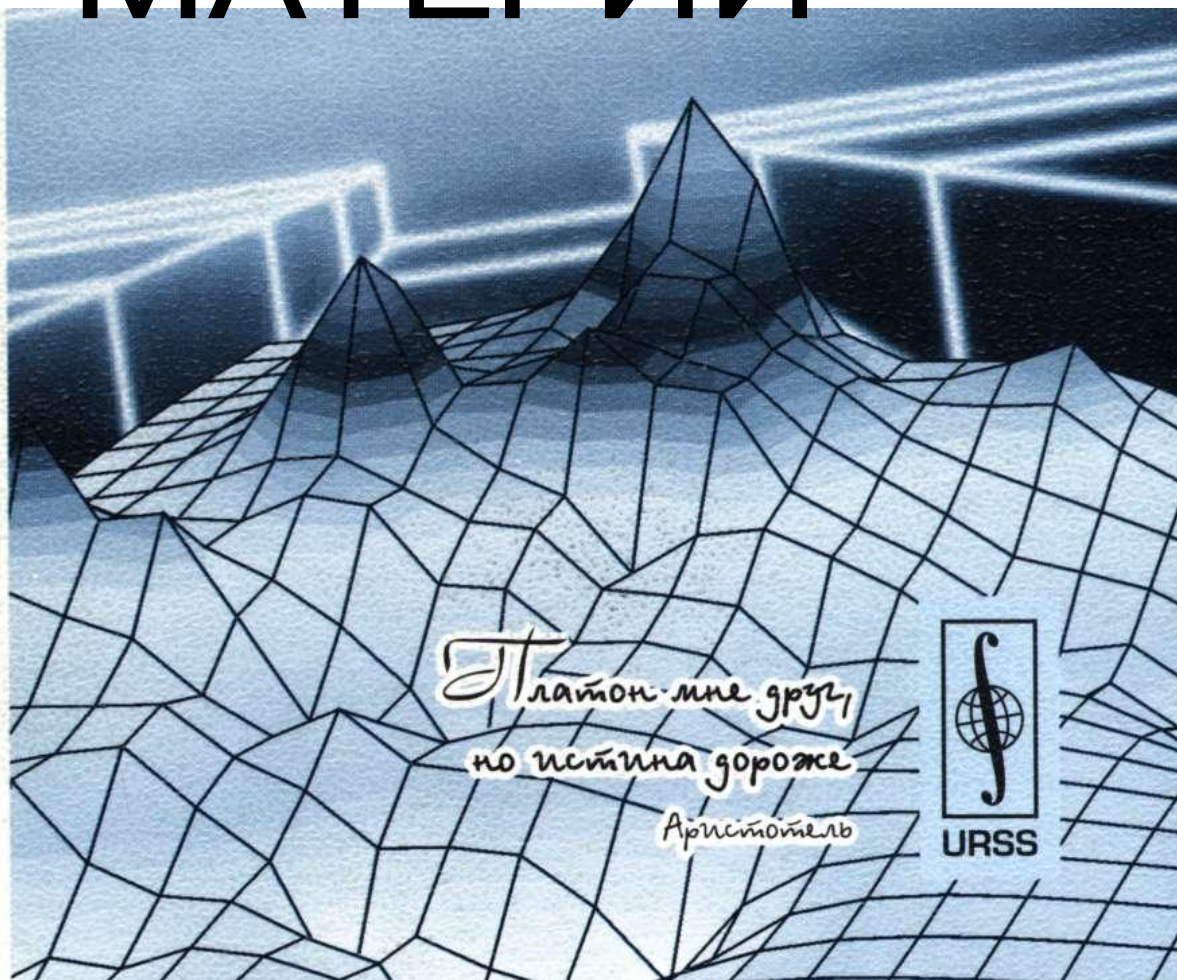


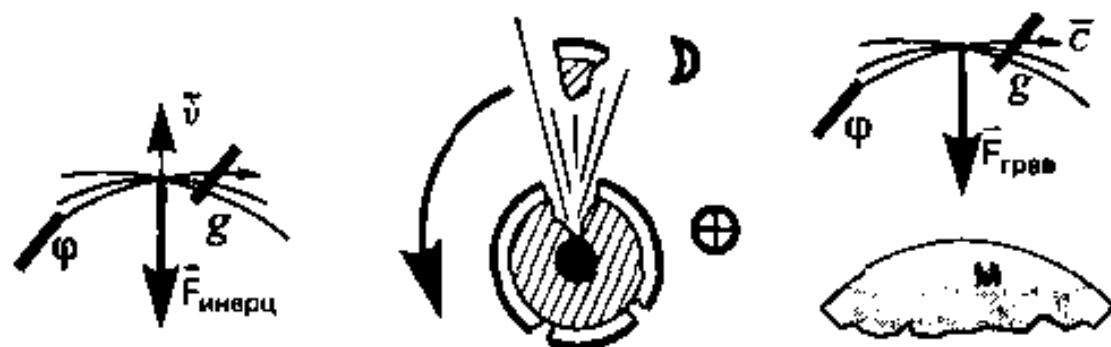
В. Я. БРИЛЬ

КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ
ГРАВИТАЦИИ
И
ОСНОВЫ
ЕДИНОЙ
ТЕОРИИ
МАТЕРИИ



В
Я
Б
Р
И
Л
Ь

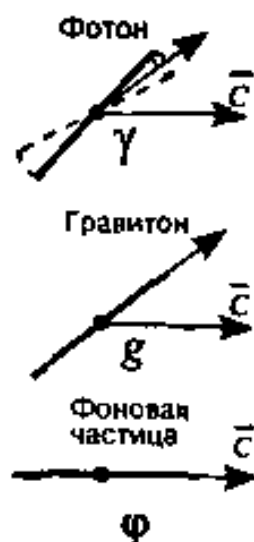
В. Я. Бриль



Кинетическая Теория Гравитации

И ОСНОВЫ

Единой Теории Материи



**Санкт-Петербург
«Наука»
1995**

УДК 530.12:539.12

В.Я.Бриль "Кинетическая теория гравитации и основы единой теории материи" - СПб.: Наука, 1995, 436 стр., илл.

Печатается с оригинал-макета, подготовленного автором.

Все материальные объекты Природы (и вещественные, и полевые) дискретны. Они состоят из элементарных частиц струнообразной формы. Недеформированная фундаментальная струна - полевая частица, деформированная - элементарная частица вещества. Построенная на этих постулатах теория (главы II и VII) привела к многочисленным наблюдаемым следствиям (главы III - VI).

Книга рассчитана на физиков, астро- и геофизиков, а также на лиц, желающих понять Природу с единых позиций.

All the material objects of the Nature (substantial and field) are discrete. They consist of string shaped elementary particles. Undeformed fundamental string is a field particle and a deformed one is an elementary particle of the substance. The theory based on these postulates (ch. II - VII) had resulted in numerous observed consequences (ch. III - VI).

The work is intended for physicists, astro- and geophysicists as well as for the persons who want to understand phenomena of Nature from common points of view.

Работа выполнена в Санкт-Петербургском государственном горном институте (техническом университете).

Рецензент: Заведующий кафедрой теоретической механики СПбГИИ (ТУ) проф. Р.Ф. Нагаев.

В экспериментах активное участие принимал А.Е. Пруслин.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ АВТОРА.....	14
ГЛАВА I. ВВЕДЕНИЕ.....	16
§1. О физическом содержании общей теории относительности (ОТО). ОТО и теория физического вакуума.....	16
§2. Гипотеза Лесажа и ее критика.....	18
п. 1. Гипотеза Лесажа.....	19
п. 2. Критика гипотезы Лесажа.....	20
§3. Современный взгляд на гипотезу Лесажа.....	21
§4. Цели и средства.....	22
ГЛАВА II. КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИИ (КТГ).....	23
§1. Постулаты КТГ.....	23
п. 1. Постулат существования.....	23
п. 2. Постулат формы.....	23
п. 3. Метрический постулат.....	24
§2. Параметры КТГ.....	25
п. 1. Характеристики отдельной частицы.....	25
а) Неподвижная частица.....	25
б) Поступательное движение.....	26
в) Вращение недеформированной частицы.....	27
г) Вращение деформированной частицы. Модели стабильных элементарных частиц.....	31
д) Сложное движение.....	34
п. 2. Характеристики совокупности частиц.....	36
§3. Статистика взаимодействий.....	40
п. 1. Сечение контакта двух шаров.....	40
п. 2. Сечение фундаментального контакта (случай поступательного движения недеформированных частиц).....	41
п. 3. Типы фундаментальных контактов (N и I - контакты).....	41
п. 4. Среднее сечение N - контакта.....	42
п. 5. Эффективное сечение I - контакта.....	43
а) Эффективное сечение контакта.....	43
б) Эффективное сечение I - контакта неподвижной мишени и прецессирующего снаряда.....	43
в) Эффективное сечение фундаментального I - контакта (общий случай).....	46
п. 6. Другие статистические характеристики контактов.....	48
п. 7. Виды взаимодействий и их сечения.....	52

п. 8. Сечение комптоновского рассеяния.....	57
§4. Динамика комптоновского рассеяния	58
§5. Отбор телами фоновой энергии (ОФЭ)	60
§6. Закон тяготения в КТГ	61
п. 1. Анизотропия фона вблизи массивного тела.....	62
п. 2. Кривизна траекторий фоновых частиц вблизи массивного тела. Поляризация вакуума	63
п. 3. Закон тяготения.....	65
§7. Сопротивление фона движению тел	67
§8. Фундаментальная система	68
§9. Сопоставление с наблюдениями. Снятие классических возражений против гипотезы Лесажа	75
ГЛАВА III. ОСНОВНЫЕ СЛЕДСТВИЯ КТГ В МИКРОФИЗИКЕ	82
§1. Виртуальная фоновая частица (ф - частица).....	82
п. 1. Источники ф - частиц	82
п. 2. Реперная координатная система (РКС).....	83
п. 3. Гравитация и антигравитация	83
п. 4. Инерция. Физический смысл принципа Маха.....	85
п. 5. Флюгер-эффект. Частица и античастица	86
п. 6. Устойчивость ф - частиц. Планковская энергия. Энергия векторного бозона	86
п. 7. Взаимные превращения виртуальной и наблюдаемой частиц	88
п. 8. Кинетическая теория поля (КТП) как возможный фунда- мент "Великого Объединения"	88
§2. Электромагнитный квант	89
п. 1. Транзитная модель испускания и поглощения фотона	90
п. 2. Эффект Доплера в рамках КТП.....	92
п. 3. Теоретический вывод обобщенной формулы Бальмера	93
п. 4. Обобщение формулы Планка $\epsilon = h \nu$	96
п. 5. Электромагнитная волна. Волна де Бройля. "Постоянная" Планка как функция фундаментальных параметров КТП	98
п. 6. Сечение комптоновского рассеяния в рамках КТП (кнети- ческий аналог формулы Клейна-Нишины-Тамма)	102
§3. Элементарные частицы вещества	106
п. 1. Кинетический смысл терминов "энергия и масса покоя" элементарной частицы. Тензор массы. Продольная и попе- речная масса. Сущность сверхпроводимости и сверхтеку- чести. Управление гравитацией. Гравитационный "вечный двигатель"	106

п. 2. Лоренцево сокращение и другие эффекты специальной теории относительности на уровне элементарных частиц, их физические причины и количественный вывод	110
а) Лоренцево сокращение	110
б) Увеличение энергии "покоя" элементарной частицы при ее движении в РКС	114
п. 3. Отбор элементарными частицами фоновой энергии (ОФЭ) и эволюция этого процесса. Фундаментальное расширение	116
п. 4. Взаимные превращения элементарных частиц и закон сохранения их числа на примере β^- -распада нейтрона	120
§4. Атомное ядро	122
п. 1. Структура и спин атомного ядра	122
п. 2. "Полоса стабильности" изотопов и причины ее возникновения	134
п. 3. Неаддитивность массы и энергия связи ядра в рамках кинетической теории. Упрощенная формула массы атомного ядра	136
п. 4. Эволюция атомного ядра и его последующая деградация как результат медленного отбора ядром фоновой энергии (ОФЭ на ядерном уровне)	138
§5. Атом вещества	147
п. 1. Кинетический смысл постулатов Бора. Туннельные переходы. Оспиляция Понтекорво	147
§6. Другие следствия	151
п. 1. Дискуссия Эйнштейна с Бором и решение проблемы в рамках КТП	151
п. 2. Нулевые колебания без нарушения закона сохранения импульса. Вывод соотношения неопределенностей Гейзенберга из постулатов КТП	157
п. 3. Зависимость сечения рассеяния нейтрино на нуклоне от энергии нейтрино. Сопоставление теоретической зависимости с наблюдениями (CERN, Швейцария)	160
§7. Выводы главы III	166
ГЛАВА IV. СЛЕДСТВИЯ КТП В МАКРОФИЗИКЕ	170
§1. Тяготение. Связь КТП в ОТО А.Эйнштейна	170
п. 1. Об опасности мысленных экспериментов в физике	170
п. 2. Физический смысл тензора R_{ik} , входящего в уравнения ОТО. Кривизна и ускорение. Единый закон инерции и тяготения	172
п. 3. Причины равенства инерционной и гравитационной масс ..	177
п. 4. Источники и стоки фоновой энергии. Еще раз о гравитации, антигравитации и принципе Маха	178
п. 5. Физический смысл тензора T_{ik} энергии-импульса	181
п. 6. Выражение гравитационной "постоянной" через параметры КТП и причины ее возможных изменений	185

п. 7. Взаимная дополнительность ОТО и КТГ.....	189
§2. Связь КТГ и СТО.....	193
п. 1. Причины независимости скорости света в РКС от скорости источника.....	193
п. 2. Интерпретация опыта Майкельсона в системе постулатов КТП.....	194
п. 3. Кажущаяся независимость скорости света от скорости приемника.....	195
п. 4. Лоренцево сокращение и остальные эффекты СТО на макроуровне.....	197
§3. Отбор фоновой энергии (ОФЭ) на макроуровне и его следствие - всеобщее расширение равновесных систем... 200	200
§4. Реперная координатная система (РКС) и торможение движущихся в этой КС макроскопических тел при их взаимодействии с фоном.....	207
§5. Выводы главы IV.....	209
ГЛАВА V. СЛЕДСТВИЯ КТГ В АСТРОФИЗИКЕ.....	211
§1. Черная дыра - не только "могила", но и "колыбель" вещества.....	211
п. 1. Отбор фоновой энергии черной дырой как причина вспышки сверхновой.....	213
п. 2. Образование нейтронной звезды.....	224
§2. Отбор фоновой энергии нейтронной звездой как причина ее расширения. Наблюдаемые следствия этого расширения.....	226
п. 1. Деструкция коры нейтронной звезды - результат более быстрого расширения ее более плотного ядра.....	226
п. 2. Пульсар - быстро вращающаяся нейтронная звезда, излучающая сквозь образованные при деструкции трещины в коре.....	227
п. 3. Замедление вращения пульсара - наблюдаемое следствие его дальнейшего расширения в связи с ОФЭ.....	229
п. 4. Сводовые поднятия коры пульсара, их "планация" (обрушение) - причина наблюдаемых сбоев в замедлении его вращения.....	231
п. 5. Постепенное "затухание" пульсара - следствие медленного зарастания трещин в его коре с образованием сплошной замкнутой твердой коры.....	233
п. 6. Сопоставление с современной теорией пульсаров.....	234
§3. Генезис новой, повторной новой и вспыхивающей звезд.....	238
п. 1. Причины вспышки новой.....	238
п. 2. Следствия вспышки новой.....	239

п. 3. Причины и следствия вспышек повторной новой	240
п. 4. Вспыхивающая звезда	241
§4. Нормальная звезда. Теоретическая светимость Солнца, ее сопоставление с наблюдаемой. Этапы диалектического развития звезды от черной дыры до нормальной	243
§5. Теоретический вывод зависимости масса-светимость	246
§6. Образование и развитие планет и их спутников	250
п. 1. Образование планет	250
а) "Концентрационная" версия	251
б) "Фрагментационная" версия	251
в) "Эжекционная" версия	252
п. 2. Следы в солнечной системе деструктивной деятельности планетных ядер	256
а) Глобальные трещины. Климатические условия на Венере	257
б) Выброс планетой спутника	262
в) Полное саморазрушение (фрагментация) планеты. Пояс астероидов. Каменные и железные метеориты. Кометы. Происхождение малых тел	263
§7. Возможный генезис еще некоторых наблюдаемых объектов космоса (барстеры, цефеиды, спиральные галактики и др.)	266
п. 1. Барстеры, гамма-всплески	266
п. 2. Цефеиды	266
п. 3. Галактики. Спиральные галактики	268
§8. Новая космогония - космогония разуплотнения	278
п. 1. Основная тенденция развития наблюдаемой материи в космосе - от плотных состояний - к разреженным (В.А. Амбарцумян), в согласии со II началом термодинамики	278
п. 2. Возможность нарушения II начала термодинамики в сверхплотных состояниях	280
п. 3. Концепция циклического развития материи в галактиках. Решение проблемы асимметрии барнионного заряда	281
п. 4. Новые возможные причины космологического красного смещения	287
а) Рост массы-энергии покоя элементарных частиц в результате ОФЭ на фундаментальном уровне	288
б) "Старение" квантов в результате их контактов с фоновыми частицами. Снятие возражений Эйнштейна. Альтернативные источники реликтового излучения	289
в) Вселенная либо существенно старше $15 \cdot 10^9$ лет, либо вообще является вечной, хотя и изменяющейся	293
§9. Выводы главы V	297

§1. Первый миллиард лет после образования Земли. Накопление под сплошной протокорой "Землуны" энергии, отобранной ею от фона (количественные оценки).....	306
§2. Первичная деструкция протокоры. Выброс Луны. Энергетическое обоснование гипотезы В.Пиккеринга.....	310
§3. Наблюдаемые факты, подтверждающие тектонический выброс Луны Землей.....	311
п. 1. Средняя плотность Луны.....	312
п. 2. Возраст Луны.....	312
п. 3. Глобальная неоднородность Луны.....	312
п. 4. Глобальная неоднородность лунной коры.....	313
п. 5. Совпадение химического состава Луны и верхней мантии Земли.....	313
п. 6. Недостаточное по сравнению с Землей содержание на Луне железа.....	313
п. 7. Отсутствие на Луне глобального магнитного диполя при серьезном остаточном магнетизме лунных пород.....	314
п. 8. Возможность палеомагнитных и иных реконструкций места в Тихом океане, откуда была выброшена Луна.....	314
§4. Свидетельства дальнейшего расширения Земли.....	315
п. 1. Несостоятельность палеомагнитных ограничений на расширение Земли.....	316
п. 2. Дрейф континентов. Радиальный мобилизм. Отказ от некоторых гипотез глобальной тектоники (циркуляция мантии, субдукция и т.п.).....	318
п. 3. Сводные поднятия, их генезис и планация. Землетрясения и их виды.....	324
п. 4. Замедление суточного вращения Земли. Недостаточность приливного трения.....	328
§5. Неравномерность расширения Земли. Катастрофические повторные деструкции земной коры. Глобальные катаклизмы в условиях Земли и их классификация.....	331
§6. Глобальный катаклизм I класса, доказательства его квазипериодической повторяемости и сопутствующие ему процессы.....	334
п. 1. Палеоклиматические свидетельства квазипериодических асимметричных изменений среднегодовой температуры в Мировом океане.....	334
п. 2. Процессы, сопутствующие глобальному катаклизму I класса..	337
а) Образование в коре глобально протяженной трещины..	339

б) Изливание через трещину на поверхность расплавленных базальтовых лав.....	340
в) Резкое нагревание океана в зоне трещины и его частичное (а на Вевере полное) испарение.....	344
г) Окутывание планеты сплошным мощным облачным слоем. Глобальный продолжительный ливень.....	345
д) Резкое торможение литосферы (количественные оценки).....	345
е) Восточная трансгрессия океанов. Всемирный потоп.....	346
ж) Постепенное зарастание трещины новой молодой корой.....	347
п. 3. Другие факты в пользу изложенной версии протекания в условиях Земли глобального катаклизма I класса.....	348
а) Инверсия глобального магнитного диполя.....	348
б) Сверхвращение атмосферы.....	349
в) Циркумантарктическое течение.....	349
г) Кладбища животных.....	349
д) Байкальские толени.....	350
е) Почему китайцев и индусов больше, чем других народов Земли?.....	350
ж) Где стартовал и финишировал Ной?.....	350
п. 4. Гибель Атлантиды в результате последнего глобального катаклизма I класса.....	351
а) Где похоронена Атлантида?.....	352
б) Глобальные и региональные предпосылки гибели Атлантиды.....	352
в) Как погибла Атлантида (механизм процесса).....	354
г) Процессы, сопутствовавшие гибели Атлантиды и затрудняющие ее поиск, или почему она до сих пор не найдена.....	355
д) Современные технические средства обнаружения Атлантиды и доступа к ней.....	357
е) Приложимость механизма гибели Атлантиды и способов ее обнаружения к решению соответствующих проблем, связанных с "Лемурией" в Индийском и "Пацифидой" в Тихом океанах.....	359
§7. Глобальные катаклизмы II и III классов. Количественные оценки в условиях Земли.....	360
§8. Выводы главы VI.....	362

ГЛАВА VII. ФИЛОСОФСКИЕ И МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРИИ.....366

§1. Основы единой теории материи (ЕТМ).....	366
п. 1. Материя.....	366
п. 2. Поле.....	368
п. 3. Вещество.....	372

а) Элементарные частицы вещества (код 2.1).....	372
б) Ядра атомов (код 2.2).....	373
в) Атомы (код 2.3).....	374
г) Земля (код 2.5).....	375
д) Вселенная (код 2.6).....	376

§2. Пространство. Время. Масса. Фундаментальная система единиц.....	378
---	-----

ГЛАВА VIII. ВОЗМОЖНЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЕТМ.....385

§1. Промышленный отбор фоновой энергии. Управление гравитационным полем. Антигравитация.....	385
§2. Сбор эндогенного водорода Земли.....	385
§3. Сверхпроводимость и сверхтекучесть при высоких температурах.....	386
§4. Биополя. Передача информации на фоновых частицах ..	386
§5. Создание Центра тектонической разгрузки сейсмоопасных регионов.....	387
§6. Организация поиска Атлантиды.....	389
§7. Создание Центра прогнозирования глобальных катаклизмов (ПГК).....	390
§8. Создание Центра фундаментальных исследований.....	391

ПРИЛОЖЕНИЯ.....396

Приложение 1. Вывод формулы Лесажа.....	396
Приложение 2. Темпы отбора фоновой энергии (ОФЭ) по Лесажу.....	397
Приложение 3. Сопротивление фона движению тел по Лесажу.....	397
Приложение 4. Вывод обобщенной формулы Лесажа.....	398
Приложение 5. Темпы ОФЭ с учетом проникающей способности ϕ - частицы.....	399
Приложение 6. Сопротивление фона движению тел с учетом проникающей способности фоновых частиц.....	400
Приложение 7. Экваториальный момент инерции тонкого однородного цилиндра.....	401

Приложение 8. Осевой момент инерции цилиндра	401
Приложение 9. Вывод дифференциального уравнения равновесной струны (тонкого стержня).....	402
а) Нерелятивистская струна ($v = \omega y \ll c$).....	402
б) Релятивистская струна	403
Приложение 10. Энергия вращения деформированной струны.....	403
Приложение 11. Плотность изотропного, однородного и стационарного потока из полупространства	404
Приложение 12. Связь концентрации n_V частиц с интенсивностью J их изотропного потока	405
Приложение 13. Средняя проекция фундаментальной частицы на произвольную плоскость	405
Приложение 14. Кривизна траектории тела, движущегося под действием постоянной силы.....	407
Приложение 15. "Наблюдаемая" масса прецессирующей недеформированной струны.....	408
Приложение 16. Устойчивость недеформированной нерелятивистской прецессирующей струны по отношению к внутренним и внешним опрокидывающим моментам.....	408
Приложение 17. Энергия, необходимая для расширения гравитирующих масс	411
Приложение 18. Осцилляции упруго-кинетических систем.....	413
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ	416
Микрофизика.....	418
Макрофизика.....	419
Астрофизика.....	419
Геофизика	420
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА	424
Основная	424
Дополнительная	425
ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ	426

Моему отцу и другим невинным жертвам тоталитарных режимов XX века посвящается эта книга.

От автора

Для огромного большинства людей (в том числе и ученых - физиков) никаких связанных с тяготением проблем не возникает: в житейском плане мы его просто не замечаем, привыкнув к нему от рождения. И если даже исследователь использует гравитацию в своей научной деятельности (геофизик, занимающийся гравиразведкой, астроном, вычисляющий эфемериды планет, и т.д.), то ему, как правило, представляется достаточным умение вычислять интересующие его эффекты, пользуясь законом всемирного тяготения Ньютона или в редчайших случаях - уравнениями общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна.

При этом вопросы о физической природе гравитации, о процессах, приводящих к этому феномену, о переносчиках гравитационной информации и т.п. в прикладных науках или вовсе не ставятся, или ответы на них даются в форме неубедительных тавтологий типа "гравитационная сила - это сила, действующая на любое тело, помещенное в гравитационное поле", которое, в свою очередь, определяется как "часть пространства вблизи массивного тела, в котором действуют гравитационные силы".

И хотя этим вопросам посвящено огромное число теоретических работ (см., например, список литературы в [24] и др.), удовлетворительное их решение до сих пор отсутствует. "Ну и что, - беспечно скажет неискушенный читатель, - мало ли непонятного мы наблюдаем в природе? Придет время - пойдем!" И будет неправ, ибо природа часто жестоко мстит за легкомысленное отношение к сущности происходящих в ней процессов, особенно таких всеобщих, как процесс тяготения (см. ниже главу "Следствия КТГ в геофизике").

Проникновение в физическую сущность гравитации, устранение феноменологизма и изоляционизма теории тяготения (т.е. ее оторванности от других физических теорий), приведение ее в соответствие с принципом Маха и с известными законами сохранения, минимизация числа постулатов, положенных в основу теории, при максимально возможном числе наблюдаемых следствий из них - вот основные цели, поставленные при построении кинетической теории гравитации (КТГ).

Главной же целью настоящей книги является попытка понять Природу с единых позиций, не ограниченных узкими рамками отдельных естественных наук, т.е. попытка заложить основы единой теории материи (ЕТМ).

Насколько эти цели достигнуты - судить читателю.

Настоящая работа, как и всякая другая, не может претендовать на истинность в последней инстанции. Скорее она является приглашением любознательному читателю поразмышлять над затронутыми проблемами.

В первых двух главах изложены, соответственно, краткая история возникновения и развития идей, положенных в основу КТТ (I глава) и сама эта теория (II глава).

В следующих четырех главах приведены многочисленные следствия КТТ в микро-, макро-, астро- и геофизике.

В главе VII заложены основы единой теории материи, а глава VIII посвящена ее возможным практическим приложениям.

Чтобы не загромождать текст математическими выкладками, последние, в случае, если это не нарушало логики, вынесены в Приложения.

Список литературы содержит только ту библиографию, на которую есть ссылки в тексте. Для удобства читателя приведен достаточно подробный предметно-именной указатель.

В книге используется физико-математический аппарат, почти не выходящий за рамки соответствующих программ технических ВУЗ'ов, что вызвано желанием сделать ее доступной достаточно широкому кругу читателей.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить глубокую признательность академику В.А. Амбарцумяну, стимулировавшему эту работу на ее начальном этапе, ныне покойному академику Я.Б. Зельдовичу и профессору ФТИ им академика А.Ф. Иоффе А.И. Цыгану за конструктивное и доброжелательное обсуждение работы.

Я благодарен супругам Анжеле и Андрею Конышенко за их бескорыстную помощь в издании этой монографии, а также моему талантливому менеджеру В.А. Сачкову, вложившему в это издание огромный личный труд и организаторскую целеустремленность.

Работа выполнена в Санкт-Петербургском горном институте, которому автор отдал около 35 лет своей жизни. Я искренне признателен ректору института профессору В.С. Литвиненко и проректору по науке профессору Р.М. Проскуракову за содействие данной публикации.

Однако, особую благодарность, безусловно, заслужила моя жена и давний (со студенческих лет) друг Нина Александровна Бриль (Журавская), которая на протяжении последних двух десятилетий всячески старалась оградить меня от необходимости в наше сложное время решать все возрастающее число бытовых проблем, взвалив этот тяжкий и неблагодарный труд на свои хрупкие плечи.

Без такой самоотверженной помощи настоящая книга вряд ли увидела бы свет.

Глава I. Введение

§1. О физическом содержании общей теории относительности (ОТО).

ОТО и теория физического вакуума

В 1915 году почти одновременно Эйнштейном и Гильбертом были получены уравнения гравитационного поля, являющиеся, безусловно, одним из величайших достижений человеческого гения. Заложенные в них хроногеометрические идеи до настоящего времени определяют основное направление развития теории тяготения. Общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна позволила получить известные предсказания, в дальнейшем подтвержденные экспериментально с достаточно высокой точностью.

В то же время при внимательном рассмотрении ОТО трудно избавиться от впечатления, что ее уравнения гравитационного поля - лишь вершина айсберга, элегантная математическая *форма*, которой должно соответствовать глубокое и до сих пор нераскрытое физическое *содержание*.

Это обстоятельство привело к тому, что число упомянутых предсказаний ОТО для теории такого масштаба оказалось недопустимо малым. Сами эти предсказания носят характер довольно тонких гравитационных эффектов, весьма интересных и важных для развития *теории*, но имеющих пока очень ограниченную *практическую* значимость (речь идет, в основном, о смещении перигелия Меркурия, об искривлении световых лучей в гравитационном поле и о гравитационном красном смещении).

Подробнее причина этого несоответствия высочайшего уровня теории с одной стороны и ограниченной практической приложимости ее немногочисленных следствий с другой, на мой взгляд, состоит в следующем.

В ОТО гравитационное поле отождествляется с искривленной пространственно-временной метрикой, [16] и др. Действительно, и тяготение и метрика *описываются* одними и теми же величинами - компонентами метрического тензора, которые одновременно являются и гравитационными потенциалами, т.е. действительно метрика *определяет* гравитацию. Однако, отсюда *не следует* тождественность метрики и тяготения: гравитационное поле, как и всякий *материальный* объект, должно обладать энергией, квантованностью (дискретностью), а, возможно, и другими атрибутами, совершенно чуждыми *идеальному* "объекту" -

метрике, которую поэтому можно рассматривать лишь как математическую *модель* гравитационного поля.

Но ведь известно, что любая модель "беднее свойствами", чем оригинал, ибо абстрагируется от тех его свойств, которые представляются несущественными (кирпич обладает огромным числом свойств, не присущих его математической модели - прямоугольному параллелепипеду).

С другой стороны ясно, что свойства, несущественные при решении одних задач, могут оказаться весьма существенными при решении других. Так, например, оказалось (см. ниже), что в задачах, связанных с эволюцией астрофизических объектов и их орбит за космологические промежутки времени, нельзя учитывать *только* метрику, пренебрегая такими, в частности, свойствами гравитационного поля, как его энергонасыщенность и квантованность.

Заметим, что учет аналогичных свойств физического вакуума привел к значительному прогрессу квантовой механики, при этом возникло определенное несоответствие между ОТО и теорией вакуума.

Действительно, согласно теории физического вакуума, "пустота" насыщена ненаблюдаемыми ("виртуальными") частицами, способными при определенных условиях переходить в наблюдаемую фазу и обратно. Но если это так, то утверждение ОТО о равенстве нулю тензора T_{ik} энергии-импульса пустого пространства ([25], стр. 329) становится чисто умозрительным: даже в той координатной системе, относительно которой поток виртуальных частиц изотропен (выделенная, "реперная" координатная система - РКС), будут равны нулю *только импульсные* компоненты этого тензора (т.к. импульсы складываются векторно). Компонента же T_{00} (плотность энергии) не может равняться нулю ни в какой координатной системе (КС), ибо $T_{00} = n_V \cdot \epsilon_0 \neq 0$, где n_V - концентрация частиц в пространстве, ϵ_0 - средняя энергия одной частицы.

Учет этого энергонасыщенного фона виртуальных частиц открывает перед ОТО новые возможности. Действительно, если предположить у этих частиц большую, но конечную проникающую способность $k [M \cdot L^2]$, то вблизи массивного тела, отбирающего у них малую часть энергии, изотропность фона будет нарушена, а в анизотропном потоке себе подобных частицы, взаимодействуя, будут двигаться по искривленным траекториям (см. главу II, §6, п. 2; главу IV, §1, п. 2). Таким образом, в случае

“пустого” пространства появляется возможность следующей интерпретации тензоров T_{ik} и R_{ik} , входящих в уравнение ОТО

$$R_{ik} = \frac{8\pi \cdot G}{c^4} \left(T_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} \cdot T \right); \quad (1.1.1)$$

тензор T_{ik} характеризует импульсно-энергетическую обстановку в потоке виртуальных частиц вблизи рассматриваемой пространственно-временной точки, а тензор R_{ik} описывает кривизну проходящих через нее усредненных траекторий этих частиц (подробнее см. главу IV, §1, п.п. 2, 5).

Ясно, что при таком подходе пространственно-временную метрику можно считать (в духе конвенционализма Пуанкаре) всюду галилеевой (вблизи массивных тел происходит искривление не пространственно-временной метрики, а траекторий фоновых частиц, причем, причина искривления траекторий не геометрическая, а вполне физическая: нарушение вблизи массивных тел изотропности фона (см. главу II, §6, п.п. 1, 2).

Естественный вопрос: не является ли тяготение результатом воздействия на пробное тело виртуальных частиц физического вакуума, движущихся вблизи гравитирующей массы по указанным причинам криволинейно? Эта догадка становится еще более правдоподобной, если учесть, что при неравномерном движении тела в РКС большинство фоновых частиц тоже будет относительно этого тела перемещаться по криволинейным траекториям (см. рис. 25). Отсюда на качественном уровне проясняется причина равенства инерционной и гравитационной масс: и инерция и гравитация вызваны искривлением траекторий фоновых частиц внутри рассматриваемого объекта. Нетрудно заметить, что это рассуждение полностью соответствует принципу Маха. (Более подробно вопросы, обсуждаемые в настоящем параграфе, изложены в главе 4, §1).

Таким образом, на стыке ОТО и теории вакуума просматривается возможность построения модельной теории тяготения лезажевского типа.

§2. Гипотеза Лесажа и ее критика

В 1984 году исполнилось ровно 200 лет со дня опубликования швейцарским физиком Ж.Лесажем первой объяснительной теории тяготения [20]. В основе этой теории лежит следующее предположение, еще раньше высказанное Р.Декартом и Х.Гюйгенсом и получившее в современной физике название

гипотеза Лесажа:

Тяготение - результат воздействия на гравитирующие массы неких частиц космического фона (сейчас эти частицы называют гравитонами, лесажами, φ - частицами и т.п.).

Подробнее процесс тяготения представлялся следующим образом. Тело, удаленное от других объектов, испытывает со стороны изотропного потока упомянутых космических частиц удары, суммарный импульс которых равен нулю. Однако, если неподалеку друг от друга находятся два тела (см. рис. 1), то на каждое из них со стороны партнера в связи с экранировкой фоновых частиц будет действовать сила меньшая, чем с противоположной стороны. Нетрудно показать, (см. Приложение 1), что равнодействующая сила давления \bar{F} фоновых частиц на каждое из этих тел с учетом экранирующего влияния партнера направлена к их общему центру масс и для шарообразных тел равна

$$F = \bar{F}_{1,2} = F_{2,1} = p \cdot J_0 \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2}, \quad (1.2.1)$$

- где r_i - радиус i -го шара ($i = 1; 2$),
 R - расстояние между центрами шаров, $R \gg r_1 + r_2$,
 \bar{p} - средний импульс φ - частицы,
 J_0 - интенсивность фона,
 $\bar{F}_{i,j}$ - сила давления фона на тело номер i с учетом экранирующего влияния тела номер j , ($j = 1; 2$).

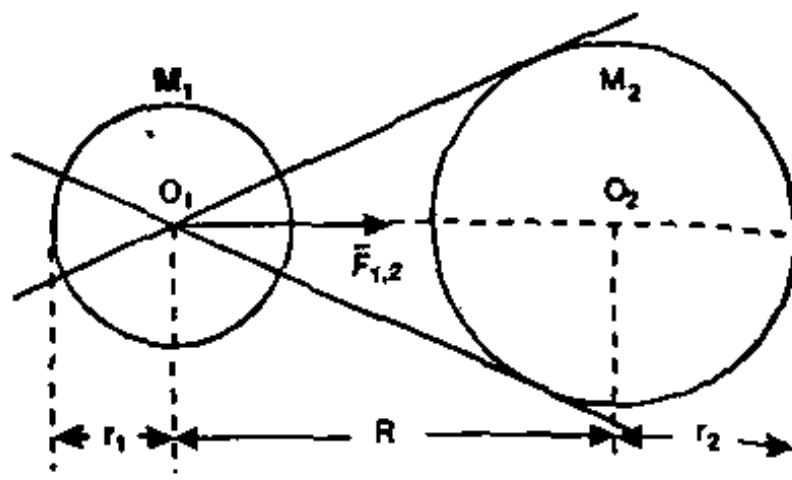


Рис. 1. К выводу формулы Лесажа.

При выводе формулы (1) предполагается, что всякая частица, достигшая тела, передает ему весь свой импульс, причем импульсы всех частиц фона одинаковы (фон моноэнергетичен) и интенсивность фона вдали от тел не зависит от направления (фон изотропен).

Эта формула обладает двумя очевидными достоинствами:

- 1) сила взаимного влияния двух шаров оказывается обратно пропорциональной квадрату расстояния между их центрами и
- 2) действие получается равным противодействию $F_{1,2} = F_{2,1}$.

К сожалению, этим исчерпываются позитивные следствия гипотезы Лесажа.

Критика гипотезы Лесажа

Несмотря на наивную механистичность этой гипотезы, к ней неоднократно обращались виднейшие ученые своего времени (П.Лаплас, Х.Лоренц, А.Пуанкаре, Ч.Г.Дарвин, А.Эддингтон и другие, см., например, [15], [21] - [23]). Их тщательный анализ кроме очевидных недостатков формулы (1):

1. сила взаимодействия не зависит от масс взаимодействующих тел и
2. эта сила зависит от размеров тел,

выявил еще два негативных следствия гипотезы Лесажа:

3. удары фоновых частиц должны существенно разогревать все тела. Например, скорость роста температуры Земли (см. Приложение 2) составила бы:

$$\dot{T}_{\oplus} = 10^7 \text{ K / c,}$$

что соответствует отбору фоновой энергии темпами:

$$\dot{E}_{\oplus} = 10^{42} \text{ эрг / c} = 10^9 \cdot L_{\odot},$$

* где L_{\odot} - полная светимость Солнца,

4. любое тело, движущееся относительно фона, должно испытывать значительное торможение под преимущественным влиянием встречных частиц, (см. Приложение 3).

Все эти четыре следствия резко противоречат наблюдениям, поэтому гипотеза Лесажа была отвергнута и к настоящему времени основательно забыта.

§3. Современный взгляд на гипотезу Лесажа

Нетрудно понять причину первого из перечисленных четырех недостатков: во времена Пуанкаре, а тем более - Лесажа и Декарта не были известны частицы, высокая проникающая способность которых позволила бы им "почувствовать" не только размеры, но и массы гравитирующих тел. Сейчас такие частицы известны, это - нейтрино, теоретически предсказанные В.Паули в 1930 году и позднее обнаруженные экспериментально.

Предположив, что фоновые частицы также обладают высокой проникающей способностью " k ", я в 1977 году [2] без учета искривления траекторий ϕ - частиц, получил для оценки силы \bar{F} гравитационного взаимодействия двух однородных шаров плотностью ρ_1 и ρ_2 соотношение (см. Приложение 4)

$$F = F_{1,2} = F_{2,1} = p \cdot J_0 \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2} \left(1 - e^{-\frac{4}{3} \frac{\rho_1 r_1}{k}} \right) \cdot \left(1 - e^{-\frac{4}{3} \frac{\rho_2 r_2}{k}} \right), \quad (1.3.1)$$

(остальные обозначения те же, что и в формуле 1.2.1).

Для частиц с малой проникающей способностью

$$k \ll \rho_i \cdot r_i,$$

$i = 1; 2$, из формулы 1.3.1 имеем соотношение 1.2.1 как частный случай.

Если же $k \gg \rho_i \cdot r_i$, (а именно это мы предположили выше), то, разлагая входящие в формулу (1) экспоненты в степенные ряды по малым параметрам

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{\rho_i \cdot r_i}{k}$$

и обозначив M_i - массу i - го шара, с точностью до линейных слагаемых получим:

$$F = \frac{p \cdot J_0}{k^2} \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2} \cdot \left(1 + 0 \left(\frac{\rho_1 \cdot r_1 + \rho_2 \cdot r_2}{k} \right) \right), \quad (1.3.2)$$

т. е. закон всемирного тяготения Ньютона. Таким образом, выполняется принцип соответствия Бора: старая, проверенная при

известных условиях теория, является (при $\rho_i r_i \ll k$) частным случаем новой.

Этот частичный успех (частичный потому, что устраняет, к сожалению, только два первых возражения из приведенных четырех, см. Приложения 5 и 6) получен введением всего лишь одного дополнительного предположения о высокой проникающей способности фоновых частиц. Естественен вопрос: нельзя ли устранить оставшиеся возражения введением еще каких-либо допущений?

Или более строго: существует ли система постулатов, включающая гипотезу Лесажа, следствия которой не противоречат наблюдениям и законам сохранения? Если такая система постулатов существует, то основанную на ней теорию тяготения логично назвать *кинетической теорией гравитации (КТГ)*.

§4. Цели и средства

Цель настоящей работы - заложить основы КТГ и ЕТМ, что и отражено в ее названии. В случае успеха, говоря словами Дж. Максвелла [26], "...была бы создана важная физическая аналогия, которая может привести к более правильному пониманию свойств материи".

Для достижения этой цели широко используется известный философский принцип "бритвы Оккама": "отсекай все лишнее". Отсюда - стремление к минимизации системы постулатов и используемых физико-математических средств.

Современный уровень наблюдений для многих фигурирующих в КТГ величин дает лишь порядок (да и то не всегда точный). Найденные с помощью этих величин параметры КТГ имеют соответствующую низкую точность. Поэтому в некоторых формулах для упрощения (бритва Оккама!) опущены коэффициенты, не меняющие (или почти не меняющие) порядок результата, т.е. приводится теория нулевого приближения.

Глава II. Кинетическая теория гравитации (КТГ)

§1. Постулаты КТГ

Приведем постулаты, представляющиеся необходимыми для построения КТГ, а также краткие комментарии к ним.

I. Постулат существования

(Р.Декарт, Х.Гюйгенс, Ж.Лесаж)

|| *Существуют космические частицы, воздействие которых на тела создает эффект тяготения.*

Источниками этих частиц, называемых в настоящей работе фоновыми, или ϕ - частицами, могут быть различные нестационарные объекты Вселенной (квазары, активные ядра сейфертовских и других галактик, сверхновые и т.д.), являющиеся, как известно, [27], [28] источниками других космических лучей. Возможно и внеметагалактическое происхождение ϕ - частиц.

Для устранения упомянутых возражений Пуанкаре и др. против гипотезы Лесажа в 80-х годах мною был введен

II. Постулат формы

|| *Фоновая частица имеет сильно вытянутую струнообразную форму.*

Этот на первый взгляд странный постулат противоречит нашим привычным интуитивным представлениям: изолированные звезды, планеты, капли жидкости, атомы, элементарные частицы мы наблюдаем или представляем себе, как правило, шарообразными. Однако, почти все эти объекты являются конгломератами, состоящими из более мелких частей, между которыми существуют внутренние взаимодействия (гравитационные силы, силы поверхностного натяжения, электростатические, ядерные силы и т.д.). Поэтому шарообразность этих объектов очевидным образом связана с минимизацией соответствующей внутренней потенциальной энергии. Если же речь идет о фоновой частице, которая, возможно, является фундаментальной частицей материи то для нее внутренняя структура и соответствующая внутренняя

энергия не определены (в связи с указанной фундаментальностью), и на первый план выступают ее *внешние* взаимодействия.

Для минимизации же энергии и частоты *внешних* взаимодействий необходима как раз игольчатая форма частицы и малый угол между нею и вектором ее скорости.

Кроме того, игольчатая форма фоновой частицы имеет, говоря словами Эйнштейна, достаточные внешние основания.

Действительно, виртуальная частица физического вакуума (т. е. фоновая частица) имеет ничтожно малое сечение (вероятность) взаимодействия с детектором по сравнению с соответствующим сечением частицы наблюдаемой. Но ведь это - два состояния *одной* частицы!

Вывод:

|| Сечение частицы может изменяться.

Наиболее наглядно такую частицу с *переменным* сечением можно представить именно как частицу сильно вытянутой иглообразной (струнообразной) формы. При поступательном движении иглообразной частицы ее вероятность (сечение) контакта с детектором существенно зависит от "угла атаки" β между нею и вектором \vec{C} ее скорости: у виртуальной частицы $\beta = 0$, у наблюдаемой $0 < \beta \leq \pi/2$.

Идея о существовании в природе частиц сильно вытянутой формы в последнее время буквально "вигает в воздухе": достаточно вспомнить "струнные" модели элементарных частиц, теорию "супервитей" [18], [19] и т.д.

III. Метрический постулат

|| *Пространственно-временная метрика всюду галилеева.*

В КТГ вблизи массивных тел искривляется не пространственно-временная метрика, как в ОТО, а *траектории* фоновых частиц. Это искривление траекторий имеет вполне *физическое* объяснение (оно вызвано отбором телами фоновой энергии и возникающей по этой причине вблизи массивных тел *анизотропией фона*) и не требует дополнительных предположений о *геометрических* свойствах пространства - времени (см. главу II, §6, п.п. 1+3 и главу IV, §1, п. 2).

Однако, это различие ОТО и КТГ не означает, что они противостоят или, тем более, исключают друг друга. Скорее наоборот - они

взаимно дополнительные. ОТО дает КТГ прекрасную математическую форму, получая взамен реальное физическое содержание, на недостаточность которого у ОТО указывали многие крупнейшие физики.

Приведенный в настоящем параграфе перечень постулатов КТГ отнюдь не претендует на полноту: для построения замкнутой теории необходимы, очевидно, и другие гипотезы. Ясно, например, что энергообмен между фоном и веществом и тормозящее влияние фона на движущиеся относительно него тела существенно зависят от структуры материи на фундаментальном уровне, от характера фундаментальных взаимодействий и т.д. Поэтому без соответствующих дополнительных предположений, по-видимому, не обойтись, что и делается ниже по мере необходимости.

Однако, приведенные здесь три постулата представляются основными, ключевыми постулатами кинетической теории тяготения.

§2. Параметры КТГ

Рассмотрим основные величины (параметры), характеризующие отдельную частицу, вводимую постулатами КТГ, и совокупности таких частиц.

п. 1. Характеристики отдельной частицы

а) неподвижная частица

Если, согласно 2 постулату, φ - частица имеет форму цилиндра, то она характеризуется двумя линейными размерами: длиной l и радиусом r , причем $r \ll l$. Массу частицы обозначим μ . Необходимую для решения некоторых рассмотренных ниже задач жесткость частицы на изгиб обозначим g .

Таким образом, неподвижная частица характеризуется четырьмя параметрами: μ, l, r, g . Для разных частиц значения этих параметров будем считать одинаковыми, т.е. μ, l, r, g - фундаментальные константы КТГ.

При решении многих задач φ - частица может быть заменена ее механико-математической моделью - "материальным отрезком" (наподобие материальной точки в механике), т.е. абсолютно жестким объектом, имеющим длину l , массу μ , и радиус $r = 0$. Такая упрощающая замена вполне допустима, например, при решении задач, связанных с поступательным движением недеформированных частиц.

б) Поступательное движение

Поступательное движение частицы характеризуется ее скоростью \vec{C} и так называемым "углом атаки" β , т.е. углом между осью частицы и вектором \vec{C} (см. рис. 2), причем из двух возможных углов выберем тот, который удовлетворяет условию $0 \leq \beta \leq \pi/2$.

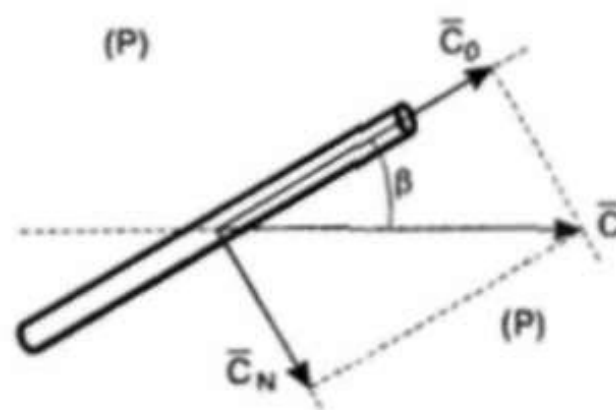


Рис. 2. Поступательное движение.

Вектор \vec{C} можно разложить в плоскости поляризации (P) на две составляющие: осевую \vec{C}_0 и перпендикулярную оси \vec{C}_N . На соответствующие составляющие $\vec{p}_0 = \mu \cdot \vec{C}_0$ и $\vec{p}_N = \mu \cdot \vec{C}_N$ можно разложить и импульс $\vec{p} = \mu \cdot \vec{C}$ частицы, причем:

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= \mu \cdot C_0 = \mu \cdot C \cdot \cos \beta \\ p_N &= \mu \cdot C_N = \mu \cdot C \cdot \sin \beta \\ p &= \mu \cdot C, \quad p^2 = p_0^2 + p_N^2 \end{aligned} \right\} \quad (2.2.1)$$

В виде аналогичной суммы можно представить полную кинетическую энергию ϵ^n поступательного движения частицы:

$$\epsilon^n = \epsilon_0^n + \epsilon_N^n, \quad \text{где} \quad (2.2.2)$$

$$\left. \begin{aligned} \epsilon^n &= \frac{\mu C^2}{2} = \frac{p^2}{2\mu} \\ \epsilon_0^n &= \frac{\mu C_0^2}{2} = \frac{\mu C^2}{2} \cos^2 \beta = \epsilon^n \cdot \cos^2 \beta = \frac{p_0^2}{2\mu}, \\ \epsilon_N^n &= \frac{\mu C_N^2}{2} = \frac{\mu C^2}{2} \sin^2 \beta = \epsilon^n \cdot \sin^2 \beta = \frac{p_N^2}{2\mu}. \end{aligned} \right\} \quad (2.2.3)$$

Если импульсы, которыми обмениваются между собой две взаимодействующие частицы, направлены по общей нормали к их поверхностям в точке контакта (т.е., если при взаимодействии не возникают касательные усилия типа трения), то осевая составляющая \bar{C}_0 скорости каждой из этих частиц в результате такого "нормального" взаимодействия измениться не может. Значит, образно говоря, осевая составляющая $\mu\bar{C}_0$ импульса частицы и соответствующая ей энергия ϵ_0 в определенном смысле - "вещи в себе" (т.е. при нормальных взаимодействиях мишеням не передаются, а, значит, не наблюдаемы). По этой причине будем называть \bar{p}_0 - "виртуальным импульсом", а ϵ_0 - "виртуальной энергией" частицы.

Напротив, нормальная составляющая импульса \bar{p}_N частицы и соответствующая ей энергия $\epsilon_N^{\text{п}}$ при нормальных взаимодействиях меняются, а, следовательно, регистрируемы приборами. Поэтому будем называть \bar{p}_N - наблюдаемым импульсом, а $\epsilon_N^{\text{п}}$ - наблюдаемой энергией частицы.

При малых углах атаки β практически весь импульс и вся энергия ненаблюдаемы (см. формулы 1 и 3).

Заметим, наконец, что угол атаки β частицы относителен, т.е. зависит от координатной системы, в которой рассматривается частица (так как от этого зависит величина и направление ее скорости \bar{C}). Например, частица, виртуальная в данной координатной системе, становится наблюдаемой в координатной системе, быстро движущейся относительно данной в направлении, перпендикулярном оси частицы.

Итак, поступательное движение частицы характеризуется параметрами $\beta, \bar{C}, \bar{C}_0, \bar{C}_N, \bar{p}, \bar{p}_0, \bar{p}_N, \epsilon^{\text{п}}, \epsilon_0^{\text{п}}, \epsilon_N^{\text{п}}$.

в) Вращение недеформированной частицы

Известно ([29] и др.), что положение тела относительно координатной системы, начало которой совпадает с его центром инерции, может быть задано с помощью углов Эйлера: угла собственного вращения ϕ , угла прецессии ψ и угла нутации θ . Движение тела в такой координатной системе характеризуется соответствующими скоростями $\dot{\phi}, \dot{\psi}$ и $\dot{\theta}$.

Скорость собственного вращения $\vec{\dot{\phi}}$ направлена в нашем случае вдоль оси цилиндрической частицы, скорость прецессии $\vec{\dot{\psi}}$ - вдоль оси прецессии (см. рис. 3), скорость нутации $\vec{\dot{\theta}}$ в первом приближении будем считать равной нулю. Движение, у которого $\vec{\dot{\theta}} = \vec{0}$, называется, как известно, *регулярной прецессией*. Именно такие движения рассматриваются в настоящей работе. Из условия $\vec{\dot{\theta}} = \vec{0}$ следует, что $\theta = \text{const}$, т.е. изолированный гироскоп прецессирует с постоянным углом нутации.

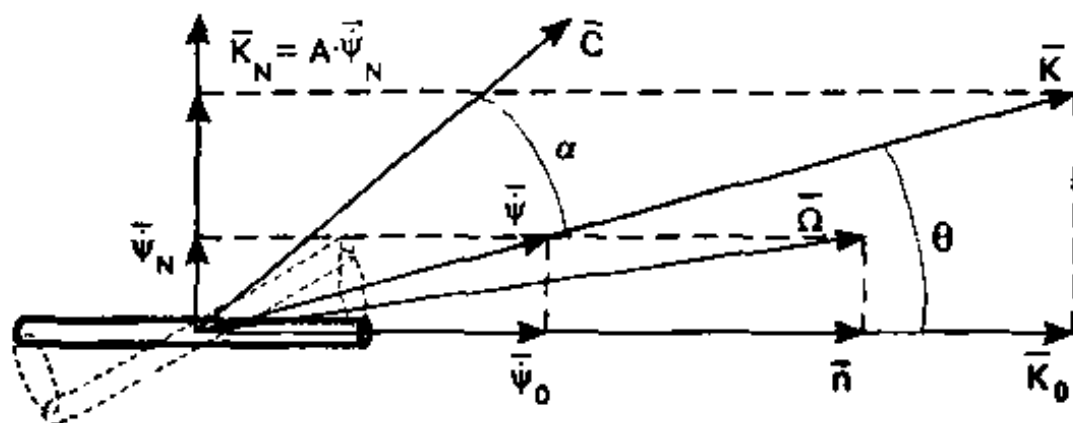


Рис. 3. Регулярная прецессия.

Если проекцию вектора $\vec{\dot{\psi}}$ на ось собственного вращения обозначить $\dot{\psi}_0$, то есть (см. рис. 3)

$$\dot{\psi}_0 = \dot{\psi} \cdot \cos\theta, \quad (2.2.4)$$

то проекция n вектора полной мгновенной угловой скорости $\vec{\Omega}$ на эту ось будет определяться равенством:

$$n = \dot{\phi} + \dot{\psi}_0 = \dot{\phi} + \dot{\psi} \cdot \cos\theta. \quad (2.2.5)$$

Ясно, что при нормальных взаимодействиях (см. замечание после формул 3) осевая составляющая n полной угловой скорости $\vec{\Omega}$ измениться не может, так как в этом случае момент внешней силы относительно оси частицы равен нулю.

Кроме перечисленных кинематических характеристик вращения существенны главные моменты инерции частицы, являющиеся динамическими характеристиками самого вращающегося тела.

В связи с постулатом формы, из трех главных моментов инерции разными будет два: экваториальный A и осевой B .

Нетрудно показать (см. Приложения 7 и 8), что для тонкого однородного цилиндра длиной l , радиусом $r \ll l$ и массой μ

$$A = \frac{\mu \cdot l^2}{12} \left(1 + 3 \frac{r^2}{l^2} \right) \approx \frac{\mu \cdot l^2}{12}; \quad (2.2.6)$$

$$B = \frac{\mu \cdot r^2}{2}; \quad (2.2.7)$$

$$\frac{B}{A} \approx 6 \frac{r^2}{l^2} = \frac{3}{2} \eta^2, \quad (2.2.8)$$

где обозначено

$$\eta = \frac{2r}{l} \ll 1.$$

Экваториальный (наблюдаемый) кинетический момент \bar{K}_N , найдем как произведение

$$\bar{K}_N = A \cdot \bar{\psi}_N, \quad (2.2.9)$$

где $\bar{\psi}_N$ - экваториальная составляющая угловой скорости $\bar{\Omega}$ (см. рис. 3).

Аналогично,

$$\bar{K}_0 = B \cdot \bar{n}. \quad (2.2.10)$$

Момент \bar{K}_0 , согласно замечанию после формулы (5), при нормальных взаимодействиях не меняется (виртуальный момент).

Полный момент

$$\bar{K} = \bar{K}_N + \bar{K}_0, \quad (2.2.11)$$

согласно соответствующему закону сохранения, для изолированного тела не меняется ни по величине, ни по направлению. Поскольку ось регулярной прецессии также неподвижна, то по направлению она должна быть коллинеарна \bar{K} . Из рисунка 3 и формулы (9) видно, что

$$\frac{K_N}{\dot{\psi}_N} = \frac{K_0}{\dot{\psi}_0} = \frac{K}{\dot{\psi}} = A. \quad (2.2.12)$$

Откуда $K_0 = A \cdot \dot{\psi}_0$, что с учетом формулы (10) дает

$$B \cdot n = A \cdot \dot{\psi}_0. \quad (2.2.13)$$

Так как A и B - константы, характеризующие частицу, а n , согласно замечанию после формулы (5), при нормальных взаимодействиях не меняется, то при таких взаимодействиях, как следует из соотношения (13) не может измениться и величина

$$\dot{\psi}_0 = \dot{\psi} \cdot \cos \theta = \text{const}. \quad (2.2.14)$$

Поскольку $n = \dot{\phi} + \dot{\psi}_0$, то и

$$\dot{\phi} = \dot{\phi}_0 = \text{const.} \quad (2.2.15)$$

Как видно из формулы (14), при $\theta \rightarrow 0$ угловая скорость регулярной прецессии стремится не к нулю, а к некоторой константе $\dot{\psi}_0$, которую можно найти из соотношения (13):

$$B(\dot{\phi}_0 + \dot{\psi}_0) = A\dot{\psi}_0, \quad (2.2.16)$$

откуда

$$\frac{\dot{\psi}_0}{\dot{\phi}_0} = \frac{B}{A-B} \approx \frac{B}{A} \approx \frac{3}{2}\eta^2 \quad (2.2.17)$$

(приблизженные равенства написаны с учетом формулы (8)).

Соотношение (16) является известным [29] условием регулярной прецессии свободного гироскопа.

Что касается энергии $\epsilon^{\text{вр}}$ вращательного движения прецессирующего гироскопа с неподвижным центром инерция, то она, как известно [29], определяется равенством

$$\epsilon^{\text{вр}} = \frac{1}{2} A \dot{\psi}^2 \sin^2 \theta + \frac{1}{2} B n^2. \quad (2.2.18)$$

При нормальных взаимодействиях $n = \text{const}$, а значит полная энергия $\epsilon^{\text{вр}}$ также распадается на две части: виртуальную

$$\epsilon_0^{\text{вр}} = \frac{B n^2}{2} \approx \frac{B \dot{\phi}^2}{2} \quad (2.2.19)$$

и наблюдаемую

$$\epsilon_N^{\text{вр}} = \frac{A \dot{\psi}^2}{2} \sin^2 \theta = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_0^2}{2A} \text{tg}^2 \theta, \quad (2.2.20)$$

(последнее равенство учитывает формулы 4 и 6). Из формул (17), (19) и (20) вынесем:

$$\frac{\epsilon_N^{\text{вр}}}{\epsilon_0^{\text{вр}}} = \frac{A \dot{\psi}_0^2}{B n^2} \text{tg}^2 \theta \approx \frac{A \dot{\psi}_0^2}{B \dot{\phi}_0^2} \text{tg}^2 \theta \approx \quad (2.2.21)$$

$$\approx \frac{\dot{\psi}_0}{\dot{\phi}_0} \text{tg}^2 \theta = 6 \frac{r^2}{l^2} \text{tg}^2 \theta = \frac{3}{2} \eta^2 \text{tg}^2 \theta,$$

откуда видно, что наблюдаемая энергия становится близкой энергии виртуальной только при углах нутации θ_p , близких к $\pi/2$: при $\epsilon_N^{\text{вр}} \approx \epsilon_0^{\text{вр}}$ из формул (21) и (8) получим:

$$\text{tg} \theta_p \approx \frac{1}{\sqrt{6}} \frac{l}{r} = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{1}{\eta} \gg 1. \quad (2.2.22)$$

При остальных углах

$$\varepsilon_N^{вр} \ll \varepsilon_0^{вр}. \quad (2.2.23)$$

Итак, основными характеристиками прецессирующей недеформированной частицы являются: ее моменты инерции A и B , позиционная координата θ , угловые скорости $\bar{\phi}$ и $\bar{\psi}$, кинетические моменты \bar{K} , \bar{K}_N и \bar{K}_0 и энергии $\varepsilon^{вр}$, $\varepsilon_N^{вр}$ и $\varepsilon_0^{вр}$.

г) Вращение деформированной частицы. Модели стабильных элементарных частиц

Пусть упругий тонкий изогнутый стержень длиной l_0 , радиусом $r \ll l_0$, массой μ , обладающий коэффициентом жесткости на изгиб g , вращается с угловой скоростью $\bar{\omega}$ вокруг оси, проходящей через его центр массы (см. рис. 4).

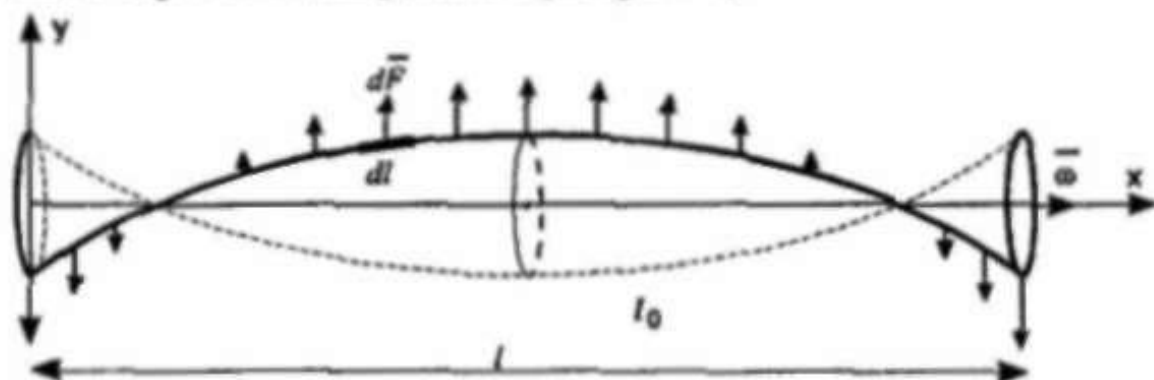


Рис. 4. К выводу дифференциального уравнения оси деформированного вращающегося стержня.

Возникающие центробежные силы увеличивают изгибную деформацию стержня, а силы упругости препятствуют этому.

Равновесное состояние достигается, когда в каждой точке стержня в любой момент времени суммарный момент этих сил будет равен нулю:

$$\bar{M}_{цб} + \bar{M}_{упр} = \bar{0}.$$

Отсюда легко получить (см. Приложение 9) следующее дифференциальное уравнение, описывающее форму такого равновесного стержня:

$$y^{IV} - k^4 y = 0, \quad (2.2.24)$$

где $y = y(x)$; $0 \leq x \leq l \approx l_0$ - уравнение оси стержня в координатной системе (x, y) , изображенной на рис. 4;

$$|y'| \ll l; \quad k^4 = \frac{\mu \omega^2}{g l}.$$

Это уравнение не учитывает релятивистских эффектов. Для релятивистского стержня в том же Приложении 9 получено уравнение

$$y^{IV} - k^4 \frac{y}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega y}{c}\right)^2}} = 0. \quad (2.2.25)$$

Линейное уравнение (24) известно в механике как уравнение свободных колебаний стержня [30] и др. Его краевые условия определяются свободными концами стержня, который ниже, хотя это и не вполне точно, по-прежнему иногда называется "струной":

$$y'(0) = y'(l) = y''(0) = y''(l) = 0. \quad (2.2.26)$$

Известно (см. там же), что задача Коши (24; 26) имеет решение только при дискретном наборе собственных значений параметра k , определяемых корнями уравнения

$$\operatorname{ch}(kl) \cdot \cos(kl) = 1, \quad (2.2.27)$$

$$\text{т.е. } k_n \cdot l = 0; 0; 4,7300; 7,853; 10,996; \dots \quad (2.2.28)$$

Этим значениям параметра k соответствует дискретный набор собственных угловых скоростей (см. (24)):

$$\omega_n^2 = \frac{g l}{\mu} \cdot k_n^4 = \frac{g}{\mu l^3} (k_n \cdot l)^4; \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2.2.29)$$

Соответствующие решения имеют вид:

$$y_n(x) = C_n \left\{ A_n \cdot [\operatorname{ch}(k_n x) + \cos(k_n x)] - B_n \cdot [\operatorname{sh}(k_n x) + \sin(k_n x)] \right\}, \quad (2.2.30)$$

где C_n - произвольные постоянные числа,

$$A_n = \operatorname{sh}(k_n l) - \sin(k_n l) \approx \frac{1}{2} e^{k_n l},$$

$$B_n = \operatorname{ch}(k_n l) - \cos(k_n l) \approx \frac{1}{2} e^{k_n l},$$

$n = 2; 3; 4 \dots$ - число узлов деформированной струны (приближенные равенства справедливы для ненулевых значений 28).

Зная уравнение (30) оси деформированной струны (стержня) и соответствующую угловую скорость (29) ее вращения, нетруд-

во вихри (см. Приложение 10) энергию ε_n ее вращательного движения

$$\varepsilon_n = \frac{g}{8 l^3} C_n^2 \cdot (k_n l)^4 \cdot e^{2k_n l} = \frac{g C_n^2}{8 l^3} \cdot \tilde{\varepsilon}_n. \quad (2.2.31)$$

Вычислив с помощью значений (28) три первых ненулевых безразмерных энергии

$$\tilde{\varepsilon}_n = (k_n l)^4 \cdot e^{2k_n l}, \quad n = 2, 3, 4, \dots \quad (2.2.32)$$

заметим, что с неплохой точностью выполняется следующее многозначительное равенство:

$$\tilde{\varepsilon}_2 : \tilde{\varepsilon}_3 : \tilde{\varepsilon}_4 \approx \varepsilon_\nu : \varepsilon_e : \varepsilon_N, \quad (2.2.33)$$

где ε_ν , ε_e и ε_N - наблюдаемые энергии покоя нейтрино (В.А.Любимов, 1980 г.), электрона и нуклона, причем, это равенство может быть сделано точным как за счет подбора амплитудных множителей C_n , так и, возможно, при учете релятивистских эффектов (т.е. при замене уравнения 24 уравнением 25) или при отказе от условия $|y| \ll 1$.

Из многочисленных следствий, интерпретирующих равенство (33) в рассмотренных подробнее в главе III, §3, п.1, здесь приведем лишь те, которые представляются основными.

1. Так называемая "энергия покоя" элементарной частицы - это суммарная энергия равных между собой кинетической энергии вращения деформированной частицы и потенциальной энергии деформации при неподвижном центре ее массы. Нет деформации - нет энергии покоя (φ - частица, гравитон, фотон).
2. Правомочно следующее модельное представление стабильных элементарных частиц:

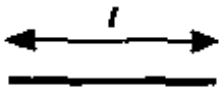
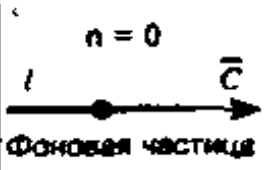

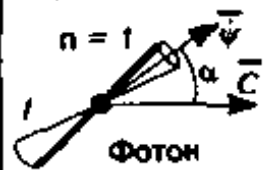

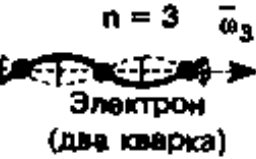
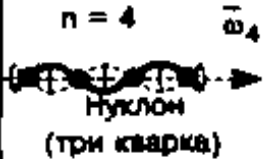
Фундаментальная струна			
Половые частицы	$n = 0$  Фооновая частица	$n = 0$  Гравитон	$n = 1$  Фотон
Частицы вещества	$n = 2$ $\bar{\omega}_2$  Нейтрино (один кварк)	$n = 3$ $\bar{\omega}_3$  Электрон (два кварка)	$n = 4$ $\bar{\omega}_4$  Нуклон (три кварка)

Рис. 5. Струнные модели стабильных элементарных частиц.

Заметим, что между четырьмя узлами нуклона - три "вздутия", известные под названием "три кварковых мешка". Проблема конфайнмента (невывета кварков из нуклона) в этой модели снимается без глюонов.

3. Все известные стабильные элементарные частицы являются отличающимися друг от друга лишь числом узлов устойчивыми модификациями одной сильно вытянутой струнообразной частицы, которую поэтому можно считать фундаментальной.

Вывод:

|| КТГ должна лежать в основе "Великого Объединения", ведущего к созданию единой теории полей и частиц.

4. При фиксированном числе узлов ($n = 2; 3; 4...$) фиксирована лишь частота, но не энергия вращения: последняя (см. формулу 31) пропорциональна квадрату амплитудного множителя C_n и может непрерывно меняться.

Именно это происходит при контактах деформированных "мишеней" с фоновыми "сварядами": последние при l - контактах передают мишеням ничтожную долю своей энергии (отбор фоновой энергии - ОФЭ - на фундаментальном уровне). Это приводит к медленному росту амплитудного множителя C_n (т.е. к расширению на фундаментальном уровне) и к соответствующему росту энергии покоя $2\epsilon_n$ элементарной частицы, (см. формулу 31).

д) Сложное движение

Вращение деформированной или недеформированной частицы при ее одновременном перемещении в пространстве назовем сложным движением.

Ясно, что сложное движение характеризуется совокупностью параметров, описанных в п. б ("Поступательное движение") и в п.п. в и г ("Вращение..."). Однако, появляются и новые понятия. Действительно, каждое из этих движений характеризуется соответствующим вектором скорости: поступательное - вектором \vec{v} линейной скорости (причем, $v = c$ для световых и $v < c$ для до-световых частиц), а вращательное - вектором $\vec{\omega}$ угловой скорости (для световых частиц $\vec{\omega} = \vec{v}$, см. рис. 3).

Тогда угол $\alpha = \angle \vec{v}, \vec{\omega}$ естественно назвать углом поляризации частицы, плоскость, в которой лежат эти векторы - ее плоскостью поляризации (P , рис. 2). Кроме новых понятий появляются и новые эффекты, подробнее излагаемые в главе III, §1, 2. Перечислим здесь лишь некоторые из них.

1. У неполяризованной частицы по определению угол поляризации $\alpha = 0$ или $\alpha = \pi$. Если при этом частица недеформирована (см. рис. 3 и 5 - электромагнитный квант), то ее угол атаки β равен углу нутации θ ($\beta = \theta = \text{const}$). Если же $\alpha \neq 0$ и $\alpha \neq \pi$, то $\beta = \beta(t) \neq \text{const}$, а с изменением β периодически изменяется и наблюдаемая энергия (см. 2.2.3) и сечение частицы (см. ниже), т.е., говоря словами Б. Поинтекорво, частица "осциллирует". Осциллировать может и деформированная частица (см. Приложение 18).
2. В соответствии с принципом наименьшего действия, перемещаясь среди себе подобных и контактируя с ними, частица должна приходить к такой ориентации в пространстве, при которой минимизируется частота и энергия этих контактов (так называемый "флюгер-эффект"). Ясно, что с учетом постулата формы указанная минимизация достигается при $\alpha = \pi$ ("частица") или при $\alpha = 0$ ("античастица"). Остальные состояния неустойчивы.
3. Электромагнитный квант - находящаяся в сложном движении недеформированная прецессирующая частица (рис. 5). Как показано ниже (глава III, §2, п. 5), частота кванта - это частота его контактов с фоновыми частицами.
4. Аналогичное движение частицы деформированной - ее волна де Бройля (см. там же).
5. При увеличении скорости движения деформированной частицы относительно фона (точнее - относительно реперной координатной системы (РКС), в которой фон изотропен) она, во-первых, в связи с флюгер-эффектом (см. п. 2) располагается коллинеарно с вектором ее скорости в РКС. Во-вторых, при этом растет средняя энергия и частота ее контактов с фоновыми частицами (см. ниже), в результате чего ее энергетическое равновесие с фоном достигается на более высоком уровне.

В этом физическая причина известного из СТО эффекта увеличения массы-энергии частицы с ростом ее скорости.

Поскольку частота вращения частицы фиксирована, то ее внутренняя энергия может расти только при увеличении ее поперечной деформации (см. предыдущий пункт г), при этом ее продольный размер очевидным образом уменьшится, см. рис. 11, (лоренцево сокращение на фундаментальном уровне).

Такова качественная картина. Количественный вывод эффектов СТО как результата взаимодействия движущейся деформированной частицы с фоном приведен в главе III, §3, п. 2.

п. 2. Характеристики совокупности частиц

Всякая совокупность частиц, прежде всего характеризуется их концентрацией n_V :

$$n_V = \frac{dn}{dV} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta n}{\Delta V}, [L^{-3}], \quad (2.2.34)$$

где Δn - число частиц в объеме ΔV , а (ΔV) стягивается в ту точку пространства, в которой ищется концентрация.

Следует, однако, предостеречь от слишком буквального понимания определения (34), особенно требования $\Delta V \rightarrow 0$, т.к. при $\Delta V \sim l^3$, Δn становится равным либо 0 (в объеме (ΔV) нет частиц), либо 1 (в этом объеме есть частица).

В первом из этих случаев концентрация, найденная по формуле (34) получится равной нулю, во втором - бесконечности. Кроме того, при $\Delta V \ll l^3$ вообще неясно, что такое соответствующее Δn .

Поэтому требование $\Delta V \rightarrow 0$ практически означает, что:

$$\Delta V \rightarrow \Delta V_{min} \ll L^3,$$

где L - характерный для рассматриваемой задачи линейный размер, однако, даже ΔV_{min} содержит еще много частиц.

Если во всех точках рассматриваемого объема V концентрация частиц одинакова, то будем говорить, что в этом объеме фон *однороден*. В таком случае

$$n_V = \frac{n}{V}, \quad (2.2.35)$$

где n - число частиц в объеме V .

Если же в разных точках концентрация не одинакова, то фон назовем *неоднородным*. В этом случае по формуле (35) можно найти лишь *среднюю* концентрацию частиц в объеме V .

Полезны также: величина V_n , обратная концентрации

$$V_n = \frac{1}{n_V}, [L^3] \quad (2.2.36)$$

(средний объем пространства, приходящийся на одну частицу) и

$$R = \sqrt[3]{V_n} = \frac{1}{\sqrt[3]{n_V}}, [L] \quad (2.2.37)$$

(среднее расстояние между соседними частицами).

Рассмотрим совокупность вращающихся частиц, каждая из которых обладает собственным спиновым моментом.

Если число $d n_\omega$ тех из них, моменты которых (приведенные к общему началу) попадают в малый телесный угол $d\omega$, не зависит от ориентации этого угла в пространстве, то рассматриваемую совокупность назовем *изотропной в спиновом пространстве*, или *спин-изотропной*, иначе - *анизотропной в спиновом пространстве* (спин-анизотропной).

Фон - совокупность движущихся частиц (поток частиц), поэтому кроме перечисленных статических параметров n_V , V_n и R он характеризуется также некоторыми кинематическими, динамическими и энергетическими параметрами.

Если скорости всех частиц потока сонаправлены, то такой поток назовем *параллельным*, в противном случае - *непараллельным*. Рассматривая непараллельный поток жидкости или газа, мы всегда можем выделить столь малый объем, внутри которого поток становится практически параллельным.

Поток фоновых частиц дискретен и поэтому его непараллельность принципиально неустранима уменьшением рассматриваемого объема, в этом его отличие от привычных потоков в сплошных средах.

Параллельные потоки удобно описывать следующими параметрами.

Поток \dot{n} частиц сквозь заданную поверхность

$$\dot{n} = n_t = \frac{dn}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta n}{\Delta t}, [T^{-1}], \quad (2.2.38)$$

где Δn - число частиц, прошедших сквозь эту поверхность за время Δt (с оговоркой, аналогичной замечанию к формуле 34).

Если $\dot{n} = \text{const}$, то поток называется *стационарным*, иначе - *нестационарным*.

Плотность \dot{n}_S потока

$$\dot{n}_S = n_{tS} = \frac{\partial^2 n}{\partial t \cdot \partial S} = \lim_{\substack{\Delta t \rightarrow 0 \\ \Delta S \rightarrow 0}} \frac{\Delta^2 n}{\Delta t \cdot \Delta S}, [L^{-2} \cdot T^{-1}], \quad (2.2.39)$$

где $\Delta^2 n$ - число частиц, прошедших за время Δt сквозь площадку ΔS .

Если $\dot{n}_S = \text{const}$ (во всех точках потока в данный момент плотность потока одинакова), то поток называется *однородным*, иначе - *неоднородным*.

Существуют следующие очевидные связи между введенными характеристиками в случае параллельного потока:

$$n = \int_{(S)} \dot{n} \cdot dt, \quad (2.2.40)$$

где n - число частиц, прошедших сквозь заданную поверхность S за время t ,

для стационарного потока

$$n = \dot{n} \cdot t, \quad (2.2.41)$$

далее:

$$\dot{n} = \iint_{(S)} \dot{n}_S \cdot dS, \quad (2.2.42)$$

для однородного потока

$$\dot{n} = \dot{n}_S \cdot S. \quad (2.2.43)$$

Подставляя (42) в (40), получим:

$$n = \int_{(t)} \iint_{(S)} \dot{n}_S \cdot dS \cdot dt. \quad (2.2.44)$$

Для стационарного однородного потока

$$n = \dot{n}_S \cdot S \cdot t = n_{tS} \cdot t \cdot S. \quad (2.2.45)$$

Для этого важного случая нетрудно найти связь между концентрацией n_V фоновых частиц, движущихся сквозь плоскую площадку S со скоростью \bar{C} , и плотностью \dot{n}_S этого потока.

Объем V , протекающий сквозь площадку S за время t равен

$$V = S \cdot C \cdot t \cdot |\cos \theta|,$$

где θ - угол между вектором \vec{C} и нормалью к S . Число n частиц, прошедших сквозь S за это время

$$n = n_V \cdot V = n_V \cdot S \cdot C \cdot t \cdot |\cos \theta|,$$

откуда, с учетом формулы (45), имеем

$$\dot{n}_S = n_V \cdot C \cdot |\cos \theta|. \quad (2.2.46)$$

Заметим, что формула (46) и ее простейшая модификация для потоков, перпендикулярных поверхности,

$$\dot{n}_S = n_V \cdot C \quad (2.2.47)$$

справедливы только для параллельных потоков, причем, малость площадки не гарантирует, как отмечено выше, параллельности дискретного потока.

Это замечание в равной степени относится к формулам (36)-(43).

Рассмотрим теперь наиболее важные для приложений *непараллельные потоки*.

Основной характеристикой такого потока является его *интенсивность J в данном направлении*

$$J = n_{tS\omega} = \frac{\partial^3 n}{\partial t \cdot \partial S \cdot \partial \omega}, \quad [L^{-2} T^{-1} cp^{-1}]. \quad (2.2.48)$$

Если интенсивность J не зависит от ориентации элементарного телесного угла $\Delta\omega$ в пространстве, то такой *поток частиц называется изотропным*, иначе - *анизотропным*.

Общее число n частиц, прошедших за время t сквозь площадь S из телесного угла ω в случае непараллельного потока определяется из соотношения (48):

$$n = \int_{\omega} \iint_S \int_0^t J \cdot d\omega \cdot dS \cdot dt \quad (2.2.49)$$

Если поток изотропен, однороден и стационарен, то отсюда для полного потока из полупространства имеем (см. Приложение 11)

$$n = \pi \cdot J \cdot S \cdot t, \quad (2.2.50)$$

что для плотности такого потока дает

$$n_{tS} = \dot{n}_S = \pi \cdot J. \quad (2.2.51)$$

Концентрация $n_V = \text{const}$ частиц, движущихся со скоростью $C = \text{const}$ и создающих изотропный, однородный и стационарный поток, связана с его интенсивностью J соотношением (см. Приложение 12):

$$4\pi \cdot J = n_V \cdot C. \quad (2.2.52)$$

Для вывода соотношений КТГ и для ее астрофизических следствий полезны следующие формулы числа n_t частиц, входящих в шар радиусом R в единицу времени:

$$n_t = \dot{n}_S \cdot 4\pi \cdot R^2 = 4\pi^2 \cdot J \cdot R^2 = n_V \cdot C \cdot \pi \cdot R^2, \quad (2.2.53)$$

см. равенства (43), (51) и (52).

От рассмотренных выше характеристик потоков *частиц* нетрудно перейти к соответствующим характеристикам потоков *энергии (импульса)*. Для этого в случае моноэнергетического потока (т.е. для потока, все частицы которого обладают одинаковой энергией) достаточно рассматриваемую характеристику потока частиц домножить на энергию (импульс) отдельной частицы, например, плотность потока энергии $\dot{n}_S \epsilon$, плотность потока импульса $\dot{n}_S p$ и т.д.

Для потоков, не являющихся моноэнергетичными, вводится понятие спектральной плотности, см., например, [27].

§3. Статистика взаимодействий

п. 1. Сечение контакта двух шаров

Пусть шар радиусом r_1 (условно - "снаряд") движется мимо шара - "мишени" радиусом r_2 . Через центр O_2 мишени проведем плоскость Q , перпендикулярную вектору их относительной скорости, и в этой плоскости опишем окружность радиусом $r_1 + r_2$ с центром в точке O_2 .

Ясно, что для контакта шаров необходимо и достаточно, чтобы траектория центра снаряда пересекла плоскость Q внутри этого круга, площадь которого

$$\sigma = \pi \cdot (r_1 + r_2)^2 \quad (2.3.1)$$

естественно назвать "сечение контакта" двух шаров.

Сечение контакта - частный и наиболее наглядный случай общего понятия "сечение взаимодействия", часто используемого в ядерной физике (см. п. 7 настоящего параграфа).

п. 2. Сечение фундаментального контакта (случай поступательного движения недеформированных частиц)

Фундаментальным назовем контакт двух фундаментальных частиц, введенных постулатами КТГ.

Для простоты рассуждений заменим частицы материальными отрезками длиной l .

Обозначим l_1 и l_2 проекции этих отрезков на плоскость Q , перпендикулярную вектору их относительной скорости и проходящую через центр мишени. Мишень и снаряд движутся поступательно. В этом случае площадку в плоскости Q , попадание в которую является условием, необходимым и достаточным для контакта, имеет, очевидно, форму параллелограмма площадью

$$\sigma = l_1 \cdot l_2 \cdot |\sin \psi|, \text{ где } \psi = \angle l_1, l_2. \quad (2.3.2)$$

Если \vec{C} - вектор относительной скорости снаряда, а β_i ($i = 1, 2$) - угол между i -ой частицей и вектором \vec{C} (относительный угол атаки частицы), то

$$l_i = l \cdot \sin \beta_i, \quad i = 1, 2, \quad (2.3.3)$$

что с учетом формулы (2) дает

$$\sigma = l^2 \cdot \sin \beta_1 \cdot \sin \beta_2 \cdot |\sin \psi|. \quad (2.3.4)$$

Из соотношения (4) видно существенное отличие сечения фундаментального контакта от случая контакта двух шаров: сечение фундаментального контакта непостоянно, в зависимости от углов $\beta_{1,2}$ и ψ оно меняется в диапазоне

$$0 = \sigma_{\min} \leq \sigma \leq \sigma_{\max} = l^2. \quad (2.3.5)$$

п. 3. Типы фундаментальных контактов (N и I - контакты)

В КТГ рассматриваются два типа фундаментальных контактов недеформированных частиц: осевой, или I - контакт и поперечный, или нормальный N - контакт.

Для осевого контакта, по определению, необходимо и достаточно, чтобы в момент контакта мишень находилась внутри прецессионного конуса снаряда. Если же это условие при контакте не выполнено, то контакт назовем нормальным.

п. 4. Среднее сечение N - контакта

Одну из взаимодействующих частиц назовем условно снарядом, другую - мишенью. Их характеристики будем помечать индексами, соответственно, 1 и 2.

Тогда, усредняя сечения по углу ψ , с учетом формулы (7) Приложения 13, для среднего сечения σ_{12}^N N - контакта фиксированного снаряда со случайно ориентированной мишенью из формулы (2) получим:

$$\sigma_{12}^N = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} l_1 l_2 \sin \psi d\psi = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} l \sin \beta_{12} \cdot \frac{\pi \cdot l}{4} \sin \psi d\psi = \frac{l^2}{2} \sin \beta_{12}, \quad (2.3.6)$$

где β_{12} - угол атаки снаряда в координатной системе мишени.

Если же случайно ориентированы и снаряд, и мишень, то аналогичным образом имеем:

$$\sigma_{22}^N = \sigma_{11}^N = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{\pi \cdot l}{4} \cdot \frac{\pi \cdot l}{4} \sin \psi d\psi = \frac{\pi \cdot l^2}{8}. \quad (2.3.7)$$

В качестве мишеней, как правило, выступают элементарные частицы вещества (электроны, нуклоны), скорость которых обычно существенно меньше скорости снарядов (φ - частиц, фотонов) в РКС ("реперной" координатной системе, относительно которой фон изотропен и незавихрен).

Поэтому, пренебрегая скоростью мишени, в этом случае формулу (6) можно записать так:

$$\sigma_{12}^N = \frac{l^2}{2} \sin \beta_1, \quad (2.3.8)$$

где β_1 - угол атаки снаряда в РКС, или, упрощая обозначения,

$$\sigma_N = \frac{1}{2} l^2 \sin \beta. \quad (2.3.9)$$

п. 5. Эффективное сечение l - контакта

а) Эффективное сечение контакта

Если много одинаковых мишеней расположены в одной плоскости на среднем расстоянии R между центрами соседних мишеней, а перпендикулярно этой плоскости движется снаряд, вероятность (P) контакта (K) которого с одной из мишеней этой системы равна

$$P(K) = \frac{\sigma}{R^2}, \quad \sigma < R^2, \quad (2.3.10)$$

то величину σ , определяемую этим равенством, назовем "эффективным сечением контакта".

б) Эффективное сечение l - контакта неподвижной мишени и прецессирующего снаряда

б₁) Пусть радиус r окружности поворачивается с угловой скоростью $\dot{\psi}$, а перпендикулярно плоскости этой окружности со скоростью \bar{C} движется отрезок длиной l , ($\bar{l} \parallel \bar{C}$).

Найти вероятность $P(K/B)$ контакта (событие K) этого отрезка с радиусом окружности при условии его входа (событие B) в соответствующий круг.

Решение.

Время нахождения отрезка в плоскости круга $t = l/C$; за это время радиус опишет угол

$$\psi = \dot{\psi} \cdot t = (\dot{\psi} \cdot l) / C.$$

Отсюда искомая вероятность

$$P(K/B) = \begin{cases} \frac{\psi}{2\pi} = \frac{\dot{\psi} l}{2\pi C}, & \text{при } \frac{\dot{\psi} l}{2\pi C} \leq 1, \\ 1, & \text{при } \frac{\dot{\psi} l}{2\pi C} > 1. \end{cases} \quad (2.3.11)$$

б₂) Если вместо радиуса вращается диаметр, то

$$P(K/B) = \begin{cases} 2 \frac{\psi}{2\pi} = \frac{\dot{\psi} l}{\pi C}, & \text{при } \frac{\dot{\psi} l}{\pi C} \leq 1, \\ 1, & \text{при } \frac{\dot{\psi} l}{\pi C} > 1. \end{cases} \quad (2.3.12)$$

б₃) Ясно, что если отрезок - мишень с угловой скоростью $\bar{\psi}$ описывает не круг, а двойной прецессионный конус с углом при вершине θ , то при $\bar{C} \parallel \bar{\psi}$ результат совпадает с формулой (12). Однако, в этом случае с помощью соотношения (2.2.14) формулу (12) можно записать так:

$$P(K/B) = \begin{cases} \frac{\dot{\psi}_0 l}{\pi C} \frac{1}{\cos\theta} = \frac{2}{\pi \cos\theta}, & \text{при } \cos\theta \geq \frac{\dot{\psi}_0 l}{C} = \frac{2}{\pi}, \\ 1, & \text{при } \cos\theta < \frac{\dot{\psi}_0 l}{C} = \frac{2}{\pi}, \end{cases}$$

(см. равенство после формулы 3.2.32).

б₄) В случае осциллирующей мишени (см. главу III, §5 и Приложение 18) от виртуального состояния с нулевым сечением до описываемого предыдущей формулой состояния наблюдаемого в эту формулу следует ввести усредняющий коэффициент 1/2

$$P(K/B) = \begin{cases} \frac{1}{2} \frac{\dot{\psi}_0 l}{\pi C} \frac{1}{\cos\theta} = \frac{1}{\pi \cos\theta}, & \text{при } \cos\theta \geq \frac{1}{\pi} \\ 1, & \text{при } \cos\theta < \frac{1}{\pi} \end{cases} \quad (2.3.13)$$

б₅) Если прецессирует не мишень, а сварял, то формула (13) внешне не изменится, только в ней вместо $\theta = \theta_2$ надо принять $\theta = \theta_1$.

Входящее в соотношение (13) условие

$$\cos\theta < \frac{1}{\pi} \quad (2.3.14)$$

является условием непроницаемости соответствующих прецессионных конусов.

б₆) Пусть теперь центры соседних не прецессирующих, произвольно ориентированных в пространстве мишеней расположены в одной плоскости на расстоянии R друг от друга.

Перпендикулярно этой плоскости со скоростью \bar{C} движется прецессирующий неполяризованный ($\bar{C} \parallel \bar{\psi}$) сварял (фотон).

Найти вероятность $P(K_l)$ l -контакта (событие K_l) этого снаряда с одной из мишеней и эффективное сечение σ_l^2 этого контакта.

Решение.

По определению l -контакта (см. п. 3),

$$K_l = B_S \cap B_\omega \cap K_1,$$

где B_S - попадание конца одной из мишеней в основание S прецессионного конуса снаряда ("Вход в площадку (S)"),

$$S = \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta,$$

B_ω - попадание мишени в момент контакта в телесный угол

$$\omega = 4\pi \sin^2(\theta/2)$$

при вершине прецессионного конуса снаряда. Отсюда с учетом формулы (13):

$$P(K_l) = P(B_S) \cdot P(B_\omega / B_S) \cdot P[K_l / (B_S \cap B_\omega)] =$$

$$= \frac{\frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta}{R^2} \cdot \frac{4\pi \sin^2 \frac{\theta}{2}}{2\pi} \cdot \begin{cases} \frac{1}{\pi} \cdot \frac{1}{\cos \theta}, & \text{при } \cos \theta \geq \frac{1}{\pi} \\ 1, & \text{при } \cos \theta < \frac{1}{\pi}. \end{cases}$$

Из определения (10) эффективного сечения и последнего равенства имеем:

$$\sigma_l^2 = \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \cdot (1 - \cos \theta) \cdot \begin{cases} \frac{1}{\pi \cos \theta}, & \text{при } \cos \theta \geq \frac{1}{\pi}, \\ 1, & \text{при } \cos \theta < \frac{1}{\pi}. \end{cases} \quad (2.3.15)$$

При $\theta \approx \pi/2$ отсюда: $\sigma_l^2(\pi/2) = \sigma_{\max} = \pi l^2/4$ с прозрачным геометрическим смыслом, $\sigma_l^2(0) = 0$, что тоже естественно.

При $\theta \ll 1$ из равенства (15) имеем:

$$\sigma_l^2 \approx \frac{1}{8} l^2 \theta^4. \quad (2.3.16)$$

Для дальнейшего полезно, используя соотношение (11), переписать равенство (15) в форме:

$$\sigma_l^3 = \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \cdot (1 - \cos \theta) \cdot \tilde{l}, \quad (2.3.17)$$

$$\text{где } \tilde{l} = \begin{cases} \frac{l}{\tau} = \frac{l}{\frac{2\pi}{\dot{\psi}}} = \frac{l \dot{\psi}}{2\pi C}, & \text{при } \frac{l \dot{\psi}}{2\pi C} \leq 1, \\ l, & \text{при } \frac{l \dot{\psi}}{2\pi C} > 1. \end{cases}$$

в) Эффективное сечение фундаментального l -контакта (общий случай)

Если прецессируют и движутся поступательно обе контактирующие частицы (а не только снаряд, как в п. б), то сечение их l -контакта можно приближенно найти по тем же формулам (12-17), с той, однако, разницей, что теперь входящие в них \bar{C} и $\dot{\psi}$ интерпретируются как соответствующие скорости снаряда *относительно* мишени:

$$\bar{C} = \bar{C}_1 - \bar{C}_2 \text{ и } \dot{\psi} = |\dot{\psi}_1 \pm \dot{\psi}_2|, \quad (2.3.18)$$

где знак "+" соответствует встречному, а "-" сопутному вращению снаряда и мишени.

С учетом сказанного, применяя те же рассуждения (11)-(17), для сечения l -контакта двух прецессирующих недеформированных частиц ($\theta_1 \geq \theta_2$) получим:

$$\sigma_l^3 \approx \begin{cases} \frac{l^3}{4C} |\dot{\psi}_1 \pm \dot{\psi}_2| \sin^2 \theta_1 \cdot \sin^2 \frac{\theta_1}{2}, & \text{при } \dot{\psi} \leq 2 \frac{\pi C}{l}, \\ \frac{\pi l^2}{2} \sin^2 \theta_1 \cdot \sin^2 \frac{\theta_1}{2}, & \text{при } \dot{\psi} > 2 \frac{\pi C}{l}. \end{cases} \quad (2.3.19)$$

Несмотря на весьма приближенный характер этой формулы, она позволяет провести интересные сопоставления с зависимостью сечения нейтрино (ν) на нуклоне (N) от энергии нейтрино полученной экспериментально на суперсинхротроне CERN, Швейцария (см. глава III, §6, п. 3).

Методика вывода формулы (19) ниже используется также для получения зависимости сечения рассеяния фотона (γ) на электро-
роне (e) от энергии фотона (кинетический аналог формулы
Клейна-Нишныи-Тамма, глава III, §2, п. 6).

В случае, когда снарядом является недеформированная пре-
цессирующая частица (фотон), его позиционную координату θ
из формул (13)-(19) можно исключить, вводя с помощью опре-
деления (2.2.20) наблюдаемой энергии

$$\varepsilon_N^{\text{вр}} = \frac{1}{24} \mu l^2 \dot{\psi}_0^2 \operatorname{tg}^2 \theta$$

безразмерную энергию

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_N^{\text{вр}}}{\frac{1}{24} \mu l^2 \dot{\psi}_0^2}, \text{ т.е. } \varepsilon = \operatorname{tg}^2 \theta. \quad (2.3.20)$$

Тогда входящие в эти формулы тригонометрические функции
могут быть выражены через безразмерный параметр ε следую-
щим очевидным образом:

$$\sin \theta = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1}}; \quad \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon + 1}}, \quad (2.3.21)$$

что позволяет от найденных зависимостей (15)-(19) $\sigma(\theta)$ перехо-
дить к зависимостям $\sigma(\varepsilon)$, известным из наблюдений для рассея-
ния как ν на N , так и γ на e .

Для обоих видов взаимодействий такой переход осуществлен
ниже, в главе III (§6, п. 3 и §2, п. 6, соответственно).

В обоих случаях найденные с привлечением методики (12) - (19)
теоретические зависимости вполне адекватны наблюдае-
мым.

*Это убедительно свидетельствует в пользу не толь-
ко конструктивности указанной методики, но и,
что особенно важно, в пользу постулата формы,
утверждающего, что фундаментальные частицы
струнообразны.*

п. 6. Другие статистические характеристики контактов

Пусть мишени находятся в узлах кубической решетки с шагом R . Снаряд имеет с мишенью сечение контактов $\sigma \ll R^2$ и движется в направлении, перпендикулярном слоям решетки.

Тогда вероятность того, что снаряд проконтактирует хотя бы с одной мишенью любого фиксированного слоя при условии подхода к нему определится как геометрическая вероятность

$$\frac{\sigma}{R^2} = \tilde{\sigma} \ll 1. \quad (2.3.22)$$

Вероятность пройти через этот слой без контакта

$$1 - \tilde{\sigma}. \quad (2.3.23)$$

Вероятность пройти без контакта N слоев

$$(1 - \tilde{\sigma})^N. \quad (2.3.24)$$

Вероятность проконтактировать хотя бы с одним из N слоев

$$1 - (1 - \tilde{\sigma})^N. \quad (2.3.25)$$

Пусть x - длина свободного (без контакта с мишенями) пробега снаряда. Ясно, что это - дискретная случайная величина, которая может принимать значения:

$$x = \{0; R; 2R; \dots; NR; \dots\}.$$

Интегральная функция $F(X)$ распределения длины свободного пробега снаряда может быть найдена по формуле типа (25):

$$F(X) = P(x \leq X) = 1 - (1 - \tilde{\sigma})^{[X/R]}, \quad (2.3.26)$$

где $[\]$ - целая часть числа и $[X/R] = N$.

С учетом условия (22) отсюда имеем:

$$F(X) = 1 - \left[(1 - \tilde{\sigma})^{-\frac{1}{\tilde{\sigma}}} \right]^{-\tilde{\sigma} [X/R]} \approx 1 - e^{-\tilde{\sigma} [X/R]} \quad (2.3.27)$$

$$\text{Для } X \gg R: F(X) \approx 1 - e^{-\frac{\tilde{\sigma} X}{R}} = 1 - e^{-\frac{\sigma X}{R^3}}. \quad (2.3.28)$$

Дифференциальная функция $f(X)$ распределения вероятности длины x свободного пробега в этом случае определяется равенством

$$f(X) = F'(X) = \frac{\sigma}{R^3} e^{-\frac{\sigma X}{R^3}}. \quad (2.3.29)$$

Обозначив концентрацию мишеней $n_V [L^{-3}]$, с учетом $n_V = 1/R^3$ из равенства (29) имеем:

$$f(X) = n_V \sigma e^{-n_V \sigma X}. \quad (2.3.30)$$

Среднюю длину \hat{x} свободного пробега найдем так:

$$\hat{x} = \int_0^{\infty} X \cdot f(X) dX = n_V \sigma \int_0^{\infty} X \cdot e^{-n_V \sigma X} dX = \frac{1}{n_V \sigma} \quad (2.3.31)$$

Если, как отмечалось выше, характеристики снарядов обозначать индексами 1, а мишеней - индексами 2, то результат (31) следует записать в виде:

$$\hat{x}_{12} = \frac{1}{n_2 \sigma_{12}}, \quad (2.3.32)$$

где \hat{x}_{12} - средняя длина свободного пробега снарядов без контакта с мишенями.

При наличии двух движущихся совокупностей, условно разделенных на "мишени" и "снаряды", аналогично можно получить соотношения для: средней длины свободного пробега мишеней без контакта со снарядами:

$$\hat{x}_{21} = \frac{1}{n_1 \sigma_{21}}, \quad (2.3.33)$$

средней длины свободного пробега снарядов без контакта друг с другом:

$$\hat{x}_{11} = \frac{1}{n_1 \sigma_{11}} \quad (2.3.34)$$

и средней длины свободного пробега мишеней без контакта друг с другом:

$$\hat{x}_{22} = \frac{1}{n_2 \sigma_{22}}. \quad (2.3.35)$$

Формулы (32) - (35) можно объединить:

$$\hat{x}_{ij} = \frac{1}{n_j^V \cdot \sigma_{ij}}, \text{ где } \begin{matrix} i = 1; 2, \\ j = 1; 2. \end{matrix} \quad (2.3.36)$$

Средние частоты v_{ij} соответствующих контактов найдем, зная средние скорости C_i частиц из соответствующих совокупностей:

$$v_{ij} = \frac{C_i}{x_{ij}} = n_j^V C_i \sigma_{ij} \quad (2.3.37)$$

(здесь и дальше значки $\hat{}$ над средними значениями опускаются).

Из очевидного равенства $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ и формулы (37) имеем

$$\frac{v_{ij}}{v_{ji}} = \frac{C_i}{C_j} \cdot \frac{n_j^V}{n_i^V}, \quad i = 1; 2; j = 1; 2, \quad (2.3.38)$$

отсюда же с учетом формул (32) и (33) получим

$$\frac{x_{21}}{x_{12}} = \frac{n_2^V}{n_1^V}.$$

Пусть μ_i - масса отдельной частицы в i -й совокупности. Тогда средняя плотность этой совокупности определится равенством

$$\rho_i = \mu_i \cdot n_i^V, \quad [ML^{-3}]. \quad (2.3.39)$$

Найдем вероятность $P(K)$ контакта (K) снаряда хотя бы с одной из мишеней массой μ_2 каждая, равномерно заполняющих некий объем с плотностью ρ_2 , на пути X внутри этого объема.

Искомая вероятность может быть найдена по формулам (28) и (39):

$$P(K) = 1 - e^{-n_2^V \sigma_{12} X} = 1 - e^{-\frac{\rho_2 \sigma_{12} X}{\mu_2}} = 1 - e^{-\frac{\rho_2 X}{k_{12}}}. \quad (2.3.40)$$

Введенную здесь величину

$$k_{12} = \frac{\mu_2}{\sigma_{12}} \quad (2.3.41)$$

назовем "проникающая способность снаряда".

При $\rho_2 X \ll k_{12}$ из формулы (40) имеем:

$$P(K) \approx \frac{\rho_2 X}{k_{12}} \quad (2.3.42)$$

Заметим, что сечения, фигурирующие в настоящем п. 6, могут быть как сечениями σ^N N -контакта, так и сечениями $\sigma^I \ll \sigma^N$ I -контакта. Соответствующие длины свободного пробега, частоты контактов, проникающие способности и т.д. также будут существенно отличаться друг от друга. Например,

$$k_{12}^N \approx \frac{\mu_2}{\sigma_{12}^N} \ll \frac{\mu_2}{\sigma_{12}^I} = k_{12}^I. \quad (2.3.43)$$

Наиболее част в КТГ случай, когда фундаментальные мишени заполняют шар радиуса R при средней плотности ρ .

В этом случае (см. формулы 40 и 42)

$$P(K) = 1 - e^{-\frac{4\rho R}{3k}} \approx \frac{4\rho R}{3k} \quad (2.3.44)$$

(здесь $X = (4/3)R$ - средний пробег проникающей частицы в шаре, равный высоте цилиндра с основанием πR^2 , равновеликого шару: $(4/3)\pi R^3 = \pi R^2 X$).

С помощью проникающих способностей можно найти не только вероятности соответствующих контактов, но и другие величины. Например, для длины свободного пробега снаряда с помощью формул (32), (39) и (41) имеем:

$$\hat{x}_{12} = \frac{1}{n_2 \sigma_{12}} = \frac{\mu_2}{\rho_2 \sigma_{12}} = \frac{k_{12}}{\rho_2}. \quad (2.3.45)$$

Кроме использованного до сих пор геометрического способа определения вероятности контакта снаряда с фундаментальной, макроскопической или астрофизической мишенью возможен, как известно, и статистический: если из n снарядов, падающих в объем, занимаемый мишенью, контактирует с ней \tilde{n} снарядов, то вероятность $P(K)$ контакта (K) равна:

$$P(K) \approx \frac{\tilde{n}}{n}. \quad (2.3.46)$$

Подставляя сюда $n = n_1$ из формулы (2.2.53), а $P(K)$ - из (44), получим частоту контактов шара массой M и радиусом R с фоном:

$$\tilde{n}_1 = n_1 P(K) = n_1 C \pi R^2 \left(1 - e^{-\frac{4\rho R}{3k}} \right) \approx \frac{n_1 C}{k} M. \quad (2.3.47)$$

Приближенное равенство справедливо при $\rho R \ll k$. Если же это не так (т.е. если $\rho R > k$), то отношение среднего пробега $(4/3)R$ частицы внутри шара к среднему свободному пробегу \hat{x} из формулы (45) можно трактовать как среднее число контактов с шаром каждой вошедшей в него проникающей частицы. Тогда:

$$\tilde{n}_1 = n_1 \frac{4R}{3\hat{x}} = n_1 C \pi R^2 \frac{4R\rho}{3k} = \frac{n_1 C}{k} M. \quad (2.3.48)$$

Таким образом, в любом случае масса тела и частота его контактов с фоном отличаются друг от друга лишь универсальным множителем. Поэтому в духе конвенционализма Пуанкаре кроме инерционной и гравитационной масс в рамках КТГ можно ввести "статистическую массу" тела, определяемую частотой его контактов с фоном.

С ростом скорости тела в РКС частота его контактов с фоном растет (см. вывод формулы (3.3.19)), а следовательно, растет и его "статистическая масса" (известный эффект СТО Эйнштейна).

п. 7. Виды взаимодействий и их сечения

Рассмотренные выше контакты частиц приводят к изменению их импульсов. Если эти импульсы в результате контакта изменяются по направлению, то говорят о процессе рассеяния (упругого, если суммарная кинетическая энергия поступательного движения частиц при взаимодействии не изменилась и неупругого в противном случае).

В свою очередь, неупругое рассеяние может приводить как к уменьшению указанной суммарной энергии (в этом случае говорят о поглощении взаимодействующими частицами энергии), так и к ее увеличению (т.е. к генерации энергии). При поглощении увеличивается, а при генерации уменьшается внутренняя энергия взаимодействующих частиц (глава II, §2, п. 1 г).

В настоящей работе по причинам, изложенным в главе I, §2 (3-е возражение против гипотезы Лесажа), большее внимание уделяется поглощению.

И, наконец, в результате контакта частица (условно назовем ее снарядом), взаимодействуя с одной или несколькими мишенями, может остановиться (точнее - приобрести нулевую скорость поступательного движения в лабораторной координатной системе, связанной с мишенью до контакта). Такой процесс называется захватом.

Основные виды взаимодействий, рассматриваемые в настоящей работе, это - контакт, рассеяние, поглощение и захват.

Если снаряд, испытавший взаимодействие данного вида повторно такого взаимодействия испытать не может, то взаимодействие назовем *исключающим*, в противном случае - *не исключающим*. Примером *исключающего* взаимодействия является захват. Рассеяние и поглощение - *не исключающие* взаимодействия. Если при поглощении от снаряда мишени передается вся наблюдаемая энергия снаряда (глава II, §2, п.п. 1 а, в), то такое взаимодействие также можно считать *исключающим*, ибо после него снаряд становится виртуальным и дальнейший отбор от него энергии становится невозможным.

Для любого вида взаимодействий условная вероятность dP_{yc1} того, что, двигаясь среди мишеней с концентрацией n_2^V снаряд провзаимодействует хотя бы с одной из них на участке пути длиной dx (при условии прихода к этому участку) пропорциональна произведению $n_2^V \cdot dx$:

$$dP_{yc1} = \sigma \cdot n_2^V \cdot dx. \quad (2.3.49)$$

Коэффициент $\sigma [L^2]$ этой пропорциональной зависимости называется *эффективным сечением* взаимодействия данного вида (сечением контакта σ_k , рассеяния σ_p , поглощения σ_n , захвата σ_z , и т.д.). Это определение эквивалентно данному выше в п. 5 а.

Безусловная вероятность $dP(x)$ того, что снаряд, пройдя в теле с концентрацией мишеней n_2^V путь x , испытает хотя бы одно взаимодействие на участке пути $(x, x + dx)$, для *исключающих* взаимодействий равна (см. предыдущий п. 6)

$$dP = (1 - P) \cdot dP_{yc1} = (1 - P) \cdot n_2^V \sigma dx, \quad (2.3.50)$$

для *не исключающих*

$$dP = dP_{yc1} = n_2^V \sigma dx \quad (2.3.51)$$

Если тело неоднородно, то при интегрировании этих дифференциальных уравнений множитель $n_2^V = n_2^V(x)$ нельзя выносить

за знак интеграла. То же надо учитывать и в отношении множителя σ , который в процессе движения снаряда среди мишеней по разным причинам может изменяться.

Интегрируя уравнение (50), в простейшем случае $n_2^V = \text{const}$ и $\sigma = \text{const}$ для вероятности исключяющего взаимодействия на участке $[0; x]$ получим:

$$P(x) = 1 - e^{-\sigma n_2^V x}, \quad 0 \leq x < \infty. \quad (2.3.52)$$

Из формулы (51) видно, что для не исключяющих взаимодействий плотность вероятности

$$f(x) = \frac{dP}{dx} = n_2^V(x) \cdot \sigma(x), \quad 0 \leq x < \infty, \quad (2.3.53)$$

т.е. при $n_2^V = \text{const}$ и $\sigma = \text{const}$ имеем равномерное распределение вероятности на промежутке $0 \leq x < \infty$ бесконечной длины, откуда с учетом условия нормы

$$\int_0^{\infty} f(x) dx = 1$$

с необходимостью следует $n_2^V \equiv 0$ или $\sigma \equiv 0$ и соответствующая тривиальная вероятность $P \equiv 0$.

Наиболее важным для дальнейшего является случай $n_2^V = \text{const}$, $\sigma = \sigma(x)$ изменяется в результате последовательных взаимодействий с мишенями.

Математическим аппаратом, наиболее адекватно описывающим статистику подобных процессов, являются цепи Маркова.

Однако, во избежание излишне детализированных выкладок, для описания, в частности, процесса поглощения телами фоновой энергии (ОФЭ - "отбор фоновой энергии") ниже используется следующий интегральный подход.

При $\sigma = \sigma_n$ (сечение поглощения) произведение (53) называется коэффициентом поглощения. Если частица движется внутри вещества по траектории (l) , то безразмерный интеграл

$$L = \int_{(l)} n_2^V \cdot \sigma_n \cdot dl \quad (2.3.54)$$

назовем толщиной вещества на пути l . В простейшем случае $n_2^V = \text{const}$ и $\sigma = \text{const}$ имеем

$$L = n_2^V \cdot \sigma_n \cdot l. \quad (2.3.55)$$

Определим сечение поглощения σ_n следующим соотношением (см. [27]) между энергией ε_0 снаряда на входе в тело и его энергией ε после прохождения внутри тела пути (l) при условии, что снаряд испытывал с мишенями тела неисключающие поглощения:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-L} = \varepsilon_0 e^{-\int_{(l)} n_2^V \sigma_n dl}, \quad (2.3.56)$$

или в простейшем случае $n_2^V = \text{const}$ и $\sigma = \text{const}$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{-n_2^V \sigma_n l}, \quad (2.3.57)$$

причем, в последнем варианте речь идет о среднем сечении $\tilde{\sigma}_n^l$ поглощения на пути L . Нетрудно, однако, показать, что в однородном теле (т.е. при $n_2^V = \text{const}$) $\tilde{\sigma}_n^l$ не зависит от l , т.е. $\tilde{\sigma}_n^l = \sigma_n = \text{const}$.

При неисключающих взаимодействиях, каковыми являются неполные поглощения, интенсивность $J [L^2 T^{-1} \text{ср}^{-1}]$ потока частиц не изменяется. Поэтому, помножив на $J = \text{const}$ левую и правую части равенства (57), получим

$$I = I_0 e^{-\sigma_n n_2^V l}, \quad (2.3.58)$$

где I_0 - интенсивность потока энергии снарядов на входе в тело, I - на выходе из него.

Из формул (57) и (58) и определяется эффективное сечение поглощения:

$$\sigma_n = -\frac{1}{n_2^V l} \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} = -\frac{1}{n_2^V l} \ln \frac{I}{I_0}. \quad (2.3.59)$$

При $\sigma_n n_2^V l \ll 1$ из (57) и (58) имеем:

$$\varepsilon \approx \varepsilon_0 (1 - \sigma_n n_2^V l), \quad (2.3.60)$$

$$I \approx I_0 (1 - \sigma_n n_2^V l). \quad (2.3.61)$$

Масса электрона по сравнению с массой m нуклона пренебрежимо мала, поэтому среднюю плотность ρ шара радиусом R можно связать со средней концентрацией n_2^V нуклонов в нем соотношением $\rho = m \cdot n_2^V$, откуда с учетом $L = (4/3)R$ (см. замечание после формулы 44) имеем:

$$\sigma_n n_2^V l = \frac{\sigma_n \rho}{m} \cdot \frac{4}{3} R = \frac{4\rho R}{3k_n}, \quad (2.3.62)$$

где по аналогии с предыдущим п. 6 обозначено $m/\sigma_n = k_n$ - проникающая способность снаряда по отношению к процессу ОФЭ.

Из формул (60), (61) и (62) для относительной убыли $\delta\varepsilon$ энергии отдельной частицы и δI интенсивности потока энергии, проникающей сквозь шар радиусом R и плотностью $\rho = \text{const}$, получим соотношения:

$$\delta\varepsilon = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{\varepsilon_0} = \delta I = \frac{I_0 - I}{I_0} \approx \sigma_n n_2^V L = \frac{4\rho R}{3k_n}. \quad (2.3.63)$$

Если в последней формуле k_n заменить на проникающую способность k_k снаряда по отношению к контактам того или иного типа (см. выше, п. 3), определяемую равенством $k_k = m/\sigma_k$, где σ_k найдено из геометрокинематических соображений (п. п. 4; 5), то получим (см. 48) среднее число n_k контактов с нуклонами шара каждой вошедшей в него ϕ - частицы:

$$n_k = \frac{4\rho R}{3k_k}. \quad (2.3.64)$$

Разделив почленно последние две формулы, получим:

$$\frac{\delta\varepsilon}{n_k} \approx \frac{k_k}{k_n},$$

откуда энергия, теряемая в среднем снарядом при его контакте с нуклоном, равна

$$\Delta_1 \varepsilon = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{n_k} = \varepsilon_0 \frac{k_k}{k_n} = \varepsilon_0 \frac{\sigma_n}{\sigma_k}. \quad (2.3.65)$$

Легкие электроны обмениваются с φ -частицами импульсами в среднем без передачи энергии (т.е. "нулевые колебания" электронов).

п. 8. Сечение комптоновского рассеяния

В сущности, фоновая частица является квантом электромагнитного излучения, у которого $\theta \ll 1$ (см. главу II, §2, п. 1 в). Поэтому к ее взаимодействию с веществом должна быть применима теория комптоновского рассеяния (см., например, [27], и др.).

Отсылая читателя за деталями этой теории к указанным и другим источникам, изложим здесь вкратце лишь те ее аспекты, которые важны для дальнейшего изложения КТГ.

Классическим вариантом комптоновского рассеяния является обнаруженное в 1922 году американским экспериментатором А.Комптоном рассеяние фотона на электроне.

Сечение σ_p^e этого процесса (так называемое сечение Клейна-Нисины-Тамма) достаточно сложным образом зависит от энергий фотона и электрона до взаимодействия, убывая, при прочих равных условиях, с ростом энергии фотона [14], и для покоящегося электрона равно

$$\sigma_p^e = \frac{3}{4} \sigma_T^e \left\{ \frac{1 + \tilde{\epsilon}}{\tilde{\epsilon}^2} \left[\frac{2 + 2\tilde{\epsilon}}{1 + 2\tilde{\epsilon}} - \frac{1}{\tilde{\epsilon}} \ln(1 + 2\tilde{\epsilon}) \right] + \frac{\ln(1 + 2\tilde{\epsilon})}{2\tilde{\epsilon}} - \frac{1 + 3\tilde{\epsilon}}{(1 + 2\tilde{\epsilon})^2} \right\}, \quad (2.3.66)$$

где $\tilde{\epsilon} = \frac{h\nu}{m_e c^2}$ - энергия кванта, отнесенная к энергии покоя электрона,

$\sigma_T^e = \frac{8\pi}{3} \frac{e^4}{m_e^2 c^4} = 6,65 \cdot 10^{-25} \text{ см}^2$ - так называемое сечение томсо-

новского рассеяния (т.е. рассеяния низкоэнергичного кванта ($\tilde{\epsilon} \ll 1$) на покоящемся электроне).

Нетрудно показать, что при $\tilde{\epsilon} \ll 1$

$$\sigma_p^e \approx \sigma_T^e (1 - 2\tilde{\epsilon}) \approx \sigma_T^e. \quad (2.3.67)$$

Напротив, при $\tilde{\epsilon} \gg 1$ из (66) имеем:

$$\sigma_p^e \approx \frac{3}{16} \frac{\sigma_T^e}{\tilde{\epsilon}} (1 + 2 \ln 2\tilde{\epsilon}), \quad (2.3.68)$$

т.е. σ_p^e убывает с ростом $\tilde{\epsilon}$.

Последнее соотношение можно переписать так:

$$\begin{aligned} \sigma_p^e \cdot h\nu &\approx \frac{3}{16} \alpha_T^e \cdot m_e c^2 (1 + 2 \ln 2\tilde{\epsilon}) = \\ &= 1,0 \cdot 10^{-31} (1 + 2 \ln 2\tilde{\epsilon}) \text{ эрг} \cdot \text{см}^2. \end{aligned} \quad (2.3.69)$$

Комптовское рассеяние может происходить не только на электро-не, но и на любой другой заряженной частице, например, на протоне (p), однако, в связи с тем, что указанное сечение обратно пропорционально квадрату массы рассеивающей частицы, сечение σ_T^p томсоновского рассеяния на протоне гораздо меньше, чем σ_T^e :

$$\sigma_T^p = \left(\frac{m_e}{m_p} \right)^2 \cdot \sigma_T^e = 2,0 \cdot 10^{-31} \text{ см}^2. \quad (2.3.70)$$

При $h\nu \gg m_e c^2$ сечение σ_p^p рассеяния кванта на протоне можно найти по формуле, аналогичной (68):

$$\sigma_p^p = \frac{3}{16} \frac{\sigma_T^p}{\tilde{\epsilon}} (1 + 2 \ln 2\tilde{\epsilon}) = \left(\frac{m_e}{m_p} \right)^2 \cdot \sigma_p^e. \quad (2.3.71)$$

§4. Динамика комптовского рассеяния

Как отмечено выше, фоновая частица, по существу, является виртуальным фотоном ($\theta \ll 1$). Поэтому ключевой вопрос КТГ о динамике и энергетике взаимодействия фоновой частицы с веществом может быть решен с помощью неплохо обоснованной экспериментально теории комптовского рассеяния фотонов на элементарных частицах вещества.

В случае успеха будет устранен один из самых существенных недостатков всех построенных до сих пор гравитационных теорий (включая ОТО А.Эйнштейна) - их изоляционизм, т.е. известная оторванность теорий тяготения от других физических теорий.

Для конкретности рассмотрим комптоновское рассеяние на электроне [27]; рассеяние на других частицах описывается аналогичными соотношениями.

Известно, что рассеяние электромагнитного кванта на покоящемся электроме сопровождается увеличением длины волны фотона от первоначального значения λ до значения

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \alpha), \quad (2.4.1)$$

где m_e - масса электрона,

α - "угол рассеяния" (угол между волновыми векторами падающего и отраженного квантов).

Отсюда

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{\lambda' - \lambda}{\lambda} \leq 2 \frac{h \nu}{m_e c^2} = 2 \frac{\varepsilon}{\varepsilon_e}. \quad (2.4.2)$$

С другой стороны,

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{|\Delta \varepsilon|}{\varepsilon} = \frac{|\Delta p|}{p}, \quad (2.4.3)$$

что легко получить, взяв логарифмический дифференциал от следующих известных равенств, связывающих энергию кванта ε , его длину волны λ и импульс p :

$$\varepsilon = \frac{h c}{\lambda} \quad \text{и} \quad \varepsilon = p c. \quad (2.4.4)$$

Из соотношений 2, 3 и 4 имеем:

$$|\Delta p| \leq 2 p \frac{\varepsilon}{\varepsilon_e} = 2 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_e} \right)^2 m_e c = |\Delta p_{\max}| \quad (2.4.5)$$

Этот максимальный импульс, который может получить неподвижный электрон от фотона, соответствует углу рассеяния $\alpha = \pi$.

Комптоновское смещение $h/(m c)$ частицы обратно пропорционально ее массе m . В свою очередь, этому смещению пропорционален модуль импульса, полученного частицей, который, следовательно, тоже убывает с ростом m .

Поэтому для релятивистского электрона, масса которого, согласно соответствующему эффекту СТО (см. главу III, §3, п. 2),

больше его массы покоя, указанный импульс при прочих равных условиях будет еще меньше. То же можно сказать и о импульсе, полученном от фотона нуклоном, ядром атома и еще более тяжелыми частицами.

Приведенные в последних двух параграфах элементы теории комптоновского рассеяния позволяют перейти к построению собственно кинетической теории гравитации (КТГ) по следующему плану:

1. отождествляя фон с первоначально изотропным потоком низкоэнергичных (и потому находящихся в виртуальном состоянии) электромагнитных квантов, определить темпы отбора фоновой энергии (ОФЭ) любым телом.
2. Количественно описать возникающую в результате ОФЭ анизотропию фона вблизи массивного тела.
3. В анизотропном потоке себе подобных фоновые частицы движутся криволинейно. Найти значения кривизны траекторий этих частиц.
4. Двигаясь внутри пробного тела поступательно по криволинейной траектории, струнообразная частица действует на него силой, пропорциональной кривизне и направленной к ее центру. Суммируя эти силы по всему пронизывающему пробное тело потоку, найти результирующую силу (закон тяготения в рамках КТГ).
5. Вывести закон торможения движущихся тел в связи с их взаимодействием с фоном.
6. Сопоставить найденные теоретически темпы ОФЭ, законы тяготения и торможения с наблюдениями, проверить адекватность построенной теории другим известным современной науке фактам.

§5. Отбор телами фоновой энергии (ОФЭ)

Энергию \dot{E} , отбираемую в единицу времени однородным шаром радиуса R , плотности ρ и массы M от фона, легко найти с помощью формул (2.2.53) и (2.3.63):

$$\dot{E} = n_1(\varepsilon_0 - \varepsilon) = n_1 c \pi R^2 \varepsilon_0 \frac{4}{3} \frac{\rho R}{k_n} = \frac{n_1 c \varepsilon_0}{k_n} M. \quad (2.5.1)$$

Отсюда темпы ОФЭ на единицу энергии покоя тела:

$$\dot{\tilde{E}} = \frac{\dot{E}}{Mc^2} = \frac{n_{\nu} \epsilon_0}{k_n c} = \frac{n_{\nu} \epsilon_0}{m c} \sigma_n = \frac{\epsilon_{\nu}}{c k_n}, [T^{-1}], \quad (2.5.2)$$

где m - масса нуклона, σ_n - сечение поглощения ϕ - частицы на нуклоне, ϵ_{ν} - плотность энергии фона.

Если величины справа от равенства (2) являются мировыми константами, то и величина удельных темпов ОФЭ ($\dot{\tilde{E}}$) как их комбинация также является мировой константой, т.е. эта формула позволяет вычислить удельный темп ($\dot{\tilde{E}}$) ОФЭ любым вещественным объектом. Заметим, однако, что в связи с приближенным характером формулы (2.3.63) утверждение, что $\dot{\tilde{E}} = \text{const}$ также является приближенным.

§6. Закон тяготения в КТГ

Чтобы получить в рамках КТГ формулу, описывающую взаимное притяжение двух гравитирующих масс, достаточно проинтегрировать силы, действующие на пробное тело со стороны искривленных элементарных потоков фоновых частиц, кривизна траекторий которых легко определяется массой центрального тела, расстоянием до него и направлением движения частицы (см. п. 2 и Приложение 14).

Однако, для получения нулевого приближения искомого закона достаточен следующий прием, резко упрощающий выкладки: рассматривается всего два потока фоновых частиц, проходящих вблизи фиксированной пространственно-временной точки, удаленной на расстояние R от центральной массы M_1 : *радиальный* и перпендикулярный ему *"горизонтальный"*.

Первый из этих потоков в связи с ОФЭ центральным телом будет определять в рассматриваемой точке анизотропию плотности потока импульса фоновых частиц (к центру тела M_1 поток больше, чем от центра), частицы же второго потока под анизотропным воздействием со стороны радиального потока будут двигаться по искривленным траекториям.

Суммарная сила, действующая со стороны этих потоков на пробное тело (с точностью до отброшенного усредняющего коэффициента порядка 1) и есть искомая сила тяготения, причем, можно доказать, что основным оказывается вклад в эту силу со

стороны "горизонтального" потока, вклад же радиального потока пренебрежимо мал и соответствует λ - члену уравнений ОТО.

п. 1. Анизотропия фона вблизи массивного тела

Вдали от массивных тел в реперной координатной системе (РКС) по ее определению фон изотропен, т.е. плотности потоков импульса и энергии фоновых частиц, падающих из полупространства на площадку, не зависят от ее ориентации в пространстве и равны (см. формулы (2.2.51), (2.2.52) и замечание после формулы (2.2.53)), соответственно,

$$\dot{P}_S = \frac{n_\psi C}{2} p_0; \quad \dot{E}_S = \frac{n_\psi C}{2} \epsilon_0, \quad (2.6.1)$$

где p_0 - средний импульс ϕ - частицы, ϵ_0 - ее средняя энергия.

Однако, вблизи от массивного тела, в связи с отбором им части энергии транзитных фоновых частиц, изотропность фона нарушается.

Тело массой M , отбирает от фона в единицу времени энергию \dot{E}_1 , определяемую формулой (2.5.1). Следовательно, сквозь любую замкнутую поверхность, охватывающую тело M_1 , поток энергии ϕ - частиц, движущихся к центру M_1 , будет больше соответствующего потока от центра на величину \dot{E}_1 .

Иначе говоря, вблизи массивного тела возникает отличный от нуля направленный к центру тела радиальный поток энергии, плотность которого на расстоянии R от центра определяется соотношением

$$\Delta \dot{E}_S = \frac{\dot{E}_1}{4\pi R^2} = \frac{n_\psi C \epsilon_0 \sigma_\pi}{4\pi m} \cdot \frac{M_1}{R^2}. \quad (2.6.2)$$

Величина

$$\Delta \dot{P}_S = \frac{1}{C} \Delta \dot{E}_S = \frac{n_\psi \epsilon_0 \sigma_\pi}{4\pi m} \cdot \frac{M_1}{R^2} \quad (2.6.3)$$

характеризует направленную к центру плотность потока радиального импульса.

Формулы (2) и (3) определяют искомую анизотропию фона вблизи рассматриваемого тела.

п. 2. Кривизна траекторий фоновых частиц вблизи массивного тела. Поляризация вакуума

Как указано в начале §6, для упрощения выкладок рассматриваются лишь два потока, условно названных "радиальным" и "горизонтальным".

Ясно, что кривизна траекторий частиц, принадлежащих радиальному потоку ($\theta = 0$ или $\theta = \pi$), согласно формуле (5), доказанной в Приложении 14, равна нулю.

Частицы, движущиеся "горизонтально" ($\theta = \pi/2$), имеют максимальную кривизну траекторий, определенную там же формулой (6), которая примет вид:

$$K = \frac{\dot{v}}{C^2} \quad (2.6.4)$$

(здесь опущен знак "-", т.е. под символом K понимается модуль вектора кривизны).

Для определения радиального ускорения \dot{v} "горизонтально" движущейся частицы в обозначениях Приложения 14 и формулы (3) имеем следующую цепочку очевидных равенств:

$$\dot{v} = \frac{f}{\mu} = \frac{1}{\mu} \sigma_k^{\varphi\varphi} \Delta P_S = \frac{n_\gamma \varepsilon_0 \sigma_n \sigma_k^{\varphi\varphi} M_1}{4\pi m \mu R^2}, \quad (2.6.5)$$

где μ - масса фоновой частицы,

$\sigma_k^{\varphi\varphi}$ - сечение взаимного контакта φ -частиц.

f - сила, действующая на частицу со стороны радиального потока.

Подставляя найденное ускорение \dot{v} в формулу (4), получим искомую кривизну траекторий частиц, принадлежащих горизонтальному потоку:

$$K = \frac{n_\gamma \varepsilon_0 \sigma_n \sigma_k^{\varphi\varphi} M_1}{4\pi m \mu C^2 R^2}. \quad (2.6.6)$$

Двигаясь поступательно по дуге кривизны K , фоновая частица на длине свободного пробега x_{11} , которую можно найти по формуле (2.3.34), накопит угол атаки

$$\beta = K x_{11} = \frac{n_\gamma \varepsilon_0 \sigma_n \sigma_k^{\varphi\varphi} M_1}{4\pi m \mu C^2 R^2} \frac{1}{n_\gamma \sigma_k^{\varphi\varphi}} = \frac{\varepsilon_0 \sigma_n}{4\pi m \mu C^2} \frac{M_1}{R^2}, \quad (2.6.7)$$

причем, вдали от массивных тел фоновые частицы также могут иметь отличные от нуля углы атаки, однако, там отклонения оси частицы от вектора ее линейной скорости в любую сторону равновероятны. Вблизи же массивного тела, двигаясь поступательно по криволинейной траектории, любая φ -частица располагается так, что плоскость поляризации, в которой лежат ось частицы и вектор ее линейной скорости, проходит кроме того и через центр упомянутого массивного тела, причем, этот центр и передний по ходу движения конец частицы расположены в указанной плоскости по разные стороны от касательной к траектории частицы в данной точке. Образно говоря, вблизи массивного тела все φ -частицы, кроме частиц радиального потока, движутся "с задраным носом".

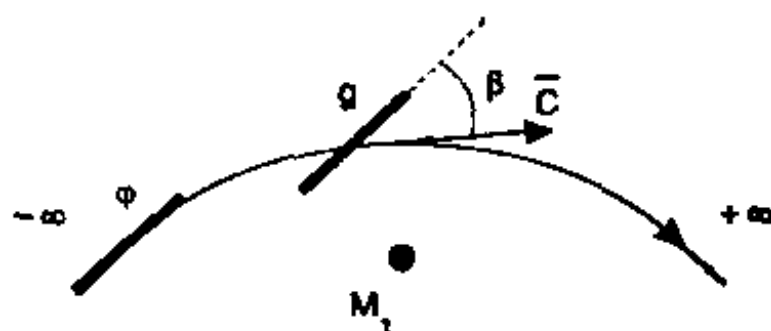


Рис. 6. Искривление траекторий фоновой частицы вблизи массивного тела (превращение фоновой частицы φ в гравитон g).

Именно таков, по-видимому, кинетический смысл явления, весьма удачно названного Я.Б.Зельдовичем "поляризация вакуума вблизи массивных тел".

Таким образом, утверждения, что вблизи массивного тела

а) "возникает гравитационное поле",

(классическая теория тяготения),

б) "...искривляется пространственно-временная метрика",

(ОТО А.Эйнштейна),

в) "...поляризуется вакуум",

(Я.Б.Зельдович)

г) "...искривляются траектории фоновых частиц",

(КТГ)

- так вот все эти утверждения, различаясь терминологически (т.е. описывая один и тот же феномен в разных терминах), отличаются друг от друга еще и глубиной проникновения в сущность процесса тяготения (от простой констатации факта существования вблизи массивного тела пространства, в котором дей-

ствуют гравитационные силы - гравитационное поле классической теории - до попытки найти в рамках КТГ механизм передачи гравитационного взаимодействия, построив, тем самым, квантовую теорию тяготения).

п. 3. Закон тяготения

Вернемся, однако, к выводу закона тяготения. Каждая ϕ -частица "горизонтального" потока, войдя в нуклон пробного тела массы M_2 , расположенного на расстоянии R от "центральной массы" M_1 , передаст M_2 импульс (см. p_N из формулы (2.2.1)):

$$\Delta p = \mu C \sin \beta = p_N, \quad (2.6.8)$$

где $\beta \ll 1$ - из формулы (7) (условие $\beta \ll 1$ может быть нарушено только вблизи сверхплотных астрофизических объектов, которые здесь не рассматриваются). В связи с условием $\beta \ll 1$, все такие импульсы практически направлены к центру M_1 .

Частота n_ν входов ϕ -частиц в нуклоны тела массой M_2 , определяется соотношением (2.3.48), которое с учетом определения (2.3.41) можно записать так:

$$\dot{n}_\nu = \frac{n_\nu C \sigma_\nu^{\phi p}}{m} M_2, \quad (2.6.9)$$

где m - масса протона, $\sigma_\nu^{\phi p}$ - сечение входа в него ϕ -частицы.

Тогда с учетом формул (7-9), сила F_{\rightarrow} , действующая на тело M_2 со стороны "горизонтального" потока равна

$$\begin{aligned} F_{\rightarrow} &= \dot{n}_\nu \Delta p = \frac{n_\nu C \sigma_\nu^{\phi p}}{m} \mu C \frac{\epsilon_0 \sigma_n}{4\pi m \mu C^2} \frac{M_1 M_2}{R^2} = \\ &= \frac{n_\nu \sigma_\nu^{\phi p} \sigma_n \epsilon_0}{4\pi m^2} \frac{M_1 M_2}{R^2}. \end{aligned} \quad (2.6.10)$$

Сила F_{\downarrow} , действующая на пробное тело M_2 со стороны анизотропного *радиального* потока ϕ -частиц, оказывается существенно меньше, чем F_{\rightarrow} и, как отмечено выше, соответствует λ -члену уравнений ОТО.

Таким образом, формула (10) с точностью до множителя ≤ 1 учитывает главную часть силы, действующей на пробное тело M_2 со стороны фона. Упомянутый множитель можно найти, проинтегрировав воздействие на M_2 всех элементарных потоков фоновых частиц.

С учетом определения (2.3.41), формулу (10) можно переписать так:

$$F = \frac{n\gamma \varepsilon_0}{4\pi k_b k_n} \frac{M_1 M_2}{R^2}, \quad (2.6.11)$$

где k_b и k_n - проникающие способности ϕ - частицы по отношению к процессам входа в нуклон и поглощения энергии, соответственно:

$$k_b = \frac{m}{\sigma_b}, \quad k_n = \frac{m}{\sigma_n}$$

(σ_b и σ_n - сечения входа и поглощения ϕ - частицы на нуклоне массой m). Полученный в рамках КТГ закон тяготения (11), формально совпадая с законом всемирного тяготения (ЗВТ) И.Ньютона, имеет, однако, два существенных отличия от этого закона. Первое отличие этих законов - в их генезисе: ЗВТ получен И.Ньютоном в результате анализа законов И.Кеплера, в свою очередь найденных с помощью математической обработки многолетних наблюдений Тихо Браге за эфемеридами планет, т.е. ЗВТ, по существу, - эмпирический закон, тогда как закон (11) получен из постулатов КТГ чисто аналитически. Второе их отличие вытекает из первого: гравитационная постоянная G в ЗВТ является найденным из наблюдений эмпирическим коэффициентом, тогда как в законе (11) она выражена аналитически с точностью до упомянутого коэффициента в виде функции фундаментальных констант КТГ:

$$G = \frac{\varepsilon\gamma}{4\pi k_b k_n}, \quad (2.6.12)$$

где обозначено $\varepsilon\gamma = n\gamma \varepsilon_0$ - эвергонасыщенность пространства, заполненного ϕ - частицами (объемная плотность фоновой энергии).

Сравнивая формулы (12) и (2.5.2), имеем следующее выражение гравитационной постоянной через удельные темпы \dot{E} ОФЭ:

$$G = \frac{C}{4\pi k_b} \dot{E}. \quad (2.6.13)$$

§7. Сопротивление фона движению тел

Наличие фона виртуальных фотонов приводит к возникновению выделенной ("реперной") координатной системы (РКС), относительно которой фон изотропен. Однако, если тело движется относительно РКС, то в связанной с ним КС изотропность фона нарушается (встречных частиц становится больше, чем сопутных), а в анизотропном потоке под преимущественным воздействием встречных частиц тело должно испытывать торможение (см. 4-е возражение против гипотезы Лесажа, глава I, §2).

Расчет этого торможения сделаем с помощью теории комптоновского рассеяния, элементы которой изложены в §4.

Пусть электрон движется в РКС со скоростью \bar{v} . Силу \bar{F} торможения, которую он испытывает при взаимодействии с фоновыми частицами, можно найти, проинтегрировав по всем направлениям силы, действующие на него со стороны элементарных потоков фоновых частиц.

Каждую из элементарных сил нетрудно вычислить с помощью теории комптоновского рассеяния, ибо в КТГ фоновые частицы отождествляются с низкоэнергичными (виртуальными) фотонами.

Однако, для снятия четвертого возражения А. Пуанкаре против гипотезы Ж. Лесажа (см. главу I, §2) достаточно искомую силу торможения *оценить*, т.е. найти верхнюю границу ее модуля, что резко упрощает выкладки.

Для этого изотропный в РКС поток фоновых частиц мысленно заменим параллельным потоком, каждая частица которого движется *навстречу* электрону со скоростью $-\bar{v}$ в РКС (т.е. со скоростью $-2\bar{v}$ относительно электрова).

Поскольку φ -частица в КТГ отождествляется с низкоэнергичным фотоном, ее сечение рассеяния на электроне, согласно формуле 2.3.67, равно сечению σ_T^e томсоновского рассеяния электрона.

Тогда, определив частоту ν актов рассеяния по формуле 2.3.37, а тормозящие электрон импульсы - по формуле 2.4.5, для искомой силы получим оценку

$$F_v = m_e |\dot{v}| \leq n_\varphi 2\nu \sigma_T^e 2 \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_e} \right)^2 m_e c. \quad (2.7.1)$$

Отсюда для декремента скорости электрона имеем ограничение

$$|\tilde{v}| = \frac{|\dot{v}|}{v} \leq 4n_{\nu} c \sigma_T^e \frac{1}{4} \operatorname{tg}^4 \theta, \quad (2.7.2)$$

где использованы: обычная в КТГ интерпретация энергии ε кванта как энергии 2.2.20 прецессионного движения недеформированной струны

$$\varepsilon = \varepsilon_N^{\text{вр}} = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_0^2}{24} \operatorname{tg}^2 \theta,$$

доказанное в Приложении 15 соотношение $\mu = 3m_e$ и равенство 3.2.32:

$$\frac{l \dot{\psi}_0}{2} = c.$$

Ограничение (2) декремента скорости справедливо не только для электрона, но и для любого другого вещественного объекта, ибо электрон - самая легкая частица вещества.

Для частиц большей массы (нуклонов, атомных ядер и т.п.) уменьшается и сечение рассеяния (см., например, 2.3.70), и передаваемые при рассеянии импульсы 2.4.5.

Легко показать, что декремент (2) обратно пропорционален четвертой степени массы $m = \tilde{m} \cdot m_e$ частицы, т.е.

$$\tilde{v} = -\frac{n_{\nu} c \sigma_T^e}{\tilde{m}^4} \operatorname{tg}^4 \theta. \quad (2.7.3)$$

§8. Фундаментальная система

Как показано в главе II, §2, п. 1 г, все известные стабильные элементарные частицы являются отличающимися друг от друга лишь числом узлов модификациями (см. рис. 5) одной сильно вытянутой струнообразной частицы, которую поэтому можно считать *фундаментальной*.

Характеристики отдельной фундаментальной частицы (глава II, §2, п. 1) и их совокупностей (глава II, §2, п. 2) будем называть *фундаментальными константами*, а совокупность полученных из наблюдений и теории уравнений и неравенств, которым должны эти константы удовлетворять, - *фундаментальной системой*.

В свою очередь, фундаментальные константы могут быть *основными* и *производными* (последние представляемы в виде комбинации основных).

К основным фундаментальным константам отнесем (см. глава II, §2):

- l - длину фундаментальной частицы,
- r - ее радиус (см. постулат формы, глава II, §1),
- μ - ее массу,
- C - среднюю скорость фоновых частиц в РКС,
- n_V - среднюю концентрацию фоновых частиц.

(2.8.1)

К основным характеристикам фундаментальной струны надо отнести и не зависящую от других параметров ее угловую скорость $\dot{\varphi}$ собственного вращения и ее изгибную жесткость g .

В Приложении 16 описан транзитный механизм образования фотона. Сущность этого процесса состоит в следующем.

Фоновая частица входит в источник света в виртуальном состоянии, получает там поперечный импульс (т.е. импульс, перпендикулярный ей самой в вектору ее скорости), в результате чего начинает прецессировать, т.е. превращается в фотон (см. главу II, §2, п. 1 г, рис. 5). Поскольку поперечный импульс не может изменить осевой составляющей скорости, а после "фото-низации" фоновой частицы она имеет скорость, равную скорости c света в вакууме, то и до этого (в виртуальном состоянии) ее скорость была такой же.

Изложенный механизм образования фотона (называемый в настоящей работе транзитным) косвенно подтверждается проверенной астрофизическими наблюдениями за тесными двойными звездами независимостью скорости света от скорости источника и эффектом Доплера (глава III, §2, п. 2).

Сказанное делает правдоподобным утверждение, что средняя скорость C фоновых частиц равна скорости c света в вакууме:

$$C = c \quad (2.8.2)$$

Следует, однако, заметить, что один из вариантов теории (см., например, [4]) приводит к выводу, что $C \gg c$ (т.е. что φ - частица - тахион), но в этом варианте возникают трудности с объяснением образования фотона и независимости скорости света от скорости источника.

Далее, из формулы (3.2.20) $\hbar \dot{\psi}_0 = m_e c^2$ и соотношения (3.2.32)

$$\dot{\psi}_0 \frac{l}{2} = c$$

следует, что

$$l = 2 \frac{\hbar}{m_e c} = 2\lambda_k^e = 7,72317 \cdot 10^{-11} \text{ см}^{-1}, \quad (2.8.3)$$

где λ_k^e - комптоновская длина волны электрона.

Поскольку общеизвестно, что постоянная α_{TC} тонкой структуры, классический радиус электрона r_e и λ_k^e связаны соотношением: $\lambda_k^e = r_e / \alpha_{TC}$, то из формулы (3) имеем:

$$\alpha_{TC} = \frac{2r_e}{l} = (137,036)^{-1}. \quad (2.8.4)$$

Таким образом, выясняется неизвестный ранее физический смысл постоянной тонкой структуры: это - отношение диаметра цилиндрического электрона (см. рис. 5, глава II, §2, п. 1 г) к длине фундаментальной струны (или, что почти то же - к "длине" самого электрона).

Многочисленные следствия КТП, изложенные в главе III, не противоречат утверждению, что

$$\eta = \frac{2r}{l} \approx \left(\frac{2}{3} \alpha_{TC} \right)^4 = 5,60140 \cdot 10^{-10}, \quad (2.8.5)$$

что и предполагается в дальнейшем (здесь $2r$ - диаметр фундаментальной струны).

Из формул (3), (4) и (5) имеем:

$$r = \frac{1}{2} \eta l = 2,16303 \cdot 10^{-20} \text{ см}. \quad (2.8.6)$$

Вспомним теперь доказанную выше формулу (2.3.48), позволяющую рассчитывать частоту \tilde{n}_i контактов тела массой M с фоновыми частицами:

$$\tilde{n}_i = \frac{n_\gamma c}{k_k} M.$$

Обозначив $E = M c^2$ энергию покоя этого тела, имеем отсюда:

$$E = \frac{k_k c}{n_\gamma} \tilde{n}_i. \quad (2.8.7)$$

Полученная зависимость энергии E материального объекта от частоты \tilde{n}_i его контактов с фоном является *обобщением*

соотношения $\varepsilon = \hbar \nu$, справедливого для электромагнитных квантов не очень большой энергии (см. глава III, §2, п. 4).

Если в этих одинаковых и по форме и по физическому смыслу равенствах одинаковы и коэффициенты пропорциональности

$$\frac{k_k c}{n_\nu} = \hbar, \quad (2.8.8)$$

то с учетом определения (2.3.41) проникающей способности фоновой частицы по отношению к ее контактам с веществом

$$k_k = \frac{m_e}{\sigma_k^{\varphi e}} = \frac{2m_e}{\sigma_z^e n(K/B)} \geq \frac{2m_e \alpha_{TC}}{2r_e l} = 2 \frac{m_e}{l^2} = 3,1 \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma}{\text{см}^2}, \quad (2.8.9)$$

получим:

$$n_\nu = \frac{k_k c}{\hbar} \approx 1,4 \cdot 10^{30} \text{ см}^{-3}. \quad (2.8.10)$$

При столь высокой концентрации (10) фоновых частиц среднее расстояние между ними оказывается равным (ср. 3):

$$R = n_\nu^{-1/3} \approx 9 \cdot 10^{-11} \text{ см} \approx l.$$

При выводе формулы (9) использована связь $\sigma_k^{\varphi e} = \sigma_z^e n(K/B)$ между сечением $\sigma_k^{\varphi e}$ контакта φ -частицы с электроном, средним геометрическим сечением электрона

$$\frac{1}{2} \sigma_z^e \leq \frac{1}{2} 2r_e l$$

(см. рис. 11) и числом $n(K/B)$ контактов (K) фоновой частицы с электроном при условии входа (B) в него. Эта связь может быть легко получена из следующего очевидного соотношения между частотой \dot{n}_k контактов электрона с φ -частицами и частотой \dot{n}_B их входов в область пространства, занимаемую электроном: $\dot{n}_k = \dot{n}_B n(K/B)$, т.е.

$$n_\nu c \sigma_k^{\varphi e} = n_\nu c \sigma_B^{\varphi e} n(K/B),$$

где среднее значение для $\sigma_B^{\varphi e} = \frac{1}{2} \sigma_z^e \leq r_e l$.

То обстоятельство, что $n(K/B) \approx 1/\alpha_{Tc} \approx 137$, следует из формул (8), (3.2.25) и (9), откуда проникающая способность

$$k_B = \frac{m_e}{\sigma_{\nu}^{\text{фе}}} = \frac{m_e}{\sigma_k^{\text{фе}}} n(K/B) = \frac{k_k}{\alpha_{Tc}} \geq 4,25 \cdot 10^{-5} \frac{\Gamma}{\text{см}^2}. \quad (2.8.11)$$

В Приложении 15 показано, что масса μ фоновой частицы:

$$\mu \approx 3 m_e, \quad (2.8.12)$$

что с учетом значения (10) для объемной плотности ρ_{ϕ} массы фона дает:

$$\rho_{\phi} = \mu n_{\nu} \approx 10^3 \frac{\Gamma}{\text{см}^3} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}. \quad (2.8.13)$$

При этом объемная плотность ϵ_{ν} энергии поступательного движения виртуальных ϕ -частиц оказывается равной:

$$\epsilon_{\nu} = \frac{1}{2} \mu c^2 n_{\nu} \approx 6 \cdot 10^{23} \frac{\text{эрг}}{\text{см}^3}.$$

"Наблюдаемая энергия" (см. формулы 2.2.3) будет существенно меньше:

$$\epsilon_{\nu}^N = \frac{1}{2} \mu c^2 n_{\nu} \sin^2 \beta, \quad (2.8.14)$$

ибо в связи с высокой проникающей способностью ϕ -частиц их угол атаки $\beta \ll 1$. Далее, из формулы (2.2.21) с учетом соотношений (3.2.32) и (15.4) введем для энергии ϵ_{ϕ} собственного вращения ϕ -частицы выражение

$$\epsilon_{\phi} = \epsilon_0^{\text{вр}} = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_0^2}{24 \frac{3}{2} \pi^2} \approx \frac{m_e c^2}{3\eta^2} = 8,7 \cdot 10^{11} \text{ эрг} \quad (2.8.15)$$

(в последнем равенстве использовано значение 5). Эта константа близка к энергии векторного бозона, введения которого требуют, как известно, модели "великого объединения", т.е. теоретические модели, описывающие единым образом сильное, электромагнитное и слабое взаимодействия элементарных частиц.

Приведенное рассуждение позволяет сделать вывод, что наибольший вклад в полную энергию ϵ фоновой частицы дает виртуальная энергия $\epsilon_{\dot{\phi}}$ ее собственного вращения (2.2.19):

$$\epsilon_{\dot{\phi}} = \frac{B \cdot \dot{\phi}^2}{2} = \frac{\mu r^2 \dot{\phi}^2}{4}, \quad (2.8.16)$$

откуда, используя значения, приведенные в равенствах (15), (12) и (6), имеем:

$$\dot{\phi} = 1,65 \cdot 10^{39} \text{ с}^{-1}, \quad (2.8.17)$$

что для линейной скорости вращения на поверхности ϕ - частицы с учетом значения (6) дает:

$$v = \dot{\phi} r = 10^{19} \frac{\text{см}}{\text{с}} \gg c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{см}}{\text{с}}. \quad (2.8.18)$$

Последнее обстоятельство не должно смущать, ибо собственное вращение фоновой частицы есть движение виртуальное, для внешнего исследователя ненаблюдаемое, в нем задействована одна из внутренних степеней свободы. Иными словами, во внешних степенях свободы информация с такой скоростью не передается.

Приведенные значения (2; 3; 6; 10; 12) основных фундаментальных констант (1) позволяют по известным формулам вычислить значения остальных (производных) параметров кинетической теории поля, что, в свою очередь, делает возможной проверку непротиворечивости полученной из теории фундаментальной системы с известными наблюдениями.

В число уравнений и неравенств этой системы естественно включить:

- темпы ОФЭ (2.5.2):

$$\tilde{E} = \frac{n_{\psi} \epsilon_{\dot{\phi}}}{k_n c}, \quad (2.8.19)$$

- выражение (2.6.13) гравитационной постоянной через фундаментальные константы:

$$G = \frac{c}{4\pi k_n} \tilde{E}, \quad (2.8.20)$$

- выражение (2.7.3) декремента скорости:

$$\tilde{v} \approx -\frac{\pi \gamma c \sigma_r^e}{\tilde{m}^4} \operatorname{tg}^4 \theta, \quad (2.8.21)$$

- а также наблюдаемые ограничения на темпы ОФЭ и торможения:

$$\tilde{E} \leq \tilde{E}_{\text{набл}}, \quad (2.8.22)$$

$$|\tilde{v}| \leq |\tilde{v}_{\text{набл}}|. \quad (2.8.23)$$

Теоретические темпы ОФЭ с учетом значения (11) легко найти из формулы (20):

$$\tilde{E} = \frac{\dot{E}}{M c^2} = \frac{4\pi k_s G}{c} \geq 1,2 \cdot 10^{-21} \frac{\text{эрг}}{\text{с} \cdot \text{эрг}}, \quad (2.8.24)$$

что по порядку близко полученному независимо значению (5.5.5), а декремент скорости "фундаментального торможения" - по формуле (21), которая с учетом значения (10) для протона (p), например, дает:

$$|\tilde{v}_p| \ll 10^{-16} \text{ с}^{-1}. \quad (2.8.25)$$

Оценка (25) получена с учетом того, что энергия

$$\varepsilon = \frac{1}{24} \mu l^2 \dot{\psi}_0^2 \operatorname{tg}^2 \theta$$

виртуальных частиц гораздо меньше энергии [27] реликтовых фотонов

$$\varepsilon_p = \frac{3}{2} k T = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-16} \cdot 2,7 \approx 10^{-16} \text{ эрг},$$

откуда

$$\operatorname{tg}^2 \theta \ll \operatorname{tg}^2 \theta_p \approx \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_e} \approx \frac{10^{-16} \text{ эрг}}{10^{-6} \text{ эрг}} = 10^{-10}.$$

§9. Сопоставление с наблюдениями. Снятие классических возражений против гипотезы Лесажа

Во введении (глава I, §2) приведены четыре основных возражения А.Пуанкаре и др. против гипотезы Ж.Лесажа. Эти возражения будем называть классическими.

Первые два из них (зависимость лесежеской силы тяготения от размеров гравитирующих тел и ее независимость от их масс) устраняются законом тяготения в форме (2.6.11), полученным (в отличие от соответствующего закона И.Ньютона) теоретически с учетом: 1) высокой проникающей способности струнообразных фоновых частиц, 2) отбора массивными телами малой доли энергии последних, 3) нарушения в связи с этим изотропности фона вблизи указанных тел и 4) искривления траекторий фоновых частиц при движении в анизотропном потоке себе подобных.

Рассмотрим оставшиеся возражения.

|| а) "при движении относительно фона тела должны испытывать торможение под преимущественным влиянием встречных фоновых частиц".

Обсуждаемое "фундаментальное сопротивление" движению тел в РКС ("реперная" координатная система, относительно которой фон изотропен и незавихрен) приводит к убыванию скорости v тела по закону $v = v_0 \exp(-\tilde{v}t)$, где декремент (\tilde{v}) скорости определяется равенством (2.7.3) и сильно зависит от массы движущегося тела (обратно пропорционален четвертой степени этой массы).

Для электрона декремент скорости

$$|\tilde{v}| \ll 10^{-3} \text{ с}^{-1}, \quad (2.9.1)$$

для нуклона - в $(1840)^4$ раз меньше (см. значение 2.8.25), для макроскопических, а тем более - астрофизических тел он становится исчезающе малым.

Время (t_e) , необходимое для уменьшения скорости электрона в e раз, равно

$$t_e = \frac{1}{|\tilde{v}_e|} \gg 10^3 \text{ с}, \quad (2.9.2)$$

протону для этого понадобится $t_p \gg 10^8$ лет, т.е. нуклоны, а тем более - *макроскопические и астрофизические тела фоном практически не тормозятся*. Этот вывод снимает соответствующее возражение против гипотезы Лесажа. Единственный материальный объект, у которого есть надежда обнаружить фундаментальное торможение экспериментально - это свободный от прочих воздействий быстро движущийся электрон.

Такое торможение заряженной частицы должно приводить к излучению электромагнитных волн (т.н. "тормозное излучение"). И, действительно, наблюдения в космосе и в земных лабораториях подтверждают: движение ультрарелятивистского электрона при известных условиях сопровождается синхротронным излучением.

б) "Для обеспечения наблюдаемой гравитации интенсивность фона должна быть столь значительной, что под ударами фоновых частиц все тела должны были бы существенно разогреваться (по расчетам А. Пуанкаре, Земля, например, на 10^{13} K/c)".

Однако, эти расчеты А. Пуанкаре, а также мои расчеты, приведенные в Приложениях 2 и 5, сделаны без учета постулата формы о струнообразности фоновых частиц.

Учет этого постулата приводит к соотношению (2.5.2), из которого получено значение (2.8.24) общего для всех тел удельного темпа \dot{E} ОФЭ (отбора фоновой энергии).

С помощью этого значения легко найти темпы ОФЭ Землей \dot{E}_\oplus , Солнцем \dot{E}_\odot , в т.д.:

$$\dot{E}_\oplus = M_\oplus c^2 \tilde{E} = 6 \cdot 10^{27} \frac{\text{эрг}}{c}; \quad \dot{E}_\odot = M_\odot c^2 \tilde{E} = 2 \cdot 10^{33} \frac{\text{эрг}}{c}, \quad (2.9.3)$$

и вообще темпы ОФЭ любым телом массой M в системе СГС

$$\dot{E} = (\tilde{E} c^2) M \sim M, \quad (2.9.4)$$

т.е. каждый грамм вещества отбирает от фона ~ 1 эрг/с. И хотя эти темпы на 14 - 20 порядков ниже приведенных у А. Пуанкаре и в Приложениях 2 и 5, но и они все еще достаточно высоки: наблюдаемая светимость Солнца примерно равна значению \dot{E}_\odot , а наблюдаемое тепловое излучение Земли меньше \dot{E}_\oplus приблизительно в 100 миллионов раз!

Не следует, однако, торопиться с отрицательными заключениями по кинетической теории поля (КТП).

Во-первых, посмотрим - так ли уж велики приведенные темпы ОФЭ: если бы они были постоянны, то для накопления имеющейся энергии покоя Mc^2 любому телу понадобилось бы время T , равное (см. формулу (4) и значение 2.8.28)

$$T = \frac{Mc^2}{\dot{E}} = \frac{1}{\frac{\dot{E}}{c^2}} = 10^{21} \text{ с} \approx 10^{13} \text{ лет}, \quad (2.9.5)$$

так что темпы ОФЭ ничтожны.

Во-вторых, выясним, на что расходуется эта отбираемая любым вещественным объектом от фона энергия? КТП, являясь теорией не только полей, но и элементарных частиц, позволяет осветить этот вопрос на фундаментальном уровне.

В главе II, §2, п. 1 г показано, что любая элементарная частица вещества (нуклон, электрон) модельно представима в виде упругой деформированной струны (тонкого стержня), быстро вращающейся вокруг проходящей через ее центр масс оси и находящейся в равновесии под действием деформирующих ее центробежных сил и препятствующих дальнейшему изгибу сил упругости.

Там же показано, что все частицы с одинаковым числом узлов вращаются с одинаковой угловой скоростью, являющейся единственным собственным значением соответствующего дифференциального уравнения 4-го порядка, описывающего форму струны.

Однако, энергия такой конструкции (т.е. "энергия покоя" элементарной частицы, равная сумме ее кинетической энергии вращения и такой же по величине потенциальной энергии упругой деформации) зависит не только от угловой скорости, но и от амплитуды деформации струны: с ростом амплитуды, пропорционально ее квадрату, растет и энергия "покоя".

Именно это и происходит при ОФЭ: вековой, очень медленный рост амплитуды и соответствующий рост энергии "покоя" элементарной частицы. Таков ответ на поставленный выше вопрос на фундаментальном уровне.

Что же при этом происходит на уровне атомного ядра (на микроуровне)?

Согласно изложенной в главе III, §4, п. 1 "штабель-модели", ядро состоит из уложенных в штабель цилиндроподобных нуклонов (см. рис. 5, глава II §2, п. 1 г). Последние тесно прижаты

друг к другу давлением фоновых частиц (т.е. "ядерными силами"), а их оси вращения параллельны.

Для расчленения ядра на составляющие его нуклоны надо затратить против ядерных сил работу, называемую энергией связи. Заметим, что эту работу стабильное ядро само совершить не может: ее могут совершить лишь силы, внешние по отношению к ядру, поэтому энергия связи ядра отрицательна.

Имеются таблицы (см., например, [14] и др.) значений средней энергии (ϵ) нуклона и средней энергии ($\epsilon_{св}$) связи, приходящейся на один нуклон, для ядер очень многих из известных изотопов. Анализ этих таблиц показывает, что с относительной погрешностью порядка 10^{-5} можно утверждать, что разность этих энергий есть величина постоянная, то есть

$$\epsilon - \epsilon_{св} = \epsilon + |\epsilon_{св}| = \epsilon_{св} = \text{const.} \quad (2.9.6)$$

Отсюда - важнейший для эволюции вещества вывод: с *ростом средней энергии нуклона в ядре* (а именно это происходит в результате ОФЭ) *убывает модуль его средней энергии связи.*

Последнее обстоятельство приводит к тому, что ранее стабильное ядро постепенно превращается во все менее устойчивое и в конце концов распадается (деградирует) на более мелкие ядра-осколки (известный процесс естественной радиоактивности).

Заметим, что в рамках КТГ логика деградации крупных ядер следующая: в результате медленного ОФЭ в определенный момент становится энергетически выгодным β^- -распад одного из лишних нейтронов материнского ядра (n - p акт, см. главу III, §3, п. 4). Появившийся при этом лишний протон своим электрическим полем вносит в дальнедействующие кулоновские силы взаимного отталкивания протонов свой вклад, который может оказаться достаточным для распада.

Таковы последствия ОФЭ на уровне атомного ядра.

Массовые числа (A) атомных ядер неплохо коррелируют с "макроскопическими" плотностями (ρ) соответствующих элементов: большим A как правило, соответствуют большие ρ , в системе СГС, например, $A/\rho \sim 10$.

Но поскольку, как показано выше, в связи с деградацией ядер A убывает, то и плотность любого тела со временем также должна убывать.

Это разуплотнение даже при постоянной массе (а тем более при медленно растущей, см. 2.5.2) должно приводить к расширению макроскопических и астрофизических объектов, названному в 1977 году (см. [2]) всеобщим расширением равновесных систем.

И, действительно, астрофизические наблюдения убедительно свидетельствуют о существовании в природе небесных тел, примерно равных по массе, но резко различающихся размерами и плотностью, например, (в порядке возрастания радиуса и соответствующего уменьшения плотности) для тел с массой порядка массы Солнца это: черная дыра (радиус порядка 3 км, плотность 10^{16} г/см³), нейтронная звезда (~ 15 км, ~ 10^{13} г/см³), белый карлик (~ 10^3 км, ~ 10^6 г/см³), нормальная звезда (~ 10^5 км, ~ 1 г/см³).

Изложенная концепция вызванного отбором фоновой энергии (ОФЭ) всеобщего расширения приводит к естественному выводу, что перечисленные астрофизические объекты - это не разные объекты, а разные *стадии* революционно-эволюционного развития *одного* объекта (черная дыра в результате вспышки сверхновой порождает нейтронную звезду, которая, отобрав от фона энергию, достаточную для разрушения своей оболочки, в процессе вспышки новой образует в центре белый карлик, дальнейшее разуплотнение которого приводит его к стадии нормальной звезды, типа Солнца), см. главу V.

Я.Б.Зельдович и И.Д.Новиков показали, что и в рамках ОТО выход материи из-под горизонта черной дыры возможен, но при условии изначального расширения находящейся под сферой Шварцшильда материи. КТП указывает физические причины этого расширения.

Насколько мне известно, впервые идею о развитии вещества во Вселенной от плотных состояний к разреженным (а не наоборот, как сейчас принято) высказал В.А.Амбарцумян. Догадка была гениальна, но физически не обоснована.

В лабораторных условиях указанное расширение трудно обнаружить не только в связи с его крайне низкими темпами, но и по причине его всеобщности: расширяется все, включая эталоны.

Напротив, в гео- и астрофизике накоплено много наблюдаемых факторов (см. главы V и VI), определенно указывающих на расширение Земли и других астрофизических объектов, причем, в рамках современной парадигмы (без учета энергонасыщенного фона виртуальных частиц) необходимую для такого расширения огромную энергию просто "неоткуда взять".

Например, как показано в Приложении 17, для расширения Земли полученными из наблюдений [12] темпами необходим приток энергии, на 2 порядка больший ее полного наблюдаемого эндогенного теплового потока ($\sim 10^{20}$ эрг/с), происхождение которого в рамках современной науки также дискуссионно, ибо в недрах отсутствует необходимое для создания такого потока количество радиоактивного вещества. Простое же остывание недр - процесс слишком быстрый, чтобы поддерживать этот тепловой поток в течение 4,5 млрд. лет даже на современном более низком, чем прежде, уровне.

В рамках же КТП эта энергия составляет лишь малую долю ($\sim 10^{-5}$) энергии (3), отбираемой планетой от фона и идущей в конце концов на деградацию ее атомных ядер, следствием которой являются радиоактивность с выделением тепла и расширение (разуплотнение).

Итак, введенный в главе I постулат формы позволил резко снизить расчетные темпы ОФЭ (по сравнению с расчетами А. Пуанкаре на ~ 19 порядков, см. Приложения 2 и 5), доведя их до ~ 1 эрг/(с·г) (см. значение 3), причем оказалось, что ОФЭ - первое звено в цепочке тесно связанных между собой процессов, каждый из которых является следствием предыдущего и причиной следующего:

ОФЭ \Rightarrow постепенный рост средней энергии "покоя" нуклонов (модельно - рост амплитуды деформации быстро вращающейся с постоянной угловой скоростью струны с четырьмя узлами, см. глава I, §2, п. 1 г) \Rightarrow вековое убывание модуля средней энергии связи нуклона со своими соседями по атомному ядру \Rightarrow потеря ядром устойчивости \Rightarrow распад крупных ядер на все более мелкие (ядерная деградация, известная в современной науке под названием "естественная радиоактивность") \Rightarrow весьма медленное разуплотнение (расширение) тел на макро-, гео- и астрофизическом уровне, все более уверенно фиксируемое наблюдениями и позволяющее с единых позиций, не привлекая многочисленных гипотез *ad hoc*, понять и количественно оценить многие известные процессы и предсказать ряд процессов неизвестных (см. последние параграфы глав III, IV, V и VI).

Совпадение полученных теоретически оценок темпов ОФЭ по формуле (2.8.25) с найденными совершенно независимо темпами (3.3.27), а также совпадение декремента $\tilde{\epsilon}$ темпов ОФЭ (3.3.25) с найденным из наблюдений декрементом (глава V, §4) обилия нейтронов в солнечной системе и многие другие совпа-

дения в отличие от приведенных выше чисто *качественных* рассуждений, подтверждают вывод о преодолении "энергетического" возражения уже на *количественном* уровне.

|| *Тем самым снимается последнее из классических возражений против гипотезы Ж.Лесажа.*

Однако, со времени последнего серьезного обсуждения гипотезы Ж.Лесажа прошло много лет. За это время в разных областях естественных наук в огромном количестве появились новые наблюдаемые факты, не известные Ч.Г.Дарвину, А.Эддингтону, А.Пуанкаре, Х.Лоренцу, П.Лапласу и более ранним критикам гипотезы Лесажа. Некоторые из этих фактов, в принципе, могли бы противоречить выводам из кинетической теории поля (КТП), в основе которой лежит указанная гипотеза.

Обнаружение хотя бы одного такого факта позволило бы дать отрицательное заключение по всей теории.

В поисках такого порочащего теорию факта я был вынужден совершить довольно рискованное предприятие: не будучи узким специалистом ни в области ядерной физики, ни в области гео- и астрофизики, не владея поэтому в достаточном объеме соответствующими специальными знаниями и терминологией, мне пришлось заниматься вопросами, лежащими на стыке этих естественных наук и КТП, опираясь лишь на изучение литературы и нерегулярные консультации специалистов. В свете сказанного, вряд ли мне удалось избежать терминологических неточностей и даже ошибок по существу.

Поэтому любая критика, как конструктивная (направленная на улучшение изложения, устранение неточностей, возможных ошибок), так и деструктивная (предъявление неизвестных автору фактов, порочащих теорию) будет принята с благодарностью по адресу, указанному в конце книги.

Все дальнейшее изложение посвящено поискам таких фактов. Сразу отмечу, что эти поиски оказались безрезультатными. Напротив, в каждой области естественных наук найдены десятки фактов, на количественном или качественном уровне совпадающих с соответствующими выводами КТП, многие из которых не могут быть непосредственно получены из ОТО А.Эйнштейна. Часть из этих выводов имеет характер предсказаний, некоторые из них уже подтвердились (в том числе на количественном уровне), см. последние параграфы глав III - VI.

Глава III. Основные следствия КТГ в микрофизике

§1. Виртуальная фоновая частица (ϕ - частица)

Как показано в главе II, §8, фоновая частица модельно представляема в виде тонкой недеформированной струны, длина l которой равна удвоенной комптоновской длине $2\lambda_e$ волны электрона, ее диаметр

$$2r = \eta \cdot l,$$

где $\eta = \left(\frac{2}{3}\alpha_{TC}\right)^4$, ($\alpha_{TC} = 1/137$ - постоянная тонкой структуры).

Масса μ фоновой частицы имеет порядок массы электрона m_e , а ее экваториальный A и осевой B моменты инерции равны, соответственно

$$A = \frac{1}{12}\mu l^2; \quad B = \frac{1}{2}\mu r^2.$$

п. 1. Источники ϕ - частиц

Источниками ϕ - частиц (как, впрочем, и других космических частиц) являются, по-видимому, различные нестационарные объекты Вселенной (сверхновые, активные ядра сейфертовских и других галактик, квазары и т.п.), расположенные как внутри Метагалактики (наблюдаемой части Вселенной), так и за ее пределами (см. главу V, §8, п. 4 б).

В связи с нестационарностью источников ϕ - частиц и с их случайным расположением в пространстве, концентрация n_ϕ фоновых частиц может, в принципе, меняться как в пространстве, так и во времени (т.е. скалярное поле концентрации ϕ - частиц может быть и неоднородным и нестационарным). Кроме того, если все источники ϕ - частиц находятся внутри расширяющейся Метагалактики, то со временем в ней может уменьшаться средняя концентрация фоновых частиц, следствием чего могло бы быть дираковское убывание гравитационной постоянной (см. формулы (1.3.2); (2.6.11) и т. п.).

В настоящее время в околосолнечном пространстве концентрация ϕ - частиц $n_\phi = 1,4 \cdot 10^{30} \text{ см}^{-3}$ (см. 2.8.10).

п. 2. Реперная координатная система (РКС)

Поступательное движение фоновых частиц позволяет мысленно (а со временем и с помощью приборов) выделить локальную координатную систему, вблизи от начала которой фон изотропен и незавихрен (так называемая реперная координатная система - РКС).

Отсутствие подобной выделенной координатной системы в специальной и общей теориях относительности (СТО и ОТО) А.Эйнштейна - не достоинство, а недостаток этих теорий, ибо противоречит *наблюдаемой* анизотропии реликтового излучения, которую естественно рассматривать как следствие движения солнечной системы относительно локальной РКС в направлении созвездия Льва со скоростью ≈ 400 км/с (см., например, [27], стр. 405).

п. 3. Гравитация и антигравитация

Следует подчеркнуть *местный, локальный* характер РКС: в связи с отмеченной выше неоднородностью и нестационарностью фона две РКС, найденные для разных точек пространства, могут двигаться друг относительно друга, и причем даже ускоренно (последнее обстоятельство существенно отличает РКС от инерциальных систем СТО).

Поясним сказанное примером. Пусть мощный изотропный источник φ - частиц (например, сверхновая) неподвижен относительно связанной с ним РКС (т.е. относительно него изотропен не только поток *собственного* излучения, но и *внешний* фон).

На расположенный неподалеку от источника объект (например, элемент оболочки сверхновой) действует два потока φ - частиц: от близкого источника и поток внешнего фона, изотропный в отсутствии первого.

Ясно, что в этой ситуации результирующий поток фоновых частиц в координатной системе объекта уже не будет изотропным: со стороны близкого источника к нему будет приходить в единицу времени больше φ - частиц, чем с противоположной.

Как показано выше (глава II, §6, п.п. 1 и 2 и Приложение 14), в анизотропном потоке себе подобных почти все фоновые частицы движутся по криволинейным траекториям, средняя кривизна которых сонаправлена вектору \bar{J} максимальной интенсивности этого потока. Отличие рассмотренного в главе II случая от обсуждаемого состоит в том, что там массивное тело было "стоком" фоновой энергии и вектор \bar{J} был направлен к центру масс этого тела (поток фоновой энергии от центра в связи с ОФЭ

меньше, чем к центру). Поэтому кривизна любой траектории была отрицательной (т.е. центр масс и центр кривизны траектории находились по одну сторону от этой траектории, рис 7., а)

В обсуждаемом же случае картина прямо противоположная: массивное тело - "источник" фоновой энергии, и вблизи него вектор \vec{J} максимальной интенсивности анизотропного фона направлен от его центра, следовательно, и кривизна траекторий частиц *внешнего* фона будет положительной (т.е. эти траектории будут обращены выпуклостью к центру масс источника, рис 7, б)

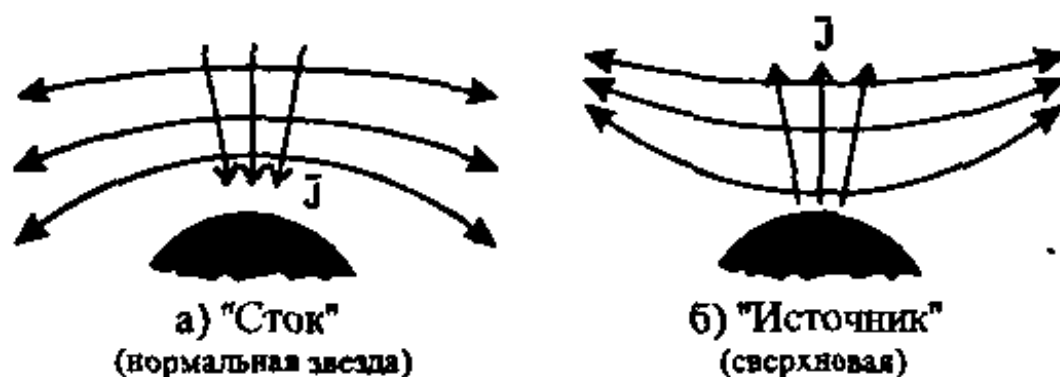


Рис. 7. Траектории фоновых частиц вблизи "стоков" и "источников"

Отсюда с учетом изложенного в главе II, §6 ясно, что на пробное тело вблизи источника будет действовать не сила притяжения, как вблизи нормальной звезды или планеты, а сила отталкивания, порождающая ускоренное движение этого тела *от* источника (правда, с убывающим ускорением).

Весьма многозначителен тот факт, что именно такое *ускоренное* (вопреки закону всемирного тяготения И.Ньютона) расширение оболочки сверхновой, всплывшей в 1054 г., наблюдается в Крабовидной туманности [27].

Из сказанного следует по меньшей мере два важных вывода:

- 1) Закон всемирного тяготения И.Ньютона не является всеобщим законом природы не только потому, что входящая в этот закон гравитационная постоянная G зависит от локальной, изменяющейся в пространстве и во времени характеристики пространства - концентрации n_V в нем фоновых частиц (2.6.1!), но и в связи с тем, что вблизи источника φ - частиц (или, используя гравигеометрическую терминологию А.Эйнштейна, "в пространстве положительной кривизны") тяготение вообще может смениться отталкиванием (λ - член управления ОТО?).

2) Локальные РКС не обязательно неподвижны относительно друг друга: находящаяся вблизи массивного тела координатная система, чтобы оставаться реперной должна ускоренно приближаться к "стоку" или ускоренно удаляться от "источника" φ - частиц.

Первый из приведенных выводов, хотя и базируется на анализе потоков виртуальных φ - частиц и в этом смысле является следствием КТП в микрофизике, одновременно является и важнейшим ее следствием в макрофизике, что отмечается ниже в главе IV, §1, но уже без подробных разъяснений.

п. 4. Инерция. Физический смысл принципа Маха

Взаимодействие виртуальных частиц с пробным телом в КТП рассматривается как единственная причина возникновения гравитационных, антигравитационных и инерционных сил, действующих на это тело. При движении внутри вещественного объекта по криволинейной траектории виртуальная частица действует на него в направлении вектора кривизны силой, пропорциональной модулю этого вектора (см. глава II, §6, п.п. 1, 2, 3). В этом - глубинный *физический смысл уравнений ОТО*.

Причины же искривления внутри пробного тела траекторий виртуальных φ - частиц могут быть разные: анизотропия потоков этих частиц как вблизи "стоков" фоновой энергии (нормальных звезд, планет и т.п.), порождающая *эффект гравитации*, так и вблизи "источников" указанной энергии (сверхновые, активные ядра галактик и т.д.), следствием чего являются *"антигравитационные" эффекты*.

Кроме того, упомянутое искривление может быть вызвано ускоренным движением пробного тела относительно местной (локальной) реперной координатной системы (РКС), в результате чего возникают *инерционные силы*. По определению РКС, в ней фон виртуальных частиц изотропен. Но потоки этих частиц формируются всей совокупностью астрофизических объектов Вселенной (т.е. всеми ее "источниками" и "стоками").

Именно таков в КТП физический механизм реализации гениального *"принципа Маха"*, согласно которому *инерционные* свойства любого тела зависят от всей "совокупности далеких звезд" [31]. Таким образом, КТП - единственная гравитационная теория, *полностью соответствующая* принципу Э.Маха (подробнее - в главе IV, §1, п. 4).

п. 5. Флюгер-эффект. Частица и античастица

Рассмотрим теперь круг вопросов, связанных с движением фоновых частиц.

Недеформированная фундаментальная струна имеет 6 степеней свободы - три поступательных и три вращательных (собственное вращение вокруг своей оси с угловой скоростью $\bar{\phi}$, прецессионное движение этой оси с угловой скоростью $\bar{\psi}$ и нутация).

Если частица не прецессирует или прецессирует с малым углом нутации $\theta = \angle \bar{\phi}, \bar{\psi} \approx 0$, то, двигаясь среди себе подобных, она, согласно принципу наименьшего действия, должна развернуться в положение, при котором минимизируется угол атаки $\beta = \angle \bar{I}, \bar{c}$ между ней и ее вектором скорости \bar{c} в РКС. Этот процесс минимизации угла атаки частицы в настоящей работе назван *флюгер-эффектом* (ФЭФ). Именно ФЭФ ответствен за отсутствие непрерывного спектра проекций спинового момента \bar{S} на направление скорости частицы (известное "квантование момента свободной частицы"): при $\bar{c} \uparrow \downarrow \bar{\phi}$ имеем частицу, у которой указанная проекция отрицательна, а при $\bar{c} \uparrow \uparrow \bar{\phi}$ - античастицу с положительной проекцией. Другие случаи взаимного расположения этих векторов маловероятны именно в связи с флюгер-эффектом.

п. 6. Устойчивость ϕ - частиц. Планковская энергия. Энергия векторного бозона

Все данные наблюдений говорят в пользу того, что фоновые частицы движутся в состоянии, близком к виртуальному ($\theta \approx 0$), а это невозможно без их *устойчивости* по отношению к взаимным контактам. Устойчивость же обеспечивается высокой скоростью ϕ собственного вращения фундаментальных струн, удовлетворяющей неравенству 9 Приложения 16.

Соответствующая энергия собственного вращения (см. 2.2.19, 2.2.7, 15.4 и 2.8.6)

$$\varepsilon_{\phi}^{\text{уст}} = \varepsilon_0^{\text{вр}} \approx \frac{1}{2} V \dot{\phi}^2 = \frac{1}{4} \mu r^2 \dot{\phi}^2 > 1,0 \cdot 10^{13} \text{ эрг.} \quad (3.1.1)$$

При таких энергиях собственного вращения ϕ - частица "абсолютно" устойчива по отношению к контактам с себе подобны-

ми (даже в наиболее "благоприятном" для опрокидывания случае, рассмотренном в Приложении 16 перед неравенством 9).

Реальные же энергии $\epsilon_{\dot{\phi}}$, соответствующие наблюдаемым фотонам, легко определить с помощью соотношения (2.8.15), т.е. виртуальная энергия собственного вращения любого наблюдаемого фотона - это энергия $\epsilon_{\dot{\phi}}$ векторного бозона, необходимого, как известно, для так называемого "Великого Объединения".

Соответствующая этой энергии угловая скорость собственного вращения недеформированной фундаментальной струны определится равенством (2.2.19):

$$\dot{\phi}_{\dot{\phi}} = \sqrt{\frac{2\epsilon_{\dot{\phi}}}{B}} = \sqrt{\frac{4\epsilon_{\dot{\phi}}}{\mu r^2}} = 1,65 \cdot 10^{39} \text{ с}^{-1}, \quad (3.1.2)$$

где использованы значения (2.8.6) (15.4).

Если по формуле (2) найти угловую скорость, соответствующую известной планковской энергии

$$\epsilon_{\text{Пл}} = m_{\text{Пл}} c^2 = \sqrt{\frac{\hbar c^5}{G}} = 1,956 \cdot 10^{16} \text{ эрг}, \quad (3.1.3)$$

то получим удовлетворяющее условию устойчивости (16.9) значение

$$\dot{\phi}_{\text{Пл}} = \sqrt{\frac{4\epsilon_{\text{Пл}}}{\mu r^2}} = 2,48 \cdot 10^{41} \text{ с}^{-1} > \dot{\phi}_{\text{мин}}^{\text{уст}}. \quad (3.1.4)$$

Сравнивая угловые скорости (2) и (4) с минимальной угловой скоростью (16.9), при которой фундаментальная струна еще обладает устойчивостью по отношению к опрокидывающим моментам, возникающим при ее контактах с себе подобными, мы видим, что

$$\dot{\phi}_{\dot{\phi}} \leq \dot{\phi}_{\text{мин}}^{\text{уст}} < \dot{\phi}_{\text{Пл}}. \quad (3.1.5)$$

Таким образом, планковская энергия - это энергия собственного вращения частицы, абсолютно устойчивой по отношению к упомянутым опрокидывающим моментам, а энергия векторного бозона близка к энергии, соответствующей границе этой устойчивости.

п. 7. Взаимные превращения виртуальной и наблюдаемой частиц

Впервые виртуальные частицы были введены в науку теорией физического вакуума (ТФВ), однако, в этой теории переход частицы из наблюдаемого состояния в виртуальное носит несколько "мистический" характер, тогда как в КТП виртуальная частица - это недеформированная фундаментальная струна, движущаяся с малыми углами атаки и нутации и потому имеющая малое сечение (вероятность) взаимодействия с детектором и не регистрируемая им.

Чтобы превратить *виртуальную* частицу в *наблюдаемую*, согласно КТП, надо либо деформировать ее, превратив в *частицу вещества*, либо *увеличить ее угол атаки β* , превратив ее в *гравитон*, либо *увеличить ее угол нутации θ* , превратив *частицу в фотон* (см. рис. 5). И наоборот, для виртуализации частицы необходимо и достаточно аннулировать ее деформацию, угол атаки β или угол нутации θ .

п. 8. Кинетическая теория поля (КТП) как возможный фундамент "Великого Объединения"

И еще об одной важной роли, которую играют в природе виртуальные фоновые частицы. По существу, такая частица ничем не отличается от фотона, имеющего близкий нулю угол нутации θ (см. рис. 5) и движущегося с близким нулю углом атаки β .

Поэтому используемые в современной литературе термины "*виртуальный фотон*", или "*продольный фотон*" вполне приемлемы и в КТП, ибо удачно отражают сущность введенной постулатом формы (глава II, §1) струнообразной фоновой частицы.

Для устойчивости виртуального ($\theta \ll 1$) фотона по отношению к внешним опрокидывающим моментам он должен обладать очень большой угловой скоростью $\dot{\phi}$ собственного вращения: с уменьшением последней (а именно это происходит, при осевых контактах ϕ - частицы с мишенями, см. главу III, §2, п. 3) угол нутации θ растет, прецессионный конус раскрывается, в результате чего частица может терять свою виртуальность, *постепенно* превращаясь во "все более наблюдаемую". В этом - еще одно отличие КТП от ТФВ, в последней частица или виртуальна или наблюдаема, а понятия "более виртуальна" или "менее виртуальна" отсутствуют. В кинетической же теории степень виртуально-

сти частицы определяется ее сечением взаимодействия того или иного вида (или величиной, обратно-пропорциональной сечению - ее проникающей способностью): чем меньше сечение (или, что то же самое, больше проникающая способность) частицы, тем выше "степень ее виртуальности" (или ниже "степень ее наблюдаемости").

Виртуальные фоновые частицы являются, очевидно, переносчиками не только рассмотренных выше гравитационной, антигравитационной, инерционной и электромагнитной информации, но и слабых и сильных взаимодействий. Эти же частицы могут быть материальными носителями информации биополевого характера (телепатия, телекинез и т.п.). Все это говорит в пользу того, что КТП - фундамент Великого Объединения полевых теорий.

Кроме того, КТП вносит определенную ясность в принципиально важный вопрос о структуре элементарных частиц вещества (см. рис. 5, глава II, §2, п. 1 г и глава III, §3).

§2. Электромагнитный квант

Как и виртуальная частица (ϕ), электромагнитный квант (γ) в рамках КТП модельно представим в виде недеформированной, быстро вращающейся с угловой скоростью $\bar{\phi}$ и движущейся поступательно со скоростью \bar{c} струны. Однако, в отличие от практически не прецессирующей или очень слабо прецессирующей ϕ - частицы, наблюдаемые кванты прецессируют с заметными углами нутации θ (см. рис. 3; 5).

Эта прецессия не обязана быть регулярной: взаимодействуя с фоном, квант, в принципе, может изменять угол нутации. Если эти изменения периодические (из состояния, близкого виртуальному с малым углом θ при вершине прецессионного конуса квант переходит к прецессии с большим углом θ , затем обратно возвращается к малому θ и т.д.), то с частотой этого процесса можно связать частоту ν_γ кванта. Тогда длина электромагнитной волны - расстояние между двумя ближайшими точками траектории кванта, в которые он приходит в одинаковых фазах (например, расстояние между двумя соседними точками, в которых $\theta = \theta_{\max}$, см., однако, интерпретации 29 и 38).

п. 1. Транзитная модель испускания и поглощения фотона

В макромеханике и в теории элементарных частиц никто не смешивает такие два совершенно разных понятия, как кинетическая энергия и ее материальный носитель. В качестве последнего могут выступать любые вещественные объекты (астероид, пуля, электрон и т.д.). Причем, кинетическая энергия просто не мыслится без соответствующего носителя (хотя обратное - возможный носитель энергии, ею, однако, не обладающий - вполне допустимо, например, пуля, лежащая на столе).

То же относится и к энергии потенциальной.

Иное дело - квантовая механика: в ней квант одновременно и порция энергии и ее материальный носитель. Поглощенный телом квант отдает ему свою энергию, вопрос же о том, **куда при этом девается носитель энергии** не обсуждается, также, как и вопрос - откуда источник света (например, нить лампы накаливания) черпает не излучаемую энергию (это ясно), а то огромное число носителей указанной энергии, которое мы наблюдаем (например, 100 ваттная лампа в секунду излучает примерно 10^{21} квантов)?

Подобные "наивные" вопросы возникают у мыслящего человека при изучении квантовой механики на каждом шагу. Аналогичные вопросы возникают и при изучении специальной и общей теорий относительности.

На многие из них отвечает КТП. Например:

1. **Вопрос:** что является материальным носителем энергии электромагнитного кванта?

Ответ: таким носителем является недеформированная, быстро вращающаяся вокруг своей оси и прецессирующая с заметным углом нутации фундаментальная струна.

2. **Вопрос:** куда девается носитель энергии кванта, поглощенного материальным объектом?

Ответ: отдав свою наблюдаемую энергию, прецессирующая (наблюдаемая) струна (фотон) превращается в непрецессирующую (виртуальную) частицу и, обладая в этом состоянии огромной проникающей способностью, покидает тело, оставаясь в ненаблюдаемой фазе.

3. **Вопрос:** откуда берет источник света то огромное количество квантов, которое он обычно излучает?

Ответ: излучение - процесс, обратный поглощению: войдя в источник, транзитная виртуальная фоновая частица может получить в нем поперечный опрокидывающий импульс, достаточный для ее "фотонизации", т.е. в источнике света некоторые виртуальные ϕ - частицы превращаются в наблюдаемые фотоны (т.н. *транзитная модель образования фотонов*).

Из транзитной модели, в частности, следует, что:

- 1) скорость виртуальных ϕ - частиц равна скорости света c (ибо поперечный импульс, опрокидывающий виртуальную частицу, не может изменить *осевой* составляющей ее скорости, направление которой в связи с флюгер-эффектом совпадает в виртуальном состоянии с осью самой частицы, а поскольку после фотонизации скорость равна c , то, значит, и до нее скорость была такой же),
- 2) скорость света не зависит от скорости источника. В СТО это утверждение постулировано, здесь же выяснена причина этого удивительного факта: увеличивая наблюдаемую энергию транзитной виртуальной частицы и превращая ее в фотон, источник, однако, не может изменить ее скорости (см. 1)).

Этот вывод подтверждается наблюдениями за тесными звездными парами. Он остается справедливым и для света, отраженного от зеркал, поверхностей планет и т.п. Объяснить этот не менее странный вывод нетрудно: падающий на поверхность отражающего тела фотон возбуждает (приводит в резкое движение, перебрасывает на другую орбиту) один из электронов этого тела (комpton-эффект). Сам фотон при этом виртуализируется и покидает тело.

Дальнейшее происходит как в обычном источнике: возбужденный электрон передает излишек своей энергии другой транзитной виртуальной ϕ - частице, превращая ее в то, что мы называем отраженным фотоном (обратный комpton-эффект).

Ясно, что и в этом случае скорость "отраженного" фотона индифферентна к скорости источника, которым здесь является отражающая поверхность.

Не меняя скорости фотона, движение источника накладывает, однако, отпечаток на энергию, полученную фотоном в этом источнике: если направления скоростей источника и фотона в РКС совпадают, то фотон дольше взаимодействует с быстро вращающимся перевозбужденным электроном источника и за большее время отбирает от электрона большую энергию, чем в аналогичном процессе с неподвижным источником (фиолетовое смещение).

Аналогичным рассуждением в случае противонаправленных движений фотона и источника получим красное смещение.

Приведем количественный вывод в рамках КТП эффекта Доплера для произвольных углов между скоростями фотона, приемника и источника.

п. 2. Эффект Доплера в рамках КТП

Транзитная ϕ - частица, проходя сквозь объем, эффективно занимаемый электроном, получает от этой деформированной (глава II, §2, п. 1 г) вращающейся с угловой скоростью ω_e частицы за время $t = l / c_{отн}$ ее нахождения в указанном объеме

$$n = \frac{\omega_e l}{2\pi c_{отн}}$$

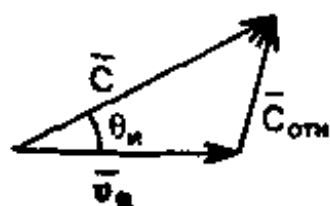
импульсов ($c_{отн}$ - скорость ϕ - частицы относительно электрона, найденная по классическому правилу сложения скоростей).

Таким образом, войдя в возбужденный электрон в виртуальном состоянии (т.е. с наблюдаемой энергией, близкой нулю), частица выйдет из него, приобретя энергию

$$\epsilon_\gamma = n \cdot \Delta\epsilon = \frac{\omega_e l}{2\pi c_{отн}} \cdot \Delta\epsilon, \quad (3.2.1)$$

где $\Delta\epsilon$ - энергия, переданная ϕ - частице электроном в результате одного контакта.

Из приведенной здесь векторной диаграммы скоростей в РКС имеем:



$$\begin{aligned} c_{отн}^2 &= c^2 + v_n^2 - 2 v_n c \cos\theta_n = \\ &= c^2 (1 + V_n^2 - 2V_n \cos\theta_n), \end{aligned} \quad (3.2.2)$$

где v_n - скорость электрона в РКС, c - скорость фотона, $V_n = v_n / c$.

Подставляя " $c_{отн}$ " из формулы (2) в формулу (1), имеем:

$$\epsilon_\gamma = \frac{\epsilon_\gamma^0}{\sqrt{1 + V_n^2 - 2V_n \cos\theta_n}}, \quad (3.2.3)$$

где $\epsilon_\gamma^0 = \frac{\omega_e l}{2\pi c} \Delta\epsilon$ - энергия кванта при $v = 0$. (3.2.4)

С учетом соотношения $\varepsilon_\gamma = h \nu$ из формулы (3) получим формулу зависимости частоты кванта от скорости источника в РКС:

$$\nu = \frac{\nu_0}{\sqrt{1 + V_H^2 - 2V_H \cos\theta_H}}, \quad (3.2.5)$$

откуда при $V_H = v_H/c \ll 1$ имеем:

$$\frac{\nu_0}{\nu} \approx 1 - V_H \cos\theta_H + \frac{V_H^2}{2} \sin^2\theta_H + O(V_H^3), \quad (3.2.6)$$

тогда как теория относительности дает:

$$\frac{\nu_0}{\nu} = \frac{1 - V_H \cos\theta_H}{\sqrt{1 - V_H^2}} \approx 1 - V_H \cos\theta_H + \frac{V_H^2}{2} + O(V_H^3), \quad (3.2.7)$$

что отличается от значения (6) на величину

$$\frac{V_H^2 \cos^2\theta_H}{2} \ll 1.$$

Если приемник также движется относительно своей локальной РКС (со скоростью \bar{v}_H ; $\theta_H = \angle \bar{v}_H, \bar{c}$), то общая величина доплеровского смещения частоты фотона будет зависеть и от v_H , а не только от v_H , как это следует из формулы (5). Для этого случая в рамках КТП нетрудно получить следующее обобщение формулы (5):

$$\nu \approx \nu_0 \frac{1 - V_H \cos\theta_H}{\sqrt{1 + V_H^2 - 2V_H \cos\theta_H}}. \quad (3.2.8)$$

п. 3. Теоретический вывод обобщенной формулы Бальмера

В спектроскопии широко известен факт группировки спектральных линий в так называемые спектральные серии, [14] и др.

В 1885 году швейцарским физиком И.Бальмером была предложена простая эмпирическая формула, по которой с высокой точностью можно было рассчитать энергию (частоту кванта),

соответствующую каждой линии в каждой серии атома водорода. В современных обозначениях эта формула выглядит так:

$$\varepsilon_{m, n} = R c h \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (3.2.9)$$

где $m = 1, 2, 3, 4, 5$ - номер серии,

$n = m + 1; m + 2; \dots$ - номер линии в серии,

c - скорость света,

h - постоянная Планка,

$R = 109677,576 \text{ см}^{-1}$ - так называемая постоянная Ридберга.

При $m = 1$ обобщенная формула Бальмера (9) дает серию Лаймана (в ультрафиолетовой части спектра), при $m = 2$ - исторически первую из обнаруженных серию Бальмера, при $m = 3; m = 4$ и $m = 5$, соответственно, серии Пашена, Брэкета и Пфунда в инфракрасной части спектра.

Как отмечалось, формула (9) дает высокоточные совпадения с наблюдениями, однако, ее современное теоретическое обоснование базируется на постулатах Бора, которые, в свою очередь, требуют физического осмысления (см. §5 настоящей главы).

В рамках же КТП эта формула может быть выведена *аналитически*, правда, ценой введения двух дополнительных гипотез, не лишенных, однако, наглядности и здравого смысла.

1 гипотеза: при осевых контактах (l - контакты глава II, §3, п. 3) угловая скорость $\dot{\phi}$ собственного вращения виртуальной частицы убывает, причем, после n -го такого контакта

$$\dot{\phi}_n = \frac{\dot{\phi}_1}{n}. \quad (3.2.10)$$

2 гипотеза: аналогично (но при N - контактах, см. там же) ведет себя угловая скорость $\dot{\psi}$ регулярной прецессии наблюдаемого фотона:

$$\dot{\psi}_m = \frac{\dot{\psi}_1}{m}, \quad (3.2.11)$$

где $\dot{\psi}_m$ - величина этой скорости после нормального контакта номер m .

В связи с известным (2.2.17) соотношением

$$\dot{\psi}_0 = \frac{3}{2} \eta^2 \dot{\phi},$$

где $\dot{\psi}_0 = \dot{\psi} \cos \theta$ - проекция угловой скорости прецессионного движения на ось струны, формулу (10) можно переписать в виде

$$\dot{\psi}_{on} = \frac{\dot{\psi}_{01}}{n}. \quad (3.2.12)$$

Первый осевой контакт ($n = 1$) частица испытывает в источнике виртуальных частиц (сверхновой, активном ядре галактики и т.п.), в результате чего она начинает свое движение в окружающем пространстве с линейной скоростью \bar{c} и угловой скоростью собственного вращения $\bar{\phi}_1$. Дальнейшие ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$) осевые контакты фиксированная фоновая частица испытывает крайне редко, ибо, как показано в главе II, §3, п. 5, сечение таких контактов, пропорциональное четвертой степени угла нутации, для виртуальных частиц чрезвычайно мало.

И вот такая n -кратно приторможенная в собственном вращении виртуальная частица попадает в источник света, где получает поперечный импульс, достаточный для ее опрокидывания, т.е. для превращения ее в наблюдаемый фотон. Этому опрокидывающему поперечному N -контакту естественно приписать номер $m = 1$.

Дальнейшие N -контакты ($m = 2; 3; \dots$), напротив, постепенно приводят фотон обратно в виртуальную фазу, после чего процесс может повторяться.

Если обозначить ϵ_{mn} энергию кванта, испытавшего к моменту его регистрации n осевых контактов и m поперечных, нормальных контактов, то с учетом формул (11), (12), (2.2.20) и рис. 3 будем иметь:

$$\epsilon_{mn} = \epsilon_N = \frac{A \dot{\psi}_N^2}{2} = \frac{A}{2} (\dot{\psi}_m^2 - \dot{\psi}_{on}^2) = \frac{A}{2} \left(\frac{\dot{\psi}_1^2}{m^2} - \frac{\dot{\psi}_{01}^2}{n^2} \right). \quad (3.2.13)$$

Поскольку виртуальному состоянию соответствует $\theta \approx 0$ и $\dot{\psi}_{01} = \dot{\psi}_1 \cos \theta = \dot{\psi}_1$, то отсюда имеем:

$$\epsilon_{mn} = \frac{A \dot{\psi}_0^2}{2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (3.2.14)$$

т.е. эмпирическую формулу Бальмера (9).

Приравнивая коэффициенты формул (9) и (14), с помощью значений (2.8.12), (2.8.3) и (2.8.5) фундаментальных констант μ , l и η соответственно, можно найти угловые скорости прецессии $\dot{\psi}_1$ и собственного вращения $\dot{\phi}_1$, неприторможенной ($n = 1$) осевыми контактами виртуальной фоновой частицы:

$$R c h = \frac{A \dot{\psi}_{0H}^2}{2} = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_{0H}^2}{24}, \quad (3.2.15)$$

откуда:

$$\dot{\psi}_{0H} = \sqrt{\frac{24 R c h}{\mu l^2}} \approx 5,7 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}, \quad (3.2.16)$$

$$\dot{\phi}_H = \frac{\dot{\psi}_{0H}}{\frac{3}{2}\eta^2} = 1,2 \cdot 10^{37} \text{ с}^{-1}, \quad (3.2.17)$$

это максимальные угловые скорости виртуальных фоновых частиц, которые могут быть "фотонизированы" за счет кинетической энергии атома электрона на первой боровской орбите атома водорода (H).

п. 4. Обобщение формулы Планка $\varepsilon = h \nu$

По существу, эта формула, также как и формула Бальмера, является эмпирической, входящая в нее постоянная Планка h - типичная экспериментальная константа, значение которой определено многими независимыми способами и до сих пор уточняется.

Если вспомнить, что энергия линейного осциллятора при постоянной амплитуде пропорциональна *квадрату* его частоты, то обсуждаемая формула предстанет как "странный" факт, требующий хотя бы *теоретического* осмысления на качественном уровне, а лучше - строгого *аналитического* доказательства.

С точки зрения кинетической теории поля (КТП), энергия ε_γ фотона γ - это наблюдаемая энергия ε_N прецессионного движения фундаментальной недеформированной струны (2.2.20):

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_N = \frac{A \dot{\psi}_N^2}{2} = \frac{A \dot{\psi}_0^2}{2} \text{tg}^2 \theta. \quad (3.2.18)$$

Осевой контакт, уменьшающий (см. 10) угловую скорость $\dot{\phi}$ собственного вращения и, соответственно, (см. 12) проекцию $\dot{\psi}_0$ угловой скорости прецессии на ось струны, - событие весьма редкое для фиксированного фотона. Поэтому в течение доста-

точно длительного промежутка времени между двумя такими событиями естественно считать $\dot{\psi}_0 = \text{const}$.

Для низкоэнергичных фотонов (т.е. при малых углах нутации θ , см. формулу 18) из рис. 3 имеем:

$$\varepsilon_\gamma = \frac{A}{2}(\dot{\psi}^2 - \dot{\psi}_0^2) \approx A \dot{\psi}_0(\dot{\psi} - \dot{\psi}_0) = h \nu, \quad (3.2.19)$$

где принято: $h = A \dot{\psi}_0 = \text{const}$; $\nu \approx \frac{\dot{\psi} - \dot{\psi}_0}{2\pi}$; $\hbar = 2\pi h$.

Таким образом, в КТП формула Планка $\varepsilon = h \nu$ справедлива лишь для фотонов с относительно малой энергией.

Соответствующую формулу для фотонов *любого* энергетического диапазона (обобщение формулы Планка) легко получить из точных равенств системы (19):

$$\varepsilon_\gamma = \frac{A}{2}(\dot{\psi} - \dot{\psi}_0) \cdot (2\dot{\psi}_0 + (\dot{\psi} - \dot{\psi}_0)) = A \dot{\psi}_0(\dot{\psi} - \dot{\psi}_0) \left(1 + \frac{\dot{\psi} - \dot{\psi}_0}{2\dot{\psi}_0}\right),$$

откуда

$$\varepsilon_\gamma \approx h \nu \left(1 + \frac{h \nu}{2m_e c^2}\right), \quad (\text{см. 32 и 44}). \quad (3.2.20)$$

Обозначив

$$\tilde{\varepsilon}_\gamma = \frac{2\varepsilon_\gamma}{m_e c^2} \quad \text{и} \quad E = \frac{2h \nu}{m_e c^2},$$

будем иметь

$$\tilde{\varepsilon}_\gamma = E \left(1 + \frac{E}{4}\right). \quad (3.2.21)$$

Сравнивая обобщенную формулу Планка (20) с приближенной формулой $\varepsilon = h \nu$ мы видим, что относительная погрешность последней

$$\delta\varepsilon_\gamma = \frac{\varepsilon_\gamma - h \nu}{\varepsilon_\gamma} = \frac{h \nu}{h \nu + 2m_e c^2} \quad (3.2.22)$$

близка нулю при $h \nu \ll m_e c^2$ и достигает почти 100% при $h \nu \gg m_e c^2$. В последнем случае из формулы (20) имеем естественное для линейного осциллятора соотношение $\varepsilon_\gamma \sim \nu^2$.

**п. 5. Электромагнитная волна. Волна де Бройля.
"Постоянная" Планка как функция фундаментальных
параметров КТП**

Если, как и раньше, (см., например, 18) интерпретировать энергию кванта ϵ_γ как наблюдаемую энергию ϵ_N прецессионного движения недеформированной фундаментальной струны, а частоту кванта ν (в отличие от интерпретации 19) - как частоту его контактов с фоном, то есть (см. 19 - 21 и 2.3.13)

$$\nu = n_\gamma c \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \frac{1}{\pi \cos \theta} = \frac{n_\gamma c l^2 \sin^2 \theta}{4 \cos \theta}, \quad (3.2.23)$$

то с учетом формул (20), (18), (19), (2.8.12) и (2.3.21) имеем

$$\frac{\epsilon_\gamma}{\nu} = \frac{\epsilon_\gamma}{\nu} = \frac{4\mu l^2 \dot{\psi}_0^2 \operatorname{tg}^2 \theta \cos \theta}{24n_\gamma c l^2 \sin^2 \theta} = 2 \frac{m_e c}{n_\gamma l^2} \sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma}. \quad (3.2.24)$$

Как отмечалось в предыдущем подпункте (4), при $\tilde{\epsilon}_\gamma \ll 1$ отношение (ϵ_γ / ν) следует интерпретировать как "постоянную" Планка, т.е.

$$h = \frac{2m_e c}{n_\gamma l^2}. \quad (3.2.25)$$

Отсюда с учетом значения (2.8.3) имеем:

$$n_\gamma = 1,4 \cdot 10^{30} \text{ см}^{-3}, \quad (3.2.26)$$

что совпадает с найденным ранее значением (2.8.10). При такой интерпретации частоты (ν_γ) кванта, получим относительную погрешность $\delta\epsilon_\gamma$ замены точного равенства (24)

$$\epsilon_\gamma = h \nu_\gamma \sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma} \quad (3.2.27)$$

приближенным $\epsilon_\gamma = h\nu_\gamma$ в виде:

$$\delta\epsilon_\gamma = \frac{h\nu_\gamma \sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma} - h\nu_\gamma}{h\nu_\gamma \sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma}} = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma}} \quad (3.2.28)$$

т.е. и здесь как и в случае (22) при $\tilde{\epsilon}_\gamma \ll 1$ имеем $\delta\epsilon_\gamma \approx 0$, а при $\tilde{\epsilon}_\gamma \rightarrow \infty$ получим $\delta\epsilon_\gamma \rightarrow 100\%$.

Итак, имеется две кинетических интерпретации как постоянной Планка, так и частоты кванта. Одна из них (19) определяет эти величины с помощью *внутренних* характеристик прецессирующей струны:

$$\hbar = A \dot{\psi}_0 = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_0}{12}; \quad v = \frac{\dot{\psi} - \dot{\psi}_0}{2\pi}; \quad (3.2.29)$$

другая (25), (23) связывает их с характеристиками n_V и с *внешнего* фона.

Для квантов малых энергий $\epsilon_V \ll m_e c^2$ имеем (см. 19):

$$v = \frac{l}{2\pi} (\dot{\psi} - \dot{\psi}_0) = \frac{\dot{\psi}_0}{2\pi} \left(\frac{l}{\cos\theta} - 1 \right) = \frac{\dot{\psi}_0}{2\pi} \frac{2\sin^2(\theta/2)}{\cos\theta} \approx \frac{\dot{\psi}_0 \sin^2\theta}{4\pi \cos\theta}, \quad (3.2.30)$$

что совпадает с частотой (23) контактов кванта с фоновыми частицами при

$$\dot{\psi}_0 = \pi n_V c l^2 = 7,8 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1} \quad (3.2.31)$$

(здесь использовано значение n_V из (26)).

То же значение (31) получим для $\dot{\psi}_0$, приравняв \hbar из (29) и $\hbar/2\pi$ из (25). Отсюда с учетом значения l из (2.8.3) имеем (ср. 3.2.44):

$$\frac{l \dot{\psi}_0}{2} = c. \quad (3.2.32)$$

Из последних двух равенств получим выражение для среднего числа фоновых частиц в кубе с ребром l :

$$n_V l^3 = \frac{2}{\pi} \approx 0,64. \quad (3.2.33)$$

Таким образом, в рамках КТП квант электромагнитной волны - это не просто движущаяся со скоростью \bar{c} недеформированная прецессирующая струна, как было декларировано выше. Весьма существенно то обстоятельство, что этот объект периодически контактирует с фоновыми частицами (короче - с фоном). Частота (23) этих контактов интерпретируется как частота кванта, а, следовательно, путь, пройденный квантом между двумя последовательными такими контактами - как длина λ электромагнитной волны (см. 23):

$$\lambda = \frac{c}{v} = \frac{4}{n_V l^2} \frac{\cos\theta}{\sin^2\theta} = 2\pi l \frac{\cos\theta}{\sin^2\theta}. \quad (3.2.34)$$

Такова, вкратце, кинетическая интерпретация кванта электромагнитной волны и его основных характеристик - энергии, частоты и длины волны.

Перейдем к рассмотрению *волны де Бройля*. Последняя отличается от электромагнитной волны тем, что у нее носителями энергии являются частицы *вещества*, (т.е., см. глава II, §2, п. 1 г, частицы деформированные), движущиеся со скоростью $v < c$. Что же касается параметров волны де Бройля (ее частоты, длины волны), то, как показано ниже, их кинетический смысл идентичен кинетической интерпретации соответствующих характеристик волны электромагнитной.

Рассмотрим тело с массой покоя M_0 , движущееся в РКС со скоростью \bar{v} .

Из всех фоновых частиц (движущихся в РКС, как известно, со скоростью \bar{c}) наибольший угол аберрации (угол $\theta_v = \angle \bar{c}, \bar{c}_v = \angle \bar{l}, \bar{c}_v$ между фоновой частицей \bar{l} и вектором \bar{c}_v ее скорости относительно тела, см. рис. 8) будет у тех частиц, относительная скорость которых перпендикулярна вектору \bar{v} .

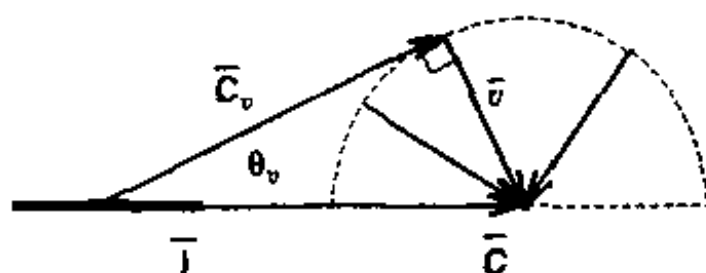


Рис. 8. Максимальный угол аберрации.

Этот максимальный угол определяется равенством

$$\sin \theta_v = \frac{v}{c} = V, \quad (3.2.35)$$

именно с такими частицами тело контактирует наиболее часто. При $v = 0$ имеем $\sin \theta_0 \approx 0$, ибо речь идет о виртуальных фоновых частицах.

Сечение контакта такой частицы с электроном, движущимся в РКС со скоростью \bar{v} , найдем по формуле, аналогичной соотношению (3.2.43):

$$\sigma_k^{e\varphi} = 2\sigma_e P(K/B) = 2 \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta_v \cdot \frac{t}{\tau}, \quad (3.2.36)$$

или, с учетом формул (35) и (3.2.45),

$$\sigma_k^{эф} = \frac{l^2 V^2}{2 \sqrt{1-V^2}}. \quad (3.2.37)$$

Тогда частоту ($\nu_k^{эф}$) контактов движущегося электрона с фоном найдем с помощью соотношений (2.3.37) и (37):

$$\nu_k^{эф} = n_{\nu} c \sigma_k^{эф} = \frac{1}{2} n_{\nu} c l^2 \frac{V^2}{\sqrt{1-V^2}}. \quad (3.2.38)$$

Из (2.3.48) следует, что частота $\nu_k^{Мф}$ контактов тела с фоном пропорциональна массе M_0 тела, т.е.

$$\nu_k^{Мф} = \nu_k^{эф} \frac{M_0}{m_e} = \frac{1}{2} \frac{n_{\nu} c l^2 V^2 M_0}{m_e \sqrt{1-V^2}} = \frac{M_0}{h} \frac{v^2}{\sqrt{1-V^2}}, \quad (3.2.39)$$

где использовано выражение (25) постоянной Планка через фундаментальные константы КТП.

Аналогично формуле (34) определим длину λ_k^M волны де Бройля как путь, пройденный телом между его двумя последовательными контактами с фоном:

$$\lambda_k^M = \frac{v}{\nu_k^{Мф}} = v : \frac{M_0 v^2}{h \sqrt{1-V^2}} = \frac{h}{M_0 v} \sqrt{1-V^2} = \frac{h}{M_v v}, \quad (3.2.40)$$

где (см. доказательство в §3, п. 2)

$$M_v = \frac{M_0}{\sqrt{1-V^2}}. \quad (3.2.41)$$

масса тела, соответствующая его скорости v в РКС (растущая с ростом v , ибо при этом увеличивается частота контактов тела с фоном, а, следовательно, см. формулу (2.3.48), и его масса).

Формула (40) - известное соотношение, связывающее массу тела, его скорость и длину возникающей при этом волны де Бройля.

Формула (41) - известная из СТО зависимость массы тела от его скорости, доказанная в главе III, §3, п. 1.

Следует, однако, отметить, что при полном *формальном* совпадении, соотношения (40) и (41) отличаются от соответствующих формул современной физики тем, что в последних под скоростью \bar{v} тела понимается его скорость в любой инерциальной системе отсчета, тогда как в формулах (40) и (41) \bar{v} - скорость тела в РКС (т.е. в каком-то смысле "абсолютная скорость тела" - его скорость в той местной, локальной координатной системе, относительно начала которой фон изотропен и незавихрен).

п. 6. Сечение комптоновского рассеяния в рамках КТП (кинетический аналог формулы Клейна-Нишины-Тамма)

Приведенная в главе II, §2, п. 1 в, модель фотона (движущаяся со скоростью \bar{c} быстро вращающаяся вокруг своей оси, прецессирующая недеформированная струна, см. рис. 3), позволяет получить зависимость сечения рассеяния фотона на электроне от энергии фотона, применяя методику, аналогичную рассуждениям (2.3.10) - (2.3.19).

Упомянутое рассеяние (событие "P") невозможно без контакта ("K") между взаимодействующими частицами, контакт же, в свою очередь невозможен без входа ("B") мишени в основание прецессионного конуса фотона площадью

$$\sigma_{geom} = \sigma_g = \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta. \quad (3.2.42)$$

Поэтому искомое сечение σ_p рассеяния фотона на электроне найдем как

$$\sigma_p = 2\sigma_g P(K/B) P(P/K) = \begin{cases} 2 \left(\frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \right) \left(\frac{t}{\tau} \right) P(P/K), & t < \tau \\ 2 \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \cdot 1 \cdot P(P/K), & t \geq \tau \end{cases} \quad (3.2.43)$$

где: 2 - коэффициент, отражающий тот факт, что прецессионный конус двойной;

$t = l/c$ - длительность пребывания фотона в зоне электрона;

$\tau = 2\pi / \dot{\psi} = (2\pi \cos \theta) / \dot{\psi}_0$ - период прецессионного движения фотона;

$$P(K/B) = \begin{cases} \frac{t}{\tau}, & t < \tau \\ 1, & t \geq \tau \end{cases} \quad - \text{вероятность контакта ("K")} \\ \text{при условии входа ("B");}$$

$P(P/K)$ - вероятность рассеяния при условии контакта.

Из соотношения $\hbar = A \dot{\psi}_0$ (19) с учетом значений (2.2.6) и (15.4) имеем:

$$\hbar = \frac{\mu l^2 \dot{\psi}_0}{12} = \frac{m_e l^2 \dot{\psi}_0}{4}, \quad (3.2.44)$$

откуда (ср. 32):

$$\frac{l \dot{\psi}_0}{2} = \frac{2\hbar}{m_e l} = c.$$

С помощью последнего равенства получим:

$$\frac{t}{\tau} = \frac{l \dot{\psi}_0}{c 2\pi \cos\theta} = \frac{1}{\pi \cos\theta}. \quad (3.2.45)$$

Ясно, что рассеяние фотона происходит в результате его *нормального* (N) контакта с электроном. Но по определению N -контакта, возникающий при нем обменный импульс \bar{p} перпендикулярен каждой из взаимодействующих фундаментальных струн в момент контакта:

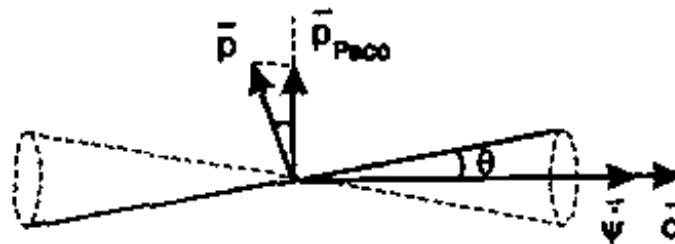


Рис. 9. Обменный импульс, действующий на неполяризованный ($\bar{\psi} | \bar{c}$) фотон.

Нетрудно, однако, понять, что величина рассеяния будет пропорциональна не всему обменному импульсу p , а лишь той его составляющей (\bar{p}_{racc}), которая перпендикулярна вектору \bar{c} скорости фотона до рассеяния, т.е. (см. рис. 9):

$$P(P/K) \sim \cos\theta. \quad (3.2.46)$$

Кроме того, положение взаимодействующих частиц в момент контакта случайно, а, следовательно, и направление движения фотона после каждого контакта (акта рассеяния) тоже случайно. Поэтому есть определенная вероятность того, что в результате последующих контактов будет частично или даже полностью компенсировано то рассеяние, которое получил фотон в результате контактов предыдущих, причем, с ростом числа контактов вероятность этих *компенсационных эффектов* увеличивается, т.е. вероятность рассеяния убывает.

С другой стороны ясно, что рост числа контактов фиксированного электрона с фиксированным фотоном происходит, в частности, при увеличении энергии ϵ_γ последнего.

Значит, (см. формулу 18),

$$P(P/K) \sim \frac{1}{\epsilon_\gamma} = \frac{1}{\epsilon_0 \operatorname{tg}^2 \theta}, \quad (3.2.47)$$

где обозначено: $\epsilon_0 = \frac{A \dot{\psi}_0^2}{2}$.

Поскольку термины "снаряд" и "мишень" условны (все зависит от выбора лабораторной системы отсчета), то аналогичное убывание вероятности рассеяния должно наблюдаться и с ростом энергии "покоя" рассеивающей частицы - факт, известный из теории комптоновского рассеяния и из эксперимента.

Таким образом, причиной наблюдаемого убывания сечения комптоновского рассеяния с ростом энергии каждой из взаимодействующих частиц является приведенный выше компенсационный эффект.

Подставляя соотношения (45), (46) и (47) в формулу (43), получим следующее выражение для сечения σ_p комптоновского рассеяния:

$$\sigma_p = \begin{cases} 2 \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \cdot \frac{1}{\pi \cos \theta} \cdot q \cdot \frac{\cos \theta}{\epsilon_0 \operatorname{tg}^2 \theta}, & \text{при } \cos \theta > \pi^{-1}, \\ 2 \frac{\pi l^2}{4} \sin^2 \theta \cdot 1 \cdot q \cdot \frac{\cos \theta}{\epsilon_0 \operatorname{tg}^2 \theta}, & \text{при } \cos \theta \leq \pi^{-1}, \end{cases} \quad (3.2.48)$$

где q - коэффициент пропорциональности, который нетрудно найти из известного условия $\sigma_p|_{\theta=0} = \sigma_T$ (сечение рассеяния низ-

коэнергичного фотона на неподвижном электроне равно сечению σ_T томсоновского рассеяния):

$$\sigma_T = \frac{l^2}{2 \epsilon_0} q, \text{ т.е. } q = \frac{2\epsilon_0 \sigma_T}{l^2}. \quad (3.2.49)$$

Подставляя это значение q в формулу (48), имеем:

$$\sigma_p = \begin{cases} \sigma_T \cos^2 \theta, & \text{при } \cos \theta > \pi^{-1}, \\ \sigma_T \pi \cos^3 \theta, & \text{при } \cos \theta \leq \pi^{-1}, \end{cases} \quad (3.2.50)$$

или, обозначив $\tilde{\sigma}_p = \sigma_p / \sigma_T$,

$$\tilde{\sigma}_p = \begin{cases} \cos^2 \theta, & \text{при } \cos \theta > \pi^{-1}, \\ \pi \cos^3 \theta, & \text{при } \cos \theta \leq \pi^{-1}. \end{cases} \quad (3.2.51)$$

Входящий сюда $\cos \theta$ легко выразить через безразмерную энергию

$$\tilde{\epsilon}_\gamma = \frac{\epsilon_\gamma}{\epsilon_0} = \frac{2\epsilon_\gamma}{A \psi_0^2} = \frac{2\epsilon_\gamma}{m_e c^2} = \text{tg}^2 \theta$$

с помощью соотношения (см. 2.3.21)

$$\cos^2 \theta = \frac{1}{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma}. \quad (3.2.52)$$

Строго говоря, формулы (51) и (52) решают поставленную выше задачу отыскания кинетического аналога формулы Клейна-Нишины-Тамма, однако, результаты расчетов по этим формулам пока несопоставимы.

Дело в том, что точные равенства (20) и (21), связывающие ϵ_γ и $h \nu$, в современной науке не используются: формулу Планка $\epsilon_\gamma = h \nu$ применяют во всем энергетическом диапазоне, а не только в области $\epsilon_\gamma \ll m_e c^2$, где она выполняется достаточно точно (иными словами заменяют ϵ_γ на $h \nu$, то есть $\tilde{\epsilon}_\gamma$ на E).

Поэтому для получения сопоставимых результатов сделаем то же самое: в формуле (52) заменим $\tilde{\epsilon}_\gamma$ на E , которое, в свою очередь, найдем из квадратного уравнения (21).

Проделав это, получим:

$$\cos^2 \theta = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{1 + \tilde{\epsilon}_\gamma} - 1}; \quad (3.2.53)$$

Приведем результаты расчетов по формулам (51) и (53), и для сравнения - по формуле Клейна-Нишины-Тамма (2.3.66):

e_1	0,04	0,1	0,2	0,4	1,0	2,0	4,0	10	20	40	100	200
σ_p	0,962	0,911	0,840	0,732	0,547	0,406	0,288	0,178	0,122	0,077	0,038	0,022
$\sigma_{К.Н.Т}$	0,962	0,912	0,841	0,737	0,562	0,431	0,314	0,191	0,123	0,075	0,038	0,022
δ	$<10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$<10^{-2}$	$<10^{-2}$

Нижней строкой даны относительные погрешности

$$\delta = \frac{\tilde{\sigma}_{К.Н.Т} - \tilde{\sigma}_p}{\tilde{\sigma}_{К.Н.Т}},$$

не превышающие, как видно из таблицы, восьми процентов.

Возможно, что методика расчета сечения рассеяния электромагнитного кванта на электроне по формулам (51) и (53) требует некоторого уточнения, однако, уже сейчас ясно, что приведенные в главе II, §2, п.п. 1 в, г *модельные представления о фотоне, как о недеформированной прецессирующей струне, позволяют получать далеко не тривиальные результаты, в деталях адекватные наблюдениям.* Сами формулы (51); (53) существенно проще формулы Клейна-Нишины-Тамма (2.3.66), а их вывод не требует сложного аппарата квантовой механики.

Все это говорит в пользу постулата формы и принятых модельных представлений.

§3. Элементарные частицы вещества

п. 1. Кинетический смысл терминов "энергия и масса покоя" элементарной частицы. Тензор массы. Продольная и поперечная масса. Сущность сверхпроводимости и сверхтекучести. Управление гравитацией. Гравитационный "вечный двигатель"

В главе II, §2, п. 1 г показано, что в рамках КТП любая стабильная элементарная частица *вещества* модельно представима в виде тонкой *деформированной* быстро вращающейся вокруг

проходящей через ее центр тяжести оси и находящейся в равновесии под действием деформирующих ее центробежных сил и препятствующих этому сил упругости.

Таким образом, частицы вещества модельно отличаются от рассмотренных в §1 и §2 настоящей главы квантов - носителей энергии гравитационного, электромагнитного и других *полей* тем, что кванты представляются в виде струн *недеформированных*.

С другой стороны, известно, что частицы вещества *обладают* энергией покоя, а кванты - *нет*. Значит, с энергией ϵ_n^0 покоя частицы, следует связать именно потенциальную энергию ϵ_n^n упругой деформации соответствующей струны с "n" узлами и при известных условиях равную ей по теореме вирнала кинетическую энергию ϵ_n^k упомянутого выше "наблюдаемого" вращения:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_n^n &= \epsilon_n^k = \frac{1}{2} m_n^0 c^2 \\ \epsilon_n^0 &= \epsilon_n^n + \epsilon_n^k = m_n^0 c^2 \end{aligned} \right\} \quad (3.3.1)$$

Масса покоя m_n^0 определяется тогда отношением

$$m_n^0 = \frac{\epsilon_n^0}{c^2}, \quad (3.3.2)$$

причем, $n = 2$ соответствует нейтрино, $n = 3$ - электрону, $n = 4$ - нуклону (см. глава II, §2, п. 1 г).

Таким образом, нет деформации - нет в указанном смысле ни массы, ни энергии покоя.

Однако, обычная (инерционная) масса μ есть и у недеформированной частицы, хотя при взаимодействиях, как правило, проявляется лишь ничтожная ее часть, ибо наблюдаемый импульс такой частицы пропорционален синусу ее угла атаки в лабораторной координатной системе (см. 2.2.1), который для огромного большинства частиц весьма мал. Исключением являются фотоны большой энергии и фоновые частицы в координатной системе быстро движущегося относительно РКС объекта. В последнем случае усиленное взаимодействие объекта с ϕ - частицами

приводит к его лоренцеву сокращению и к другим эффектам СТО, см. п. 2 настоящего параграфа.

Из формулы (1) видно, что энергия покоя $m_n^0 c^2$ элементарной частицы вещества определяется равенством

$$m_n^0 c^2 = 2 \varepsilon_n^k = \frac{\mu \tilde{v}_n^2}{\sqrt{1 - V_n^2}}, \quad (3.3.3)$$

где $n = 2; 3; 4$ - число узлов соответствующей фундаментальной струны,

\tilde{v}_n^2 - "средний квадрат" линейной скорости вращения элементов деформированной струны,

$$V_n = \tilde{v}_n / c.$$

Отсюда ясно, что масса покоя

$$0 \leq m_n^0 = \frac{\mu V_n^2}{\sqrt{1 - V_n^2}} < \infty \quad (3.3.4)$$

при $0 \leq V_n < 1$ (если струна недеформирована, то $V_{0,1} = 0$ и, соответственно, $m_{0,1}^0 = 0$, т.е. и φ - частица, не имеющая узлов ($n = 0$), и фотон ($n = 1$) не имеют массы покоя).

Из последней формулы следует, что масса покоя m_n^0 деформированной быстро вращающейся струны может быть как больше ее фундаментальной массы μ (при $V_n > \sqrt{\frac{\sqrt{5}-1}{2}} = 0,786$), так и меньше (при $V_n < 0,786$).

Кроме того, само понятие инертной массы, как постоянного для рассматриваемого объекта отношения действующей на него силы к приобретенному ускорению, требует в рамках КТП уточнения.

Действительно, частица - мишень, массу которой мы экспериментально определяем с помощью указанного отношения, имеет в КТП форму *сильно вытянутой* деформированной или недеформированной струны, ускорение которой при ее взаимодействии с параллельным потоком снарядов зависит, кроме всего прочего, от угла между ее осью симметрии и вектором скорости потока в координатной системе мишени. Если этот угол мал, то и ускорение мишени также будет мало, ибо в этом случае малы и частота контактов, и импульс, полученный мишенью при каждом из них. Максимальное ускорение мишень получит тогда, когда указанный угол будет прямым.

Короче говоря, в одном и том же потоке снарядов мишень получит разные ускорения в зависимости от ориентации ее оси относительно потока, что в свете приведенного выше определения инертной массы будет воспринято внешним наблюдателем как зависимость последней от направления действующей на мишень силы.

Таким образом, для *внешнего наблюдателя* масса вытянутой частицы приобретает *тензорный* характер, хотя по существу остается скаляром.

Максимальный компонент тензора массы назовем "*продольная масса* μ_{\parallel} ", а минимальный компонент этого тензора - "*поперечная масса* μ_{\perp} ".

Отношение

$$q = \frac{\mu_{\parallel}}{\mu_{\perp}} \geq 1 \quad (3.3.5)$$

назовем коэффициентом анизотропии массы μ .

Для недеформированной или слабо деформированной фундаментальной струны $q \gg 1$; для атомного ядра (§4, п. 1), особенно при малых A , $q > 1$; для сильно деформированной струны $q \approx 1$; в изотропном макрообъекте мишени ориентированы случайным образом, поэтому для такого объекта тензор массы - шаровой, а, следовательно, масса этого объекта характеризуется одним числом - обычной скалярной массой, и $q = 1$.

Интересные эффекты можно было бы наблюдать, если бы удалось у макрообъекта нарушить упомянутую изотропность, названную в главе II, §2 (см. замечание после формулы 2.2.37) *изотропностью в спиновом пространстве*.

Ясно, например, что если при прохождении тока в металле *спин мишени* (ядра атома) коллинеарен вектору скорости снаряда (электрона проводимости), то такая мишень окажет движению электрона существенно меньшее сопротивление, чем та же мишень при ее случайной ориентации. Именно в этом заключается сущность *сверхпроводимости*: спиновое пространство атомных ядер сверхпроводника организовано так, что спин каждого из них расположен по касательной к траектории электрона проводимости. Поскольку тепловое движение ядер нарушает указанную ориентацию, ее сохранению способствует низкая температура проводника... *Сверхтекучесть* имеет ту же природу.

Рассмотрим теперь вещественный макрообъект, анизотропный в спиновом пространстве. Последнее означает, что суще-

ствуется вектор \vec{S} , коллинеарно которому преимущественно расположены оси атомных ядер этого объекта, см. §4, п. 1 настоящей главы. Можно ожидать, что вес \vec{P} такого тела будет зависеть от угла между \vec{S} и \vec{P} (P будет максимальным при $\vec{S} \perp \vec{P}$ и минимальным при $\vec{S} \parallel \vec{P}$). Тогда, меняя направление вектора \vec{S} , можно будет управлять гравитацией...

Далее, нетрудно представить такую ориентацию атомных ядер макрообъекта, при которой на него со стороны гравитационного поля (или, в терминах КТП, со стороны искривленных потоков фоновых частиц, см. главу II, §6, п.п. 2, 3) будет действовать сила, стремящаяся этот объект повернуть вокруг вертикальной оси. Для этого достаточно ориентировать ядра относительно потоков φ -частиц аналогично тому, как ориентированы лопатки турбины относительно приводящего ее во вращение потока пара или воды. Тогда при наличии соответствующей степени свободы макрообъект начнет вращаться. Это "вечное" движение (до износа трущихся деталей) будет происходить за счет энергии, отобранной макрообъектом от фона (т.н. "промышленный ОФЭ").

Приведенный перечень примеров возможного использования анизотропии макрообъектов в спиновом пространстве вряд ли является исчерпывающим, его можно без труда продолжить. Что касается соответствующих сенсационных экспериментов (высокотемпературная сверхпроводимость, управление гравитацией, гравитационный вечный двигатель и т.п.), то дело за "малым": остается научиться организовывать по своему усмотрению спиновое пространство всевозможных макрообъектов и сохранять его. Некоторые шаги в этом направлении нами уже сделаны.

п. 2. Лоренцево сокращение и другие эффекты специальной теории относительности на уровне элементарных частиц, их физические причины и количественный вывод

а) Лоренцево сокращение

В отличие от СТО, где лоренцево сокращение считается чисто координатным преобразованием, в КТГ оно рассматривается как *реальное* уменьшение длины тела в направлении его движения в РКС.

Обсудим возможные физические причины этого явления.

Как известно из главы II, §2, п. 1 г, элементарная частица вещества может быть представлена в виде деформированной, быст-

ро вращающейся вокруг проходящей через ее центр тяжести оси и находящейся в равновесии под действием деформирующих ее центробежных сил и препятствующих этому сил упругости (подобные системы будем называть равновесными упруго-кинетическими системами, или, для краткости, РУКС).

Простейшей моделью РУКС является система из двух соединенных пружиной грузов, имеющих возможность перемещаться без трения вдоль стержня и вращающихся вокруг перпендикулярной этому стержню оси.

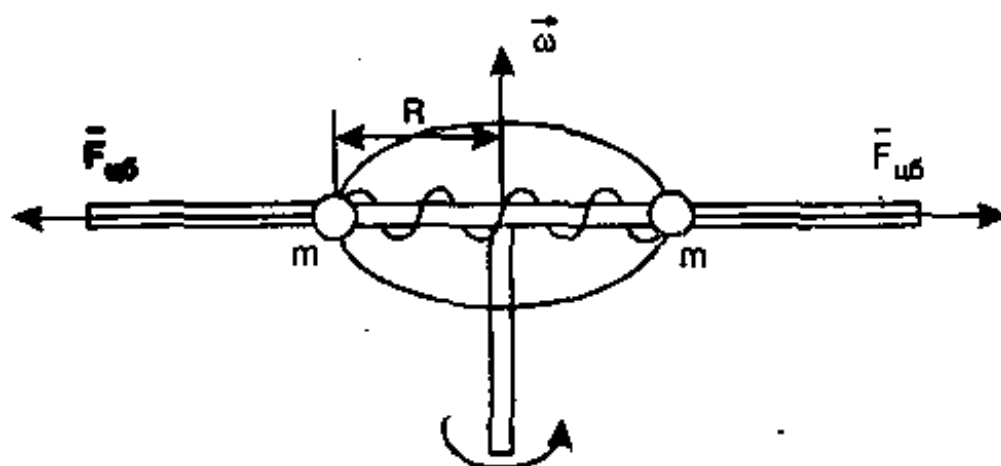


Рис. 10. Простейшая модель РУКС.

В обозначениях, ясных из рисунка, имеем:

$$F_{цб} = m\omega^2 R; F_{упр} = g \cdot 2R,$$

(g - коэффициент жесткости, $2R$ - деформация пружины). Из условия равновесия имеем $F_{цб} = F_{упр}$, откуда - единственная угловая скорость, при которой возможно равновесие:

$$\omega_p^2 = \frac{2g}{m} = \text{const.} \quad (3.3.6)$$

Нетрудно показать, что эта частота *устойчива* (как в регуляторе Уатта): например, ее кратковременное *увеличение* в результате подействовавшего на систему *внешнего* момента импульса приведет к росту $F_{цб}$, равновесие нарушится ($F_{цб} > F_{упр}$), грузы начнут расходиться, пока равновесие не восстановится на *новом энергетическом уровне*.

В процессе взаимного удаления масс, по закону сохранения момента, ω уменьшится до прежнего значения ω_p .

Постоянство угловой скорости системы не означает постоянства ее кинетической энергии E_k , последняя зависит еще и от радиуса R :

$$E_k = 2 \frac{m \omega^2 R^2}{2} = F_{цб} R.$$

Интересно отметить также, что потенциальная энергия E_n такой системы равна ее кинетической энергии:

$$E_n = \int_0^{2R} g x dx = 2gR^2 = F_{упр} = F_{цб} R \quad (3.3.7)$$

(частный случай теоремы вириала).

Таким образом, полная внутренняя энергия E РУКС равна сумме одинаковых по величине ее кинетической и потенциальной энергии:

$$E = E_k + E_n = 2E_k. \quad (3.3.8)$$

Выводы, полученные для изображенной выше простейшей модели РУКС, вполне применимы и к любой подобной системе, в частности, к упругой деформированной быстро вращающейся фундаментальной струне.

В качестве примера рассмотрим классическую (нерелятивистскую) струну с тремя узлами (т.е. электрон по классификации главы II, §2, п. 1 г).

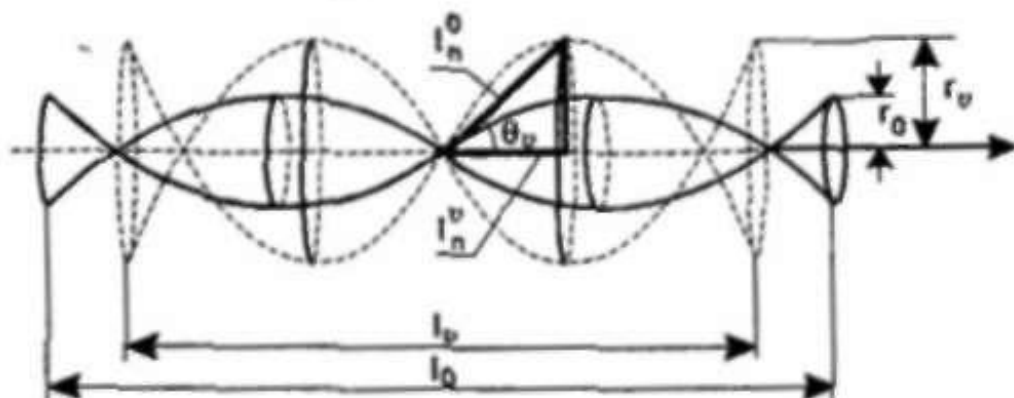


Рис. 11. Лоренцево сокращение фундаментальной струны.

Пусть l - длина струны, l_v - ее длина, соответствующая скорости электрона в РУКС, равной \bar{v} , (см. рис. 11).

Согласно формуле (8), полная внутренняя энергия электрона (его энергия покоя $m_0 c^2$) есть сумма равных между собой по-

потенциальной энергии упруго деформированной струны ϵ_n^0 и кинетической энергии ϵ_k^0 ее вращения, т.е.

$$\epsilon_k^0 = \epsilon_n^0 = \frac{m_0 c^2}{2}. \quad (3.3.9)$$

Потенциальная энергия и соответствующая ей деформация "неподвижной" в РКС струны определяются ее энергетическим равновесием с фоном.

При движении струны в РКС средняя энергия фоновых частиц в ее координатной системе увеличивается, и энергетическое равновесие струны с фоном устанавливается на новом, более высоком уровне. При этом увеличиваются кинетическая энергия вращения струны, равная ей потенциальная энергия и соответствующая деформация.

Деформация же упругой системы пропорциональна нагрузке. При взаимодействии движущейся струны с фоновыми частицами роль деформации играет прогиб r_v (см. рис. 11) роль нагрузки - импульсы, действующие на струну со стороны контактных с ней встречных фоновых частиц, причем, эти импульсы пропорциональны скорости v струны в РКС. Таким образом, при $r_0 \ll r_v$

$$r_v = r_0 \cdot q_1 \cdot v \approx q \cdot v, \quad (3.3.10)$$

где коэффициент пропорциональности q определяется из условия

$$r_v \rightarrow l_n^0 = \frac{l_0}{2n} \dots (n - \text{число узлов}) \text{ при } v \rightarrow c, \text{ т.е. } q = l_n^0 / c.$$

Подставляя это значение q в формулу (10), получим (см. рис. 11):

$$\sin \theta_v = \frac{r_v}{l_n^0} = \frac{v}{c}. \quad (3.3.11)$$

Из прямоугольного треугольника, представленного на рисунке, по теореме Пифагора имеем:

$$l_n^v = \frac{l_v}{2n} = \sqrt{(l_n^0)^2 - r_v^2} = l_n^0 \sqrt{1 - \left(\frac{r_v}{l_n^0}\right)^2}.$$

Домножая это равенство на $2n$ с учетом пропорции (11), получим формулу лоренцева сокращения:

$$l_v = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = l_0 \sqrt{1 - V^2}. \quad (3.3.12)$$

Согласно принципу наименьшего действия, сильно вытянутая частица (и, в частности, нуклон или электрон), двигаясь относительно фона, располагается параллельно вектору ее скорости в РКС (т.н. "флюгер-эффект"), при этом минимизируется частота и интенсивность ее контактов с фоновыми частицами.

Отсюда ясно, что сокращение длины, описываемое формулой (12), соответствует направлению скорости \vec{v} тела в РКС (этим, кстати, формула (12), внешне совпадающая с формулой Фитцджеральда-Лоренца, отличается от последней, в которой \vec{v} - относительная скорость любых двух рассматриваемых инерциальных систем).

Вызванное указанными выше физическими причинами сокращение длин элементарных частиц вещества при движении тела в РКС приводит к соответствующему сокращению макроскопического размера этого тела в направлении его скорости в РКС.

б) Увеличение энергии "покоя" элементарной частицы при ее движении в РКС

Это явление на качественном уровне в рамках КТП объясняется весьма просто: с ростом скорости v частицы в РКС, согласно формуле (12), уменьшается длина l , деформированной фундаментальной струны, т.е. (см. рис. 11), увеличивается ее поперечная деформация и соответствующая потенциальная энергия ϵ_n , а, значит, и полная энергия "покоя" $2 \epsilon_n$, (см. формулу 9).

Для вывода соответствующих количественных соотношений рассмотрим участок деформированной быстро вращающейся струны между ее соседними узлами (см. рис. 11).

Как и в предыдущем подпункте а), обозначим $l_n^0 = l_0/2n$ (l_0 - длина струны, покоящейся в РКС, n - число ее узлов, равное для нейтрино 2, для электрона 3, для нуклона 4), $l_n^v = l/2n$ - половина расстояния между соседними узлами струны при ее скорости в РКС, равной v ($l_n^0 = l_n^v|_{v=0}$), r_n^v - амплитуда соответствующей деформации (максимальное расстояние от элементов струны до линии узлов, см. рис. 11).

Средний радиус R кривизны струны на рассматриваемом ее участке найдем из элементарных соображений как радиус

окружности, проходящей через узлы и экстремальную точку кривой

$$R = \frac{(l_n^v)^2 + (r_n^v)^2}{2r_n^v} \approx \frac{(l_n^v)^2}{2r_n^v}, \quad (3.3.13)$$

(приближенное равенство справедливо при $r_n^v \ll l_n$).

Фактически деформация струны происходит под действием распределенной центробежной силы $F_{цб}$, направленной от линии узлов и перпендикулярной этой линии.

Ту же деформацию можно получить, подвергая струну продольному изгибу двумя силами $\pm \bar{F}$, приложенными к узлам и направленными навстречу друг другу вдоль линии узлов. Плечо этих сил r_n^v , момент

$$M = F \cdot r_n^v \quad (3.3.14)$$

По определению изгибной жесткости g , с учетом формул (13) и (14) имеем:

$$g = -\frac{M}{K} = -MR \approx -F \cdot r_n^v \frac{(l_n^v)^2}{2r_n^v} = -\frac{1}{2} F (l_n^v)^2, \quad (3.3.15)$$

где K - средняя кривизна струны на рассматриваемом участке.

Найдя отсюда зависимость $F(l_n^v)$ и проинтегрировав ее, получим потенциальную энергию рассматриваемого участка деформированной струны, умножив которую на $2n$, будем иметь потенциальную энергию всей струны (т.е., согласно формуле (9), половину полной внутренней энергии ϵ_n^v частицы):

$$\begin{aligned} \epsilon_n^v &= 4n \int F(l_n^v) dl_n^v = -8ng \int \frac{dl_n^v}{(l_n^v)^2} = \\ &= \frac{8ng}{l_n^v} - \frac{8ng}{l_n^0} + \epsilon_n^0, \end{aligned} \quad (3.3.16)$$

где константа интегрирования

$$C = -\frac{8ng}{l_n^0} + \epsilon_n^0 = 0$$

найдена из условия Коши $\epsilon_n^v \Big|_{v=0} = \epsilon_n^0$.

Вспомогательное обозначение $l_n^v = l_0/2n$, с учетом равенства $8\pi g = \epsilon_n^0 l_0$, получим из формулы (16):

$$\epsilon_n^v = \epsilon_n^0 \frac{l_0}{l_n^v}, \quad (3.3.17)$$

откуда, с учетом доказанной выше формулы (12), опуская индекс n , получим известное соотношение:

$$\epsilon_v = \frac{\epsilon_0}{\sqrt{1-V^2}}, \quad (3.3.18)$$

или, разделив его почленно на c^2 ,

$$m_v = \frac{m_0}{\sqrt{1-V^2}}. \quad (3.3.19)$$

Другие эффекты СТО (изменение в движущейся координатной системе масштаба времени, независимость скорости света от движения источника, кажущаяся ее независимость от движения приемника и др.) частично приведены выше, частично будут рассмотрены в главе IV. Все они в рамках КТП имеют достаточно простые физические обоснования.

п. 3. Отбор элементарными частицами фоновой энергии (ОФЭ) и эволюция этого процесса. Фундаментальное расширение

В главе II, §2, п. 1 г показано, что нуклон можно модельно представить в виде упругой деформированной струны, вращающейся вокруг оси, проходящей через ее центр масс, имеющей 4 узла и находящейся в равновесии под действием деформирующих ее центробежных сил и препятствующих этому сил упругости.

Угловая скорость ω при деформациях в пределах упругости струны остается постоянной величиной, однако, кинетическая ϵ_k и равная ей потенциальная ϵ_n энергии (см. формулу 9) могут меняться при соответствующем изменении деформации этой системы. Полная энергия нуклона

$$\epsilon = \epsilon_k + \epsilon_n = \frac{m_0 c^2}{2} + \frac{m_0 c^2}{2} = m_0 c^2,$$

(его так называемая энергия "покоя") также зависит от амплитуды деформации: с ростом амплитуды растет и энергия покоя.

Именно это происходит при контактах нуклона с фоновыми частицами: последние передают ему часть своей энергии, в результате чего деформация нуклона и соответствующая ей энергия покоя медленно растут (для электрона аналогичная ситуация изображена на рисунке 11).

Таким образом, на фундаментальном уровне отбор фоновой энергии (ОФЭ) приводит к расширению нуклона (точнее, - к увеличению его радиуса - амплитуды деформации). Это фундаментальное расширение приводит к соответствующему расширению, а затем и к распаду (деградации) крупных атомных ядер макроскопических и астрофизических объектов (так называемое всеобщее расширение, см., например, [2] и главы IV - VI).

Такова *качественная картина*.

Что касается *количественной стороны вопроса*, то она определяется соображениями, изложенными, например, в работе Максвелла [26], в которой, в частности, показано, что если в замкнутом объеме находятся частицы двух или нескольких сортов, то асимптотически по времени (т.е. при $t \rightarrow \infty$) средние энергии частиц всех сортов станут одинаковыми.

В рассматриваемом нами случае также имеются частицы двух сортов: медленные "мишени" (нуклоны, электроны) и быстрые "снаряды" (фоновые частицы), постепенно отдающие мишеням часть своей энергии.

Пусть $\epsilon = \epsilon(t)$ - увеличивающаяся со временем t средняя энергия нуклона. Темпы $\dot{\epsilon}$ ее роста зависят от концентрации снарядов, сечения их взаимодействия с мишенями, от соотношения средних энергий снарядов и мишеней, причем, по мере выравнивания этих энергий указанные темпы, очевидно, убывают по экспоненте:

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_0 e^{-\tilde{\epsilon} t} \rightarrow 0 \text{ при } t \rightarrow \infty, \quad (3.3.20)$$

где $-\tilde{\epsilon} = \frac{d}{dt} \ln \dot{\epsilon} = \frac{\ddot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}} = \text{const} < 0$ - декремент темпов $\dot{\epsilon}$ ОФЭ.

Интегрируя дифференциальное уравнение (20), имеем:

$$\epsilon = \epsilon_0 + \frac{\dot{\epsilon}_0}{\tilde{\epsilon}} \left(1 - e^{-\tilde{\epsilon} t} \right), \quad (3.3.21)$$

в частности, при $t \rightarrow \infty$:

$$\varepsilon_{\infty} = \varepsilon_0 + \frac{\dot{\varepsilon}_0}{\tilde{\varepsilon}}$$

С учетом этого обозначения, решение (21) запишется в виде:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\infty} + \left(\varepsilon_0 - \varepsilon_{\infty} \right) e^{-\tilde{\varepsilon}t},$$

или, в предположении $\varepsilon_0 \ll \varepsilon_{\infty}$,

$$\varepsilon_{\infty} - \varepsilon = \varepsilon_0 e^{-\tilde{\varepsilon}t}. \quad (3.3.22)$$

Анализ масс атомных ядер (см., например, таблицы в [14]) показывает, что чем больше средняя энергия ε нуклона в ядре, тем меньше модуль $|\varepsilon_{\text{св}}|$ энергии связи $\varepsilon_{\text{св}} < 0$ между нуклонами, *приходящейся в среднем, на каждый из них, т.е. с достаточно высокой точностью выполняется соотношение (см. рис. 12)*

$$\varepsilon + |\varepsilon_{\text{св}}| = \varepsilon_{\infty} = \text{const} \approx 939 \text{ МэВ}, \quad (3.3.23)$$

откуда:

$$\dot{\varepsilon} = -\frac{d}{dt} |\varepsilon_{\text{св}}| = \dot{\varepsilon}_{\text{св}} > 0.$$

В обозначениях (23) формула (22) запишется в виде:

$$|\varepsilon_{\text{св}}| = \varepsilon_{\infty} e^{-\tilde{\varepsilon}t} \rightarrow 0, \text{ при } t \rightarrow \infty,$$

откуда декремент:

$$-\tilde{\varepsilon} = \frac{1}{t} \ln \frac{|\varepsilon_{\text{св}}|}{\varepsilon_{\infty}} = \frac{1}{|\varepsilon_{\text{св}}|} \frac{d}{dt} |\varepsilon_{\text{св}}| = \tilde{\varepsilon}_{\text{св}} < 0 \quad (3.3.24)$$

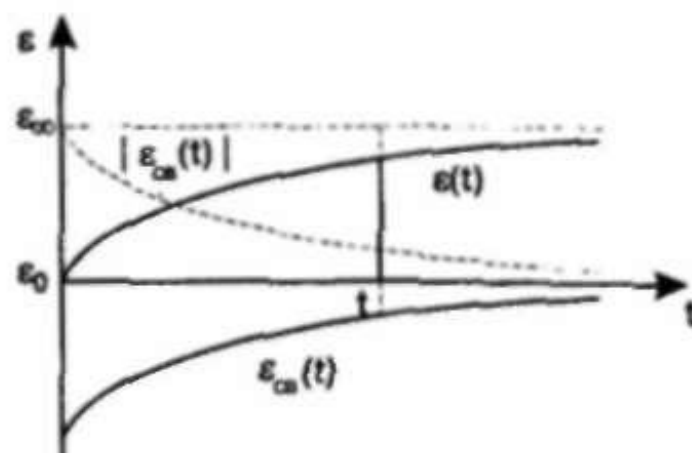


Рис. 12. Эволюция энергии нуклона.

Момент $t = 0$ начала ОФЭ нуклонами, возможно, связан с моментом Большого Взрыва (Гамов), который, если и произошел, то, согласно формуле 5.8.5, как минимум, $T \geq 30 \cdot 10^9$ лет тому назад.

Современное значение энергии связи, приходящейся в среднем на один нуклон $|\epsilon_{св}| \approx 1,54$ МэВ/нуклон (с учетом распространенности элементов во Вселенной, [27]).

Подставляя эти значения T и $|\epsilon_{св}|$, а также ϵ_{∞} из равенства (23) в формулу (24), имеем:

$$\tilde{\epsilon} \approx -\tilde{\epsilon}_{св} \leq 6,8 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}. \quad (3.3.25)$$

Тогда относительные темпы $\tilde{\epsilon} = \dot{\epsilon}/\epsilon$ ОФЭ нуклоном определяются с помощью формул (23) и (24):

$$\tilde{\epsilon} = \frac{\dot{\epsilon}_{св}}{|\epsilon_{св}|} \frac{|\epsilon_{св}|}{\epsilon} = -\tilde{\epsilon}_{св} \frac{|\epsilon_{св}|}{\epsilon_{\infty} - |\epsilon_{св}|}, \quad (3.3.26)$$

что с учетом приведенных выше значений $-\tilde{\epsilon}_{св}$, $|\epsilon_{св}|$ и ϵ_{∞} дает для современных темпов:

$$\tilde{\epsilon} \leq 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ с}^{-1}. \quad (3.3.27)$$

Эта оценка не противоречит ни значению (2.8.24), полученному из выражения (2.8.20) гравитационной постоянной через параметры КТГ, ни значению (5.5.5), найденному в предположении (5.5.4) равновесного излучения Солнца.

Заметим, что удельные темпы ОФЭ $\tilde{\epsilon}$ не постоянны: они убывают даже несколько быстрее, чем $\dot{\epsilon}$.

Действительно, из соотношений (20), (21), (22) при $\epsilon_0 \ll \epsilon_{\infty}$ получим:

$$\tilde{\epsilon}(t) = \frac{\dot{\epsilon}}{\epsilon} = \frac{\dot{\epsilon}_0 \cdot e^{-\tilde{\epsilon}t}}{\epsilon_{\infty}(1 - e^{-\tilde{\epsilon}t})} = \frac{\tilde{\epsilon} \cdot e^{-\tilde{\epsilon}t}}{1 - e^{-\tilde{\epsilon}t}}.$$

Заметим еще раз, что значение (27) по порядку совпадает с полученным независимо значением (2.8.24), а значение (25) - с декрементом (\tilde{n}) обилия нейтронов в солнечной системе (5.4.4), что определенно указывает на связь ОФЭ с процессом β^- распада ядерных нейтронов.

Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что значение (25) декремента темпов ОФЭ имеет тот же порядок, что и постоянная Хаббла.

И, наконец, вопрос, ответ на который мне неизвестен: зависят ли темпы ОФЭ конкретной элементарной частицей (например, нуклоном) от среднего числа A таких частиц в их ансамбле (например, в ядре) и от тесноты их связи в этом ансамбле? Коротко, не является ли $\tilde{\epsilon}$ функцией A : $\tilde{\epsilon} = \tilde{\epsilon}(A)$?

Ясно, что для рыхлых ансамблей ответ на этот вопрос отрицательный: удельные темпы ОФЭ \tilde{E} ансамбля равны соответствующим темпам $\tilde{\epsilon}$ отдельных его элементов: $\tilde{E} = \tilde{\epsilon} = \text{const}$. Но для таких тесных ансамблей, каковыми являются атомные ядра (см. §4, п. 1) это совсем не очевидно.

Некоторую ясность в этот вопрос вносит тот факт, что согласно формуле (2.6.13), гравитационная постоянная G пропорциональна \tilde{E} и если бы \tilde{E} зависела бы от A , то и гравитационная постоянная тоже зависела бы от A , т.е. от химического состава гравитирующих масс, что, однако, не обнаружено многими (в том числе и моими) гравитационными экспериментами [24].

Сказанное позволяет сделать следующий осторожный вывод: в экспериментально рассмотренном диапазоне $A \leq A_{pb} = 82$ удельные (относительные) темпы ОФЭ не зависят (или слабо зависят) от A , т.е.:

$$\tilde{E} = \tilde{\epsilon} \leq 1 \cdot 10^{-20} \text{ с}^{-1}. \quad (3.3.28)$$

С другой стороны, вряд ли это равенство выполняется строго (особенно, для сверхплотных объектов), иначе бы во Вселенной царило унылое однообразие химического состава разных ее элементов, если все они имеют одинаковый возраст T .

п. 4. Взаимные превращения элементарных частиц и закон сохранения их числа на примере β^- - распада нейтрона

В современной микрофизике часто рассматриваются процессы, в которых элементарные частицы "возникают" и "исчезают".

Так, например, источник света испускает фотон, которого раньше *нигде* не было, а попадая на поверхность освещаемого тела и передав ему свою энергию, фотон "исчезает".

Однако, в предыдущем §2, п. 1 показано, что "исчезновение" кванта просто означает его виртуализацию, а его "возникновение" - процесс, обратный виртуализации.

Назовем процесс (реакцию, акт) *элементарным*, если и на входе в реакцию и на выходе из нее фигурируют только элементарные частицы (например, рассеяние одной элементарной частицы на другой - элементарный процесс, а распад составного ядра атома на осколки - процесс не элементарный).

Назовем элементарный процесс *нормальным*, если число элементарных частиц на входе в реакцию равно их числу на выходе из нее, в противном случае этот процесс будем называть *аномальным*.

Примером нормального процесса может служить упомянутое выше взаимное рассеяние элементарных частиц, наиболее важным для дальнейшего примером процесса аномального - β^- - распад нейтрона, в котором *одна элементарная частица* (нейтрон) распадается на *три* (протон, электрон и электронное антинейтрино), которых *до* распада в исходной частице *не было* (см. диаграмму Фейнмана, рис. 13, а)

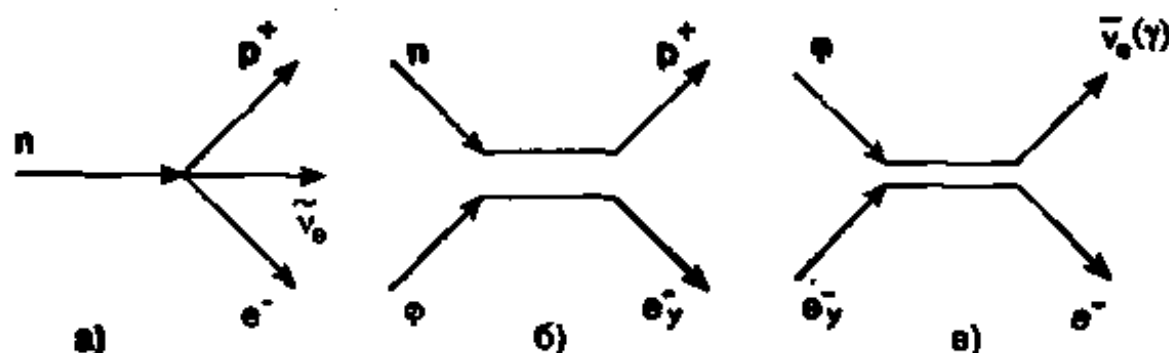


Рис. 13. Диаграммы Фейнмана:

а) аномального и б), в) - нормализованного β^- - распада нейтрона.

Однако, любой из известных современной науке аномальных процессов, можно "нормализовать" (т.е. превратить в нормальный), введя на входе в реакцию или на выходе из нее одну или несколько виртуальных ϕ - частиц.

Если это так, то имеет место следующий закон сохранения числа элементарных частиц:

|| Число элементарных частиц на входе в любую реакцию равно их числу на выходе из нее.

Сказанное позволяет, например, устранить кажущееся противоречие между элементарностью нейтрона и фактом его рас-

пада, введя на входе в реакцию φ - частицу (см. рис. 13, б), в результате чего β^- - распад нейтрона (или "n-p акт") принимает вид квазирассеяния фоновой частицы на нейтроне с превращением последнего в протон. Сама же φ - частица при этом превращается в ультрарелятивистский электрон e^-_y .

Действительно, энергетический баланс этой реакции

$$\epsilon_n + \epsilon_\varphi = \epsilon_p + \epsilon_e + \epsilon_e^k, \quad (3.3.29)$$

откуда

$$\epsilon_e^k = \epsilon_n - \epsilon_p - \epsilon_e + \epsilon_\varphi > \epsilon_n - \epsilon_p - \epsilon_e = 0,78 \text{ МэВ} > \epsilon_e = 0,5 \text{ МэВ}.$$

Эта кинетическая энергия электрона, более чем в полтора раза превышающая его энергию покоя, при дальнейшем взаимодействии этого электрона с другими φ - частицами может пойти на превращение последних в электронное антинейтрино $\bar{\nu}_e$, которое в связи со своей высокой проникающей способностью покидает место своего возникновения (т.н. "урка-процесс"), или кванты тормозного излучения γ (см. рис. 13, в). Кроме того, эта энергия может быть передана атомам того макроскопического объекта, внутри которого произошел n-p акт, что приведет к нагреванию указанного объекта.

Заметим, что диаграмма Фейнмана двухчастичного процесса, у которой ветви изолированы (типа изображенных на рис. 13, б и в) более информативна, чем соответствующая диаграмма со слившимися параллельными ее участками, ибо позволяет проследить генезис каждой частицы, полученной в результате рассматриваемого процесса.

§4. Атомное ядро

п. 1. Структура и спин атомного ядра

Вводимая постулатами кинетической теории поля струнообразная фундаментальная частица позволяет представить в виде соответствующих моделей не только все известные стабильные элементарные частицы (см. рис. 5), но и ядра атомов.

То обстоятельство, что любое атомное ядро имеет полуцелый спин, означает, что нуклоны в нем имеют параллельные оси вращения (при неупорядоченном, случайном расположении этих осей спин ядра мог бы принимать непрерывный ряд значений).

Силы, называемые в современной физике силами ядерного сцепления, порождаются давлением на ядро транзитных фоновых частиц и приводят к минимизации расстояний между нуклонами ядра. Поэтому ядро можно было бы модельно представить в виде "вязанки" достаточно плотно упакованных цилиндроподобных объектов, изображенных на рис 15.

Однако, такая плотная упаковка быстро вращающихся деформированных струн не всегда устойчива.

Рассмотрим, например, простейшую из подобных систем: два нуклона, образующие тесную пару (вид "с торца").

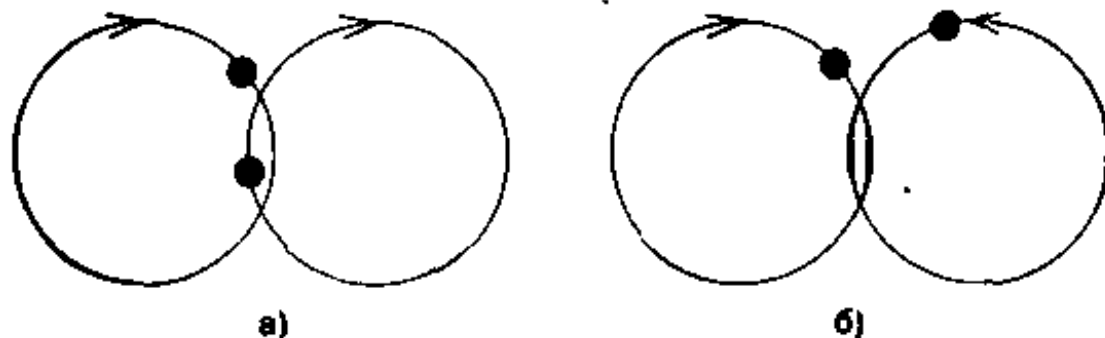


Рис. 14. Кинетическая интерпретация принципа Паули.

Для устойчивости такой системы в случае антипараллельных спинов (рис. 14, б) достаточна синхронность вращений, обеспечиваемая, кстати, постоянством угловой скорости ω всех частиц с фиксированным числом узлов (глава II, §2, п. 2 г). В случае же сонаправленных спинов (рис. 14, а) для устойчивости системы необходима еще и труднообеспечиваемая синфазность вращений, при нарушении которой происходит резкий контакт, взрывающий систему.

Ситуация напоминает соприкосновение двух зубчатых колес, которые в этом случае могут вращаться только в противоположные стороны (как тут не вспомнить Максвелла с его модельными представлениями).

Кроме того, эта ситуация проясняет глубокий физический смысл давно известного в квантовой механике, но до сих пор не понятого принципа Паули, запрещающего двум *одинаковым* фермионам в одной и той же пространственно-временной точке иметь одинаковые спины.

Иное дело - разные частицы. Ничто, например, не запрещает находиться в одной пространственно-временной "точке" протону и нейтрону. Модельно такую пару (ядро дейтерия - "дейтрон") можно представить в виде сильно деформированной быстровращающейся струны с четырьмя узлами (рис. 5, е) - протона, ниже

на схемах обозначаемого его видом "с торца" \bigcirc , или \square , вдоль оси вращения которого расположена аналогичная, но слабо деформированная струна - нейтрон, узлы и спири которого совпадают с узлами и спином протона.

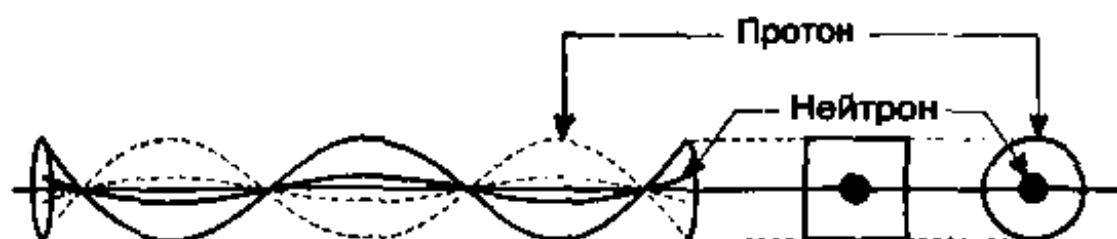


Рис. 15. Модель дейтрона и его обозначение на схемах.

Поскольку обе частицы, входящие в такую систему, имеют сонаправленные спины, каждый из которых равен $1/2$, то дейтрону естественно приписать спин, равный 1, что и наблюдается.

Принцип Паули и его изложенная выше кинетическая интерпретация не запрещают находиться в одной "точке" двум нейтронам с противоположными спинами, а, следовательно, с нулевым суммарным спином. Если к тому же такая система находится внутри протона (что также не запрещено), то подобную совокупность трех частиц с суммарным спином $1/2 - 1/2 + 1/2 = 1/2$ естественно отождествить с метастабильным (период полураспада более 12 лет) ядром трития ("тритоном"), спин которого, как известно из наблюдений, также равен $1/2$. На схемах тритон будем обозначать: \odot , \square , \square или \blacksquare .

Свободный (вне ядра) нейтрон, как известно, нестабилен: примерно через 15 минут после своего "освобождения" из ядра он "распадается" на протон 1_1p и электрон ${}^0_{-1}e$ (β^- -распад нейтрона, рассмотренный в §3, п. 4).

Нейтрон, *связанный* в стабильном ядре, обычно, считают стабильным. Здесь примем это утверждение, не обсуждая изложенные ниже в п. 3 причины, по которым любое нейтронсодержащее ядро со временем становится нестабильным.

Вернемся, однако, к нашей основной цели: к построению модели составного атомного ядра.

Из принципа запрета (Паули) и его кинетической интерпретации, изложенной после рис. 14, следует, что упомянутая перед этим рисунком модель "вязанки" нуклонов требует уточнения.

Мы уже видели, что два нуклона, находящиеся во внешнем контакте, не могут образовать стабильную систему, имея одинаковые спины. Отсюда ясно, что не может быть устойчивой система, состоящая, например, из трех нуклонов, каждый из которых находится во внешнем контакте с двумя остальными (рис. 16, а).

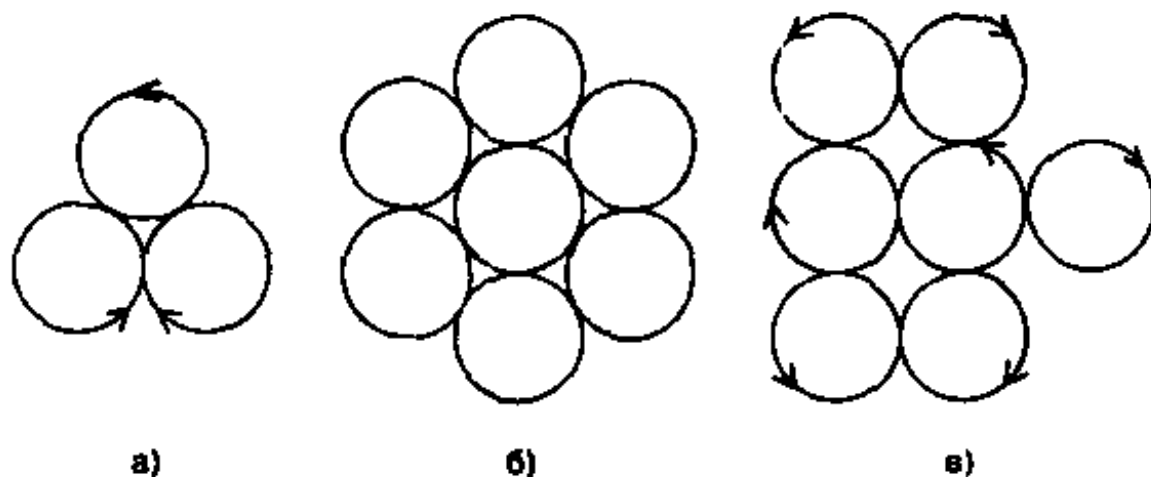


Рис. 16. Примеры систем: а), б) неустойчивые, в) устойчивая.

Поэтому, рассматривая стабильные и метастабильные ядра, мы вынуждены от модели "вязанка нуклонов" перейти к модели "штабель нуклонов" (рис. 16, в).

Такая штабельная модель ядра позволяет каждому из элементов этого штабеля приписать адрес (i, j) , где i - номер ряда (условно - "строки"), в которой находится рассматриваемый элемент, а j - номер элемента в этой строке (условно - номер "столбца", в котором находится данный элемент). Общее число строк обозначим " n ", а число столбцов " k ", так что $1 \leq i \leq n$, а $1 \leq j \leq k$, причем условимся считать $n \leq k$.

Приведем все возможные элементы штабеля, их обозначения, массовые числа и спины.

Таблица 1.

Элемент	Нейтрон, ${}^0_1n^1$	Протон, ${}^1_1p^1 = {}^1_1H^1$	Дейтрон, ${}^2_1D^2 = {}^2_1H^2$	Тритон, ${}^3_1T^3 = {}^3_1H^3$
Обозначение	●	○, □	⊙, ⊚	⊗, ⊛, ⊜, ⊝
Массовое число	1	1	2	3
Спин	$\pm \frac{1}{2}$	$\pm \frac{1}{2}$	± 1	$\pm \frac{1}{2}$

Заметим, что спин тритона равен спину протона, ибо пара содержащихся в нем нейтронов, согласно рис. 14, имеет суммарный нулевой спин.

С учетом последней таблицы ясно, что ядро любого элемента можно представить по меньшей мере тремя способами: 1) в виде штабеля, по каждому адресу которого расположен в обозначениях таблицы один из возможных ее элементов, 2) в виде матрицы (M), по каждому адресу которой записано массовое число соответствующего элемента ("масс-матрица") и 3) в виде матрицы (S), по каждому адресу (i, j) которой записан спин (S_{ij}) соответствующего элемента ("спин-матрица"); при построении этой матрицы, согласно рис. 16, в, необходимо учитывать, что спины соседних по строке или столбцу элементов имеют противоположные знаки: $sign S_{ij} = (-1)^{i+j}$.

Ясно, что для отыскания массового числа M всего составного ядра достаточно сложить массовые числа m_{ij} всех составляющих его элементов:

$$M = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k m_{ij}, \quad (3.4.1)$$

а для отыскания результирующего спина S составного ядра достаточно то же самое сделать с элементами (S_{ij}) его спин-матрицы и сумму взять по модулю:

$$S = \left| \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k S_{ij} \right|. \quad (3.4.2)$$

Если в штабель-модели по адресу (i, j) элемент отсутствует, то $m_{ij} = S_{ij} = 0$.

Например, ядро ${}^9F^{19}$ может быть представлено так:

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline \bullet & \bullet & \bullet \\ \hline \bullet & \bullet & \bullet \\ \hline \bullet & \bullet & \bullet \\ \hline \end{array}
 \quad (M) = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}; \quad (S) = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & \frac{1}{2} & -1 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (3.4.3)$$

Штабель

Масс-матрица

Спин-матрица

Если штабель-модель рассматриваемого изотопа построена, то для нахождения его спина не обязательно суммировать все элементарные спины по формуле (2): проще мысленно отбросить все рас-

положенные рядом в одной строке или столбце пары одинаковых элементов, ибо, как показано выше, суммарный спин любой такой пары ($\bullet\bullet$, $\square\square$, $\bullet\square$, $\square\bullet$) равен нулю, а, значит, подобное отбрасывание, называемое ниже *сверткой ядра*, не изменит его общего спина. Именно это проделано на штабель-модели в примере (3): после отбрасывания четырех обведенных жирной линией α -частиц ${}^2_2\text{He}^4$ $\bullet\bullet$ остается ядро трития \square со спином $1/2$, следовательно, $S_{F^{19}} = 1/2$, что и наблюдается.

Остаток штабель-модели ядра, полученный после его свертки назовем *кernом* данного ядра. Приведем примеры некоторых kernов и соответствующих спинов.

СПИН S	Примеры kernов
0	$\square\square\square; \square\square\square; \square\square\square; \square\square\square; \square\square\square : \left(+\frac{1}{2} - 1 + \frac{1}{2} = 0 \right)$
$1/2$	$\square; \square; \square; \square; \square; \square; \square; \square : \left(\frac{1}{2} - 1 = -\frac{1}{2} \right)$
1	$\square; \left(\begin{array}{c} \square \\ \square \end{array} ; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array} ; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array} ; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array} \right) ; \left(1 - \frac{1}{2} + 1 - \frac{1}{2} = 1 \right)$
$3/2$	$\square; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \square\square; \square\square; \square\square; \square\square; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \square\square\square; \square\square\square;$
2	$\left(\begin{array}{c} \square \\ \square \end{array} \right); \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array}; \square\square\square; \left(\begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array} ; \dots \right)$
$5/2$	$\begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array}; \begin{array}{c} \square \\ \square \\ \square \end{array}; \square\square\square; \square\square\square;$

Таблица 2. Некоторые kernы и их спины.

(в первых трех строчках спины последних kernов подсчитываются в скобках, проверку для остальных kernов предоставим сделать читателю).

Однако, не все теоретически возможные kernы из приведенных в этой таблице, имеющие данный спин, соответствуют реальности.

Дело в том, что свертка ядра, как легко догадаться, не изменяет не только его спин, но и четность (нечетность) зарядового числа Z (числа протонов в ядре), массового числа A (общего числа нуклонов в нем) и числа N нейтронов этого ядра. А поскольку известно, что четно-четные ядра (у которых Z и N - четные) всегда имеют нулевой спин, то такой же спин должны иметь и их керны. Керны в скобках таблицы 2 противоречат этому требованию, следовательно, реальны только керны, оставшиеся вне скобок.

Как видно из приведенной ниже таблицы 3, все тяжелые и огромное большинство легких ядер не содержат протонов и нейтронов в "чистом" виде: эти частицы находятся в ядре в составе дейтронов или тритонов.

Обозначим D - число дейтронов в ядре, а T - число в нем тритонов. Тогда:

- при $A = 2Z$ имеем $D = Z$; $T = 0$;
- при $A < 2Z$ имеем $2Z - A$ "чистых" протонов, $T = 0$; (3.4.4)
- при $A > 2Z$ имеем $T = A - 2Z > 0$; $D = Z - T = 3Z - A$,
в этом случае как и в первом "чистых" протонов нет
(см. также таблицу 4.)

Формулы (4) позволяют, зная у изотопа Z и A , рассчитать состав его ядра (сколько в нем "чистых" протонов, дейтронов и тритонов). Однако, спин ядра остается при этом неизвестным, ибо два ядра одного состава могут иметь разные спины (так называемые "изомеры"), например, у двух теоретически возможных изомеров ${}^7_3\text{Li}$ $\begin{bmatrix} \bullet & \square & \bullet \end{bmatrix}$ и $\begin{bmatrix} \bullet & \bullet & \square \end{bmatrix}$ спины, соответственно, равны $3/2$ и $1/2$.

Поэтому, для получения спина ядра надо узнать не только его состав, но и расположение всех его элементов, т.е. его штабель-модель (после чего спин ядра рассчитывается как указано выше: по формуле 2, а лучше - с помощью свертки). И, наоборот, зная спин ядра (например, из таблиц [14]) и его состав (с помощью формул 4), можно построить штабель-модель этого ядра, пользуясь следующими соображениями:

- 1) Стабильный изотоп, содержащий два и более тритонов, ни одного из них не может иметь "на поверхности", т.е. ядра таких изотопов окантованы "дейтронной корой" (см. таблицу 3), предотвращающей β^- - распад находящихся под ней тритонов по схеме:

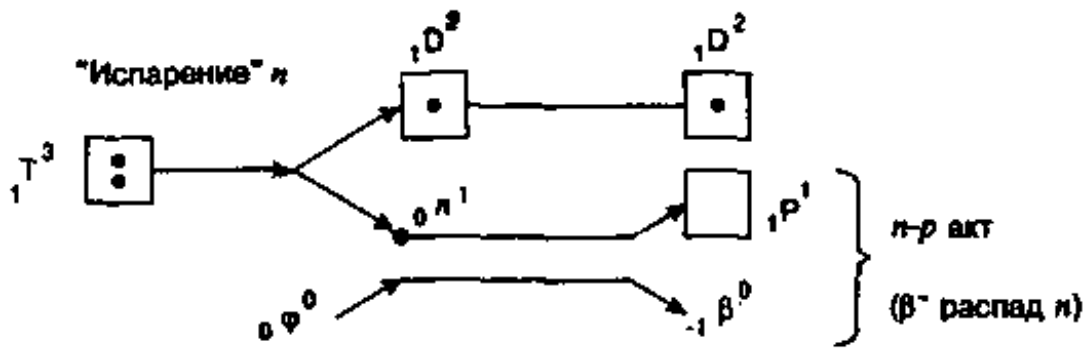


Рис. 17. β^- - распад тритона.

2) Если в составе ядра есть хотя бы один "чистый" протон, то это ядро β^+ - радиоактивно: протон, "схлопываясь" в результате p - n акта, превращается в нейтрон, захватываемый дейтроном с превращением последнего в тритон (процесс, обратный изображенному на рис. 17.).

3) Обратное утверждение неверно: β^+ - радиоактивное ядро не обязательно содержит "чистый" протон: последний может возникнуть на короткое время в результате миграции нейтрона от одного дейтрона к другому, и если за это время успевает произойти p - n акт, то налицо будет и сопутствующее ему β^+ излучение:

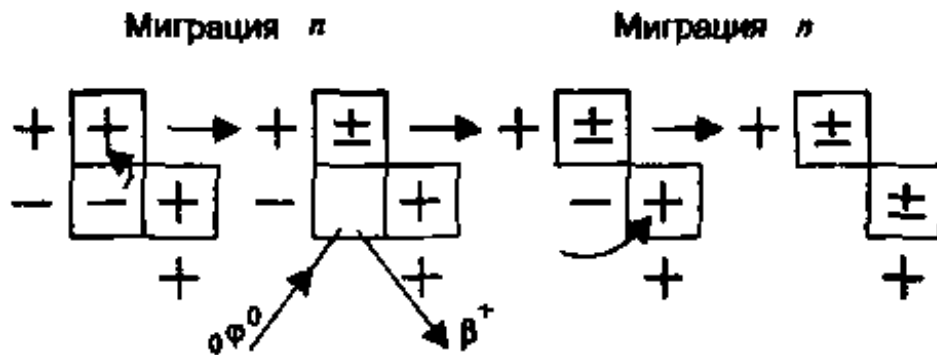


Рис. 18. Превращение 3-х дейтронов в 2 тритона.

(здесь знак вне квадратов характеризует спин расположенного рядом протона, а знак внутри квадрата - спин соответствующего нейтрона).

4) Если оба тритона, полученные в результате этой реакции, находятся под дейтронной корой, то они стабильны, если нет, то каждый из них может испытать β^- - распад (см. рис. 17), причем, образовавшийся в результате этого протон может быть выброшен из ядра кулоновскими силами (при этом вновь образованный дейтрон войдет в состав коры); кроме того, получен-

ные в результате β^- -распада тритона дейтрон и протон могут объединиться в ядро ${}^3_2\text{He}$, превратив материнское ядро в β^+ -радиоактивное (см. п. 2).

Приведенные соображения позволяют предложить следующий алгоритм построения штабель-модели ядра любого изотопа, если известны его зарядовое Z и массовое A числа, а также спин S :

1. С помощью таблицы 2 (или самостоятельно) подбирают kern, у которого:
 - а) спин $s = S$,
 - б) четность зарядового числа z такая же, как у Z ,
 - в) четность массового числа a такая же, как у A .
2. Состав ядра (число P в нем "чистых" протонов, дейтронов D и тритонов T) определяют по формулам (4) или по следующей таблице 4 (N - число нейтронов в ядре); контроль: $P + D + T = Z$; $P + 2D + 3T = A$;

Таблица 4. Состав ядра.

	P	D	T
$A < 2Z$	$2Z - A = Z - N$	$A - Z = N$	0
$A \geq 2Z$	0	$3Z - A = 2Z - N$	$A - 2Z = N - Z$

3. Число α пар дейтронов (ядер гелия ${}^4_2\text{He}$ $\boxed{\bullet\bullet}$), которые надо присовокупить к керну для получения штабель-модели всего ядра находят по очевидной формуле:

$$\alpha = \frac{1}{2}(D - d), \quad (3.4.5)$$

где d - число дейтронов, вошедших в kern, а число τ недостающих пар тритонов $\boxed{\bullet\bullet\bullet}$ - по аналогичной формуле

$$\tau = \frac{1}{2}(T - t) \quad (3.4.6)$$

где t - число тритонов в керне.

Нетрудно показать, что разности в правых частях равенств (5) и (6) (при выполнении условий б) и в) п. 1) четные. Например, для случая $A > 2Z$ (см. Табл. 4) имеем:

$$D - d = (3Z - A) - (3z - a) = 3(Z - z) - (A - a) -$$

четное число, ибо разности чисел одинаковой четности всегда четные.

4. При "достройке" ядра до полной штабель-модели ядра надо принимать во внимание приведенные выше 4 соображения, из которых следует, что

а) у стабильных изотопов с $T > 1$ тритоны не могут находиться в оболочке штабель-модели, т.е. у такого изотопа оболочка ядра состоит *только из дейтронов* \square , (см. табл. 3);

б) напротив, у β^- - радиоактивных изотопов наличие хотя бы одного тритона в оболочке ядра возможно и, по видимому, даже необходимо, (см. табл. 3);

в) β^+ - радиоактивное ядро должно либо (при $A < 2Z$) содержать в оболочке "чистый" протон, либо (при $A \geq 2Z$) иметь под оболочкой лишние дейтроны, способные превращаться в тритоны по схеме рис. 18;

г) при аналогичных условиях происходит захват орбитального электрона (э. з.);

д) лишние дейтроны могут образовать многослойную дейтронную оболочку. Отбирая фоновую энергию (см. п. 4), ядро очень медленно расширяется, его внешняя оболочка постепенно разрушается, а ее осколки (ядра ${}^2\text{He}^4$ $\square\square$) проявляются в виде α - излучения изотопа. Таким образом, α - радиоактивные ядра имеют многослойную дейтронную оболочку (это, как правило, легкие изотопы тяжелых элементов и потому содержащие непропорционально мало тритонов и много дейтронов). Кстати, приведенный генезис гелия проясняет причины его весьма высокой распространенности в природе (второй после водорода).

К сожалению, изложенный алгоритм построения штабель-модели (а, следовательно, (M) и (S) - матриц) изотопа с известными Z , A и S не позволяет, вообще говоря, построить указанную модель *однозначно*: одному и тому же набору Z , A и S может соответствовать несколько штабель-моделей разных по архитектуре ядер (так называемые изомеры с одинаковым спином).

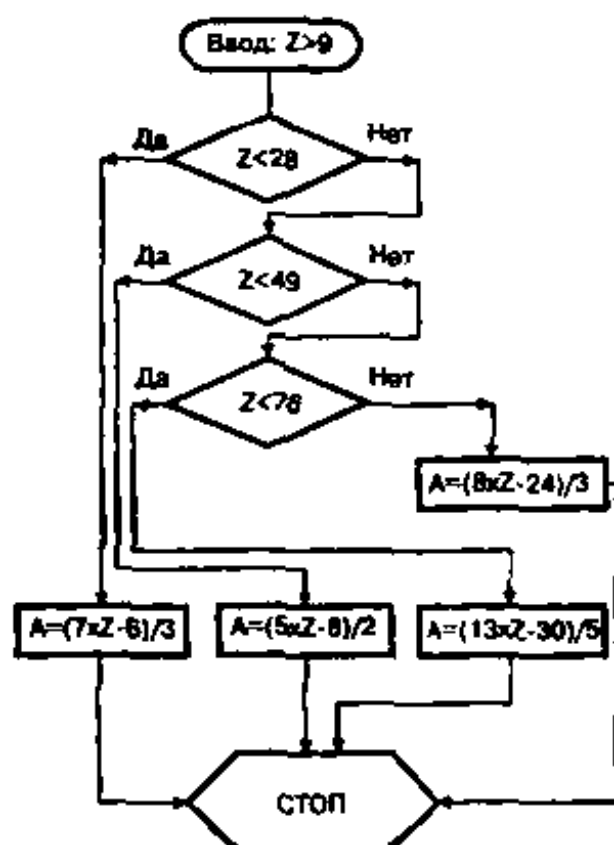
Примеры штабель-моделей таких ядер приведены в таблице 3 (${}^7\text{N}^{15}$, ${}^8\text{O}^{17}$, ${}^8\text{O}^{18}$ и ${}^{21}\text{Sc}^{45}$). Кроме того, в этой таблице даны штабель-модели изотопов легких ($Z \leq 9$) элементов, их ядра (стабильные изотопы и все ядра выделены жирной линией) и значения спина (из таблиц [14]). Знак ? рядом со спином означает, что это значение

отсутствует в указанных таблицах и получено из соответствующего ядра. Для нестабильных элементов даны тип распада, его исходный и конечный продукт. Приведены также штабель-модели некоторых более тяжелых ядер и штабель-сетка с помощью которой можно, применяя две линейки, быстро (хотя и приближенно) представить штабель-модель не очень вычурной формы. На этой сетке показаны 4 примера ее использования для отыскания модели наиболее тяжелого стабильного ядра данного элемента. Для штабель-моделей, по форме близких к прямоугольной, приведенные выше соображения позволили составить следующую программу расчета на микро-ЭВМ БЗ-34 атомного веса $A_{\max}^{\text{стаб}}$ наиболее тяжелого из (мета)стабильных изотопов элемента с заданным числом Z протонов:

Распределение памяти:

N ячеек	2	3	4	5
Содержание	28	49	76	Z

Блок-схема:



Программа

	0	1	2	3	4
0	ИП5	ИП5	-	+	1
1	ИП2	ИП4	3	С/П	3
2	-	-	+	5	ИП5
3	Fx ≥ 0	Fx ≥ 0	С/П	ИП5	X
4	24	40	7	X	3
5	ИП5	8	ИП5	8	0
6	ИП3	ИП5	X	-	-
7	-	X	6	2	5
8	Fx ≥ 0	2	-	+	+
9	32	4	3	С/П	С/П

Знание состава и структуры атомного ядра - первый шаг на пути его искусственного конструирования.

И, возможно, недалек тот день, когда реальным станет "производственный" процесс (мечта алхимиков), изображенный на следующей шуточной схеме:

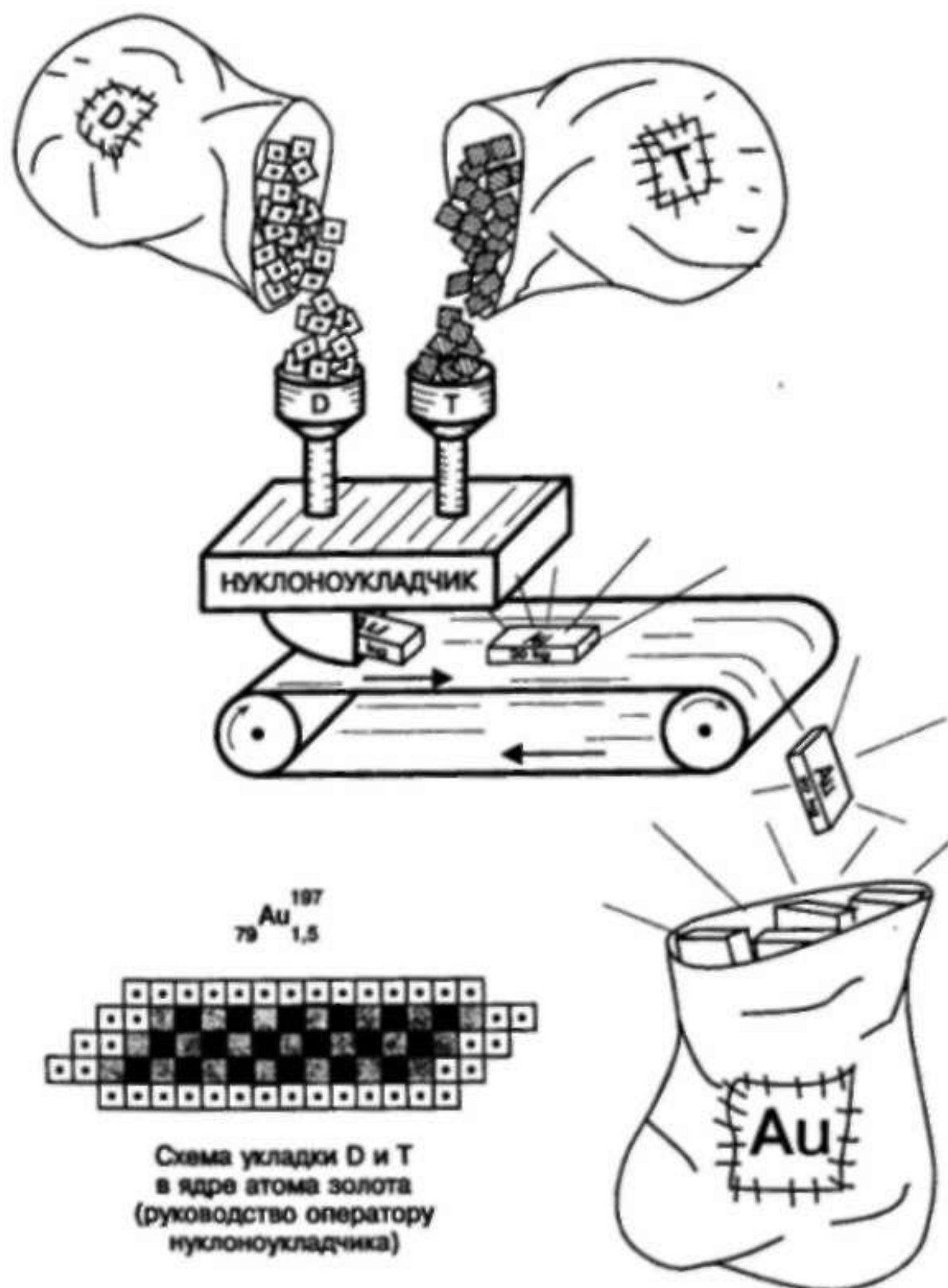


Рис. 19. "Промышленная установка для получения золота".

п. 2. "Полоса стабильности" изотопов и причины ее возникновения

Если в декартовой координатной системе по оси абсцисс откладывать число Z протонов, содержащихся в стабильном атомном ядре, а по оси ординат - число N нейтронов в нем, то, проделав это для всех стабильных ядер, получим картину, представленную на рис. 20 точками с координатами (Z, N) :

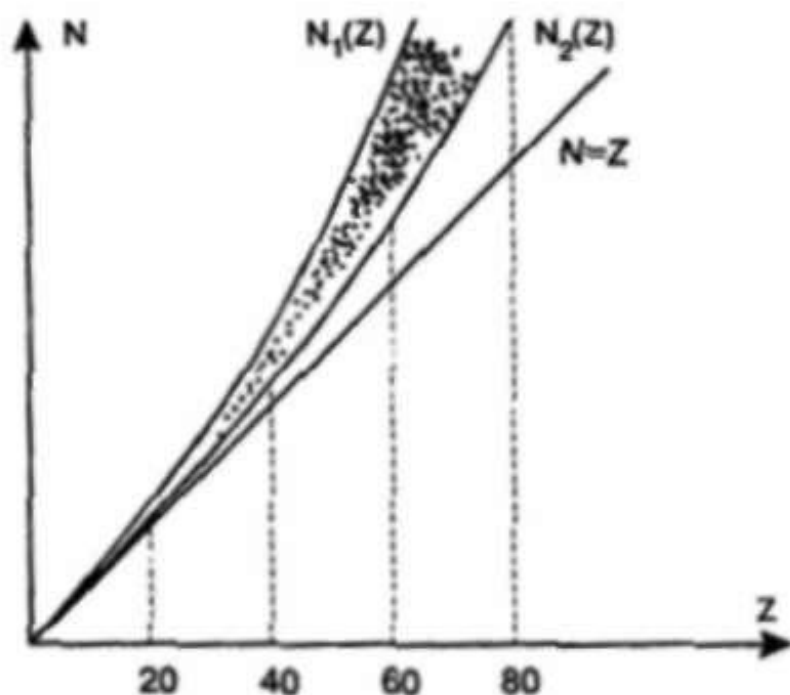


Рис. 20. Полоса стабильности.

Совокупность этих точек часто называют "полосой стабильности".

Изложенные в предыдущем п. 1 соображения, связанные со структурой атомных ядер, позволяют не только понять на *качественном* уровне причины наличия такой полосы, но и дать соответствующие *количественные* оценки, вполне адекватные наблюдениям.

Действительно, для предотвращения β^- -распада тритонов в соответствии с диаграммой Фейнмана, представленной на рис. 17, достаточно, чтобы они находились под сплошной дейтронной (D) корой (или чтобы их вообще не было в ядре).

В разных точках поверхности ядра толщина h_D -коры может быть разная (см., например, штабель-модель золота), однако, как видно из таблицы 3, средняя толщина h_D коры любого стабильного ядра, выраженная в диаметрах дейтрона, удовлетворяет условию:

$$1 \leq h_D \leq 2. \quad (3.4.7)$$

Нарушение левого из этих неравенств означает, что кора не сплошная, в ней имеется хотя бы одна "дырка", а это чревато упомянутым β^- - распадом находящегося под ней тритона, т.е. нестабильностью ядра.

Нарушение правого неравенства приводит к нестабильности другого рода: если дейтронная кора многослойна (т.е. если $h > 2$), это значит, что ядро содержит много дейтронов, а, следовательно, при фиксированном Z , мало тритонов (ибо $D + T = Z$). В этом случае оно имеет непропорционально малую массу, в прямой зависимости от которой находятся силы фонового давления на ядро (т.н. "ядерные силы").

Недостаточность сил ядерного сцепления приводит к разрушению ядра силами кулоновского отталкивания ядерных протонов. Такова качественная картина.

Что касается количественной стороны вопроса, то, предполагая, что штабель-модель ядерных тритонов имеет форму, близкую к квадрату, для периметра P_T этого квадрата получим соотношение $P_T = 4\sqrt{T}$ (в диаметрах элемента штабеля), а для периметра P_D дейтронной коры - на 4 диаметра больше (за счет угловых элементов коры):

$$P_D = 4\sqrt{T} + 4. \quad (3.4.8)$$

Заметив, что $P_D \cdot h_D \approx D$, домножим неравенство (7) на P_D . Тогда с учетом соотношения (8) получим:

$$4\sqrt{T} + 4 \leq D \leq 8\sqrt{T} + 8. \quad (3.4.9)$$

Число T тритонов ядра и число D его дейтронов известным образом (см. формулы (4) или табл. 4) зависят от его зарядового числа Z и числа нейтронов N . Подставив эти зависимости в неравенства (9), имеем:

$$4\sqrt{N - Z} + 4 \leq 2Z - N \leq 8\sqrt{N - Z} + 8. \quad (3.4.10)$$

Решив эти неравенства относительно N , получим:

$$N_2(Z) = Z + (\sqrt{Z + 8} - 4)^2 \leq N \leq Z + (\sqrt{Z} - 2)^2 = N_1(Z). \quad (3.4.11)$$

Графики функций $N_1(Z)$ (для однослойной коры) и $N_2(Z)$ (для коры двухслойной) представлены на рис. 20 сплошными кривыми. Несмотря на приближенный характер вывода, точность аппроксимации не оставляет желать лучшего, подтверждая, тем самым, еще раз работоспособность штабельной модели атомного ядра.

п. 3. Неаддитивность массы и энергия связи ядра в рамках кинетической теории.

Упрощенная формула массы атомного ядра

Рассмотрим широко известный в ядерной физике "странный" с обывательской точки зрения факт: после распада атомного ядра его "осколки" имеют суммарную массу покоя большую, чем материнское ядро до распада (т.н. "неаддитивность массы атомных ядер"). Разность Δm между указанными массами, домноженная на квадрат скорости света (т.е. величина $\Delta E = c^2 \cdot \Delta m$) называется энергией связи осколков в материнском ядре. Если продукты деления элементарны (т.е. если осколками являются нуклоны), то величина $\Delta E < 0$ называется энергией связи ядра.

Ясно, почему энергия E_2 разрушенного стабильного ядра больше, чем его же энергия E_1 , до распада: для разрушения такого ядра необходима работа A внешних сил $E_2 = E_1 + A > E_1$.

Неясно другое: почему, находясь в составе материнского ядра, любая его часть имеет *внутреннюю* энергию (массу) покоя меньшую, чем тогда, когда она находится вне ядра. Это - один из упомянутых выше "наивных" вопросов, удовлетворительного ответа на который современная физика не дает.

В рамках же кинетической теории поля ответ на этот вопрос достаточно прост: согласно формулам (2.3.47) и (2.3.48), масса любого объекта пропорциональна частоте его контактов с фоновыми частицами. Находясь в составе ядра, любая его часть экранирована от фона остальными его частями и поэтому реже контактирует с ϕ -частицами (а, значит имеет меньшую массу), чем она же после вылета из ядра. Таково объяснение обсуждаемого эффекта в рамках КТП на качественном уровне.

Покажем теперь количественный метод вычисления энергии связи ядра, основанный на его штабель-модели (см. п. 1 настоящего параграфа).

Заметим сразу, что знание энергии $E_{св}(A, Z)$ связи ядра с массовым числом A и зарядовым числом Z равносильно знанию его массы $M(A, Z)$ (или энергии $E(A, Z) = M(A, Z) \cdot c^2$), ибо

$$E(A, Z) + |E_{св}(A, Z)| = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n) \cdot c^2, \quad (3.4.12)$$

где m_p, m_n - масса свободного протона и нейтрона, соответственно, $N = A - Z$ - число нейтронов в ядре, причем, все величины в правой части равенств известны.

Поэтому будем искать не энергию связи $E_{св}$, а массу M (найдя которую, при необходимости можно по формуле 12 найти и энергию связи).

В настоящее время массу $M(A, Z) = m(A, Z) + Zm_e$ атома (отличающуюся от массы $m(A, Z)$ соответствующего ядра на суммарную массу Zm_e обращающихся вокруг ядра электронов) вычисляют, обычно, по полуэмпирической формуле немецкого физика К.Ф.Вейцекера [14], т. II, стр. 353]:

$$M(A, Z) = aA - bZ + cA^{3/2} + d \frac{(A - 2Z)^2}{A} + k \frac{Z^2}{A^{1/3}} \pm \frac{\delta}{A^{3/4}}, \quad (3.4.13)$$

где константы a, b, c, d, k и δ известны и зависят от используемых массовых (энергетических) единиц (см. там же).

Штабельная модель ядра, приведенная в п.1 настоящего параграфа, позволяет резко упростить формулу расчета массы атома (ядра):

$$M(A, Z) = D \cdot M_D + T \cdot M_T = (3Z - A)M_D + (A - 2Z)M_T \quad (3.4.14)$$

$$m(A, Z) = D \cdot m_D + T \cdot m_T = (3Z - A)m_D + (A - 2Z)m_T \quad (3.4.15)$$

где m_D, m_T - масса дейтрона, тритона в составе ядра,

$M_D, M_T = m_D, m_T + m_e$, (см. также формулы 4 или таблицу 4), причем, в первом приближении полагаем:

$$\left. \begin{aligned} M_D &\approx \text{const} \\ M_T &\approx \text{const} \end{aligned} \right\} \quad (3.4.16)$$

Эти константы можно найти либо методом наименьших квадратов, либо проще, решив относительно M_D и M_T систему двух уравнений типа (14) с известными из таблиц $M(A, Z)$ для двух любых изотопов из средней части таблицы Менделеева.

Взяв, например, в качестве таковых Mg^{26} и Ar^{40} , получим в углеродных единицах массы (т.е. принимая за единицу 1/12 долю массы атома углерода)

$$\begin{cases} 10M_D + 2M_T = 25,982591 \\ 14M_D + 4M_T = 39,962384, \end{cases}$$

откуда:

$$\begin{aligned} M_D &\approx 2,0004663, \\ M_T &\approx 2,9889640 \end{aligned} \quad (3.4.17)$$

И далее с помощью этих значений по формуле (14) легко находится масса любого атома, например:

$$M(\text{Cr}^{54}) = 18M_D + 6M_T = 53,9421 \pm 6 \cdot 10^{-5},$$

$$M(\text{Zn}^{68}) = 22M_D + 8M_T = 67,9220 \pm 4 \cdot 10^{-5},$$

$$M(\text{Co}^{59}) = 22M_D + 5M_T = 58,9551 \pm 6 \cdot 10^{-4},$$

$$M(\text{Ge}^{76}) = 20M_D + 12M_T = 75,8769 \pm 6 \cdot 10^{-4} \text{ и т.д.,}$$

причем, приведенные здесь относительные погрешности получены из сопоставления расчетных масс с найденными эмпирически табличными массами соответствующих атомов. Сравнивая их с массами, рассчитанными по формуле Вейцекера (13), мы видим, что последняя дает результаты, примерно на порядок более точные. Однако, во-первых, формула (13) существенно сложнее формулы (14), а, во-вторых, ясны способы уточнения последней: надо отказаться от гипотезы первого приближения (16) и, зная штабель-модель рассматриваемого ядра, а, следовательно, и кулоновский потенциал в каждой ячейке штабеля, найти энергию, необходимую для удаления из штабеля соответствующего элемента (т.н. "метод разборки штабеля").

Однако, для быстрых (хотя и невысокоточных) оценок уже сейчас можно пользоваться изложенной методикой (14) - (17).

п. 4. Эволюция атомного ядра и его последующая деградация как результат медленного отбора ядром фоновой энергии (ОФЭ на ядерном уровне)

Как показано в главе II, §2, п. 1 г, все нуклоны (и свободные, и связанные в ядре) имеют вид деформированной струны с 4-мя узлами и общую, единую для их всех частоту ω_4 вращения. Однако, амплитуда деформации струны (а, следовательно, и пропорциональная квадрату этой амплитуды кинетическая энергия ϵ_k вращения струны, и равная ей потенциальная энергия ϵ_{II} деформации) могут быть разными.

Взаимодействуя с другими частицами, нуклон может как уменьшить свою энергию "покоя" $\epsilon = \epsilon_k + \epsilon_{II}$ (при этом умень-

шится и амплитуда деформации струны), так и увеличить эту энергию (и, соответственно, деформацию).

Именно последнее происходит при многочисленных контактах и свободного, и связанного в ядре нуклона с фоновыми частицами: обладая огромной почти полностью ненаблюдаемой (виртуальной) энергией ε_ϕ собственного вращения ϕ - частица при контакте передает нуклону ничтожную долю этой энергии (ОФЭ - отбор фоновой энергии).

Темпы этого процесса ($\tilde{E} \leq 10^{-21} \text{ с}^{-1}$, см. (2.8.24) и др.) весьма низки, однако, его последствия чрезвычайно разнообразны и фундаментальны (от эффекта тяготения, изложенного в §6 главы II до всеобщего расширения равновесных систем, описанного в главах III - IV и в работе [2]).

Рассмотрим следствия ОФЭ на уровне атомного ядра.

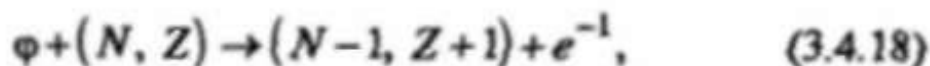
Прежде всего возникает вопрос: зависят ли темпы \tilde{E} ОФЭ нуклоном от того, в состав какого ядра (тяжелого или легкого) находится этот нуклон? Ответ: не зависят или почти не зависят. Действительно, если бы \tilde{E} ядра зависело бы от его массового числа A , то в связи с соотношением (2.8.20) от A зависела бы и гравитационная постоянная.

Однако, многочисленные (в том числе и мои) попытки экспериментально обнаружить зависимость гравитационной постоянной от химического состава тяготеющих масс не увенчались успехом.

Поскольку точность упомянутых экспериментов не была очень высокой, то сказанное позволяет сделать лишь следующий осторожный вывод: с относительной погрешностью порядка 0,001 справедливо утверждение: $G = \text{const} \neq G(A)$, а, следовательно, (см. формулу 2.8.20), и $\tilde{E} = \text{const} \neq \tilde{E}(A)$.

Что же происходит с атомным ядром в результате отбора им фоновой энергии? Как сказано выше, ОФЭ приводит к чрезвычайно медленному расширению каждого ядерного нуклона, а, следовательно, и к соответствующему вековому расширению всего ядра, т.е. ко взаимному удалению элементов его штабель-модели (см. п. 1 настоящего параграфа), что ведет к ослаблению связей между ними.

В ныне стабильном ядре β^- - распад ядерного нейтрона по схеме



аналогичной $n-p$ акту свободного нейтрона (см. §3, п. 4) в настоящее время энергетически не выгоден, однако, по мере упомянутого уменьшения модуля энергии связи между нуклонами энергетический порог этой реакции снижается, и в момент, когда этот порог становится близким нулю, *ранее стабильное ядро превращается в β^- -радиоактивное*, причем, этот важнейший вывод справедлив для *любого* составного ядра (т.е. для любого ядра, кроме ядра атома водорода).

В настоящее время, как показывают расчеты, сделанные для многих изотопов, наиболее близки к потере стабильности по отношению к β^- -распаду такие ныне стабильные ядра, как ядра Si^{65} и некоторые другие.

Дальнейшие события происходят, очевидно, по следующему сценарию: появившийся в результате реакции (18) новый протон начинает испытывать с уже существовавшими в ядре протонами дальнедействующие кулоновские силы отталкивания, взрывающие ядро изнутри, ибо ослабленные к этому моменту связи между нуклонами уже не могут препятствовать распаду. Такой "спонтанный" распад крупного ядра на более мелкие осколки известен в физике под названием "естественная радиоактивность", в настоящей работе он часто называется "*деградация атомных ядер*".

Возможен ли обратный деградации процесс синтеза, объединения мелких ядер в одно крупное ядро? Теоретически возможен, однако, практически в "нормальных" естественных условиях крайне маловероятен. Действительно, для такого синтеза необходимо преодолеть силу кулоновского отталкивания объединяемых ядер, что потребует энергии:

$$\varepsilon \approx Z_1 Z_2 \frac{e^2}{R},$$

где $Z_{1,2}$ - зарядовые числа этих ядер,
 e - заряд электрона,
 R - радиус синтезированного ядра.

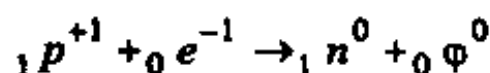
Даже при $Z_1 = Z_2 = 1$, $\varepsilon \approx 0,5 \text{ Мэв} \approx 10^{-6}$ эрг. Для совершения такой работы потребуется либо гигантское внешнее давление, либо температура $T \approx \varepsilon/k \approx (10^9 + 10^{10}) \text{ К}$, где k - постоянная Больцмана (подобные условия существуют разве что в недрах нейтронных звезд и черных дыр). При $Z_{1,2} \gg 1$ необходимы еще более высокие давление и температура.

Конечно, туннелирование (см. §5) и тот факт, что при любой температуре объекта имеется малое число частиц, энергия которых выше средней (высокоэнергичный участок максвелловского распределения) не могут в значительной степени повысить упомянутую ничтожную вероятность слияния атомных ядер при "обычных условиях".

Из сказанного с очевидностью следует, что процесс деградации атомных ядер имеет статистически (в среднем) необратимый характер для вещества, находящегося в широчайшем диапазоне давлений и температур (от нейтронной звезды до разреженной газовой туманности).

Исключением, повидимому, является материя под горизонтом черной дыры, где гигантское давление достаточно для:

а) нейтронизации попавшего туда из окружающего космического пространства атомарного водорода по схеме:



(*p-n*-акт, обратный рассмотренному выше *n-p*-акту);

б) слияния образовавшихся при этом нейтронов в одно гигантское "нейтронное ядро", не содержащее протонов.

После выхода материи черной дыры из-под горизонта (т.н. "антиколлапс", см. главу V) наблюдатель через некоторое время после вспышки сверхновой на месте вспышки действительно видит астрофизический объект, почти исключительно состоящий из нейтронов - нейтронную звезду.

Существует приближенная зависимость между числом A нуклонов в ядрах атома и плотностью ρ [г/см³] вещества соответствующего элемента при "нормальных" условиях: $A : \rho = 10 : 1$. Конечно, условия внутри нейтронной звезды весьма далеки от "нормальных", и все же, предположив, что в нулевом приближении это соотношение выполняется и там, для атомных ядер нейтронной звезды получим:

$$A_{н.з.} \approx 10\rho_{н.з.} \approx 3 \cdot 10^{15}. \quad (3.4.19)$$

Сравнивая это гигантское число с числом $A \lesssim 200$ нуклонов в стабильных атомных ядрах современной Земли, мы видим результат происходящего в течение примерно $5 \cdot 10^9$ лет после

вспышки "нашей" сверхновой однонаправленного процесса деградации ядер.

Я вполне отдаю себе отчет в том, что изложенная концепция развития атомных ядер не просто противоречит современной теории эволюции звезд, а во многом приводит к прямо противоположным выводам. Например, в ТЭЗ черная дыра - "могила" вещества, здесь - "колыбель", в ТЭЗ развитие вещества идет под действием гравитации от рыхлых "протозвезд" к сверхплотным нейтронным звездам и черным дырам, здесь (в точном, кстати, соответствии с гениальным предсказанием академика В.А.Амбарцумяна) - наоборот, в результате деградации ядер, от сверхплотных состояний к рыхлым, в ТЭЗ энерговыделение звезд объясняется с помощью реакций ядерного синтеза (водородный, гелиевый, углеродный и др. циклы), здесь, наоборот, - с помощью деградации крупных ядер с учетом энергии, выделяемой в β^- - распаде образующихся при деградации "лишних" нейтронов (подробнее см. гл. V), в ТЭЗ обилие в звезде водорода - признак ее "молодости" (еще много "ядерного горючего" даже для водородного цикла), здесь тот же факт трактуется как признак "старости" звезды ("выгорели" в результате $n-p$ - актов почти все ее нейтроны) и т.д. Так что противоречий действительно много. Однако, это не противоречия новой теории (КП) наблюдениям, что было бы для теории "смертельным", а противоречия в интерпретации наблюдаемых фактов двумя теориями, из которых, естественно, придется выбирать ту, которая лучше внутренне согласована, охватывает более широкий круг процессов, более точно предсказывает их количественные характеристики.

В настоящем параграфе, посвященном следствиям КП в микрофизике подробный сравнительный анализ ТЭЗ и КП неуместен (это сделано в гл. V). Здесь же отметим только, что ряд количественных предсказаний ТЭЗ существенно расходятся с наблюдениями (например, расчетный поток солнечных нейтрино более чем в 4 раза (!) превышает наблюдаемый, см. [27], стр. 426).

В то же время, рассчитанная, например, в рамках КП полная светимость Солнца ($L_{\odot}^T = 3,7 \cdot 10^{33}$ эрг/с, см. 5.4.9) отличается от наблюдаемой $L_{\odot}^H = 3,86 \cdot 10^{33}$ эрг/с всего на 4%, что не превышает погрешности параметров (в частности, возраста Солнца t_{\odot}), входящих в расчетную формулу и определяющих погрешность теоретического результата.

Что касается такого важнейшего качества физической теории, как широта охвата ею разнообразных явлений природы, то

здесь КТГ пока вне конкуренции, ибо, опираясь на малое число постулатов, она позволяет описывать (в том числе, на количественном уровне) не только процессы развития вещества во Вселенной (начиная с уровня элементарных частиц, атомных ядер и кончая самой Метагалактикой), но и такой всеобщий, универсальный процесс, как гравитация. Тем самым, КТГ лишает гравитационные теории традиционного для них изоляционизма, оторванности от других физических теорий (чем, кстати, "грешит" и ОТО А.Эйнштейна).

Приведенный небольшой экскурс в область астрофизики в параграфе, посвященном микрофизическим аспектам КТГ, вполне уместен, ибо без него был бы неясен генезис сверхгигантских атомных ядер (см. значение 19), последующая деградация которых привела к ядрам современных размеров. Более подробно решение некоторых астрофизических проблем в рамках КТГ изложено в главе V.

Вернемся, однако, к сформулированной в заголовке настоящего п. 4 проблеме развития атомного ядра.

Сказанное позволяет сделать вывод, что это развитие носит *диалектический* характер: длительные периоды крайне медленного *эволюционного* отбора ядром фоновой энергии сменяются бурными *"революционными"* событиями - *деградацией*, распадом крупного ядра на более мелкие осколки, каждый из которых, в свою очередь, проходит те же этапы, что и материнское ядро.

Более подробно логическая цепочка этого деградиационного процесса выглядит так:

1. Сверхмассивное (19) атомное ядро в составе нейтронной звезды (первая из *наблюдаемых* фаз развития ядра).
2. Вызванное отбором фоновой энергии расширение ядерных нуклонов (см. главу III, §3, п.3) и, как следствие, - взаимное удаление элементов штабель-модели ядра (глава III, §4, п.1) и уменьшение модуля энергии связи между ними, в результате чего происходит
3. переход ядра от стабильного состояния к β^- - радиоактивному,
4. *n-p*-акт одного из ядерных нейтронов по схеме (18),
5. резкое увеличение в связи с этим кулоновских сил взаимного отталкивания ядерных протонов,

6. деградация крупного материнского ядра на ядра-осколки и свободные нейтроны (естественная радиоактивность).
7. Осколки, как правило, имеют "лишние" нейтроны и потому β^- - радиоактивны (см. п. 2 настоящего параграфа).
8. $n-p$ -акты всех свободных нейтронов и "лишних" нейтронов в осколках, "стабилизация" ядер-осколков.
9. Если осколком является ядро составное (т.е. если $A_{оск} \geq 2$), то его дальнейшее развитие идет по схеме 2 - 9.
10. Процесс завершается, когда все осколки имеют $A_{оск} = 1$, т.е. когда некогда сверхмассивное ядро "рассыпается" на ядра водорода-протоны - единственные ядра, которые в связи со своей элементарностью абсолютно устойчивы относительно описанного процесса деградации.

Каждое промежуточное звено приведенной логической цепочки является прямым следствием предыдущего звена и непосредственной причиной звена следующего. Конечный продукт этого процесса - водород - рассеивается а пространстве. И действительно, наблюдения показывают наличие в галактиках значительных количеств *межзвездного газа*, на 90% по числу атомов состоящего из атомарного и молекулярного водорода, и почти не содержащего элементов тяжелее гелия.

Однако, такой диффузный межзвездный водород не является *конечным* результатом развития вещества во Вселенной (хотя подобный "финал" и соответствовал бы II началу термодинамики). Дело в том, что атомы водорода (как, впрочем и других элементов, входящих в межзвездный газ, а также всевозможные космические лучи, включая φ - частицы), двигаясь в пространстве, хотя и редко, но попадают в мощные гравитационные поля черных дыр и при известных условиях оказываются под их сферой Шварцшильда. Там, в области гигантских давлений орбитальные электроны атомов "вдавливаются" в ядерные протоны (этот процесс, обратный $n-p$ -акту, называется нейтронизацией протонов, см. выше).

Подобный процесс накопления под горизонтом черной дыры нейтронов сопровождается фундаментальным расширением каждого из них (см. §3, п. 3), ибо отбор ими фоновой энергии

идет и под горизонтом тоже. Указанное расширение материи черной дыры в определенный момент приводит к ее выходу из-под горизонта (что, как показали Я.Б.Зельдович и И.Д.Новиков, допустимо и в рамках ОТО при условии изначального расширения материи под горизонтом. Правда, возможные причины такого расширения не были четко установлены...).

В рамках КТГ момент выхода материи черной дыры из-под горизонта отождествляется с моментом начала вспышки сверхновой, в центре которой образуется сверхплотная нейтронная звезда со своими гигантскими атомными ядрами, почти сплошь состоящими только из нейтронов (с ничтожной примесью протонов).

Цикл замкнулся. Дальнейшее снова происходит по приведенной выше логической схеме 1-10.

Итак, в соответствии с изложенной концепцией, вещество во Вселенной развивается циклически.

Каждый цикл состоит из двух фаз: наблюдаемой (соответствующей II началу термодинамики, по схеме 1 - 10) и ненаблюдаемой, протекающей под горизонтом черной дыры. Во второй фазе мелкие разрозненные атомные ядра группируются в сверхмассивные, энергия концентрируется в малых объемах, т.е. энтропийные процессы идут в направлении, противоположном тому, которое утверждается II началом.

Отличаются ли последовательные циклы друг от друга? По видимому, да, иначе развитие вещества во Вселенной происходило бы, образно говоря "по кругу", а не "по спирали".

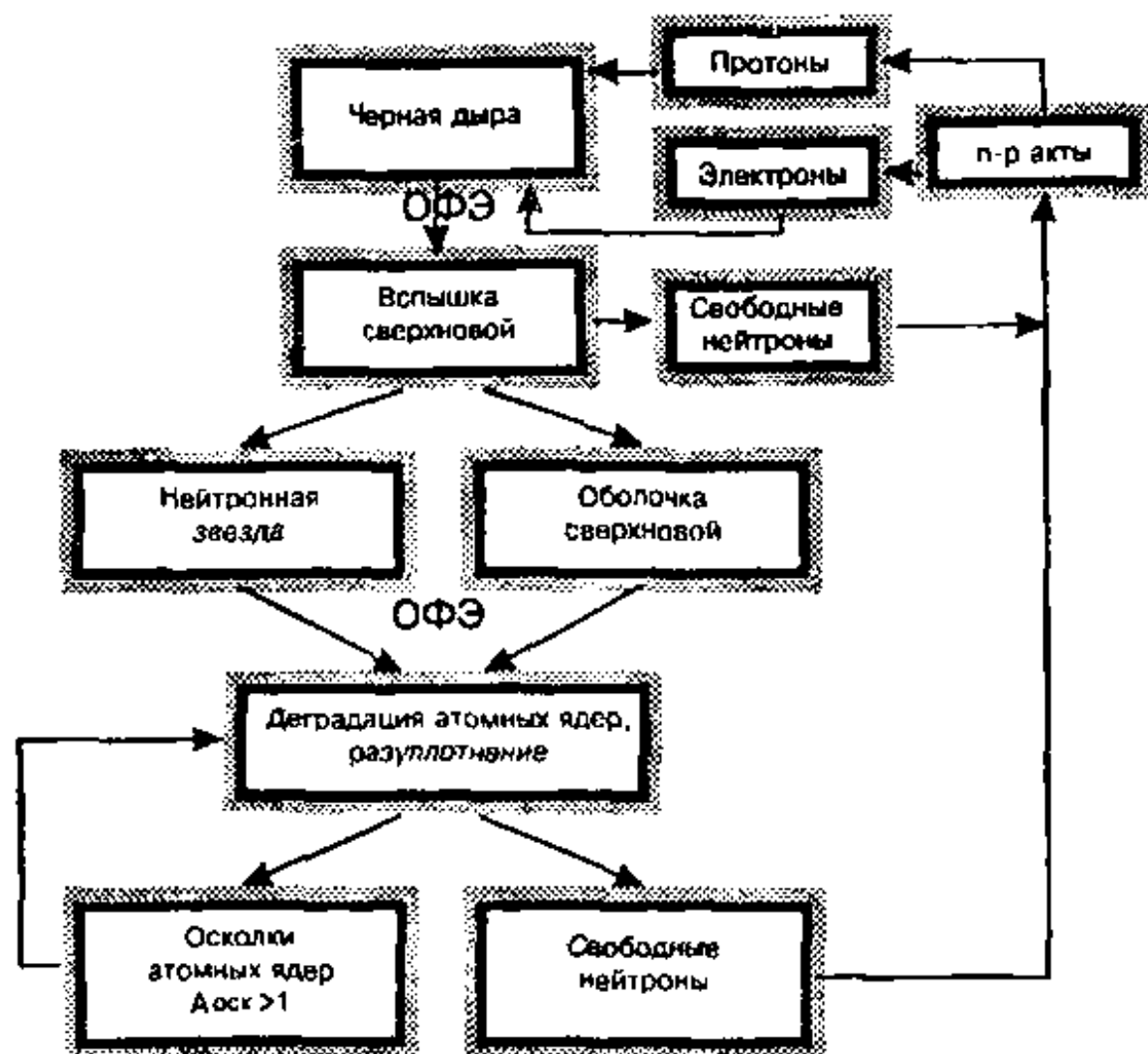
По данным гл. V, если Большой Взрыв (Гамов) был, то как минимум $30 \cdot 10^9$ лет тому назад.

Если один цикл длится $(10 + 15) \cdot 10^9$ лет, то с момента Большого Взрыва материя успела пройти 3-2 цикла, а поскольку ОФЭ на фундаментальном уровне (т.е. ОФЭ нуклоном) начался с момента Большого Взрыва и под горизонтом черной дыры не прекращается, то к началу наблюдаемой фазы каждого следующего цикла нуклон приходит несколько более массивным, чем прежде.

Таковы основные черты циклического, "эволюционно-революционного" развития вещества во Вселенной на уровне атомного ядра в рамках КТГ.

Этот процесс схематически может быть представлен в следующем виде:

Циклическое развитие вещества во Вселенной (блок-схема)



Примечания.

1. Протон и электрон, возникшие в результате *n-p* - акта, могут попасть в черную дыру как независимо, так и объединившись в атом водорода.
2. Под горизонт черной дыры могут попасть и более крупные вещественные объекты - продукты деления (деградации) не только атомных ядер, но и астрофизических тел: астероиды, кометы, метеориты (осколки планет), сами планеты, разлетающиеся от центра при вспышке новой и т.п., см. главу V.

§5. Атом вещества

п. 1. Кинетический смысл постулатов Бора. Туннельные переходы. Осцилляции Понтекорво

Напомним содержание постулатов Бора в формулировке, взятой из прекрасной монографии Э.В.Шпольского "Атомная физика", т. I, гл. VII, §85:

"В основу развитой им квантовой теории строения атома Бор положил следующие 2 постулата:

1. Атомы ... могут длительно пребывать только в определенных ... стационарных состояниях, в которых, несмотря на происходящие в них движения заряженных частиц, они не излучают и не поглощают энергию. В этих состояниях атомные системы обладают энергиями, образующими дискретный ряд: $E_1; E_2; \dots; E_n$. Состояния эти характеризуются своей устойчивостью; всякое изменение энергии ... может происходить только при полном переходе (скачком) из одного состояния в другое.
2. При переходе из одного стационарного состояния в другое атомы излучают или поглощают излучение только строго определенной частоты...

Оба эти постулата резко противоречат требованиям классической электродинамики, т.к. по первому постулату атомы не излучают, несмотря на то, что образующие их электроны совершают ускоренное движение ..., а по второму - испускаемые частоты не имеют ничего общего с частотами периодических движений электронов."

Постулаты Бора прошли весьма серьезную экспериментальную проверку, однако, это не делает их менее "странными". По поводу этих постулатов возникает по меньшей мере два вопроса.

1. Почему стационарным состояниям атома соответствует **дискретный** набор энергий (ни макросистемы, ни системы астрофизические таким свойством не обладают: например, кинетическая энергия стационарного орбитального движения планеты может изменяться **непрерывно**)?
2. Почему, несмотря на **ускоренное** движение, орбитальный электрон не излучает?

Можно, конечно, не задавая новых "наивных" вопросов, считать постулаты Бора имманентными свойствами атома, объективной данностью, которую следует использовать в научной практике без обсуждения (что в настоящее время и делается), но

можно попытаться понять глубокие причины, приводящие к столь необычным эффектам.

Сделаем это хотя бы на качественном уровне, опираясь на модельные представления элементарных частиц (глава II, §2, п. 1 г).

Внимательный читатель, конечно, заметил, что в указанных моделях были "задействованы" не все степени свободы тонкой деформируемой фундаментальной струны. Рассмотрены: собственное вращение недеформированной струны с угловой скоростью $\bar{\phi}$, прецессия недеформированной струны с угловой скоростью $\bar{\psi}$, поступательное движение со скоростями \bar{c} или \bar{v} , а также "прецессионное" вращение деформированной струны с угловой скоростью $\bar{\omega}$. Не рассмотрены, например, нутация, колебания струны (типа стоячей волны).

Однако, в природе "происходит все, что не запрещено", поэтому и нутация (изменение угла θ), и поперечные колебания струны (изменение амплитуды r ее деформации), безусловно, также могут иметь место (см. Приложение 18).

Нетрудно понять, что оба эти процесса влияют на сечение контакта соответствующей струны с мишенями: при больших θ и r имеем наблюдаемые частицы, при $\theta \approx 0$ и $r \approx 0$ - виртуальные.

Тип частицы \ Фаза	Наблюдаемая	Промежуточная	Виртуальная	Промежуточная	Наблюдаемая
Электромагнитный квант					
Элементарная частица вещества, например, e					

Рис. 21. Осцилляции элементарных частиц.

Изменение сечения частицы в процессе ее движения назовем термином "осцилляция", предложенным Б.Понтекорво.

С учетом осцилляции орбитального электрона ответ на первый из двух поставленных выше вопросов будет довольно прост, если предположить, что *эта* орбита проходит *сквозь* ядро, т.е., что *один раз за период орбитального движения электрон попадает внутрь ядра*.

Удастся ли ему при этом пройти сквозь ядро зависит от того, в какой фазе он в этот момент находится: в виртуальной - пройдет, в наблюдаемой - нет (велико сечение контакта). Стационарность атома предполагает, что движение электрона "вокруг" ядра происходит стабильно, а это в рамках изложенной модели означает, что каждый раз, подходя к ядру, электрон имеет необходимую для прохода сквозь ядро виртуальную фазу.

Вывод: для стационарности атома необходимо, чтобы полупериод $\tau_0/2$ осцилляций любого его орбитального электрона укладывался в периоде T орбитального движения этого электрона целое число раз:

$$T:\tau_0/2 = k; \quad k \in N, \quad (3.5.1)$$

где N - множество натуральных чисел.

В главе II, §2, п. 1 г было показано, что все частицы с одинаковым числом узлов (вне зависимости от амплитуды их деформации) имеют одинаковые угловые скорости "прецессионного" вращения ω , соответствующие собственным частотам струны).

Поскольку и дифференциальное уравнение свободных поперечных колебаний и его граничные условия совпадают, соответственно, с рассмотренными выше дифференциальным уравнением и граничными условиями изогнутой вращающейся струны, то утверждение о постоянстве ω для всех частиц с данным числом узлов распространяется и на частоту ω_0 осцилляций, а, следовательно, и на период $\tau_0 = 1/\omega_0$; отсюда и из формулы (1) следует, что период T орбитального движения любого электрона в стационарном атоме может принимать лишь дискретный ряд значений

$$T_k = \frac{\tau_0}{2} \cdot k = k \cdot \text{const}, \quad (3.5.2)$$

отсюда и из 3-го закона Кеплера $a^3/T^2 = \text{const}$ следует квантованность и орбитальных радиусов

$$a_k \sim T_k^{2/3} \sim k^{2/3}, \quad (3.5.3)$$

и кинетических энергий орбитального электрона

$$E_k = \frac{m_e v_k^2}{2} = \frac{m_e}{2} \frac{4\pi^2 a_k^2}{T_k^2} \sim k^{4/3-2} = k^{-2/3}. \quad (3.5.4)$$

В §2, п. 3 настоящей главы дан теоретический вывод формулы, известной как эмпирическая формула Бальмера. Согласно этой формуле, высокая точность которой подтверждена многочисленными спектрометрическими измерениями, энергия орбитального электрона в атоме может принимать дискретный ряд значений:

$$E_n \sim \frac{1}{n^2}, \quad n=1, 2, 3, \dots \quad (3.5.5)$$

Соотношения (4) и (5) совпадают при

$$k = n^3. \quad (3.5.6)$$

Тогда из выражений (2) и (3) имеем, соответственно,

$$T_n \sim n^3; \quad a_n \sim n^2 \quad (3.5.7)$$

(факты, широко известные в квантовой механике).

Далее получаем квантованные:

• орбитальную скорость:

$$v_n \sim \frac{a_n}{T_n} \sim \frac{n^2}{n^3} = \frac{1}{n}, \quad (3.5.8)$$

• энергию:

$$E_n = \frac{m_e v_n^2}{2} \sim n^{-2}, \quad (3.5.9)$$

• момент импульса:

$$M = m_e v_n a_n \sim n^{-1+2} = n, \quad (3.5.10)$$

(что также широко известно).

Формула Кеплера дает вполне естественный результат:

$$\frac{a_n^3}{T_n^2} \sim \frac{(n^2)^3}{(n^3)^2} = n^0. \quad (3.5.11)$$

Итак, сделанное выше предположение о периодическом туннелировании осциллирующего орбитального электрона сквозь ядро атома с необходимостью приводит и к выводу о дискретности набора энергий, при которых туннелирование возможно и к другим наблюдаемым следствиям (7) - (11).

Таков ответ на первый из поставленных в начале этого пункта вопросов.

Туннелирование электрона сквозь ядро собственного атома - частный случай туннельных переходов частиц сквозь потенциальные барьеры. В рамках кинетической теории поля (КТП) возможность таких переходов можно модельно представить как не равную нулю вероятность того, что в момент подхода к потенциальному барьеру осциллирующая частица будет иметь фазу, близкую виртуальной. В этой фазе частица имеет гигантскую мгновенную проникающую способность, много большую ее средней проникающей способности.

Что касается второго вопроса (о причинах неизлучения энергии электронами стационарного атома), то не следует забывать, что в КТП все вещественные объекты (и, в частности, электрон) отбирают фоновую энергию. Поэтому отсутствие результирующего излучения электрона на стационарной орбите следует трактовать как динамическое равновесие системы, при котором она излучает и поглощает примерно равные энергии.

Однако, вопрос - почему эти компенсационные эффекты имеют место только при движении электронов по *стационарным* орбитам - остается открытым.

§6. Другие следствия

п. 1. Дискуссия Эйнштейна с Бором и решение проблемы в рамках КТП

Широко известна дискуссия Эйнштейна с создателями квантовой механики Бором, Борном, Гейзенбергом и другими об основах этой области физики.

Не претендуя на полноту освещения проблемы (указанная дискуссия широко представлена в научной и научно-популярной литературе), приведу лишь сущность обсуждавшихся разногласий и свою примирительную точку зрения по этому вопросу.

В классической механике, зная положение и скорость любого элемента системы и учтя все действующие на него силы, можно (хотя бы в принципе) с точностью, определяемой начальными условиями, предсказать его положение и скорость в любой последующий момент времени, достаточно близкий начальному (так называемый "лапласовский детерминизм").

Совсем иначе дело обстоит в механике квантовой: при тех же условиях мы в *принципе* не можем предсказать состояние (положение, скорость, энергию) квантовой системы (элементарной частицы вещества, фотона, атома), а можем указать лишь *вероятность* каждого из допустимых состояний. (Более того, даже начальное состояние квантовой системы невозможно задать со сколь угодно высокой точностью: принципиальное ограничение на эту точность накладывает соотношение неопределенностей Гейзенберга, см. п. 2).

Ярким примером невозможности детерминированного подхода к квантовым системам является излучение возбужденного атома: мы не можем предсказать ни момента испускания атомом кванта, ни даже направления, в котором он вылетит, а можем дать лишь соответствующие статистические оценки. Причем, невозможность подобных предсказаний, согласно современной квантовой механике, является *принципиальной*, а не вызванной просто несовершенством наших приборов.

Упомянутые статистические оценки делаются с помощью удовлетворяющей уравнению Э.Шредингера (1925 г.) волновой функции, квадрат которой трактуется как вероятность попадания рассматриваемой элементарной частицы в данный момент времени в фиксированное состояние.

Образно говоря, если вы "играете в бильярд" элементарными частицами, то в классической механике *при "абсолютно точном"* ударе попадание в лузу было бы гарантированным, тогда как в квантовой механике - нет (это событие было бы возможным, однако его вероятность была бы меньше единицы).

Но если мы не можем однозначно предсказать результат даже элементарного акта взаимодействия частиц, то стоит ли делать какие-либо научные прогнозы относительно более сложных процессов? Отсюда - один шаг до позитивизма и агностицизма, что и наблюдалось в первые десятилетия после создания квантовой механики.

Подобное положение не могло не насторожить многих здравомыслящих ученых, которых М.Борн назвал "ворчунами", и одним из самых активных среди них был А.Эйнштейн.

Сущность его возражений сконцентрирована в афоризме "Бог не играет в кости" ("Ты веришь в играющего в кости Бога, а я - в полную закономерность в мире объективно существующего"... - писал он М.Борну в 1947 г.).

Замена динамического (лапласовского) детерминизма детерминизмом статистическим в приложении к ансамблям, состоящим из *большого* числа частиц, привычна еще со времен создания кинетической теории газов и вполне естественна, но отдать на волю случая *элементарный* акт взаимодействия с предельно точными начальными условиями ... ? С точки зрения "ворчунов" это было бы предательством...

Однако, все дальнейшее триумфальное развитие квантовой механики показало, что заложенные в ее фундамент "парадоксальные" постулаты не противоречат опыту и, более того, позволяют делать предсказания, вполне адекватные наблюдениям.

Под напором впечатляющих успехов квантовой механики "ворчуны" потихоньку затихают, а ее апологеты, окрыленные победами, вообще перестают задумываться над основами этой науки.

Но никакие успехи, никакие победы не могут оправдать отказ от основных гносеологических принципов науки таких, например, как предсказуемость результатов эксперимента, возможность (пусть, хотя бы, принципиальная) предвычисления основных характеристик процессов и т.п. ("Это было так, точно из-под ног ушла земля и нигде не видно твердой почвы, на которой можно было бы строить", УФН, 59, вып. 1, стр. 87, или: "... если все это правильно, то здесь - конец физики", "Наука и жизнь", 1961, N8, стр. 77). Эти трудности в основах квантовой механики, на которые в свое время указывал Эйнштейн, не сняты до сих пор.

Попробуем это сделать.

Каждому рассматриваемому в квантовой механике *элементарному акту* (а о массовых процессах по указанной выше причине мы здесь не говорим), будь то излучение или поглощение кванта, рассеяние одной частицы на другой и т.п., приписывается определенная вероятность, т.е. этот акт считается случайным событием.

Но что такое "случайное событие"? Это - событие, которое *при выполнении данного комплекса условий* может произойти, а может и нет. Однако, кроме *данного* (т.е. известного субъекту - исследователю и учтенного им комплекса "к" условий существует комплекс "К" условий, *объективно* влияющих на рассматриваемый процесс, причем, как правило, $K \supset k$.

Таким образом, рассматриваемое событие *представляется субъекту* - исследователю случайным, если он (по причине незнания или слишком большого их числа) учитывает не все условия комплекса К. Если же $k = K$, то событие из случайного, у

которого вероятность $0 < P < 1$, превратится либо в достоверное ($P = 1$), либо невозможное ($P = 0$). Сформулированное необходимое и достаточное условие случайности события назовем *условием неполноты*. Проиллюстрируем сказанное одним из канонических примеров случайного события - выпадением "орла" при падении монеты.

Здесь в комплекс κ входит: 1) бросание монеты, 2) в гравитационном поле, 3) на жесткое основание (не в песок и не в глину). Однако, неучтенными, но *объективно влияющими* на результат (а, следовательно, входящими в комплекс K) условиями остаются: 4) положение монеты при бросании, 5) высота точки бросания над основанием, 6) приложенный к монете при бросании начальный импульс, 7) его момент, 8) зависящая от температуры, давления и влажности вязкость воздуха, 9) упругие свойства основания и т.д.

Если же все эти факторы учесть, то вероятностная оценка события может быть заменена вполне детерминированным предсказанием в духе Лапласа.

Например, если монету подбрасывать специальным герметизированным и термостатированным механическим устройством, прилагающим к ней строго дозированные начальные импульс и, его момент, то выпадение "орла" станет либо достоверным, либо невозможным.

Итак, *в природе нет объективно случайных событий* ("Бог не играет в кости"), а если исследователю какое-либо событие *представляется* случайным, то это значит, что он, согласно условию неполноты, просто учел не все факторы, объективно влияющие на результат испытания.

Сказанное делает предельно прозрачными и сущность разногласий Эйнштейна с основателями квантовой механики и способ устранения этих разногласий. С точки зрения Бора, "... мы имеем дело не с произвольным отказом от более точного анализа атомных явлений, но с признанием того, что такой анализ *принципиально* исключается"! Сказано сильно, но *плохо*, ибо, как показано выше, принципиальная невозможность перехода от статистического описания любого явления к детерминированному равносильна невозможности условия $\kappa = K$, т.е. утверждению, что всегда найдутся факторы, объективно влияющие на результат испытания (т.е. входящие в комплекс K), но не известные исследователю (т.е. не входящие в κ) - вывод, прямо ведущий к агностицизму. С приведенной цитатой можно было бы согласиться,

если в ней слово "принципиально" заменить словами "в рамках квантовой механики", если же этого не сделать, то мысль, безусловно, становится неприемлемой.

В статье "Физика и реальность" Эйнштейн замечает, что хотя предположение о полноте квантово-механического описания не приводит к противоречию с наблюдениями, но настолько противоречит его научному инстинкту, что он не может отказаться от более полной концепции (поискам которой он, кстати, посвятил более тридцати последних лет жизни).

Таким образом, хотя Эйнштейн явно и не сформулировал приведенного выше "условия неполноты", необходимого и достаточного для того, чтобы событие можно было считать случайным, а говорит лишь о своем "научном инстинкте", однако, логической основой этого "инстинкта", безусловно является упомянутое условие неполноты.

Далее, в письме Соловину (50 г) Эйнштейн задает вопрос, который вполне можно отнести к серии упоминавшихся "наивных" вопросов: "... Можно ли для индивидуального объекта получить *представимый образ*, в котором полностью исключена статистическая закономерность", (выделено мною).

Итак, чтобы получить хотя бы принципиальную возможность возврата в микрофизике от статистического детерминизма к лапласовскому, Эйнштейн ищет:

- а) "представимый образ" элементарных частиц,
- б) дополнительные, неизвестные ранее условия протекания элементарных процессов, превращающие их из случайных в закономерные (т.е. дополнение комплекса к до K).

Но ведь все это есть в кинетической теории поля!

- а) "Представимый образ" элементарных частиц приведен на рис. 5 глава II, §2, п. 1 г (ф - частица, она же виртуальная частица космического вакуума, она же продольный (виртуальный) фотон - недеформированная струна, движущаяся поступательно с близким нулю углом атаки, гравитон - она же, но движущаяся с заметным углом атаки, фотон наблюдаемый - прецессирующая недеформированная струна, частица вещества - деформированная струна, вращающаяся вокруг оси, проходящей через ее центр массы и имеющая: 2 узла - нейтрино, 3 - электрон, 4 - нуклон).

- б) В рамках КТП результат любого элементарного акта, в *принципе*, предсказуем не только статистически, но и в духе лапласовского детерминизма. Например, при взаимном рассеянии 2-х частиц, из которых хотя бы одна нейтральна, для такого предсказания необходимо для каждой из них знать: ее тип (число узлов, массу "покоя", частоту и амплитуду деформации), все ее скорости (поступательного и вращательных движений), взаимное расположение частиц в момент их контакта, фазы вращательного и осцилляционного движения каждой из них в этот момент, положение на частицах контактных точек...

Короче говоря, надо корректно поставить задачу о вообще говоря неупругом ударе двух достаточно сложных, несмотря на свою "элементарность", механических систем.

Ясно, что, во-первых, не имея этой информации о *начальных условиях* (в момент удара), мы можем лишь гадать (т.е. оставаться в рамках статистического детерминизма) о последующем движении частиц (условие неполноты: $k \neq K$!).

Во-вторых, ясно, что подобную информацию экспериментаторы еще не скоро смогут положить на стол теоретикам, поэтому *практически* при решении задач микрофизики мы еще долго будем пользоваться методами квантовой механики, т.е. довольствоваться статистическими оценками вместо динамических, но ведь Бор в приведенной выше цитате настаивает на *принципиальной* невозможности последних... Вряд ли, однако, справедливо приписывать Бору мысль об окончательном характере квантовой механики, так что будем считать, что в обсуждаемой цитате он погорячился.

Итак, в *практическом* плане прав Бор, ибо на современном уровне развития микрофизики $k \neq K$, однако, в *принципиальном* плане прав Эйнштейн, а чтобы достигнутый уровень поднялся до принципиально достижимого (т.е. чтобы $k \rightarrow K$) следует, в частности, развивать модельные представления физики элементарных частиц.

Кинетическая теория полей и частиц - шаг в указанном направлении, а следовательно, возможный фундамент будущего Великого Объединения (см. также главу IV, §1, п. 1 и главу VII, §1).

п. 2. Нулевые колебания без нарушения закона сохранения импульса. Вывод соотношения неопределенностей Гейзенберга из постулатов КТП

Важнейшим условием, объективно влияющим на протекание любого (и, в частности, микрофизического) процесса, а, следовательно, входящим в комплекс K (см. предыдущий п. 1), но, как правило, не принимаемым во внимание (т.е. не входящем в K), является то обстоятельство, что все процессы природы происходят не в абсолютной пустоте, а в пространстве, насыщенном всепроникающими виртуальными ϕ - частицами.

Игнорирование фоновых частиц по причине их виртуальности - глубокое заблуждение, ибо ϕ - частица, виртуальная в данной координатной системе (т.е. имеющая в этой системе нулевой угол атаки β), перестает быть таковой относительно объекта, быстро движущегося, например, со скоростью, перпендикулярной скорости этой частицы.

Подобное игнорирование особенно опасно в микрофизике, где оно может приводить к весьма неприятным последствиям.

Рассмотрим в качестве примера так называемые "нулевые колебания" элементарных частиц. Сущность этого процесса - в следующем: "полностью изолированная" от всех посторонних воздействий частица вещества, например, электрон не может покоиться в фиксированной точке пространства, а должна двигаться, причем не поступательно, как это следует из закона сохранения импульса, а возвратно-поступательно, т.е. должна колебаться. Эти колебания и называются нулевыми.

Энергия этих колебаний невелика, но достаточна, например, для разрушения кристаллической решетки твердого гелия, который поэтому не удается наблюдать ни в природе, ни в лаборатории, что является одним из косвенных *экспериментальных* подтверждений реальности нулевых колебаний.

Теоретически невозможность длительного пребывания частицы вещества в фиксированной точке пространства следует из так называемого "соотношения неопределенностей Гейзенберга" (1927 г.), вывод которого в рамках КТП приводится ниже.

Итак, и теория, и опыт подтверждают: "изолированная" элементарная частица колеблется.

Да, но ведь при этом "нарушается" один из фундаментальных законов природы - закон сохранения величины и *направления* вектора импульса "изолированной" системы!

"Что ж поделать, значит таковы внутренние, имманентные свойства элементарных частиц", - отвечают защитники квантовой механики - "этим квантовые системы отличаются от макросистем, с которыми мы привыкли сталкиваться в повседневной житейской практике. И потом, закон сохранения импульса нарушается на очень короткое время..."

В одной из популярных книжек была даже приведена аналогия элементарной частицы с не очень честным кассиром магазина, который в течение рабочего дня пускает в оборот поступившую от продажи выручку, но к моменту кассового контроля в конце смены вся дневная выручка оказывается на месте.

Однако, подобная малоубедительная апологетика "особых свойств" микросистем, позволяющая им нарушать, пусть на короткое время, проверенные многовековой практикой основные законы природы, в рамках КТП становится просто излишней.

Действительно, что значит "полностью изолированная частица вещества"? Разве можно изолироваться от проникающих даже в недра массивных звезд фоновых частиц? Конечно, нет!

Вывод: нулевые колебания элементарных частиц вещества - результат их взаимодействия с всепроникающими фоновыми частицами (своеобразное "броуновское движение" на микроуровне, где роль броуновской частицы исполняет рассматриваемая элементарная частица вещества, а роль воздействующих на нее молекул - ф - частицы).

Этот вывод не противоречит ни наблюдениям, ни законам сохранения, ни постулатам КТП.

Покажем теперь, что этот вывод в качестве одного из своих количественных следствий имеет знаменитое соотношение неопределенностей, полученное В.Гейзенбергом в 1927 году:

$$\Delta p \cdot \Delta X \geq \frac{\hbar}{4\pi} = \frac{\hbar}{2}, \quad (3.6.1)$$

где Δp и ΔX - экспериментальные погрешности, допущенные при определении импульса и координаты элементарной частицы, соответственно, см. [14], т. II, §168.

Термин "координата элементарной частицы" означает, что последняя *представляется* материальной точкой. Однако, согласно постулатам КТП, она - структура линейно *протяженная*, более точная модель которой - "материальный отрезок" длиной l . Если теперь в результате мысленного эксперимента частица од-

новременно обнаружена в двух точках A и B этого отрезка, то величина $\Delta x = |AB|$ сторонниками точечной модели будет воспринята как экспериментальная ошибка, хотя, по существу, таковой не является, ибо действительно в данный момент линейно протяженная частица находится и в точке A , и в точке B (и не только в них).

Ясно, что величина Δx кажущейся ошибки в определении "координаты" частицы удовлетворяет неравенству

$$0 \leq \Delta x \leq l. \quad (3.6.2)$$

Фактически же допущенная ошибка ΔX может быть сколь угодно большой (грубые приборы, небрежный эксперимент и т.п.), но не может быть сколь угодно малой, ибо "координату" отрезка длиной l нельзя определить с ошибкой, меньшей $l/2$.

Поэтому

$$\Delta X \geq l/2. \quad (3.6.3)$$

Кроме того, исследуемая элементарная частица вещества находится под "обстрелом" фоновых частиц, импульс которых p в лабораторной координатной системе, связанной с частицей - мишенью, определяется равенством (2.2.1):

$$p = \mu c; \quad (3.6.4)$$

Эти разнонаправленные импульсы мишень приобретает в непредсказуемые моменты времени, поэтому ее результирующий импульс не может быть измерен с точностью, более высокой, чем μc , т.е.:

$$\Delta p \geq \mu c. \quad (3.6.5)$$

Перемножая неравенства (5) и (3), с учетом равенств (2.8.3) и (2.8.12) получим:

$$\Delta p \cdot \Delta X \geq \frac{1}{2} \mu c l \approx \hbar > \frac{\hbar}{2}, \quad (3.6.6)$$

что не противоречит соотношению (1) неопределенностей Гейзенберга.

п. 3. Зависимость сечения рассеяния нейтрино на нуклоне от энергии нейтрино. Сопоставление теоретической зависимости с наблюдениями (CERN, Швейцария)

Известны, (см., например, [32] и др.) эксперименты с целью выяснения указанной в заголовке зависимости на суперсинхротроне Европейского центра ядерных исследований в Швейцарии.

Результаты этих экспериментов приведены на рисунке 22.

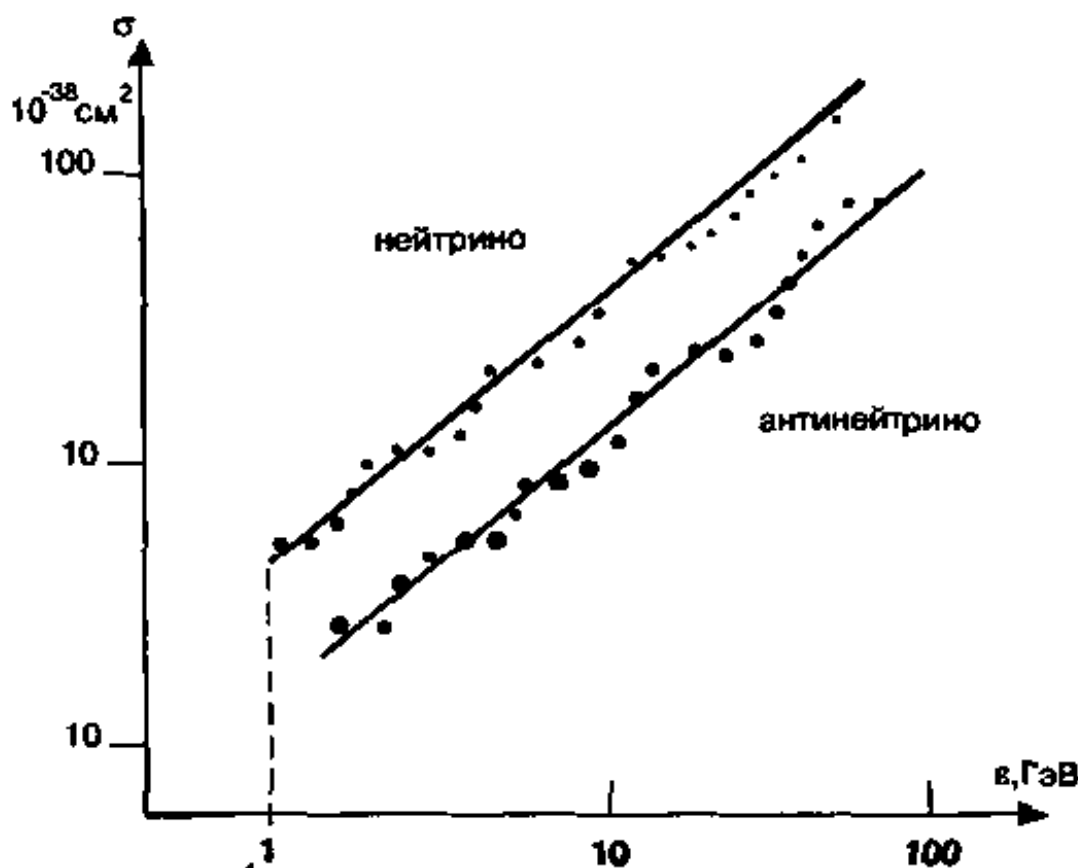


Рис. 22 Зависимость полного сечения (σ) взаимодействий нейтрино с нуклоном от энергии (ϵ) нейтрино.

Характерные особенности этой экспериментальной зависимости:

- В рассмотренном энергетическом диапазоне $1 \text{ ГэВ} \leq \epsilon \leq 100 \text{ ГэВ}$ σ пропорционально ϵ .
- При одинаковых с антинейтрино энергиях, нейтрино имеет большее сечение.
- При энергиях $\epsilon \geq 100 \text{ ГэВ}$ начинается сближение сечений нейтрино и антинейтрино с ростом их энергий.

- г) Экспериментальные точки ложатся не на аппроксимирующую прямую, а *регулярно* то выше, то ниже нее (так называемый "скейлинг" - "оборочки" или "рюшечки").
- д) Кроме того, известно, что при $\epsilon < 1$ МэВ, $\sigma \sim \epsilon^2$.

Покажем, что все эти особенности следуют из модельных представлений, изложенных в главе II, §2, п. 1 г.

Действительно, согласно указанным представлениям, нейтрино и нуклон - быстро вращающиеся деформированные струны (нейтрино - с двумя узлами, нуклон - с четырьмя, поэтому все характеристики нейтрино будем помечать индексом 2, а нуклона - 4).

Кроме того, у нейтрино ν угол поляризации $\alpha_2 = \angle \bar{\omega}_2$, $\bar{v}_2 = \pi$, а у антинейтрино $\alpha_2 = 0$, где $\bar{\omega}_2$ и \bar{v}_2 их угловая и линейная скорости (другие значения угла поляризации исключаются вытекающим из принципа наименьшего действия флюгер-эффектом, см. глава III, §1, п. 5).

В рамках КТП, если хотя бы одна из взаимодействующих частиц нейтральна (а именно такой случай рассматривается в настоящем п. 3), то взаимодействие любого вида подразумевает их контакт (событие K).

Положение мишени (нуклона) в момент контакта, вообще говоря, произвольно, однако, тот факт, что нейтрино и антинейтрино при прочих равных условиях имеют разные сечения, как показано ниже, говорит о том, что экспериментально регистрируются только так называемые I -контакты (K_I см. глава II, §3, п. 3), при которых мишень находится внутри прецессионного конуса снаряда (нейтрино).

Таким образом, обсуждаемое взаимодействие нейтрино (антинейтрино) с нуклоном модельно можно представить в виде, приведенном на рис. 23.

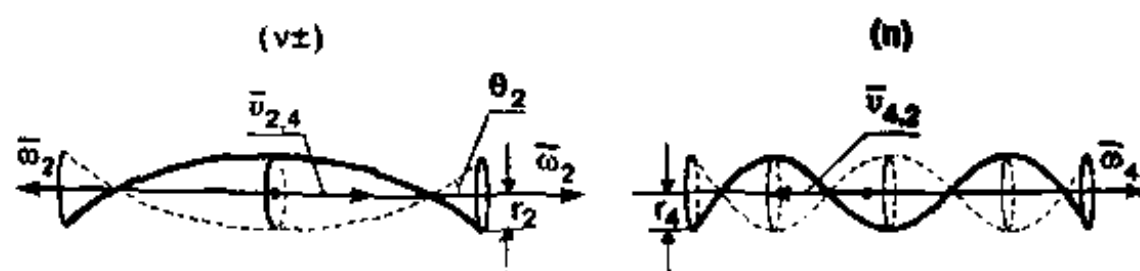


Рис. 23. К выводу обсуждаемой зависимости.

Рассматривая взаимодействие в лабораторной координатной системе (относительно которой мишень неподвижна), можно исключить из рассмотрения и линейную скорость $\bar{v}_{2,4}$ нейтрино относительно нуклона и равную ей по величине, но противоположную по направлению скорость $\bar{v}_{4,2}$, заменив их одной скоростью снаряда \bar{v} в ЛКС.

Сказанное позволяет применить к рассматриваемому случаю методику отыскания сечения l - контакта, изложенную в главе II, §3, п. 5, б₆ перед формулой (2.3.17), последняя теперь примет следующий вид (см. рис. 23):

$$\sigma_l \approx \pi (r_2 + r_4)^2 \cdot (1 - \cos\theta_2) \cdot \tilde{l}, \quad (3.6.7)$$

где:

$$\tilde{l} = \begin{cases} q = \frac{l \cos\theta_2 + l \cos\theta_4}{v} \cdot \frac{|\omega_2 \pm \omega_4|}{2\pi} \approx \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{l}{v} (\cos\theta_2 + 1) |\omega_2 \pm \omega_4|; & q < 1, \\ 1, & \text{если } q \geq 1, \end{cases}$$

Здесь $\cos\theta_4 = \sqrt{1 - \sin^2\theta_4} \approx \sqrt{1 - \alpha_{т.с.}^2} \approx 1$, (см. значение 2.8.4).

Из формулы (7) сразу видно, что при прочих равных условиях **сечение нейтрино на нуклоне больше, чем у антинейтрино**, ибо первому из них соответствует встречное вращение (см. рис. 23) снаряда и мишени и знак (+), а второму - сопутное и знак (-), аналогично условию (2.3.18).

Таким образом, особенность б) объясняется направлением спина снаряда и непосредственно вытекает из формулы (7).

Далее. При $\theta_2 \approx \pi/2$, т.е. при достаточно больших энергиях нейтрино, имеем $\cos\theta_2 \ll 1$, $r_2 \gg r_4$ и формула (7) дает:

$$\sigma_l = \pi r_2^2 \cdot \tilde{l}, \quad (3.6.8)$$

$$\text{где } \tilde{l} = \begin{cases} q = \frac{1}{2\pi} \frac{l}{v} |\omega_2 \pm \omega_4|, & \text{если } q \leq 1, \\ 1, & \text{если } q > 1. \end{cases}$$

С другой стороны, для энергии ϵ_k вращательного движения деформированной струны (и равной ей потенциальной энергии

ее деформации), усредняя y_n^2 под знаком интеграла (1) Приложения 10, получим:

$$\varepsilon_k = \varepsilon_n \approx \frac{\mu \omega_2^2 r_2^2}{2}, \quad (3.6.9)$$

откуда:

$$\varepsilon = \varepsilon_k + \varepsilon_n \approx \mu \omega_2^2 r_2^2. \quad (3.6.10)$$

Разделив почленно формулу (8) на равенство (10), получим:

$$\sigma_l \approx a \varepsilon, \quad (3.6.11)$$

где $a = \frac{\pi \tilde{l}}{\mu \omega_2^2}$.

Возможная энергия покоя нейтрино (~ 30 эВ) на много порядков меньше любой энергии рассматриваемого диапазона ($1 + 100$) ГэВ, откуда (с учетом доказанной независимо в главе III, §3, п.2 формулы СТО для энергии) следует, что скорость v нейтрино в этом энергетическом диапазоне весьма близка скорости света c :

$$v \approx c = \text{const}. \quad (3.6.12)$$

Кроме того, в главе II, §2, п.1 г доказано, что если деформированная струна находится в пределах упругости, то при фиксированном числе узлов угловая скорость ее вращения тоже будет фиксированной, т.е. в этом случае

$$\left. \begin{aligned} \omega_2 &= \text{const} \\ \omega_4 &= \text{const} \end{aligned} \right\} \quad (3.6.13)$$

Из соотношений (12), (13) и (8) следует, что в области упругих деформаций коэффициент формулы (11) $a = \text{const}$, а, следовательно, если энергия нейтрино велика, но не выводит соответствующую фундаментальную струну из области ее упругих деформаций, то его сечение l - контакта с нуклоном пропорционально его энергии, (см. особенность a)).

Если же энергия частицы настолько велика, что соответствующая поперечная деформация струны находится за пределом ее упругости, то нетрудно показать, что дальнейший рост

энергии (10) этой струны будет идти не только за счет роста амплитуды r_2 ее деформации, но и за счет роста угловой скорости ω_2 (см. вывод формулы 3.3.6).

Увеличение же ω_2 приводит к росту величины q из формулы (8), и при достижении q значений, больших 1, согласно равенству (8), $\tilde{I} = 1$ и двойственность знаков теряется: *сечения нейтрино и антинейтрино выравниваются*, в точном соответствии с *особенностью в*.

При еще больших энергиях нейтрино (далеко выходящих за пределы, достижимые на современных ускорителях) теория (формула 7) предсказывает *асимптотическое приближение сечения* к значению (см. 2.8.3)

$$\sigma_{\infty} = \lim_{\epsilon_2 \rightarrow \infty} \sigma_l = \frac{\pi l^2}{16} = 1,2 \cdot 10^{-21} \text{ см}^2. \quad (3.6.14)$$

Действительно, при очень больших ϵ_2 имеем:

$$r_2 \gg r_4; \theta_2 \approx \frac{\pi}{2}; \cos\theta_2 \ll 1; q \gg 1 \text{ (за счет большого } \omega_2); \tilde{I} \approx 1$$

$$\text{и } \sigma_l \approx \pi r_2^2 = \pi \left(\frac{l}{4}\right)^2, \text{ см. рис. 23.}$$

Таково поведение исследуемого сечения при *больших* энергиях нейтрино (антинейтрино).

Напротив, при относительно *малых* энергиях, но при сохранении условия $r_2 \gg r_4$, имеем:

$$\begin{aligned} \theta_2 \ll \frac{\pi}{2}; \cos\theta_2 \approx 1; 1 - \cos\theta_2 &= 1 - \sqrt{1 - \sin^2\theta_2} \approx \frac{1}{2} \sin^2\theta_2 \approx \\ &\approx \frac{1}{2} \left(\frac{4r_2}{l}\right)^2 = 8 \frac{r_2^2}{l^2}, \end{aligned}$$

(см. рис. 23), и формула (7) дает:

$$\sigma_l \approx 8 \frac{\pi}{l^2} r_2^4 \cdot \tilde{I}, \quad (3.6.15)$$

$$\text{где } \tilde{I} = \frac{1}{\pi c} \left| \omega_2 \pm \omega_4 \right| = \text{const.}$$

Возведя почленно в квадрат равенство (10) и поделив равенство (15) на полученный результат, имеем

$$\sigma_l \approx b \varepsilon^2, \quad (3.6.16)$$

где $b = 8 \frac{|\omega_2 \pm \omega_4|}{c l \mu^2 \omega_2^4} = \text{const}$, что совпадает с приведенной выше особенностью д).

И, наконец, выясним кинетический смысл явления, названного выше скейлингом (особенность з), и возникающего в связи с осцилляциями нейтрино, описанными в главе III, §5, п. 1.

Действительно, периодические изменения радиуса нейтрино r_2 и соответствующего угла θ_2 приводят к изменению с тем же периодом τ_0 сечения σ : например, при изменении θ в диапазоне $0 \leq \theta \leq \theta_2$, и, соответственно, радиуса r в промежутке $0 \leq r \leq r_2$, сечение σ изменяется в пределах $0 \leq \sigma \leq \sigma_{\text{max}} = \sigma_m = \sigma_l(\varepsilon)$, где $\sigma = 0$ при $\theta = 0$ за счет множителя $(1 - \cos \theta)$ формулы (7).

Итак, пусть мгновенное значение $\sigma(t)$ осциллирует с частотой $\nu_0 = \tau_0^{-1}$ по простейшему закону:

$$\sigma(\varepsilon, t) = \sigma_m^{(\varepsilon)} |\sin \nu_0 t| \geq 0. \quad (3.6.17)$$

Время τ нахождения нейтрино в "опасной зоне" (в которой возможен контакт с нуклоном) находится по формуле, аналогичной примечанию к равенству (7):

$$\tau = \frac{l \cos \theta_2 + l \cos \theta_4}{c} \approx \frac{l}{c} (1 + \cos \theta_2). \quad (3.6.18)$$

Среднее за это время сечение $\tilde{\sigma}(\varepsilon)$ можно тогда найти так:

$$\tilde{\sigma}(\varepsilon) = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \sigma(\varepsilon, t) \cdot dt = \frac{\sigma_m^{(\varepsilon)}}{\tau} \int_0^{\tau} |\sin \nu_0 t| \cdot dt. \quad (3.6.19)$$

Взяв этот интеграл, получим:

$$\tilde{\sigma}(\varepsilon) = \sigma_m^{(\varepsilon)} \frac{2\kappa + 1 + (-1)^{\kappa+1} \cos x}{x}, \quad (3.6.20)$$

где $x = \nu_0 \tau = \frac{\tau}{\tau_0}$; $\kappa = \left[\frac{x}{\pi} \right]$.

В частности, при $x = k\pi$ имеем:

$$\begin{aligned}\tilde{\sigma}_l &= \tilde{\sigma}_{x=k\pi} = \sigma_m \frac{2k+1+(-1)^{k+1} \cos k\pi}{k\pi} = \\ &= \sigma_m \frac{2k+1+(-1)^{2k+1}}{k\pi} = \frac{2}{\pi} \sigma_m = \frac{2}{\pi} \sigma_l.\end{aligned}\quad (3.6.21)$$

т.е. среднее сечение $\tilde{\sigma}_l$ несколько меньше максимального $\sigma_m = \sigma_l$, что естественно.

При остальных $x \neq k\pi$, согласно формуле (20), среднее по τ сечение $\tilde{\sigma}(\varepsilon)$ отличается от теоретического значения $\sigma_m(\varepsilon) = \sigma_l(\varepsilon)$, найденного по формуле (7), на величину, зависящую от функции $\cos x$, отсюда - *периодические отклонения наблюдаемых и теоретических значений*.

Таким образом, *все перечисленные выше детали а) - д) наблюдаемой зависимости $\sigma(\varepsilon)$ (включая такую тонкую деталь, как скейлинг), получают в рамках КТП вполне адекватное теоретическое обоснование.*

§7. Выводы главы III

Снятие классических возражений А. Пуанкаре и других авторов против гипотезы Ж. Лесажа, достигнутое в главе II, сделало актуальным поиск новых, ранее неизвестных фактов, которые смогли бы дискредитировать эту гипотезу.

Этот поиск оказался безуспешным.

Напротив, обнаружено большое число явлений, имеющих в рамках КТП непринужденное объяснение на качественном, а часто и на количественном уровне, причем, добытые теоретически количественные оценки неплохо совпадают с известными значениями.

Получена и новая информация.

Приведем краткий перечень изложенных в настоящей главе и представляющихся наиболее значимыми результатов этого анализа из области микрофизики.

1. *Получены модельные представления всех известных стабильных элементарных частиц* (глава II, §2, п. 1 г).
2. *Выяснен физический смысл термина "энергия покоя"* (глава III, §3, п. 1).

3. Теоретически найдены энергии покоя всех стабильных элементарных частиц вещества, оказавшиеся с неплохой точностью равными наблюдаемым (глава II, §2, п. 1 г).
4. Обнаружен тензорный характер массы элементарной частицы, указаны причины скалярности масс макрообъектов (глава III, §3, п. 1).
5. На качественном уровне выяснены физические причины сверхпроводимости и сверхтекучести и способы повышения соответствующих критических температур (глава III, §3, п. 1).
6. Показана принципиальная возможность гравитационного "вечного" двигателя (глава III, §3, п. 1).
7. Лоренцево сокращение (l -эффект), m -эффект и ε -эффект СТО для элементарных частиц вещества получены теоретически с учетом взаимодействия этих частиц с фоном (глава III, §3, п. 2).
8. Теоретически исследован неизвестный ранее процесс отбора элементарной частицей вещества фоновой энергии и получен закон, описывающий эволюцию этого процесса во времени (глава III, §3, п. 3).
9. Теоретически предсказан неизвестный ранее процесс медленного увеличения занимаемого элементарной частицей вещества эффективного объема в связи с отбором ею фоновой энергии (т.н. "фундаментальное расширение"), глава III, §3, п. 3.
10. Сформулирован неизвестный ранее закон сохранения числа элементарных частиц, участвующих в любой (в том числе и ядерной) реакции (глава III, §3, п. 4).
11. На примере β^- -распада нейтрона приведена альтернативная теория слабых взаимодействий (глава III, §3, п. 4). Предсказывается рост интенсивности β^- -распадов с ростом скорости тела в РКС; при достаточно большой скорости любое стабильное ядро становится радиоактивным.
12. Предсказана "штабельная" структура атомных ядер (глава III, §4, п. 1).
13. На основе штабельной модели атомных ядер теоретически получена "полоса стабильности" изотопов, находящаяся в очень хорошем согласии с наблюдаемой (глава III, §4, п. 2).

Глава IV. Следствия КТГ в макрофизике

§1. Тяготение. Связь КТГ и ОТО А.Эйнштейна

Вопрос о связи КТГ и ОТО вкратце затронут в §1 Введения. Здесь он рассматривается несколько более подробно.

п. 1. Об опасности мысленных экспериментов в физике

Любой мысленный эксперимент имеет *структуру*: "если A , то B " или, условно, $A \Rightarrow B$, где посылка A - совокупность сделанных предположений, а B - полученный в рамках принятой аксиоматики *чисто логическим* способом вывод из этих предположений. Таким образом, и по своей формальной структуре и по способу получения вывода мысленный эксперимент совпадает с любой математической теоремой.

Однако, между ними есть одно весьма существенное различие: в *физическом* мысленном эксперименте предположения, входящие в посылку A , связаны с *материальными объектами реального мира*, не зависящего ни от аксиоматики, ни от экспериментально-теоретических методов исследователя. Поэтому здесь всегда уместен вопрос, соответствует ли посылка A этой объективной реальности? Подобный вопрос не возникает в "чистой" математике, ибо там соответствующие объекты - идеальные: операторы, функции, поверхности и т.п.

Если ответ на указанный вопрос положительный (этот факт обозначим $A \in R$), то рассматриваемый мысленный эксперимент уместен, и из него можно делать определенные выводы. Если же $A \notin R$, то рассматриваемый эксперимент является чисто умозрительным, и никаких определенных выводов из него делать нельзя (*ex falso quodlibet* (лат.) - *из ложного следует все, что угодно*).

В истории науки можно найти немало примеров таких умозрительных экспериментов. Один из них связан с дискуссией Эйнштейна и Бора, подробно рассмотренной в главе III, §6, п. 1.

Точка зрения Эйнштейна в этой дискуссии в качестве отправной базы явно имела следующий мысленный эксперимент: "если элементарная частица изолирована (посылка A), то она не может изменить своего состояния, т.е. своих импульса и энергии (вывод B)". Логически безупречное утверждение, основанное на

многовековой практике применения законов сохранения энергии и импульса, не имеющее, однако, ни малейшего отношения к реальности, ибо здесь $A \bar{\in} R$.

Действительно, насыщенность пространства обладающими огромной проникающей способностью фоновыми частицами, изолироваться от которых невозможно, делает посылку A нереальной, а, следовательно, весь мысленный эксперимент чисто умозрительным, из которого нельзя делать *никаких* выводов о реальной природе.

Таким образом, в этой дискуссии позиция Эйнштейна, являясь безусловно логичной, обладает, однако, тем недостатком (кетати, исторически вполне оправданным), что *учитывает не все реалии*.

Напротив, Бор, Гейзенберг, Борн и другие создатели квантовой механики строили эту науку, опираясь на огромное число высокоточных наблюдений, и в этом - сила их позиции в дискуссии с Эйнштейном. Однако, из указанных наблюдений следовала возможность (и даже необходимость) нарушения законов сохранения, т.е. утверждения $A \Rightarrow B$.

Из создавшегося положения было два возможных выхода: а) признать реальными наблюдаемые нарушения (хотя бы для микрообъектов, на короткие промежутки времени, ссылки на ограниченность многовекового опытного подтверждения законов сохранения лишь рамками макро- и астрофизики и другие малобудительные оговорки) и б) признать нереальность посылки A (т.е. невозможность изоляции элементарной частицы).

К сожалению, "отцы-основатели" квантовой механики пошли первым путем, а если бы они выбрали второй, то сразу возник бы ряд вопросов из упомянутой серии "наивных": от каких микрообъектов нельзя изолировать элементарную частицу вещества? Почему? Почему эти микрообъекты не удастся детектировать и т.п. ?

Ответы на все эти вопросы привели бы к созданию кинетической теории полей и частиц (КТП) без досадной более чем шестидесятилетней задержки.

Перейдем к рассмотрению еще одного чисто умозрительного мысленного эксперимента, также связанного с именем А.Эйнштейна, причем, в отличие от первого, имеющего непосредственное отношение к сформулированной в заголовке настоящего параграфа теме "КТП и ОТО".

Речь пойдет о небезызвестном "лифте Эйнштейна". "Если наблюдатель находится в изолированной небольшой лаборатории - "лифте Эйнштейна" (посылка A), то никакими экспериментами он не смо-

жет отличить состояние покоя этой лаборатории в гравитационном поле от ее ускоренного движения вне оногo (вывод *B*)".

Ясно, что этот мысленный эксперимент также является чисто умозрительным, причем, по той же причине, что и первый: и здесь посылка *A* не реальна, в связи с невозможностью изолировать лабораторию от всепроникающих фоновых частиц. Но тогда по анизотропии фона мы, в принципе, можем отличить не только покой в гравитационном поле от ускоренного движения вне его, но даже *равномерное* движение в РКС (см. главу III, §1, п. 2) от *покоя* в этой координатной системе, аналогично тому, как по анизотропии реликтового излучения определено "абсолютное" движение солнечной системы в направлении созвездия Льва со скоростью порядка 400 км/с.

Празда, современная наука не располагает "ловушками", позволяющими регистрировать потоки фоновых частиц, аналогично тому, как в 1965 году А.Пензиасом и Р.Вильсоном были зарегистрированы реликтовые фотоны, однако, в выводе *B* речь идет о *принципиальной* невозможности... Так что *следует быть очень осторожным*, применяя метод мысленных экспериментов в физике. Другие примеры чисто умозрительных мысленных экспериментов, определений и утверждений см. в п. 5.

п. 2. Физический смысл тензора R_{ik} , входящего в уравнения ОТО. Кривизна и ускорение. Единый закон инерции и тяготения

Термин "кривизна пространства" для не специалиста в области римановой геометрии или ОТО является бессодержательным.

Такому читателю можно посоветовать познакомиться с основами ОТО по любому из многочисленных учебников, однако, пояснить смысл этого термина хотя бы на качественном, наглядном уровне поможет следующее рассуждение, которое читатель, понимающий указанный термин, просто пропустит.

Стоит трамвай. Идет дождь. Безветрие. Пассажир видит на стекле вертикальные треки-траектории капель дождя относительно трамвая. Трамвай движется - треки наклоняются, чем больше скорость трамвая, тем больше наклон, изменяется скорость - изменяется угол наклона, т.е. ускоренному движению соответствуют криволинейные треки.

В ОТО вместо трехмерного пространства (x, y, z) вводится четырехмерное пространство - время Минковского (x, y, z, t) , а

вместо траектории движения материальной точки в пространстве рассматривается ее мировая линия в пространстве-времени.

Однако *физическая* сущность от этого не изменяется: мировая линия любой движущейся по инерции вне гравитационного и других полей материальной точки в любой инерциальной системе отсчета *будет прямой линией*, кривизна которой равна нулю.

Отсюда и пространство - время в инерциальной системе отсчета вдали от гравитирующих масс называют "плоским", или пространством-временем нулевой кривизны.

Иное дело, когда движущаяся по инерции материальная точка рассматривается в неинерциальной (ускоренной) системе отсчета или в гравитационном поле: и в том и в другом случае ее мировая линия будет искривлена (аналогично треку от капли дождя на стекле упомянутого выше ускоренно движущегося трамвая). Подобное пространство-время называют пространством-временем ненулевой кривизны.

Из последнего абзаца можно сделать вывод, что в указанном кинематическом смысле гравитационное поле эквивалентно соответствующей неинерциальной системе отсчета (как это следует из рассмотренного в предыдущем п. 2 мысленного эксперимента "лифт Эйнштейна").

Применим приведенные рассуждения в КТГ.

Вдали от массивных тел стабилизированная быстрым собственным вращением фоновая частица движется, в среднем, по прямолинейной траектории, лишь незначительно отклоняясь время от времени от нее, в связи с контактами с себе подобными (так называемая "фундаментальная волна", см. рис. 24, а).

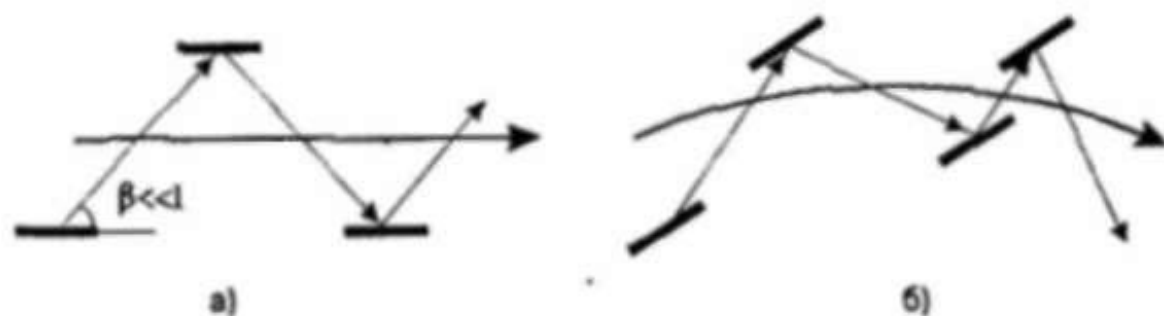


Рис. 24 Фундаментальная волна.

Однако, таким движение будет только в том случае, если его рассматривать в РКС (см. главу III, §1, п. 2) или в КС, равномерно движущейся относительно нее.

В ускоренной же относительно РКС системе отсчета или в КС, связанной с массивным телом и неподалеку от него, усредненная траектория будет криволинейной, как показано на рис. 24 б).

В последних двух случаях совокупность усредненных траекторий фоновых частиц, проходящих вблизи фиксированной точки пространства в данный момент времени, имеет вид, представленный на рис. 25.

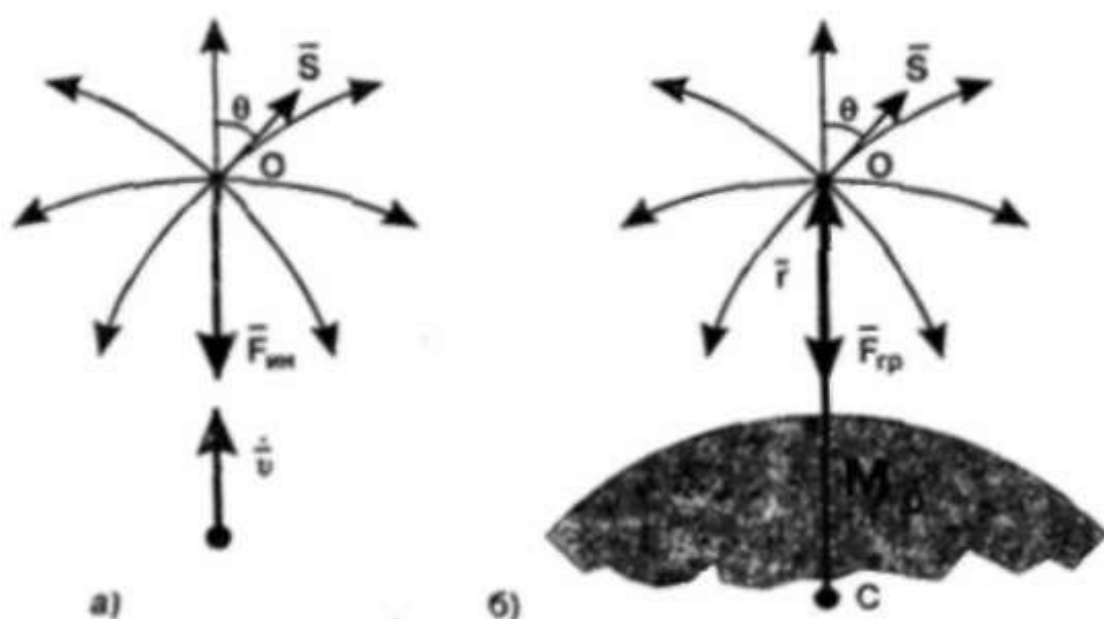


Рис. 25. Усредненные траектории γ - частиц:
а) в ускоренной КС; б) вблизи массивного тела.

Причем, искривление траекторий ϕ - частиц в ускоренной КС вызвано чисто кинематическими причинами (см. выше пример с трамваем), а аналогичное искривление вблизи массивных тел - следствие фундаментальных процессов, изложенных в главе II, §§5 и 6 (отбор фоновой энергии (ОФЭ) массивным центральным телом, вызванная этим анизотропия фона вблизи него и, как следствие, - искривление траекторий фоновых частиц, движущихся в анизотропном потоке себе подобных).

Через каждую точку пространства проходит бесконечно много траекторий фоновых частиц - "связка траекторий". Вдали от массивных тел в РКС это - связка прямых, вблизи от гравитирующей массы или в неинерциальной КС - связка кривых, изображенных на рис. 25.

Каждая из этих линий имеет определенную кривизну, которую в случае движения координатной системы с ускорением \dot{v} можно найти по формуле (5) Приложения 14:

$$K = -\frac{\dot{v}}{c^2} \cdot \sin \theta, \quad (4.1.1)$$

а в случае, когда рассматриваемая точка пространства находится на расстоянии r от центра тяжести массивного тела M_0 - по формуле (см. 2.6.6):

$$K = -q \frac{M_0}{r^2} \sin \theta, \quad (4.1.2)$$

где $q = \frac{n \gamma \varepsilon_0 \sigma_n \sigma_k^{\infty \infty}}{4\pi \varepsilon \mu}$; $\varepsilon = mc^2$.

Кривизна K траектории имеет размерность $[L^{-1}]$, тогда как компоненты входящего в уравнения (1.1.1) ОТО тензора R_{ik} имеют размерность $[L^{-2}]$ гауссовой кривизны.

Кроме того, K определяется в евклидовом пространстве $R^{(3)}$, а компоненты R_{ik} - в четырехмерном пространстве-времени Минковского (x, y, z, t) .

Так как траектории фоновых частиц являются геодезическими линиями, то выяснение связи между их кривизной K и главными компонентами тензора R_{ik} - задача, решаемая в рамках ОТО.

В рамках же КТГ можно предложить следующую интерпретацию.

Из связки траекторий фоновых частиц, изображенных на рис. 25 а, б, выделим подмножество тех из них, которые касаются в рассматриваемой точке O некоторой проходящей через эту точку плоскости Q с единичной нормалью \bar{n} :

в случае "а" - $(\bar{n}, \dot{v}) \leq \frac{\pi}{2}$, а в случае "б" - $(\bar{n}, \bar{r}) \leq \frac{\pi}{2}$.

Все выделенные траектории расположены на общей для них криволинейной поверхности σ , касающейся плоскости Q в точке O (вдали от гравитирующих масс в РКС и в КС, движущейся относительно РКС равномерно, $\sigma \equiv Q$).

Обозначим R гауссову кривизну этой поверхности в точке O и введем вектор $\bar{R} = -R \cdot \bar{n}$.

По определению гауссовой кривизны,

$$R = K_{\max} \cdot K_{\min}, \quad (4.1.3)$$

где K_{\max} - из формул (1) или (2) при $\theta = \pi/2$ (ибо в любой плоскости Q найдется вектор \bar{S} , см. рис. 25, перпендикулярный выделенному направлению $\dot{\bar{v}}$ или \bar{r}), а K_{\min} - из тех же формул при

$$\theta = \theta_{\min} = \frac{\pi}{2} - (\bar{r}, \bar{n}); \quad \sin \theta_{\min} = \cos(\bar{r}, \bar{n}) = \cos(\dot{\bar{v}}, \bar{n}). \quad (4.1.4)$$

При $\bar{n} \perp \dot{\bar{v}}$ (или $\bar{n} \perp \bar{r}$) точка O - параболическая точка поверхности σ (ибо в этом случае $K_{\min} = 0$ и $R = 0$), в остальных случаях - эллиптическая, в частности, при $\bar{n} \uparrow \uparrow \bar{r}$ (или $\bar{n} \uparrow \uparrow \dot{\bar{v}}$) $K_{\min} = K_{\max}$, т.е. в этом случае точка O - омбилическая, а соответствующая гауссова кривизна может быть принята за первый главный компонент тензора R_{ij} : $R_{11} = R_{\max} = K_{\max}^2$. Остальные главные компоненты этого тензора в ортонормированном базисе пространства $R^{(3)}$ равны нулю, ибо если один из базисных ортов сонаправлен выделенному направлению ($\dot{\bar{v}}$ или \bar{r}), то остальные ему перпендикулярны (см. замечание после формулы 4).

Таким образом, сведенный к диагональному виду тензор R_{ij} в пространстве $R^{(3)}$ имеет вид:

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} K_{\max}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad (4.1.5)$$

$$\text{где } \bar{K}_{\max} = \begin{cases} -\frac{\dot{\bar{v}}}{c^2} & \text{для ускоренной КС,} \\ -g \frac{M_0}{r^2} \frac{\bar{r}}{r} & \text{вблизи массивного тела,} \end{cases} \quad (4.1.6)$$

(см. формулы 1 и 2).

Аналогичный тензор можно построить и в пространстве (x, y, z, t) Минковского, для чего достаточно заменить кривизну траекторий фоновых частиц в рассматриваемой точке пространства

$R^{(3)}$ кривизной мировых линий этих частиц в фиксированной пространственно-временной точке Минковского.

В этом случае тензор содержит 16 компонентов.

В заключение настоящего п. 2 отметим, что формулы (6) максимальной (по модулю) кривизны траекторий фоновых частиц позволяют объединить II закон Ньютона (закон инерции) с законом всемирного тяготения, т.е. записать единое выражение и для сил инерции \bar{F}_u и для сил гравитационного взаимодействия \bar{F}_g :

$$\bar{F} = E \cdot \bar{K}_{\max}, \quad (4.1.7)$$

где $E = Mc^2$ - полная энергия пробного тела.

Вывод: действующая на тело инерционная или гравитационная сила пропорциональна максимальной кривизне траекторий фоновых частиц, пронизывающих это тело, и направлена к ее центру.

Разделив на M левую и правую часть равенства 7, получим другую его форму:

$$\dot{v} = c^2 \cdot \bar{K}_{\max}. \quad (4.1.8)$$

Подставляя в единый закон инерции и гравитации (7) первое из выражений (6), получим:

$$\bar{F}_u = -M \cdot \dot{v}, \quad (4.1.9)$$

т.е. II закон Ньютона, причем, знак минус указывает, что $\bar{F}_u \uparrow \downarrow \dot{v}$ (а это уже - фрагмент из III закона).

Если же в единый закон (7) подставить второе из выражений (6), то будем иметь:

$$\bar{F}_g = -q c^2 \frac{M M_0}{r^2} \frac{\bar{r}}{r}, \quad (4.1.10)$$

т.е. закон всемирного тяготения (здесь знак минус - следствие антипараллельности векторов \bar{F}_g и \bar{r} , см. рис. 25, 6).

п. 3. Причины равенства инерционной и гравитационной масс

Как известно, инерционной называется масса M_u , входящая в II закон Ньютона (9), а гравитационной - масса M_g , фигурирующая в законе всемирного тяготения (10). Кроме этих масс можно

говорить об "энергетической" (релятивистской) массе M_e тела, входящей в формулу (7) Эйнштейна, связывающую энергию покоя тела с его массой покоя, а также (в рамках КТТ) о "статистической" массе M_c , которой, согласно формулам (2.3.47-48 и 2.8.7) пропорциональна частота контактов рассматриваемого тела с фоновыми частицами.

Равенство $M_u = M_e$ впервые (правда, с невысокой точностью) экспериментально проверил Галилей, после которого оно подтверждалось со все возрастающей точностью многими исследователями (от Этвеша и Бесселя до Брагинского).

Эйнштейн постулировал это равенство, положив в фундамент ОТО принцип эквивалентности однородного гравитационного поля и неинерциальной системы отсчета (см. п. 1, "лифт Эйнштейна"), что является лишь другой формой утверждения $M_u = M_e$.

В кинетической теории гравитации на качественном уровне упомянутая эквивалентность объясняется тем, что и гравитация, и инерция имеют общую причину: искривление внутри пробного тела траекторий фоновых частиц (см. п. 2).

Аналитическое доказательство равенства $M_u = M_e$ также не вызывает затруднений: и закон инерции (9), и закон тяготения (10) являются результатами подстановки в единый закон (7) энергии (7), зависящей от энергетической массы M_e , которая, следовательно, входит в оба закона (9) и (10). Поэтому $M_u = M_e = M_g = M_c$ (последнее равенство следует из того, что и M_g (см. формулу 1 Приложения 10) и M_c (см. определение 2.3.41) пропорциональны сечению контакта фоновой частицы с телом массы M).

п. 4. Источники и стоки фоновой энергии. Еще раз о гравитации, антигравитации и принципе Маха

Инерция, гравитация и антигравитация - макрофизические следствия микрофизических процессов, уже отчасти обсуждавшихся в главе III, §1, п.п. 1 - 4.

Напомним, вкратце, что источниками фоновых частиц, как и других космических лучей, являются, по-видимому, сверхновые, активные ядра сейфертовских и других галактик, квазары и вообще всевозможные в огромном количестве наблюдаемые в космосе так называемые "нестационарные объекты Вселенной".

Остальные ("стационарные") объекты Метагалактики (макрообъекты, малые астрофизические тела, планеты, нормальные звезды, белые карлики, нейтронные звезды) большую часть своей истории играют роль "стоков" фоновой энергии (лишь на ко-

роткие периоды планеты и более массивные тела могут становиться источниками этой энергии, см. главу V, §§2, 3, главу VI).

Интенсивными "стоками" фоновой энергии являются черные дыры, которые, в отличие от остальных объектов (для которых φ - частицы являются транзитными), задерживают каждую попавшую под горизонт частицу. Определенная доля накопленных таким образом частиц в момент вспышки сверхновой (трактуемой в КТП как "антиколлапс" черной дыры) возвращается обратно в космос.

В длительные промежутки времени, в течение которых астрофизический объект находится в фазе "стока" фоновой энергии, вокруг него возникает "пространство отрицательной кривизны", т.е. обычное гравитационное поле, а в течение относительно коротких промежутков времени, когда этот же объект находится в противоположной фазе, кривизна пространства вокруг него становится "положительной", т.е. возникает эффект "антигравитации" (см. рис. 7, 6 глава III, §1, п. 3). Последняя сопровождается **ускоренным удалением** пробных тел от центра массы "источника" (нетрудно показать, что это ускорение будет со временем уменьшаться, т.е., если S - расстояние от тела до центра антигравитирующего "источника", то $\ddot{S} < 0$). Подобный ускоренный разлет продуктов взрыва сверхновой 1054 года действительно наблюдается в Крабовидной туманности. Аналогичное движение галактик в скоплении обнаружено английскими астрономами.

С понятиями "источники и стоки фоновой энергии" тесно связан знаменитый "принцип Маха", глубокий физический смысл которого выясняется в рамках КТП.

Кратко этот вопрос освещен в главе III, §1, п. 4. Остановимся на нем несколько подробнее.

Всякое движение рассматриваемого тела, по определению, есть изменение его положения *относительно* других объектов, которые могут быть и материальными (системы, отсчета), и идеальными (координатные системы - КС). Таким образом, релятивизм (относительность) заложен в само понятие "движение". Абсолютное движение - понятие бессодержательное.

Из всех мыслимых КС классическая механика выделяет так называемые инерциальные координатные системы (ИКС), которые отличаются от систем неинерциальных (НИКС) тем, что относительно них пробное тело движется равномерно и прямолинейно (или покоится), если на него не действуют никакие внешние силы. И наоборот, для изменения скорости пробного тела

в ИКС оно должно провзаимодействовать с хотя бы одним внешним партнером, который испытывает при этом со стороны указанного тела силу инерции последнего.

Таким образом, необходимым и достаточным условием возникновения инерционных сил является ускоренное движение пробного тела... относительно чего? Ответ "относительно ИКС" неудовлетворителен с логической точки зрения, ибо сама ИКС определяется как система, относительно которой изолированное от внешних воздействий тело движется без ускорений.

Чтобы разорвать этот логический порочный круг, достаточно дать независимое определение ИКС, а чтобы ситуация стала приемлемой с физической точки зрения, надо: 1) связать ИКС с реально существующими объектами, заменив тем самым идеальные координатные системы материальными системами отсчета, и 2) указать *физический механизм* такого влияния тел отсчета на пробное тело, которое позволяет из всех *мыслимых* КС выделить класс ИКС.

Сам Э.Мах связывает ИКС со всей совокупностью далеких звезд: "Вместо того, чтобы относить движущееся тело К к пространству (к какойнибудь системе координат), мы будем теперь прямо рассматривать его отношение к *телам* мирового пространства, которыми эта система координат только и может быть *определена*" ([31], стр. 195, выделено Э.М.).

К этому уместно добавить, что в последние годы успешно развивается подход, при котором в качестве тел отсчета используются наиболее удаленные от нас объекты Вселенной - квазары.

Однако, каким образом столь удаленные объекты могут влиять на поведение пробного тела, фиксируя инерциальную систему на расстояниях в миллиарды световых лет? На этот вопрос ни Э.Мах, ни другие исследователи ответа не дают, хотя у того же Маха в той же книге [31] на странице 202 проскальзывает на этот счет гениальная догадка: "Если все (кажущиеся) действия на расстоянии, ускорения, оказываются достигнутыми через посредство какой-то *среды*, то вопрос вообще освещается другим светом..." (выделено мною).

Читатель, конечно, уже догадался, что в рамках КТГ роль *среды*, о которой говорит Мах, играет фон виртуальных ϕ -частиц (или, что то же самое, виртуальных (продольных) фотонов). Наличие такого фона позволяет (пока к сожалению, только в принципе, а не приборно) выделить КС, названную в настоящей

работе (см. главу III, §1, п. 2) реперной (РКС), относительно начала которой фон изотропен и незавихрен.

В любой КС, движущейся относительно РКС поступательно, возникает анизотропия фона, а в КС, вращающейся относительно РКС, - его завихренность.

Однако, анизотропия фона, вызванная равномерным поступательным движением тела в РКС, практически не вызывает у него заметного торможения (см. главу II, §7 и главу IV, §3), поэтому, если указанным торможением пренебречь, то в КТГ можно дать следующее *независимое* определение инерциальной КС:

Инерциальной называется любая координатная система, покоящаяся относительно РКС, или движущаяся относительно нее равномерно и прямолинейно.

А поскольку местная РКС действительно определяется всеми телами мирового пространства (всеми "источниками" и "стоками" фоновой энергии), то выбор этих тел в качестве системы отсчета - другая гениальная догадка Э.Маха.

Подчеркнем еще раз (см. пример главы III, §1, п. 3) *местный, локальный* характер РКС, а, следовательно, и определяемой с ее помощью ИКС (две ИКС в разных точках пространства в данный момент времени могут в КТГ двигаться относительно друг друга ускоренно).

п. 5. Физический смысл тензора T_{ik} энергии-импульса

Вдали от массивных тел, т.е. в "пустом" пространстве, согласно формулам (2-6), входящий в уравнения ОТО тензор R_{ik} равен нулю. Тот же результат следует из ОТО: действительно, в пустом (по-настоящему пустом, без кавычек) пространстве $T_{ik} = 0$ (см. [25], стр. 329), что после подстановки в уравнения ОТО:

$$R_{ik} = \frac{8\pi G}{c^4} \left(T_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} T \right) \quad (1.1.1)$$

дает $R_{ik} = 0$. То есть действительно из предположения, что $T_{ik} = 0$ следует, что и $R_{ik} = 0$.

Однако, обратное утверждение неверно: из условия $R_{ik} = 0$ следует не $T_{ik} = 0$, а, согласно формуле (1),

$$T_{ik} = \frac{1}{2} g_{ik} \cdot T. \quad (4.1.11)$$

Сказанное можно сформулировать так: "пустое пространство ($T_{ik} = 0$) обязательно является "квазиплоским", т.е. у него $R_{ik} = 0$, но "квазиплоское" - не обязательно пусто".

Оба эти утверждения - следствия уравнений ОТО (1.1.1), однако, в рамках КТП, с учетом существования фона всепроникающих ϕ - частиц, посылка первого из них ("Если пространство пусто,...") является нереальной, а, следовательно, первое утверждение - чисто умозрительное, хотя логически и безупречное.

В классической физике и в ОТО вообще нередко формулируются чисто умозрительные утверждения, определения, мысленные эксперименты с нереальными посылками.

Еще примеры: 1) "Если на тело не действуют никакие силы, то оно движется равномерно и прямолинейно или покоится" (1 закон Ньютона), 2) "Если на данное тело не действуют никакие другие тела, то импульс этого тела не меняется ни по величине, ни по направлению" (закон сохранения импульса - фундамент позиции А.Эйнштейна в его дискуссии с Н.Бором, см. главу III, §6, п. 1 и главу IV, §1, п. 1), 3) "Если в замкнутую лабораторию не поступают сигналы извне, то в ней никакими экспериментами не отличить ее ускоренное движение от покоя в гравитационном поле, напряженность которого направлена противоположно ускорению" (мысленный эксперимент "лифт Эйнштейна", рассмотренный в п. 1 и послуживший логическим основанием для принятия принципа эквивалентности гравитационного поля неинерциальной координатной системе в качестве базы ОТО), 4) "Координатная система называется инерциальной, если изолированное от внешних воздействий тело движется в ней равномерно и прямолинейно или покоится" (определение ИКС), и т.д., и т.п.

Ясно, что все эти формулировки являются чисто умозрительными, ибо все их подчеркнутые посылки нереальны, причем по одной общей причине: они не учитывают существования всепроникающих фоновых частиц, изолироваться от которых практически невозможно.

Вернемся, однако, к анализу физического смысла тензора T_{ik} энергии - импульса. Как известно, компоненты этого тензора имеют размерность объемной плотности энергии (в системе СГС - эрг/см³), или, что то же самое, - давления дн/см², или, наконец, - плотности потока импульса (г·см/с)/(см²·с), что также совпадает с предыдущим.

Короче говоря, в системе СГС

$$[T_{ik}] = \frac{\Gamma}{\text{см} \cdot \text{с}^2}. \quad (4.1.12)$$

Внутри вещественного объекта энергия ϵ , определяющая ее объемную плотность $\epsilon_V = d\epsilon / dV$ (компонент T_{00} тензора T_{ik}) складывается из энергии покоя этого объекта и энергии транзитных фоновых частиц, в "пустоте" же в нее входит только фоновая энергия:

$$T_{00} = \epsilon_V = n_V \cdot \epsilon_0 \neq 0, \quad (4.1.13)$$

где n_V - концентрация фоновых частиц в рассматриваемой пространственно-временной точке, а ϵ_0 - средняя наблюдаемая энергия этих частиц (см. формулы 2.2.3 и 2.2.20):

$$\epsilon_0 = \epsilon_N^{\text{пост}} + \epsilon_N^{\text{вр}} = 2\epsilon_N^{\text{пост}} = \mu c^2 \sin^2 \beta. \quad (4.1.14)$$

Что касается импульсных компонентов тензора T_{ik} , то они, очевидно, определяются плотностями $n_V c p_N$ соответствующих потоков наблюдаемого импульса p_N фоновых частиц (см. формулу 2.2.1):

$$p_N = \mu c \sin \beta = p \sin \beta. \quad (4.1.15)$$

В случае $\beta \ll 1$, можно утверждать, что вектор \bar{p}_N почти перпендикулярен вектору \bar{c} (см. рис. 26).

Средняя же плотность \bar{T} потока наблюдаемого импульса для частиц, траектории которых касаются в фиксированной точке произвольной плоскости Q , будет направлена *в точности* по вектору \bar{R} гауссовой кривизны, введенному перед формулой (3), ибо составляющие векторов \bar{p}_N , перпендикулярные \bar{R} , аннулируются при усреднении.

Таким образом, каждой плоскости Q с единичной нормалью \bar{n} , проходящей через фиксированную точку, соответствуют два вектора, коллинеарных \bar{n} : вектор \bar{R} гауссовой кривизны соответствующей криволинейной поверхности σ (см. п. 2) и вектор \bar{T} средней плотности потока наблюдаемого импульса частиц, траектории которых касаются плоскости Q в этой точке.

Физический смысл тензорных уравнений (1.1.1) ОТО заключается в утверждении пропорциональности модулей *соот-*

ветствующих (т.е. перпендикулярных одной и той же плоскости) векторов \vec{R} и \vec{T} .

В работе [4] приведен вывод закона всемирного тяготения из уравнений ОТО с использованием кинетической интерпретации тензоров R_{ik} и T_{ik} . Там же дан вывод этого закона из постулатов КТГ без привлечения ОТО, тем самым показана формальная непротиворечивость ОТО и КТГ.

В заключение настоящего пункта отметим, что в квантовой теории тяготения, каковой, по существу, является КТГ, компоненты тензора T_{ik} осциллируют, причем с тем большей амплитудой и меньшей частотой, чем меньше объем dV того элемента пространства-времени, по которому усредняются энергия и импульс (при $dV \approx l^4/c \approx 10^{-51} \text{ см}^3 \text{ с}$, где l - длина фундаментальной струны, см. значение (2.8.3), осцилляции имеют характер δ -функций, с ростом dV амплитуда осцилляций сглаживается, а частота растет).

И последнее: проекция p_c наблюдаемого импульса \vec{p}_N фоновой частицы на вектор \vec{c} ее скорости определяется равенством (см. рис. 26):

$$p_c = p_N \sin \beta = \mu c \sin^2 \beta, \quad (4.1.16)$$

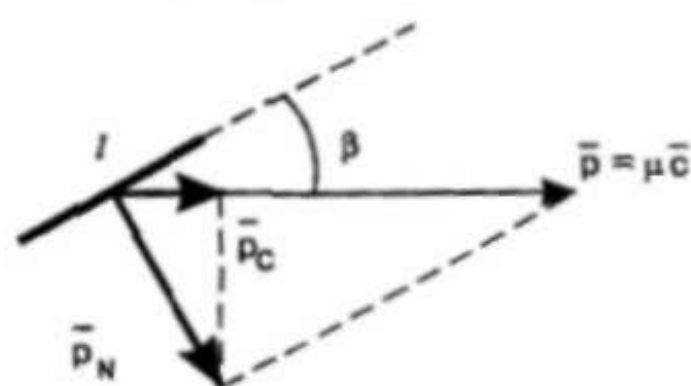


Рис. 26. К определению проекции p_c наблюдаемого импульса на вектор скорости.

что в совокупности с формулой (14) дает для фотонов известное соотношение

$$\epsilon = p_c c, \quad (4.1.17)$$

тогда как для частиц, обладающих массой покоя, соответствующая формула имеет вид:

$$\epsilon = \frac{m v^2}{2} = \frac{1}{2} m v \cdot v = \frac{1}{2} p v$$

п. 6. Выражение гравитационной "постоянной" через параметры КТГ и причины ее возможных изменений

Согласно формулам (2.8.19) и (2.8.20), гравитационная "постоянная", входящая в закон всемирного тяготения И.Ньютона, пропорциональна концентрации n_V фоновых частиц в рассматриваемой пространственно-временной точке и средней энергии ϵ_ϕ этих частиц.

"Подпитка" фона в результате процессов, происходящих в источниках фоновой энергии (так называемых нестационарных объектах Вселенной, см. п. 4), "включаемых" в случайных точках пространства в случайные моменты времени, делает маловероятным предположение о постоянстве концентрации n_V в пространстве и во времени.

И даже вдали от источников фоновой энергии (т.е. при практически постоянной концентрации) гравитационная постоянная может, в принципе, измениться, если изменится средняя энергия ϵ_ϕ фоновых частиц, приходящих в исследуемый объем пространства.

Последнее же может произойти при попадании исследовательской лаборатории в пространство, частично экранируемое от внешнего фона массивными стоками фоновой энергии, или, наоборот, при выходе из этого пространства.

Здесь необходимо отметить, что стоком для фоновой энергии является любой стационарный объект Вселенной, тогда как стоком для потоков фоновых частиц являются только черные дыры: остальные астрофизические объекты не задерживают прошедшую сквозь них фоновую частицу, а лишь отбирают от нее часть ее энергии, в результате чего у таких "просеянных" частиц энергия ϵ_ϕ становится меньше, чем у остальных. Уменьшение же ϵ_ϕ даже при неизменной концентрации n_V приводит к убыванию средней объемной плотности $\epsilon_V = \epsilon_\phi \cdot n_V$ фоновой энергии, а, следовательно, см. формулу (2.6.12), к убыванию гравитационной постоянной.

И наоборот, при выходе из "гравитационной тени" массивных объектов среднее значение ϵ_ϕ возрастает, а вместе с ним растет и гравитационная постоянная G . Причем здесь под термином "массивные объекты" следует понимать не планеты и даже не звезды, а галактики и их скопления, содержащие многие миллиарды звезд.

Обоснованием этого утверждения являются известные современной геологии палеоклиматические циклы, циклы сейсмической активности Земли и т.п., наибольшие периоды которых совпадают с Галактическим годом ($\sim 250 + 280$ млн. лет).

Эти циклы в рамках КТГ легко объяснимы: неподалеку от нашей Галактики находится еще более массивная галактика М31 ("туманность Андромеды"). Один раз за Галактический год Солнечная система попадает на отрезок, соединяющий центры М31 и Галактики. В этот момент и моменты, "близкие" к нему, Земля попадает в зону, экранированную с 2-х сторон от *внешнего* фона обеими указанными галактиками, являющимися серьезными "стоками" для энергии частиц внешнего фона. С другой стороны, если вспомнить, что активные ядра галактик являются одновременно и источниками *собственного* фонового излучения, то становится ясно, что в упомянутой зоне средняя объемная плотность ε_V^e энергии частиц *внешнего* фона будет меньше, а соответствующая плотность ε_V^i энергии частиц, излучаемых *самими* галактиками - больше, чем в остальных точках траектории движения Солнца вокруг центра Галактики.

Известно, однако, что темпы \tilde{E} ОФЭ всеми телами пропорциональны общей объемной плотности $\varepsilon_V = \varepsilon_V^e + \varepsilon_V^i$ фоновой энергии (см. формулу 2.5.2), и если, в связи с указанным движением, эта плотность меняется с периодом 250 + 280 млн. лет, то соответствующие изменения будут испытывать и темпы ОФЭ: в фазе, когда ε_V увеличивается, темпы ОФЭ растут, активизируется сейсмика, эндогенное тепло Земли интенсивнее поступает на ее поверхность, климат планеты становится более теплым. И наоборот, с уменьшением ε_V активность упомянутых процессов ослабевает, в результате чего среднегодовая температура на поверхности Земли падает.

Поскольку, согласно формуле (2.6.13), гравитационная постоянная пропорциональна \tilde{E} , то соответствующие изменения испытывает и она.

Кроме отмеченных квазипериодических и нерегулярных изменений гравитационной постоянной G , вызванных *локальными* причинами (изменением вблизи рассматриваемой пространственно-временной точки взаимного расположения *местных* источников и стоков фоновой энергии), возможны также ее аperiodические, "вековые" изменения.

Я вижу две причины таких изменений:

1. Согласно формуле (3.3.20), ОФЭ нуклоном идет убывающими темпами ($\dot{\varepsilon}$) с декрементом (см. 3.3.25)

$-\tilde{\epsilon} \approx -5 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$, поэтому относительные темпы $\tilde{\epsilon} = \dot{\epsilon}/\epsilon = \tilde{E}$ ОФЭ, общие для всех тел, убывают (причем не только в связи с уменьшением числителя $\dot{\epsilon}$, но по причине роста знаменателя ϵ), а, следовательно, убывает и пропорциональная темпам $\tilde{\epsilon} = \tilde{E}$ гравитационная постоянная G (см. формулу 2.8.20).

2. Если Метагалактика расширяется, то это может приводить к постепенному уменьшению средней концентрации n фоновых частиц в пространстве, что также (см. формулу 2.6.11) имеет своим следствием убывание G .

Таким образом, высказанная П. Дираком гипотеза о возможном убывании с течением времени гравитационной постоянной приобретает в рамках КТГ простые физические обоснования, во всяком случае, на качественном уровне.

Приведем соответствующие количественные оценки относительных темпов

$$\tilde{G} = \frac{d}{dt} \ln G = \dot{G}/G$$

убывания гравитационной постоянной (здесь, как и всюду в настоящей работе, точка с волной над буквой означает логарифмическую производную по времени от соответствующей физической величины, или, что то же самое, относительные темпы изменения этой величины во времени).

1. Беря логарифмическую производную по времени от левой и правой части равенства (2.8.20), в предположении постоянства скорости света c и проникающей способности k , получим (см. 3.3.20):

$$\tilde{G} = \frac{d}{dt} \ln \tilde{E} = \frac{d}{dt} (\ln \dot{E} - \ln E) = -\tilde{E} - \tilde{E} = -\tilde{\epsilon} - \tilde{\epsilon} \quad (4.1.18)$$

(в последнем равенстве использовано постоянство темпов ОФЭ (3.3.28):

$$\tilde{E} = \tilde{\epsilon},$$

где $\tilde{\epsilon}$ темпы ОФЭ нуклоном).

Подставляя сюда значения (3.3.25) и (3.3.28), будем иметь:

$$\tilde{G} \approx -6 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1},$$

что противоречит известной оценке

$$\left| \tilde{G} \right| \leq 10^{-19} \text{ с}^{-1}, \quad (4.1.19)$$

полученной в результате длительного радиолокационного слежения за искусственными спутниками близких к Земле планет.

Если оценка (19) верна, то для устранения отмеченного противоречия достаточно предположить, что сечение σ контакта фоновой частицы с нуклоном растет, причем, с относительным темпом

$$\tilde{\sigma} \approx +\tilde{\epsilon} \approx 6 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}. \quad (4.1.20)$$

Действительно, в этом случае логарифмическое дифференцирование равенства 2.8.20 с учетом определения 2.3.41 вместо соотношения 18 дает (см. значение 3.3.28):

$$\left| \tilde{G} \right| = \left| \tilde{\sigma} - \tilde{m} - \tilde{\epsilon} - \tilde{\epsilon} \right| = \left| -2\tilde{\epsilon} \right| \approx 2 \cdot 10^{-20} \text{ с}^{-1}, \quad (4.1.21)$$

что удовлетворяет оценке (19). Однако, причины столь быстрого роста сечения σ остаются не вполне ясными (сравнивая значения (20) и (3.3.28), мы видим, что $\tilde{\sigma} \approx 200\tilde{\epsilon} = 200\tilde{m}$). По-видимому, сечение σ атомных ядер растет не темпами $\tilde{\epsilon}$, которыми растет их масса-энергия, а темпами $-\tilde{\epsilon}_{\text{св}}$, которыми убывает энергия связи между ними, т.е. $\tilde{\sigma} = -\tilde{\epsilon}_{\text{св}}$, откуда, с учетом соотношений (3.3.24 - 25), получим необходимое равенство (20).

2. Если увеличение радиуса Метагалактики идет с постоянной скоростью c , и общее число N фоновых частиц в ней остается также постоянным, то относительные темпы убывания их средней концентрации:

$$\tilde{n}_V = \frac{d}{dt} \ln n_V = \frac{d}{dt} \ln \frac{N}{\frac{4}{3}\pi(cT)^3} = -\frac{3}{T} \approx -3 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}, \quad (4.1.22)$$

где $T \approx 30 \cdot 10^9$ лет - современный возраст Метагалактики, см. главу V, §8, п. 4, в.

Сравнивая значения (20) и (22) мы видим, что примерно половина декремента ($-\tilde{\epsilon}$) убывания темпов $\dot{\epsilon}$ ОФЭ происходит по причине уменьшения концентрации n_V фоновых частиц в связи с расширением Метагалактики, остальное - за счет выравнивания (по Максвеллу) энергии "снарядов" и "мишеней".

Итак, темпы $\tilde{\epsilon} = \tilde{E}$ ОФЭ (3.3.28) и пропорциональная им гравитационная "постоянная" G (2.6.13) убывают с темпом (21) по указанным выше двум причинам. Кроме того, возможны локальные *периодические и случайные изменения G* , вызванные, соответственно, изменением в расположении лаборатории относительно массивных "стоков" фоновой энергии и появлением вблизи нее новых "источников".

п. 7. Взаимная дополнительность ОТО и КТГ

С момента создания ОТО (1916) разгорелась дискуссия между ее сторонниками и противниками. Эта дискуссия, то разгораясь, то затихая, продолжается до сих пор [24] и др.

Противники теории обвиняют ее в излишней сложности (10 гравитационных потенциалов, аппарат тензорного исчисления и римановой геометрии и т.д.), в недостаточном для теории такого масштаба числе *практически значимых* и экспериментально проверяемых следствий, ей инкриминируется то обстоятельство, что в ее рамках гравитационное поле, трактуемое как искривленная пространственно-временная метрика, является уникальным *материальным* объектом природы, не обладающим ни энергией, ни квантованностью (дискретностью) и многое другое.

Защитники теории парируют сделанными с ее помощью высокоточными предсказаниями достаточно тонких гравитационных эффектов, обнаруженных и экспериментально (движение перигелия Меркурия, искривление световых лучей в гравитационном поле Солнца, зависящее от разности гравитационных потенциалов в точках испускания и приема фотонов гравитационное смещение их частоты и т.п.).

Кроме того, на сегодняшний день (1994 г.) отсутствует столь же элегантные по своей математической форме, как ОТО, альтернативные и конкурентоспособные по отношению к ней гравитационные теории.

Главный судья в спорах подобного рода - эксперимент - также пока свидетельствует скорее за, чем против ОТО, что не снимает, однако, упомянутых и некоторых других серьезных критических замечаний в ее адрес, из которых отметим еще ее феноменологизм (см. [24]), изоляционизм (отсутствие связей этой теории тяготения, как, впрочем, и теории Ньютона, с другими физическими теориями, см. там же, стр. 31), эмпиризм (необъясненность в рамках ОТО равенства инерционной и гравитационной масс, которое просто постулируется в виде принципа эквивалентности) и т.п.

Не ввязываясь в нескончаемые дискуссии *pro et contra* ОТО, отмечу лишь, что, на мой взгляд, почти все возражения противников ОТО снимаются с помощью кинетической теории гравитации, которая *наполняет эту блестящую математическую форму реальным физическим содержанием.*

Если при хроногеометрическом подходе (в ОТО) гравитационное поле трактуется как искривленная вблизи массивного тела пространственно-временная метрика, то КТГ, в духе конвенционализма Пуанкаре, рассматривает все процессы в плоском пространстве-времени Минковского, в котором вблизи от массивных тел искривляются траектории фоновых частиц, а не само пространство-время, см. главу II, §§5 и 6.

Причины этого искривления не геометрические, а вполне физические: весьма медленный отбор массивным телом фоновой энергии (ОФЭ) и возникающая вблизи него в связи с этим анизотропия ее потоков.

Следует особо подчеркнуть, что уравнения гравитационного поля, полученные в рамках ОТО, ("математическая форма") сохраняются, приобретая, однако, в связи с новой, кинетической трактовкой входящих в эти уравнения тензоров "кривизны" R_{ik} и энергии-импульса T_{ik} (см. п.п. 2 + 5) новое физическое содержание.

При этом:

1. Резко возрастает (по сравнению с ОТО) число наблюдаемых следствий теории (см. последние параграфы глав III-VI).
2. Резко расширяется круг описываемых ею физических явлений (если в ОТО - это, в основном, гравитационные и оптические явления, то в КТГ - от микрофизических до астрофизических процессов, от сверхпроводимости и сверхтекучести до телепатии).
3. Соответственно расширяются предсказательные возможности теории. Некоторые из теоретических прогнозов уже подтвердились наблюдениями, причем, на количественном уровне (например, темпы роста радиуса Земли, см. главу VI).
4. Резко возрастает *практическая значимость* прогнозов (в ОТО - тонкие гравитационные эффекты типа смещения перигелия планет, искривления световых лучей вблизи массивных тел, гравитационного смещения частоты фотона и т.п., тогда как практические приложения КТГ, приведенные в главе VIII, включают прогнозирование глобальных катаклизмов, угрожающих самому существованию земной цивилизации).

5. Кинетическая трактовка гравитационного поля, как пространства, насыщенного движущимся вблизи массивных тел криволинейно фоновыми частицами, снимает практически все упомянутые возражения против теории гравитации:
- а) в этой трактовке гравитационное поле, как и всякий материальный объект, обладает энергией,
 - б) как любой материальный объект, оно дискретно (квантовано),
 - в) из феноменологической теория гравитации превращается в объяснительную,
 - г) равенство инерционной и гравитационной масс не постулируется, а доказывается (см. п. 3),
 - д) теория гравитации перестает страдать изоляционизмом, ибо в рамках КТГ тяготение является лишь звеном в цепи фундаментальных процессов, в которых участвуют с одной стороны частицы вещества (молекулы, атомы, их ядра и отдельные ядерные нуклоны), а с другой - фоновые частицы: последние передают частицам вещества часть своей энергии (ОФЭ), в результате чего вблизи тел возникает анизотропия энергетических потоков, порождающая искривление траекторий большинства фоновых частиц. Двигаясь сквозь пробное тело по криволинейной траектории, фоновая частица действует на него силой, пропорциональной кривизне траектории и направленной к ее центру (см. главу II, §5 и §6).

Равнодействующая всех таких сил и есть сила гравитации.

С другой стороны, энергия, отобранная от фона нуклонами атомного ядра, идет на чрезвычайно медленное их расширение, уменьшение модуля энергии связи между ними, что в конце концов приводит к потере ядром стабильности по отношению к β^- -распаду. β^- -распад одного из ядерных нейтронов приводит к возникновению в ядре лишнего протона, дальнедействующие кулоновские силы отталкивания которого от остальных протонов взрывают ядро, разрушая его на более мелкие ядра-осколки (деградация ядер, известная под названием "естественная радиоактивность"), см. главу III, §4, п. 4.

Существуют многочисленные наблюдения, которые можно трактовать как следствия этих фундаментальных процессов, при-

чем, не только на микроуровне (естественная радиоактивность), но и в гео- и астрофизике: дело в том, что ядерная деградация приводит к постепенному разуплотнению (расширению) всех тел (всеобщему расширению равновесных систем, [2]).

В астрофизике этот процесс подтверждается эволюцией нейтронной звезды - белый карлик - нормальная звезда, типа Солнца (см. главу V, §4), причем подтверждение имеется не только в плане разуплотнения этих астрофизических объектов, но и в плане постепенного уменьшения числа содержащихся в них нейтронов (от почти 100% у нейтронной звезды до примерно 10% у Солнца), что косвенно подтверждает и необратимость при "нормальных" условиях β^- - распада нейтронов и всю приведенную выше цепочку внутриядерных процессов, первым звеном которой является ОФЭ, а последним - деградация ядра.

Еще одним, причем, независимым и, что особенно важно, **количественным** подтверждением истинности приведенных воззрений и объективности изложенных процессов является то обстоятельство, что полученная с их помощью оценка (см. главу V, §4) современной светимости Солнца практически совпадает с наблюдаемой.

В геофизике также имеется немало фактов, подтверждающих, что и Земля подчиняется Закону всеобщего расширения [2], вызванного упомянутыми процессами (дрейф континентов, замедление вращения планеты, квазипериодические деструкции земной коры и т.п., см. главу VI), причем, альтернативные *ad hoc* - гипотезы, принятые современной наукой для объяснения каждого из этих фактов, не выдерживают количественного сопоставления с наблюдениями (см. там же).

Таким образом, КТГ трудно обвинить в изоляционизме, напротив, поскольку она оперирует фоном всепроникающих частиц, изолироваться от которых невозможно, не существует реальных физических процессов, к которым в той или иной форме были бы не применимы предсказания этой теории.

Подводя итог всему сказанному в настоящем пункте 7, можно утверждать, что: 1) КТГ, формально не противореча ОТО (см. [4]), наполняет ее новым физическим содержанием, которое снимает практически все возражения ее многочисленных критиков, 2) взаимосвязь ОТО и КТГ - это связь **формы и содержания** и в этом смысле они **взаимно дополняют** друг друга, 3) достигнутое согласие - хороший фундамент для разработки теории материи, включающей и теорию полей, и теорию частиц,

и теорию их эволюционно-революционного развития во времени и пространстве.

Думаю, что в основе такого поистине Великого Объединения, поискам которого гениальный Эйнштейн посвятил вторую половину своей жизни, будет лежать его бессмертная ОТО, "оплодотворенная" изложенными в настоящей работе физическими идеями, совокупность которых правильнее назвать "Кинетическая теория полей и частиц", или "Единая теория материи", основы которой изложены ниже в главе VII.

§2. Связь КТГ и СТО

п. 1. Причины независимости скорости света в РКС от скорости источника

Согласно механизму образования фотона, изложенному в главе III, §2, п. 1, транзитная виртуальная частица превращается в наблюдаемый квант, т.е. в заметно прецессирующую частицу, получив в источнике "поперечный" импульс, т.е. импульс, перпендикулярный самой струнообразной частице и вектору ее осевой скорости до контакта. Последняя в результате такого импульса по модулю измениться не может, т.е., если виртуальная φ - частица в РКС имела скорость \bar{c} , то, испытав в источнике поперечный импульс и превратившись в наблюдаемый фотон, она в этом новом состоянии сохранит модуль своей прежней осевой скорости.

Поэтому *на осевую составляющую скорости фотона в РКС движение источника повлиять не может*, хотя оно и может повлиять на величину энергии, переданной источником φ - частице при ее "фотонизации" (см. главу III, §2, п. 2, "Эффект Доплера").

Этот вывод подтверждается наблюдениями за двойными звездами, плоскость вращения которых образует с лучом зрения малый угол, а также постоянством aberrации для звезд с разными лучевыми скоростями.

Движение источника *отраженного* света (от зеркала, поверхности планеты и т.п.) также не влияет на модуль скорости этого света в РКС: квант падающего света виртуализируется, отдав электрону отражающей поверхности часть своей энергии, после чего перевозбужденный электрон передает излишек своей энер-

гии другой транзитной виртуальной φ - частице, превратив ее в так называемый "отраженный" фотон, но не изменив, как показано выше, ее осевой составляющей скорости в РКС.

Движение *приемника* света в РКС в системе постулатов КТП приводит к классическому правилу сложения скоростей, изображенному на векторной диаграмме в главе III, §2, п. 2, причем, *относительная* скорость света (т.е. его скорость в КС приемника) может быть как больше, так и меньше фундаментальной скорости c (т.е. скорости света в РКС), см. формулу 3.2.2 и п. 3.

Современные технические средства позволяют [33] обнаружить зависимость относительной скорости света от "абсолютной" скорости приемника (т.е. от его скорости в РКС).

По существу, таким (хотя и не очень наглядным) экспериментом является опыт Майкельсона (см. п. 2).

п. 2. Интерпретация опыта Майкельсона в системе постулатов КТП

Мы не будем здесь приводить описание опыта, ибо он подробно излагается в любом учебнике физики.

Обозначим L_0 длину оптической базы, неподвижной в РКС, \bar{c} ; \bar{v} - скорости в РКС света и базы.

Тогда время t_0 прохождения светом неподвижной в РКС базы равно $t_0 = L_0 / c$.

За время t_v^\perp прохождения светом базы, перпендикулярной вектору \bar{v} ее скорости в РКС, сама база успевает пройти путь $v \cdot t_v^\perp$, а свет от источника до зеркала поэтому проходит путь не L_0 , а

$$L_\perp = \sqrt{L_0^2 + (v \cdot t_v^\perp)^2},$$

затратив на это время

$$t_v^\perp = \frac{L_\perp}{c} = \frac{\sqrt{L_0^2 + (v \cdot t_v^\perp)^2}}{c},$$

откуда

$$t_v^\perp = \frac{L_0}{c \sqrt{1 - V^2}} = \frac{t_0}{\sqrt{1 - V^2}}; \quad V = \frac{v}{c}. \quad (4.2.1)$$

Время t_v^{\pm} прохождения светом в обе стороны базы, параллельной \vec{v} , равно:

$$t_v^{\pm} = t_v^{\rightarrow} + t_v^{\leftarrow} = \frac{L_v}{c-v} + \frac{L_v}{c+v} = \frac{2L_v c}{c^2 - v^2} = \frac{2L_0 \sqrt{1-V^2}}{c(1-V^2)} =$$

$$= \frac{2t_0}{\sqrt{1-V^2}} = 2t_v^{\perp}, \quad (4.2.2)$$

(здесь использована формула Лоренца-Фитцджеральда $L_v = L_0 \sqrt{1-V^2}$, постулированная последним в 1892 году).

В настоящей работе это лоренцево сокращение размеров тел в направлении их движения не *постулируется*, а *доказывается*, см. главу III, §3, п. 2.

Сравнивая формулы 1 и 2, мы видим, что время прохождения света в обе стороны базы, параллельной \vec{v} , в точности равно удвоенному времени прохождения базы, перпендикулярной \vec{v} , так что нулевой результат опыта Майкельсона закономерен и весьма просто объясняется в рамках КТГ.

Нельзя, однако, не заметить, что существенную роль здесь играет прохождение светом базы, параллельной вектору ее скорости в РКС *в обе стороны*. Если же поставить эксперимент по *раздельному* определению промежутков времени t_v^{\rightarrow} и t_v^{\leftarrow} на базе постоянной длины, то в рамках КТГ прогнозируется (см. ф.1 и 2):

$$\delta t = 2 \frac{t_v^{\rightarrow} - t_v^{\leftarrow}}{t_v^{\rightarrow} + t_v^{\leftarrow}} = 2V, \quad (4.2.3)$$

что вполне доступно обнаружению современными техническими средствами.

Подобный эксперимент поставлен и, по утверждению автора, позволил уверенно определить "абсолютную скорость Солнца" или, в наших терминах, "скорость Солнца в местной РКС": $v_{\odot} = (303 \pm 20) \text{ км/с}$, [33].

п. 3. Кажущаяся независимость скорости света от скорости приемника

Пусть два события произошли с временным интервалом τ , измеренным в "олимпийской" координатной системе (т.е. в РКС) едини-

цами $t_0 = L_0/c$, а в движущейся относительно РКС системе - единицами $t_v = t_0 / \sqrt{1-V^2}$ (см. формулу 1 и обозначения величин).

Результаты: $T_0 = \tau/t_0$; $T_v = \tau/t_v = T_0 \sqrt{1-V^2}$, соответственно.

В частности, если τ - временной интервал между посылкой и приемом светового сигнала на базе L_v , параллельной вектору скорости приемника в РКС, то в КС приемника имеем:

$$c_{\text{отн}} = C = \frac{L}{T} = \frac{L_0 \sqrt{1-V^2}}{T_0 \sqrt{1-V^2}} = \frac{L_0}{T_0} = c, \quad (4.2.4)$$

т.е. скорость света в КС приемника постоянна и равна фундаментальной скорости.

Однако, нетрудно заметить, что учтенное в формуле (4) лоренцево сокращение *размеров* движущихся в РКС тел является *реальным* результатом взаимодействия этих тел с фоном (см. главу III, §3, п. 2), в то время, как выбор единицы измерения времени (t_v вместо t_0 , см. формулы 1 и 4) явно *конвенционален* (в духе А. Пуанкаре).

Транспортировка атомных стандартов частоты, подтверждая истинность формулы $t_v = t_0 / \sqrt{1-V^2}$, не снимает этого конвенционализма (условности) в выборе единицы измерения времени.

Выводы: 1. *Независимость скорости распространения света в РКС от скорости источника - факт*, физические причины которого изложены в главе III, §2, п. 1 и в п. 1 настоящего параграфа.

2. *Независимость этой скорости от скорости приемника - артефакт (кажущийся "факт")*, вызванный измерением времени в РКС и КС приемника разными единицами (t_0 и t_v соответственно).

Для устранения этого артефакта достаточно определить независимо время прохождения светом оптической базы в каждую сторону (t_v^{\rightarrow} и t_v^{\leftarrow}), что и подтверждается опытом [33] .

п. 4. Лоренцево сокращение и остальные эффекты СТО на макроуровне

Кроме рассмотренного выше в п.п. 1-3 постулированного в СТО постоянства скорости света в любой координатной системе (подробнее - независимости скорости света от движений источника и приемника, первая из которых в рамках КТП оказалась фактом, вторая - артефактом), обсудим и остальные эффекты СТО: лоренцево сокращение длин $l_v = l_0 \sqrt{1-V^2}$, увеличение в движущейся координатной системе временных промежутков $t_v = t_0 / \sqrt{1-V^2}$ и массы-энергии тел $m_v = m_0 / \sqrt{1-V^2}$, $\epsilon_v = \epsilon_0 / \sqrt{1-V^2}$.

Отметим сразу, что *все* обсуждаемые эффекты получены в рамках КТП чисто *аналитически* как простые *следствия постулатов* этой теории (*l*-, *m*- и ϵ - эффекты на микроуровне - в главе III, §3, п. 2, *t* - эффект - в п.п. 2 и 3 настоящего параграфа).

Следует, однако, подчеркнуть, что *формально* совпадая с соотношениями СТО, соответствующие формулы КТП отличаются от последних тем, что в СТО под скоростью \bar{v} в этих равенствах подразумевается относительная скорость двух произвольных инерциальных координатных систем, тогда как в КТП скорость \bar{v} - "*абсолютная*" скорость материальной системы, точнее - скорость вещественного объекта в местной реперной координатной системе (РКС), относительно которой фон изотропен.

Причем, существенна не только замена относительной скорости скоростью в местной РКС, но и замена движущейся *координатной системы*, т.е. объекта *идеального, реальным вещественным объектом*, ибо свойства идеальных объектов конвенциональны, тогда как свойства реальных тел объективны (не зависят от исследователя) и, в принципе, контролируемы опытным путем.

Кроме того, и *это - главное*: *l*, *m* и ϵ - эффекты СТО являются результатом *взаимодействия* двух *материальных* объектов (движущегося тела и фона, см. главу III, §3, п. 2), поэтому замена любого из них идеальным объектом - координатной системой - лишает исследователя возможности устанавливать глубокие причинно-следственные связи между реальными *физическими* процессами, оставляя в его распоряжении лишь поверхностный, чисто феноменологический способ *математического* описания этих процессов.

Аналитический вывод l , m и ϵ - эффектов СТО на фундаментальном уровне приведен в главе III, §3, п. 2, поэтому здесь напомним лишь упомянутые физические причины этих эффектов:

1. Элементарная частица вещества модельно представима в виде тонкой слабо деформированной струны (стержня), быстро вращающейся вокруг проходящей через ее центр тяжести оси и находящейся в энергетическом равновесии с фоновыми частицами (глава II, §2, п. 1 г).
2. Ось вращения частицы с неподвижным в РКС центром тяжести ориентирована в пространстве случайным образом, если же центр тяжести частицы перемещается в РКС со скоростью \vec{v} , то ее ось вращения стремится в связи с "флюгер-эффектом" (глава III, §1, п. 5) занять положение, коллинеарное вектору \vec{v} .
3. Если частица вещества движется в РКС, то ее энергетическое равновесие с фоном достигается на более высоком уровне, чем в случае ее "покоя" (глава III, §3, п. 2): увеличивается и кинетическая энергия вращения деформированной струны

$$\epsilon_k \approx \frac{\mu \omega^2 r^2}{2}$$

и равная ей потенциальная энергия деформации ϵ_n , а, следовательно, и энергия "покоя" частицы $\epsilon = \epsilon_k + \epsilon_n$ (глава III, §3, п. 1).

4. Ситуация напоминает вертушку в руках бегущего ребенка с той лишь разницей, что при возрастании скорости v движения энергия вертушки растет за счет увеличения ее угловой скорости ω , тогда как энергия элементарной частицы вещества - за счет роста среднеквадратичного расстояния r от элемента струны до ее оси вращения при постоянной ω (глава III, §2, п. 1 г).
5. Рост среднего радиуса r частицы вещества с увеличением ее энергии - факт, подтверждаемый экспериментально (глава III, §6, п. 3).
6. Очевидно также (см. рис. 11, глава III, §3, п. 2), что с ростом амплитуды деформации r струны уменьшается (причем, в хорошем согласии с формулой Фитцджеральда-Лоренца) ее эффективная длина (т.е. ее проекция на ось

вращения, совпадающую в связи с флюгер-эффектом с вектором \vec{v}).

Таковы, вкратце, на качественном уровне физические причины лоренцева сокращения элементарных частиц вещества и роста их массы (энергии) покоя при движении этих частиц в РКС. О других эффектах СТО см. п.п. 1 - 3 настоящего параграфа.

Что касается соответствующих эффектов на более высоких, чем элементарная частица структурных уровнях материи (атомное ядро, атом, молекула, макроскопическое тело и т.д.), то они получаются простым сложением эффектов элементарных.

Можно, однако, предположить, что на более высоких структурных уровнях эффекты СТО приводят к результатам, отсутствующим на элементарном уровне.

Рассмотрим, например, ядро *стабильного* изотопа, средняя энергия ϵ нуклонов которого, однако, лишь не намного (на $\Delta\epsilon$) меньше энергии, необходимой для того, чтобы это ядро стало β^- -радиоактивным. Тогда, сообщив этому ядру достаточно большую скорость v в РКС, можно увеличить ϵ на величину $\Delta\epsilon$ за счет ϵ -эффекта СТО, в результате чего, **ядро при такой скорости станет β^- -радиоактивным**. Причем, поскольку процесс β^- -распада необратим, число ядер такого изотопа в пробном теле после его торможения должно быть меньше исходного числа, **а процесс его движения в РКС должен сопровождаться β^- -излучением**.

Из ϵ -эффекта СТО имеем:

$$\epsilon + \Delta\epsilon = \frac{\epsilon}{\sqrt{1-V^2}} \approx \epsilon \left(1 + \frac{V^2}{2} \right), \quad V = \frac{v}{c},$$

откуда необходимая для обнаружения этого эффекта относительная скорость в РКС:

$$V = \sqrt{2 \frac{\Delta\epsilon}{\epsilon}}. \quad (4.2.5)$$

Из проверенных мною изотопов наименьшее $\Delta\epsilon$ оказалось у стабильного изотопа меди $^{65}_{29}\text{Cu}$ ($\Delta\epsilon = 0,68$ МэВ), потом - у изотопа серебра $^{109}_{47}\text{Ag}$ ($\Delta\epsilon = 0,93$ МэВ) и т.д. (Например, у кремния $^{30}_{14}\text{Si}$ $\Delta\epsilon = 7,35$ МэВ, у железа $^{56}_{26}\text{Fe}$ $\Delta\epsilon = 6,5$ МэВ).

Подставляя эти значения в формулу 5, с учетом того, что средняя энергия ядерных нуклонов $\epsilon = 931$ МэВ, получим, соответственно, "распадные" скорости:

для ${}_{29}\text{Cu}^{65}$	$V = 0.038$	$v = 1,1 \cdot 10^9 \text{ см/с}$	(4.2.6)
для ${}_{47}\text{Ag}^{109}$	$V = 0.045$	$v = 1,3 \cdot 10^9 \text{ см/с}$	
для ${}_{14}\text{Si}^{30}$	$V = 0.126$	$v = 3,8 \cdot 10^9 \text{ см/с}$	
для ${}_{26}\text{Fe}^{56}$	$V = 0.118$	$v = 3,5 \cdot 10^9 \text{ см/с}$	

Как мы видим, даже наименьшая из этих распадных скоростей ($v_{\text{Cu}^{65}} = 11000 \text{ км/с}$) составляет примерно 1/30 долю скорости света. Ядра атомов до таких скоростей поступательного движения можно разогнать разве что с помощью ускорителей.

Для достижения таких скоростей нагреванием понадобится температура

$$T = \frac{m v^2}{3k} \approx 10^{12} \text{ К}, \quad (4.2.7)$$

(k - постоянная Больцмана), достижение которой в лабораторных, да и в космических условиях совершенно нереально.

§3. Отбор фоновой энергии (ОФЭ) на макроуровне и его следствие - всеобщее расширение равновесных систем

Если в первых двух параграфах настоящей главы речь шла о явлениях, уже известных современной науке, благодаря СТО и ОТО А.Эйнштейна (уяснялся лишь глубинный физический смысл этих явлений и фундаментальные причинно-следственные связи между ними), то в следующих параграфах 3 и 4 рассматриваются новые, современной наукой почти не изученные процессы взаимодействия вещественных объектов с фоном виртуальных частиц (продольных фотонов) физического вакуума. Энергетические аспекты этих взаимодействий приведены в настоящем §3, кинематические - в §4.

В результате указанных взаимодействий оба компонента - и фон, и вещество - претерпевают ряд изменений, причинно-следственная цепочка которых приводит и для фона, и для вещества к наблюдаемым итоговым явлениям.

а) **Фон.** "Просеянные" сквозь вещественный объект фоновые частицы, отдавшие ему часть своей энергии, имеют энергию, в среднем меньшую, чем частицы встречные, движущиеся к объекту. В

результате возникает анизотропия плотности "наблюдаемых" радиальных потоков импульса фоновых частиц: к центру объекта она больше, от центра - меньше. Попав в такой анизотропный поток, остальные частицы, не принадлежащие радиальным потокам, начинают двигаться по криволинейным траекториям, обращенным вогнутостью к центру объекта. Доказано, что струнообразная частица, двигаясь внутри пробного тела криволинейно, при взаимодействии с ним действует на него силой, пропорциональной кривизне и направленной к ее центру. Совокупность таких действующих на пробное тело импульсов и создает эффект тяготения.

Короче: ОФЭ \Rightarrow анизотропия радиальных потоков \Rightarrow искривление траекторий частиц, не принадлежащих радиальным потокам (гравитационное поле Ньютона, искривленная метрика Эйнштейна, поляризация вакуума Зельдовича) \Rightarrow сила притяжения пробного тела к центральному - такова логическая причинно-следственная цепочка, ведущая от фундаментального, всеобщего, но пока практически совсем не исследованного ни теоретически, ни экспериментально процесса ОФЭ к весьма подробно изученному эффекту гравитации.

Подробнее см. главу II, §§5 и 6. Там же дан количественный вывод закона тяготения на основе приведенных качественных представлений.

б) Вещество.

1. Уровень элементарных частиц

Как известно (см., например, главу II, §2, п. 1 г), любая элементарная частица вещества в рамках кинетической теории полей и частиц модельно представима в виде тонкой деформированной струны, быстро вращающейся вокруг проходящей через ее центр тяжести оси и находящейся в равновесии под действием стремящихся ее еще больше деформировать центробежных сил и препятствующих этому сил упругости.

Устойчивое равновесие достигается лишь при дискретном наборе угловых скоростей, являющихся собственными значениями дифференциального уравнения (2.2.24), описывающего такую систему, причем, при фиксированном числе n узлов струны фиксирована и соответствующая угловая скорость ω_n .

Это, однако, не означает, что у такой струны не может меняться энергия, ибо последняя зависит не только от ω_n , но и от амплитуды деформации r (радиуса соответствующего цилиндрического объекта (см., например, рис. 11, главы III, §3).

Радиус же этот может изменяться непрерывно при изменении полной энергии (кинетическая энергия (ϵ_k) вращения плюс потенциальная энергия (ϵ_n) упругой деформированной струны), называемой в современной физике "энергией покоя" (ϵ) частицы (глава III, §3, п. 1).

Именно это происходит при чрезвычайно медленном, постепенном отборе фоновой энергии элементарной частицей вещества: амплитуда r ее деформации медленно растет, пропорционально r^2 растут $\epsilon_n = \epsilon_k$ а, следовательно, и $\epsilon = 2\epsilon_n = 2\epsilon_k$.

Вывод: на элементарном уровне ОФЭ ведет:

- 1) к увеличению энергии покоя частицы вещества,
- 2) к росту ее амплитуды деформации r , а, значит, и к увеличению эффективно занимаемого ею объема (т.н. "фундаментальное расширение" элементарной частицы), любопытно, что при этом плотность

$$\rho_n = \frac{m_n}{V} = \frac{\epsilon_n}{c^2 V} \approx \frac{\mu \omega_n^2 r^2}{c^2 \pi r^2 l} = \frac{\mu \omega_n^2}{c^2 \pi l} = \text{const.} \quad (4.3.1)$$

2. Уровень атомных ядер

Известно, (см. 3.3.23), что с достаточно высокой точностью для всех изотопов выполняется условие, $\epsilon + |\epsilon_{св}| = \text{const}$, где ϵ - средняя энергия покоя одного ядерного нуклона, а $\epsilon_{св} < 0$ - средняя энергия связи, приходящаяся в рассматриваемом ядре на один нуклон.

В связи с ОФЭ на элементарном уровне, энергия ϵ медленно растет, а, значит, $|\epsilon_{св}|$ столь же медленно убывает. Эти процессы сопровождаются постепенным фундаментальным расширением каждого ядерного нуклона, а, следовательно, и всего ядра, представляемого, согласно главе III, §4, п. 1, в виде штабеля из тесно прижатых друг к другу ядерными силами (давлением фона) протонов, в каждом из которых может находиться 1 - 2 нейтрона.

Сопутствующее фундаментальному расширению ядра убывание модуля энергии связи $|\epsilon_{св}|$ приводит к тому, что в определенный момент ранее стабильное ядро становится β^- - радиоактивным. Происходит β^- - распад одного из ядерных нейтронов ($n-p$ - акт, см. главу III, §4, п. 4). Дальнейшие кулонов-

ские силы отталкивания вновь образованного протона от остальных взрывают ядро изнутри на 2 или большее число ядер - осколков меньшего атомного веса ("деградация ядер", известная под названием "естественная радиоактивность").

Ядро - осколок, продолжая отбирать фоновую энергию, также как и материнское ядро постепенно приходит к нестабильному состоянию и по аналогичной схеме деградирует на еще более мелкие осколки.

Процесс деградации атомных ядер начинается со сверхмассивных ядер нейтронных звезд и кончается протоном - ядром наиболее легкого элемента - водорода, единственного элемента, абсолютно стабильного по отношению к процессу ядерной деградации.

Итак, на ядерном уровне ОФЭ порождает следующую причинно-следственную цепочку фундаментальных процессов: ОФЭ \Rightarrow расширение ядра \Rightarrow уменьшение энергии связи между нуклонами \Rightarrow *n-p*-акт одного из ядерных нейтронов \Rightarrow взрыв ядра кулоновскими силами ("деградация" - радиоактивный распад).

Таким образом, медленные, эволюционные *количественные* изменения в ядре, накапливаемые им в течение многих миллионов лет (первые 3 звена этой цепочки) приводят в конце концов к резким революционным *качественным* скачкам (последние 2 звена).

Последним этапом этого диалектического развития любого составного ядра является его деление, известное в современной физике как спонтанное, самопроизвольное. В приведенной же схеме для произвола места нет: указанное деление - закономерный итог всех предшествующих этапов развития ядра.

Более подробно следствия ОФЭ на уровне атомного ядра изложены в главе III, §4, п. 4.

3. Атомный и молекулярный уровень

Как мы видели в предыдущем пункте 2, ядро любого атома (кроме водорода) в своем развитии проходит два этапа: этап эволюционного накопления отобранной от фона энергии, сопровождающегося медленным расширением каждого ядерного нуклона и ядра в целом, и революционный этап его деградации на меньшие ядра - осколки.

Как при этом ведет себя атом? Изменяются ли его размеры (радиусы электронных оболочек, занимаемый им эффективный объем...)?

Что касается первого, эволюционного этапа развития атомного ядра, то вопрос об изменении размеров всего атома на этом

этапе остается открытым: его объем может, в принципе, расти пропорционально объему ядра, может оставаться неизменным, а может даже и убывать в связи с ростом взаимодействующих масс (хотя последнее маловероятно).

Возможно, что ответить на этот вопрос позволит следующий эксперимент.

Стеклоянная колба большого объема V_0 заканчивается капилляром радиуса $r \ll \sqrt[3]{V_0}$. Колба и половина капилляра заполнены ртутью и герметизированы наподобие термометра, сходство с которым еще более увеличивает прикрепленная к капилляру шкала. Система термостатируется, а, возможно, и баростатируется.

Фоновую энергию отбирают и стекло, и ртуть, но последняя существенно плотнее, поэтому в ней темпы ОФЭ в единице объема, соответственно, больше, а значит, если атомы вещества расширяются вместе с их ядрами, то ртуть должна расширяться быстрее стекла, что может быть с течением времени обнаружено по шкале сдвигом столбика ртути на величину h . Пренебрегая поэтому расширением стекла (т.е. полагая $V_0 = \text{const}$) и обозначив $V = V(t)$ растущий объем ртути, имеем:

$$\Delta V = V - V_0 = \pi r^2 h. \quad (4.3.2)$$

С другой стороны, обозначив, как принято в этой работе

$$\tilde{V} = \frac{\dot{V}}{V} = \frac{\Delta V}{V \cdot \Delta t},$$

получим:

$$\Delta V = \tilde{V} \cdot V \cdot \Delta t. \quad (4.3.3)$$

Сравнивая формулы (2) и (3), будем иметь:

$$h = \frac{\tilde{V} \cdot V \cdot \Delta t}{\pi r^2}. \quad (4.3.4)$$

Если относительный темп \tilde{V} прироста объема атома имеет порядок, близкий соответствующему темпу ОФЭ $\tilde{E} \approx 10^{-20} \text{ с}^{-1}$ (3.3.28), то при $V \approx 1 \text{ м}^3 = 10^6 \text{ см}^3$ (?), $\Delta t \approx 10 \text{ лет} \approx 10^8 \text{ с}$, $r \approx 0,01 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ см}$, из соотношения (4) получим $h \approx 1 \text{ см} = 10 \text{ мм}$, т.е. $\dot{h} \approx 1 \text{ мм/год}$.

Интересно отметить, что кроме подобного эксперимента обсуждаемый эффект, в принципе, можно было бы обнаружить (если атомы действительно расширяются вместе с ядрами), сравнивая пока-

зания очень старых ($\Delta t > 100$ лет) ртутных термометров с большими колбами и тонкими капиллярами с соответствующими показаниями термометров современных (первые должны быть несколько завышенными по сравнению со вторыми).

Однако, расчет по формуле (4) показывает, что заметный эффект здесь можно получить, лишь если $\dot{V} \gg \dot{E}$.

Таким образом, о поведении размеров атомов (а тем более - молекул) на эволюционном этапе развития атомных ядер до проведения подобных экспериментов ничего определенного сказать нельзя.

Другое дело - этап деградации атомных ядер: на этом этапе вместо одного материнского атома появляется 2-3 атома дочерних, каждый почти такого же объема, да плюс расстояния между ними... Так что в этом случае объем системы имеет явную тенденцию к расширению, а если внешние условия такому расширению препятствуют (например, сплошная кристаллическая кора астрофизического тела), то возникают серьезные напряжения (величина которых зависит от прочности этого препятствия), приводящие в конце концов к разрушению последнего (в нашем примере - к деструкции коры, что и наблюдается и в условиях космоса, см. главу V, и в условиях Земли, см. главу VI).

4. Макро-, гео- и астрофизический уровень

На этих более высоких структурных уровнях поведение вещества почти полностью определяется тем, как оно себя ведет на уровне атома, молекулы. Но даже если на эволюционном этапе развития атомных ядер атомы и молекулы расширяются, то темпы соответствующего расширения вещества на рассматриваемых более высоких уровнях, очевидно, существенно меньше темпов его расширения в периоды массовой деградации атомных ядер, находящихся в его составе.

Важный вывод: макроскопические тела, Земля и другие астрофизические объекты расширяются *крайне неравномерно*: длящиеся многие миллионы лет эволюционные этапы накопления их атомными ядрами отобранной от фона энергии, когда эти объекты или не расширяются вообще или расширяются крайне медленно, сменяются короткими периодами быстрого, революционного расширения, вызванного указанной массовой деградацией их атомных ядер.

У астрофизических объектов, покрытых сплошной кристаллической корой (нейтронные звезды, холодные белые карлики, планеты земной группы и, в частности, Земля) эта неравномерность расширения усугубляется тем, что кора в течение некоторого времени за счет своей прочности на разрыв может сдерживать тенденцию недр к расширению.

Накопленная за это время энергия приводит в определенный момент к глобальному катаклизму объекта:

- а) к деструкции коры (в условиях Земли сопровождающейся всемирными потопами, см. главу VI, в условиях Венеры приведшей к полному испарению океанов, в условиях других планет - к образованию наблюдаемых глобальных трещин, например, "каналы" Марса; те же трещины в коре нейтронной звезды приводят к резкой анизотропии ее излучения, что в совокупности с быстрым вращением создает эффект пульсара и т.д.),
- б) к выбросу объектом своего спутника (спутники планет в частности, Луна; двойные звезды, как результат разрушения холодного белого карлика и т.п.),
- в) к полному или частичному саморазрушению объекта (пояс астероидов между орбитами Марса и Юпитера как результат полного разрушения Фазтона, планетарная туманность с карликом в центре как результат частичного саморазрушения "потухшего" пульсара...).

Более подробно классификация катаклизмов в космосе изложена в главе V, в условиях Земли - в главе VI.

Подчеркнем, однако, еще раз, что неравномерность расширения вызвана более глубокими причинами, чем просто наличие у астрофизического объекта коры: скорость расширения объекта, даже не имеющего коры, пропорциональна числу его ядер, деградирующих в рассматриваемый момент в единицу времени.

Если к этому моменту теряют стабильность ядра не очень распространенного в данном объекте изотопа, то расширение будет медленным, в противном случае - быстрым.

Не дай Бог дожить до потери стабильности таких распространенных в Земле элементов, как *Fe*, *Si* ...

Однако, это пока нам не грозит: чтобы отобрать от фона энергию $\Delta \epsilon = 0,68 \text{ МэВ} \approx 1 \cdot 10^6$ эрг, недостающую до потери

стабильности самым близким к ней изотопом ${}_{29}\text{Cu}^{95}$ (см. 4.2.6), с учетом значения $\tilde{\epsilon}$ из (3.3.27) понадобится время

$$t = \frac{\Delta\epsilon}{\dot{\epsilon}} = \frac{\Delta\epsilon}{\tilde{\epsilon} \cdot \epsilon} \approx 10^{-6+20+3} \text{ с} \approx 10^{17} \text{ с} \approx 10^9 \text{ лет.} \quad (4.3.5)$$

§4. Реперная координатная система (РКС) и торможение движущихся в этой КС макроскопических тел при их взаимодействии с фоном

С появлением РКС мы сталкиваемся не впервые, см., например, главу II, §7; главу III, §1, п. 2; главу III, §3, п. 2; главу IV, §2, п.п. 1+4.

Вопросы, связанные с торможением движущихся в РКС тел в результате их взаимодействия с фоновыми частицами также обсуждались достаточно подробно как на качественном, так и на количественном уровне, например, в главе II, §§4, 7-9.

Поэтому, отсылая за деталями по указанным адресам, приведем здесь лишь то, что представляется наиболее существенным.

1. РКС - координатная система, вблизи начала которой фон изотропен и незавихрен.
2. Относительно любого движущегося в местной РКС объекта фон становится анизотропным (в случае поступательного движения) или завихренным (в случае вращения).
3. Спин любой элементарной частицы в составе движущегося в местной РКС тела в результате взаимодействия с фоном стремится занять положение, коллинеарное вектору мгновенной скорости этого движения ("флюгер-эффект").
4. Флюгер-эффект резко снижает сопротивление фона движению тела в РКС.
5. Согласно соотношению 2.7.1, указанное сопротивление снижает скорость движения тела в РКС по экспоненте с декрементом 2.7.3, резко убывающим по модулю с ростом массы тела (он обратно пропорционален *четвертой* степени этой массы).
6. Самая легкая из элементарных частиц вещества - электрон - в связи с сопротивлением фона снижает свою скорость в ϵ раз за время, гораздо большее, чем 1000 с (см. 2.9.1), протон - в $(1840)^4 \approx 10^{13}$ раз медленнее.

7. Макроскопические, а тем более, астрофизические тела практически фоном не тормозятся.
8. Причина отсутствия торможения орбитальных электронов в атоме, повидимому, в следующем: выберем координатную систему с центром в ядре атома и "неподвижную относительно далеких звезд", (Э. Мах). Несмотря на эту неподвижность, такая КС будет реперной только вдали от ее центра - ядра, ибо вблизи него, очевидно, будет нарушено одно из существенных требований к РКС: независимость фона в этой системе, а вблизи любого вращающегося объекта (от ядра атома до звезды) фон завихрен. Поэтому координатная система, связанная с наблюдателем (лабораторная система), для орбитального электрона не является реперной: для него реперной будет КС, жестко связанная с вращающимся ядром (т.е. быстро вращающаяся вместе с ядром относительно "далеких звезд"). Но в этой системе электрон неподвижен и поэтому тормозиться не может (как поплавок на завихренной жидкости). Аналогичным "квадрупольным эффектом" объясняется смещение перигелия Меркурия и других планет в сторону вращения Солнца.
9. Торможение электрона, движущегося с субсветовой скоростью *поступательно*, вызывает наблюдаемое тормозное излучение.
10. Взаимодействие с фоном вызывает нулевые колебания элементарных частиц вещества в составе любого макроскопического тела. Если это тело к тому же движется поступательно, то сложение нулевых колебаний с таким поступательным движением приводит к волнообразному результирующему движению по ломанной линии, известной в современной науке под названием "волна де Бройля" рассматриваемой частицы.

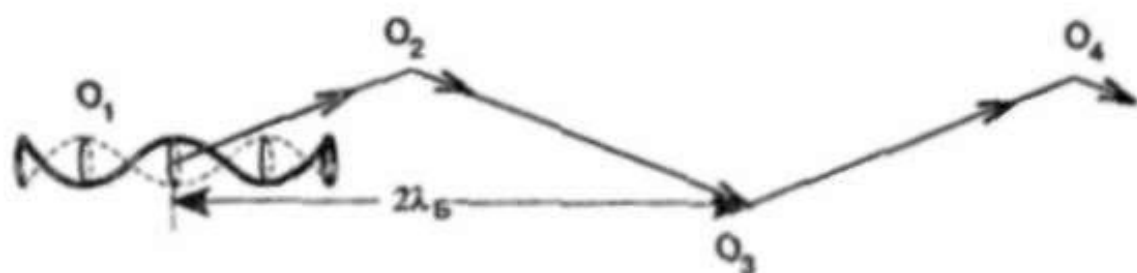


Рис. 27. Волна де Бройля нуклона.

11. Волна де Бройля макроскопического объекта - совокупность соответствующих волн всех его элементарных частиц.
12. Теоретически получена формула длины волны де Бройля тела известной массы, движущегося с известной скоростью (глава III, §2, п. 5).

§5. Выводы главы IV

Подведем некоторые итоги.

Наиболее существенным для становления КТГ является вывод, который можно сделать из §3 и §4: *последние два из приведенных* в главе I, §2 *возражений* А.Пуанкаре и других *против гипотезы Ж.Лесажа* (о чрезмерно высоких темпах ОФЭ и торможения) *снимаются введением постулата формы: "фооновая частица имеет струнообразную форму"* (первые два из этих возражений сняты ранее в главе II, §6, п.п. 1-3). Тем самым *устраиваются все классические* возражения против указанной гипотезы.

Поиск противоречий этой гипотезы *новым* фактам, добытым *современной* наукой за последние десятилетия в области макрофизики, был безуспешен. Вместо этого, как и в микрофизике (см. главу III), удалось многие известные и весьма далекие, казалось бы, друг от друга явления природы осветить с единых позиций, без привлечения специальных гипотез, а в некоторых случаях - получить новые, ранее неизвестные, в том числе, количественные результаты:

1. Из кинетических представлений *получен закон тяготения* (глава II, §6, п.п. 1-3).
2. *Получен* ранее неизвестный *единый закон инерции и тяготения* (глава IV, §1, п. 2).
3. Выяснен физический смысл тензоров R_{ik} и T_{ik} , входящих в уравнения ОТО (глава IV, §1, п.п. 2 и 5), что позволило наполнить ее новым физическим содержанием.
4. *Выяснены физические причины равенства инерционной и гравитационной масс* (глава IV, §1, п. 3).
5. Выяснены условия, при которых возникает антигравитация (глава IV, §1, п. 4).
6. Выяснен физический смысл принципа Маха (глава IV, §1, п. 4).

7. Получено ранее неизвестное *выражение гравитационной "постоянной" через параметры КТГ* (глава IV, §1, п.6).
8. Указаны физические причины возможных изменений гравитационной постоянной (глава IV, §1, п.6).
9. Все эффекты СТО получены *аналитически* (глава IV, §2):
 - а) *Независимость скорости света от скорости источника* получена как следствие транзитной модели образования фотонов (п. 1),
 - б) Показана ошибочность (точнее, *конвенциональность*) вывода СТО о независимости скорости света от скорости приемника. Приведено экспериментальное подтверждение этого [33], (п. 3),
 - в) Показано, что *лоренцево сокращение (l - эффект), а также τ и ϵ - эффекты СТО являются следствиями взаимодействия движущегося тела с фоном*. Приведены соответствующие аналитические выводы (п.4; глава III, §3, п.2).
 - г) Дана интерпретация опыта Майкельсона в рамках КТГ (п.2).
10. Показано, что *относительные темпы отбора телами фоновой энергии ничтожны и что ОФЭ приводит к новому, ранее неизвестному эффекту - постепенному разуплотнению тел* (глава IV, §3).
11. Показано, что *относительные темпы торможения движущихся в РКС тел при их взаимодействии с фоном для макроскопических объектов ничтожны и не противоречат наблюдениям* (глава IV, §4).

Получены также и некоторые другие, менее значимые следствия КТГ в макрофизике.

Глава V. Следствия КТГ в астрофизике

В фундаменте кинетической теории полей и частиц (КТП) и той ее части, которая изучает гравитационное поле (КТГ), лежит гипотеза Декарта-Лесажа о существовании неких космических частиц, ответственных за возникновение эффекта тяготения. И источники, и стоки этих частиц находятся в космосе, там они "рождаются, живут и погибают".

Поэтому следствия КТП (и, в частности, КТГ) для астрофизики наиболее существенны и многочисленны.

§1. Черная дыра - не только "могила", но и "колыбель" вещества

Согласно современным воззрениям, черная дыра - это область пространства со столь сильным гравитационным полем, что даже свет не может его преодолеть и выйти за ее пределы (не говоря уж о частицах вещества, движущихся с досветовыми скоростями).

Поэтому внешний наблюдатель не может обнаружить ни собственного, ни отраженного от этого объекта излучений (отсюда - его название).

Граница указанной области называется "горизонтом" черной дыры (ЧД). Для невращающейся ЧД горизонт имеет форму сферы, называемой сферой Шварцшильда, ее радиус (r_g) называется гравитационным и выражается следующим образом через массу (M) ЧД:

$$r_g = \frac{2GM}{c^2}. \quad (5.1.1)$$

Применяя эту формулу, можно найти гравитационный радиус, соответствующий массе M любого тела, однако, для обычных планет, звезд (не ЧД) он гораздо меньше радиуса r самого астрофизического объекта (например, у Солнца $r_g \approx 3$ км), тогда как у любой ЧД:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}} \leq r_g. \quad (5.1.2)$$

Из соотношений 1 и 2 имеем следующую оценку средней плотности ρ материи, находящейся под сферой Шварцшильда:

$$\rho \geq \frac{3c^6}{32\pi G^3 M^2} = \rho_{\min}. \quad (5.1.3)$$

что для ЧД массой, равной, например, массе Солнца $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{33}$ г, дает $\rho_{\min} \approx 1,8 \cdot 10^{16}$ г/см³.

Для сверхмассивных ЧД, предположительно находящихся в ядрах галактик, плотность, согласно формуле 3, совсем невелика, например, масса ядра Галактики оценивается в $5 \cdot 10^6 M_{\odot}$, что для нижней границы плотности соответствующей ЧД дало бы $\rho_{\min} \approx 720$ г/см³.

Напротив, при $M \rightarrow 0$ из формулы 3 следует, что $\rho_{\min} \rightarrow \infty$ (тем более $\rho \rightarrow \infty$).

Однако, КТП дает следующее ограничение на плотность ρ любых тел: эта плотность не может быть больше плотности ρ_{Φ} отдельной фундаментальной частицы, которая с учетом значений, приведенных в главе II, §8, равна

$$\rho \leq \rho_{\Phi} = \frac{\mu}{\pi r^2 l} \approx \frac{m_p}{\pi r^2 l} = 8 \cdot 10^{21} \text{ г/см}^3 \quad (5.1.4)$$

Это ограничение сверху на плотность любого материального объекта (в том числе и ЧД) накладывает, с учетом формулы 3, следующее ограничение снизу на массу ЧД:

$$M \geq \sqrt{\frac{3c^6}{32\pi G^3 \rho_{\Phi}}} = 3 \cdot 10^{30} \text{ г} \approx M_{\text{ЧД min}}, \quad (5.1.5)$$

так что ни о каких "мини-дырах" меньшей массы, часто обсуждаемых в современной физической литературе, не может быть и речи.

Кстати, наличие максимальной плотности (4) устраняет из теории большого взрыва (Гамов) начальную "сингулярную точку" с бесконечной плотностью: речь может идти лишь о начальном объеме V_0 материи

$$\frac{4}{3} \pi R_0^3 = V_0 \geq \frac{M_{\text{металл}}}{\rho_{\Phi}} = \frac{3 \cdot 10^{54} \text{ г}}{8 \cdot 10^{21} \text{ г/см}^3} \quad (5.1.6)$$

радиусом

$$R_0 \geq 5 \cdot 10^{10} \text{ см} = 5 \cdot 10^5 \text{ км}, \quad (5.1.7)$$

чуть большим радиуса лунной орбиты.

п. 1. Отбор фоновой энергии черной дырой как причина вспышки сверхновой

В современной, базирующейся на ОТО теории черных дыр, их генезис представляется следующим образом (см., например, [27] и др.).

Массивная, с массой $M \geq 1,4M_{\odot}$ (т.н. "предел Чандрасекара") звезда после выгорания ядерного топлива коллапсирует к своему центру под действием гравитационных сил. При этом внешняя часть звезды (ее оболочка) сбрасывается, создавая для внешнего наблюдателя эффект ярчайшей вспышки (т.н. "сверхновая звезда", или, короче, "сверхновая").

Центральная часть звезды при этом уходит под свой горизонт, превращаясь в ЧД или, если масса материнской звезды меньше предела Чандрасекара, - в нейтронную звезду.

Образно говоря, в современной трактовке, коллапс-"агония" звезды, а ЧД - ее "могила", причем, это - "печальный удел" любой массивной звезды с выгоревшим ядерным топливом. В классической теории полагалось, что любое излучение или частица вещества, попавшие под горизонт, уже никогда оттуда не могут выйти ("оставь надежду всяк, сюда входящий...").

Правда, в последние десятилетия делались робкие попытки "экстгумации" (квантовое испарение ЧД [27] С.Хокинга; допустимый в рамках ОТО выход из под горизонта разуплотняющейся материи ЧД Я.Б.Зельдовича и И.Д.Новикова [8] и др.).

Однако, квантовое испарение дает заметный эффект лишь для "мини-дыр", существование которых запрещено ограничением (5), а разуплотнение материи ЧД неплохо бы еще и обосновать.

Последнее вполне непринужденно делается в рамках КТП. Действительно, горизонт непроницаем для частиц, находящихся *внутри* ЧД, для *внешних* же, в частности, для фоновых частиц он препятствием не является. Поэтому *ОФЭ и вызываемое им разуплотнение идут и под горизонтом.*

Однако, если по отношению к обычному объекту отдавшая ему малую часть своей энергии фоновая частица является транзитной, то из-под горизонта ЧД она выйти не может (во всяком случае, если ее скорость не превосходит "с", см., однако, [4]). Поэтому от фона ЧД отбирает не только энергию, но и сами фоновые (и другие) частицы, в результате чего растет масса, а, следовательно, (см. формулу 1) и гравитационный радиус черной дыры.

Последнее обстоятельство приводит к ускорению рассматриваемого процесса отбора черной дырой фоновой энергии.

Составим и решим дифференциальное уравнение этого процесса, пренебрегая всеми космическими частицами, кроме фоновых.

Известно [27], что невращающаяся ЧД гравитационно захватывает все лучи с прицельным расстоянием на минус бесконечности, не превышающим значения

$$r_{\text{захв}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} r_g. \quad (5.1.8)$$

Отсюда для скорости \dot{M} отбора черной дырой массы фоновых частиц имеем следующие очевидные равенства:

$$\dot{M} = n_V c \pi r_{\text{захв}}^2 \mu = n_V \mu c \pi \frac{27}{4} r_g^2 = 27 \pi c n_V \mu \frac{G^2 M^2}{c^4}, \quad (5.1.9)$$

или, короче:

$$\dot{M} = a M^2, \quad (5.1.10)$$

$$\text{где } a = \frac{27 \pi n_V G^2 \mu}{c^3} = 1,8 \cdot 10^{-41} \frac{1}{\text{г} \cdot \text{с}}, \quad (5.1.11)$$

(здесь для μ и n_V использованы значения (2.8.12) и (3.2.26), соответственно).

Решая уравнение (10), имеем:

$$M = \frac{M_0}{1 - a M_0 t}. \quad (5.1.12)$$

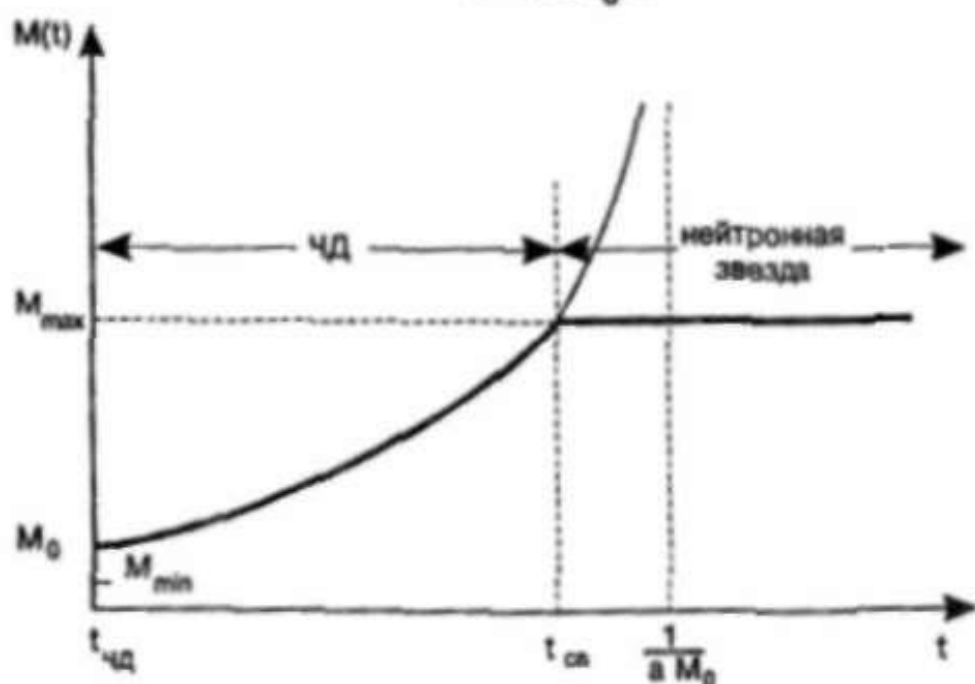


Рис. 28. Динамика роста массы черной дыры в результате ОФЗ.

Согласно формуле (1), аналогичным образом должен меняться и гравитационный радиус ЧД:

$$r_g = \frac{2G}{c^2} \cdot \frac{M_0}{1 - a M_0 t}, \quad (5.1.13)$$

однако, вряд ли скорость \dot{r}_g его роста превышает "с", т.е.

$$\dot{r}_g = \frac{2G}{c^2} \cdot \dot{M} \leq c,$$

откуда

$$\dot{M} \leq \frac{c^3}{2G} = 2 \cdot 10^{38} \frac{\Gamma}{c} = \dot{M}_{\max}. \quad (5.1.14)$$

Поэтому, строго говоря, график 28 решения (12) дифференциального уравнения роста массы ЧД в результате отбора ее фоновых частиц имеет не вертикальную асимптоту, как показано на рисунке, а хотя и близкую к ней, но все же наклонную асимптоту с огромным угловым коэффициентом (14).

Однако, до выхода на асимптоту решения (12) дифференциального уравнения (10) дело не доходит: задолго до этого нарушается условие, необходимое для того, чтобы шарообразный объект оставался бы черной дырой. В рамках КТГ таким условием является неравенство

$$\frac{4}{3} \rho r > k, \quad (5.1.15)$$

где $\frac{4}{3} \rho r$ - средняя толщина объекта,

k - проникающая способность ϕ - частицы.

С учетом формул (1) и (3) средняя в пределах сферы Шварцшильда толщина ЧД

$$\frac{4}{3} \rho r_g = \frac{1}{4\pi} \frac{c^4}{G^2 M} \quad (5.1.16)$$

убывает с ростом ее массы M , и в момент, когда (в связи с ОФЭ) масса достигает значения

$$M_{\max} = \frac{1}{4\pi} \frac{c^4}{G^2 k}, \quad (5.1.17)$$

черная дыра перестает быть непроницаемой для фоновых частиц (по причине нарушения условия 15).

В этот момент ($t_{\text{св}}$) накопленное за время существования ЧД собственное и транзитное излучение вырывается из-под горизонта, создавая для внешнего наблюдателя эффект ярчайшей

вспышки. Таков генезис сверхновой в рамках КТГ (т.о. $t_{\text{св}}$ здесь трактуется как момент вспышки сверхновой).

Нетрудно видеть, что изложенная здесь точка зрения на происхождение сверхновой во многом диаметрально противоположна классической, основанной на ОТО и приведенной в начале настоящего пункта.

Действительно, 1) в ОТО вспышка сверхновой переводит материю из относительно *рыхлой* стадии (массивная звезда с выгоревшим ядерным горючим) в *сверхплотную ЧД*, в КТГ - наоборот: *из сверхплотной ЧД - в менее плотную нейтронную звезду*, 2) в ОТО вспышка сверхновой сопровождается коллапсом, т.е. движением материи *к центру*, в КТГ - наоборот, как и при любом взрыве - движением *от центра*, "антиколлапсом", 3) в ОТО у части материи (будущей оболочки сверхновой) в процессе вспышки *движение к центру сменяется на противоположное*, которое у оболочки и наблюдается, однако для этого приходится придумывать специальные механизмы, КТГ лишена этого недостатка: *экспансия материи от центра изначально*, 4) в классической ОТО *выход материи из-под горизонта запрещен*, в КТГ - *закономерен...*

Какая же из этих теорий более адекватно отражает истину? Чтобы ответить на этот вопрос, сравним выводы этих теорий с наблюдениями.

Согласно ОТО, любая массивная звезда в конце своего развития коллапсирует. Но что такое коллапс? Уход звезды под собственную сферу Шварцшильда с превращением ее в черную дыру. Для внешнего наблюдателя последнее означает, что *звезда перестала светить*.

Почти полтора столетия небесная сфера фиксируется на фотопластинках. Из многих миллиардов зафиксированных звезд "потухла" ли за это время хоть одна? Мне такие события неизвестны. И хотя я не являюсь астрономом-профессионалом, а потому могу и не владеть всей информацией, связанной с обсуждаемым вопросом, представляется справедливым следующий вывод: *коллапс массивных звезд не является наблюдаемым фактом*, хотя и предсказывается современной, базирующейся на ОТО, теорией эволюции звезд, согласно которой, он даже является *необходимым* этапом этой эволюции.

Напротив, появление звезды на "пустом" ранее месте наблюдается достаточно часто (сверхновые, новые). В какой форме материи могла, не проявляя себя для внешнего наблюдателя,

храниться до вспышки та гигантская энергия, которая выделилась в процессе вспышки, например сверхновой? Только в форме черной дыры. Но согласно ОТО, выход материи из-под горизонта ЧД "запрещен"...

Налицо ситуация, прискорбная для ОТО: коллапс необходим, но не наблюдаем, "антиколлапс" наблюдаем, но "запрещен".

Далее, ОТО предсказывает, что при коллапсе материя движется к центру ускоренно, (с растущим ускорением) тогда как КГГ утверждает, что движение материи при "антиколлапсе" - ускоренное от центра (с убывающим ускорением), что вызвано возникающим при вспышке эффектом антигравитации (см. главу IV, §1, п. 4). Эти утверждения не противоречат друг другу, однако, длительные наблюдения за Крабовидной туманностью, которая является расширяющейся оболочкой сверхновой (1054 г.), убедительно свидетельствует в пользу ускоренного разлета продуктов взрыва.

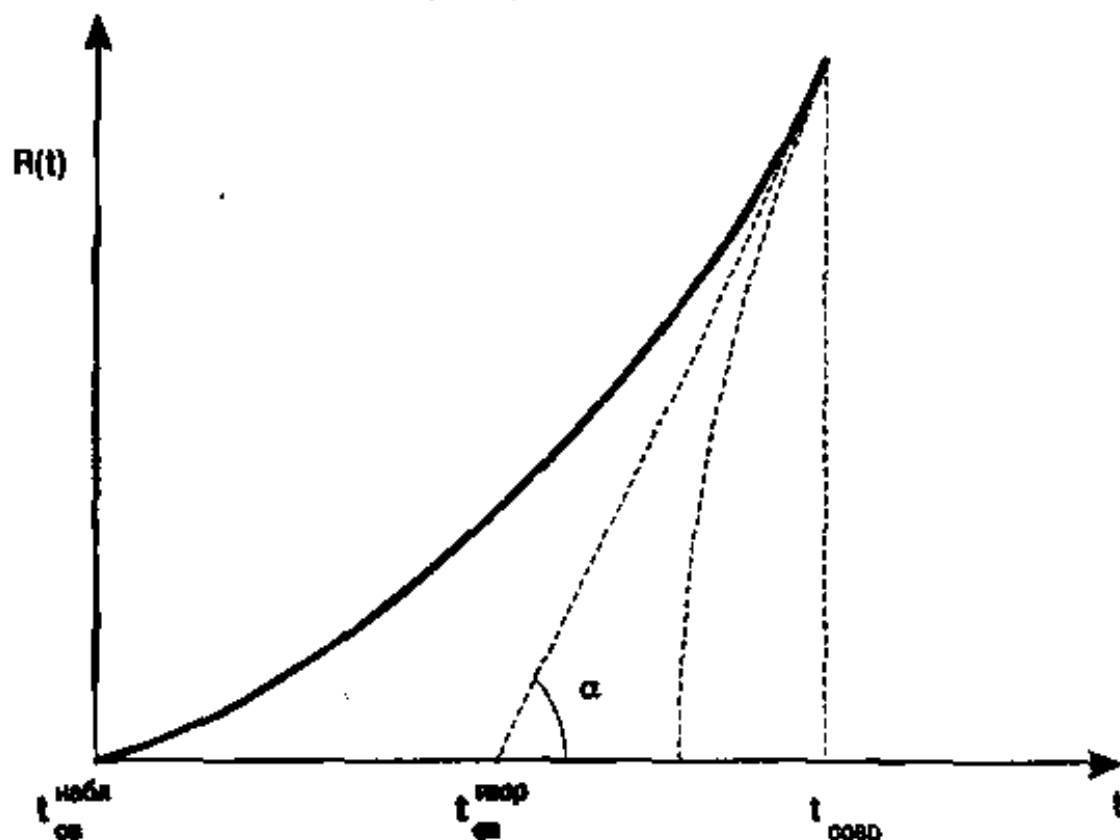


Рис. 29. Ускоренное расширение Крабовидной туманности.

Если известную из наблюдений современную скорость \dot{R} расширения Краба считать постоянной, то его теоретический возраст $t_{совр} - t_{св}^{теор}$ оказывается заметно меньше (см. рис. 29) известного из китайских летописей возраста $t_{совр} - t_{св}^{набл}$, где $t_{св}^{набл} = 1054$ г. -

момент вспышки сверхновой. Еще меньше теоретический возраст получим, сделав "естественное" в рамках ОТО предположение о замедленном разлете продуктов взрыва (см. на том же рис. 29. пунктирную кривую).

Аналогичная ситуация (только в гораздо больших масштабах) зафиксирована английскими астрономами, обнаружившими ускоренные разлеты галактик в скоплениях.

Вывод: наблюдаемые в космосе ускоренные разлеты продуктов взрыва вполне непринужденно объясняются в аксиоматике КТГ возникающим эффектом антигравитации (глава IV, §1, п. 4), тогда как в рамки ОТО они вписываются гораздо труднее... .

Вернемся, однако, к вопросу о динамике роста массы черной дыры в связи с отбором ею фоновой энергии и ограничениями (15) - (17), накладываемыми на этот процесс условием (15) непроницаемости объекта для фоновых частиц.

Поскольку масса нейтронных звезд и пульсаров, обнаруживаемых современной астрономией, близка массе M_{\odot} Солнца, то естественно предположить, что именно эта масса и является тем пределом M из формулы (17), при достижении которого ЧД теряет свою непрозрачность по отношению к фоновым частицам. Отсюда и из формулы (17) для проникающей способности φ - частиц имеем:

$$k = \frac{1}{4\pi} \frac{c^4}{G^2 M_{\odot}} = 7,2 \cdot 10^{21} \frac{\text{г}}{\text{см}^2}, \quad (5.1.18)$$

что близко известной проникающей способности нейтрино [27].

При таком значении проникающей способности фоновых частиц, чтобы быть для них непрозрачным, тело плотностью $\rho \approx \rho_{\varphi}$ (см. соотношение (4)) должно иметь радиус, определяемый неравенством (15):

$$r > \frac{3k}{4\rho_{\varphi}} = 0,68 \text{ см} = r_{\min} \quad (5.1.19)$$

и, следовательно, массу:

$$M_k > M_{\min}^{(k)} = \frac{4}{3} \pi r_{\min}^3 \rho_{\varphi} = 1,0 \cdot 10^{22} \text{ г.} \quad (5.1.20)$$

Объект плотностью $\rho \approx \rho_{\varphi} \approx 10^{22} \text{ г/см}^3$, масса M_k которого удовлетворяет неравенству (20), непроницаем для фоновых частиц: он состоит из недеформированных, "плотно упакован-

ных" фундаментальных струн. Любая попавшая на него фоновая частица отразится от его поверхности и уйдет обратно в космос или будет им захвачена.

В случае, если все φ - частицы, упруго отражаясь от этого объекта, как от стенки бесконечной массы, уходят в космос с той же энергией, что и до контакта с ним, то объект, не отбирая фоновую энергию, не будет обладать гравитационным полем (см. главу II, §§5 и 6). Этим он существенно отличается от обычной черной дыры. Материя в таком сверхплотном состоянии практически не эволюционирует, она как бы "законсервирована" на неопределенное время.

По этой причине подобные объекты будем называть "консервантами", отсюда - индекс в формуле (20).

Но рано или поздно наступает момент t_0 , когда сначала одна, потом вторая, третья и т.д. фоновые частицы начинают проникать внутрь консерванта, не будучи, однако, в состоянии (при достаточной его толщине, см. формулу (15)) пройти его насквозь. Объект перестает быть консервантом.

В этот момент начинается отбор таким объектом фоновой энергии, что приводит к возникновению *вокруг него* сначала слабого, а затем - все более сильного (по мере увеличения темпов \tilde{E} ОФЭ, см. формулу 2.6.13) гравитационного поля.

Внутри объекта в этот момент его фундаментальные мишени (поначалу, как указано выше, представляемые недеформированными струнами, плотно прижатыми друг к другу фоновым давлением) приобретают едва заметную деформацию, а, следовательно, и соответствующую энергию покоя (см. главу III, §3, п. 1).

Продолжающийся ОФЭ ведет к чрезвычайно медленному росту указанной деформации (т.н. "фундаментальное расширение", см. главу III, §3, п. 3), что, в свою очередь, приводит к постепенному разуплотнению всего объекта в связи со взаимным удалением друг от друга составляющих его фундаментальных мишеней.

Нетрудно показать, что при этом убывание плотности ρ объекта идет более быстрыми относительными темпами, чем рост его радиуса r , в связи с чем его толщина $(4/3)\rho r$ медленно убывает. Однако, пока эта толщина удовлетворяет условию (15), объект остается в промежуточной стадии: уже не консервант, но еще не \mathcal{U} , и только после того, как это условие (в связи с продолжающимся разуплотнением) будет нарушено, фоновые частицы смогут пройти сквозь рассматриваемое тело.

Такие "просеянные" сквозь объект ϕ - частицы поначалу не смогут, однако, преодолев его мощное гравитационное поле, уйти на бесконечность, а смогут лишь подняться над его поверхностью на некоторую высоту, не превышающую предельного уровня, определяемого массой этого объекта. Указанный предельный уровень явно ассоциируется с горизонтом, т.е. на этой стадии своего развития сверхплотный объект становится черной дырой (в момент $t_{\text{чд}}$, см. рис. 28).

Итак, в рамках КТГ представляются возможными следующие три стадии развития вещества в сверхплотных ненаблюдаемых состояниях (в порядке убывания плотности):

1 стадия - консервант. Объект состоит из плотно упакованных, сжатых фоновым давлением недеформированных фундаментальных струн. Он непроницаем для фоновых частиц, которые просто отражаются от его поверхности, его плотность близка фундаментальной плотности $\rho_0 \approx 10^{22}$ г/см³.

Он не отбирает фоновую энергию и потому не обладает гравитационным полем. Его диаметр не менее 1,4 см, а масса - не менее 10^{22} г.

В стадии консерванта объект может существовать неопределенно долго, хотя вероятнее, что эта длительность находится в прямой зависимости от массы объекта.

Стадия заканчивается с началом проникновения фоновых частиц внутрь объекта.

2 стадия - промежуточная. Проникновение фоновых частиц внутрь объекта приводит к медленному разрыхлению последнего, при этом его ранее плотно упакованные фундаментальные мишени постепенно удаляются друг от друга, в результате чего появляется возможность их деформационного вращения (см. модели элементарных частиц глава II, §2, п. 1 г, рис. 5).

Разрыхление объекта приводит к уменьшению его средней толщины $(4/3)\rho r$, однако на этой стадии она все еще должна удовлетворять условию (15) непроницаемости объекта для фоновых частиц. Последние, пройдя внутри него расстояние, в среднем равное длине свободного пробега $x = \frac{k}{\rho} < \frac{4}{3}r$ (см. формулу 2.3.32), будут этим объектом захвачены. В связи с этим масса и радиус объекта на промежуточной стадии растут. Так как начался процесс ОФЭ, объект приобретает гравитационное поле.

Длительность пребывания объекта в промежуточной стадии также (см. ниже) зависит от его массы. Эта стадия кончается в момент $t_{\text{ЧД}}$, когда объект становится прозрачным для фоновых частиц (т.е. когда нарушается условие 15).

3 стадия - черная дыра (ЧД). К началу этой стадии объект теряет свою непрозрачность для фоновых частиц, но приобретает весьма мощное гравитационное поле. При этих условиях попавшая в объект фоновая частица пронизывает его насквозь, но не может преодолеть тяготение к его центру масс и уйти на бесконечность (как в случае нормальных звезд, планет и других наблюдаемых тел). В максимально удаленной от центра поверхности, до которой может подняться такая частица, легко узнается горизонт ЧД, для не-вращающегося объекта совпадающий с его сферой Шварцшильда радиусом $r_g \geq r$, определяемым формулой (1).

Эволюция объекта, начиная с момента его перехода от промежуточной стадии к стадии ЧД до момента $t_{\text{св}}$ вспышки сверхновой, на качественном и количественном уровне описаны в начале настоящего пункта (см. формулы 1-13).

Обозначим $t_0 = 0$ момент перехода от первой из этих стадий ко второй (момент "пробуждения" консерванта). Начиная с этого момента до момента $t_{\text{св}}$ объект отбирает от фона все попавшие в него фоновые частицы. Если эволюция этого процесса описывается дифференциальным уравнением типа 10 не только на третьей, но и на второй стадии (что, впрочем, маловероятно), то при том же значении (11) константы "а", время $t_{\text{св}} - t_0 = t_{\text{св}}$, необходимое объекту минимальной массы $M_{\text{min}}^{(k)} = 1,0 \cdot 10^{22}$ г (см. значение 20), для того, чтобы достигнуть массы M_{\odot} Солнца (примерно равной массе нейтронной звезды - остатка в центре вспышки сверхновой) можно оценить с помощью решения (12) и рис. 28

$$t_{\text{св}} < \frac{1}{a M_{\text{min}}^{(k)}} = 5,6 \cdot 10^{18} \text{ с} = 176 \cdot 10^9 \text{ лет.} \quad (5.1.21)$$

Из них на стадию ЧД приходится всего (см. рис. 28)

$$t_{\text{св}} - t_{\text{ЧД}} \approx 1 / (a M_{\text{ЧД min}}) = 590 \text{ лет.} \quad (5.1.22)$$

(здесь использовано значение (5) минимально возможной массы ЧД).

Оценка (21) весьма приближенна (ибо вряд ли на промежуточной стадии закон ОФЭ имеет такой же вид (10), как и на стадии ЧД).

Оценка (22) представляется более точной. Она показывает, что сверхплотный объект на третьей из ненаблюдаемых стадий своего развития (стадии ЧД) может находиться лишь весьма непродолжительное время.

Итак, в рамках КТГ представляется естественным следующий механизм вспышки сверхновой:

1. Отбор черной дырой фоновых частиц приводит к росту ее массы по закону (12).
2. С ростом массы, по закону (16) уменьшается ее толща.
3. В момент $t_{св}$, когда эта толща становится меньше проникающей способности фоновых частиц, они вырываются из-под горизонта (см. условие непрозрачности 15).
4. Выход из-под горизонта ЧД накопленного за время $t_{св} - t_{ЧД}$ существования ЧД ее собственного и транзитного излучений внешний наблюдатель воспринимает как ярчайшую вспышку на "пустом месте" - сверхновую.
5. Выход из-под горизонта значительной массы - энергии приводит, согласно формуле (10), к соответствующему резкому уменьшению радиуса сферы Шварцшильда, что способствует энерговыделению еще более быстрыми темпами.
6. Энерговыделение заканчивается в момент, когда сжимающаяся как шагреневая кожа сфера Шварцшильда убывающего радиуса r_g выходит на границу объема радиусом r , занимаемого веществом объекта (здесь, образно говоря, r - "радиус вещества", r_g - "радиус излучения").
7. В этот момент нарушается условие (2) ($r < r_g$), необходимое и достаточное для существования вещества в стадии ЧД: вещество выходит из-под горизонта и переходит от этой последней из ненаблюдаемых стадий своего развития к первой из стадий "наблюдаемых" - к нейтронной звезде.

Таким образом, хотя ЧД и является в некотором смысле "могилой" (любой попавший под горизонт материальный объект не может оттуда выйти), однако, *вопреки* современным воззрениям, "могила" эта - не вечная, а существует конечное, причем в космологическом масштабе времени весьма непродолжительное время (см. оценку 22).

Гораздо более важным для астрофизики представляется тот ранее неизвестный факт, что в аксиоматике КТГ черная дыра является "колыбелью" вещества, из которой оно выходит во все еще сверхплотной, но уже "наблюдаемой" стадии - стадии нейтронной звезды.

Заметим, что в момент $t_{\text{ЧД}}$ скорость \dot{r} несколько уменьшается, ибо на III стадии вещество отбирает от фоновых частиц не всю энергию, как на II стадии, а только наблюдаемую ее часть.

В момент $t_{\text{св}}$, освободившись от мощного фонового прессинга, вещество скачком увеличивает свой радиус.

п. 2. Образование нейтронной звезды

Приведенные в предыдущем пункте качественные рассуждения и приближенные количественные оценки показывают, что отбор черной дырой фоновой энергии приводит, во-первых, к росту ее массы M (по закону 12), а, следовательно, и ее гравитационного радиуса r_g (см. формулу 1), а, во-вторых, к росту радиуса r находящегося под горизонтом сверхплотного вещества.

К концу III стадии темпы \dot{r} становятся больше \dot{r}_g , ибо r_g растет только в связи с ростом массы, тогда как росту r способствует еще и ускоряющееся разуплотнение вещества ЧД на возможность которого указывали еще Я.Б.Зельдович и И.Д.Новиков).

В момент $t_{\text{св}}$ вещество выходит из-под горизонта (что, кстати, запрещено в традиционной ОТО). Накопленное в шаровом слое толщиной $r_g - r$ за время $t_{\text{св}} - t_{\text{ЧД}}$ транзитное и собственное излучение в этот момент "вытесняется" в окружающее пространство, в результате чего внешний наблюдатель видит ярчайшую вспышку (сверхновую).

До этого момента ни одна из попавших в ЧД фоновых частиц не могла быть транзитной, следовательно, каждая из них отдавала ей весь свой импульс μc , а, следовательно, фоновое давление на вещество ЧД равнялось (см. значения 2.8.10, 2.8.12 и формулу 2.2.3):

$$p = \mu c \cdot n_V \quad c = n_V \mu c^2 = n_V 2e_n = 1,1 \cdot 10^{24} \frac{\text{ДН}}{\text{см}^2}. \quad (5.1.23)$$

В момент $t_{\text{св}}$ фоновые частицы становятся транзитными, а такие частицы, как известно (см. формулу 4.1.16) на объект, с которым они проконтактировали, в направлении их движения до контакта оказывают давление

$$\Delta p = n_V \mu c^2 \sin^2 \beta, \quad (5.1.24)$$

составляющее ничтожную долю

$$\frac{\Delta p}{p} = \sin^2 \beta \ll 1 \quad (5.1.25)$$

от первоначального давления p .

Столь резкое снятие гигантского внешнего давления (23) приводит к тому, что освобожденные упругие силы взрывают вещество ЧД, при этом ее периферийные слои сбрасываются и разлетаются от центра взрыва в виде наблюдаемой расширяющейся "оболочки сверхновой" (кстати, как отмечено в предыдущем п. 1, это расширение в рамках КТГ должно быть ускоренным, в связи с антигравитационными эффектами, вызванными удалением оболочки от мощного источника φ - частиц, см. главу IV, §1, п. 4).

Напротив, центральные слои находившегося под горизонтом ЧД вещества, испытав от сброшенной оболочки кратковременную направленную к центру реакцию отдачи, остаются на месте в виде компактного, все еще очень плотного объекта - нейтронной звезды - первой из "наблюдаемых" стадий его эволюционно-революционного развития.

Слово "наблюдаемых" взято в кавычки потому, что сразу после вспышки сверхновой весьма удаленный наблюдатель вряд ли может наблюдать оставшуюся в центре нейтронную звезду. Дело в том, что, обладая плотностью, близкой плотности атомных ядер, она, во-первых, имеет весьма малый размер ($r \sim 10$ км), во-вторых, при такой плотности она, по-видимому, имеет и внутреннюю структуру, близкую к ядербельной структуре атомного ядра (см. главу III, §4, п. 1), с той разницей, что в ее составе одни лишь нейтроны и поначалу почти полностью отсутствуют протоны (и, конечно, электроны).

Поэтому, несмотря на транзитный характер движения φ - частиц сквозь нейтронную звезду (см. рис. 30, IV), что делает принципиально возможным их превращение внутри нее в фотон (см. "транзитная модель образования фотона", глава III, §2, п. 1), возможность эта не реализуется в связи с отмеченным отсутствием в объекте электронов.

Конечно, транзитную фоновую частицу может возбудить (т.е. превратить в наблюдаемый квант) и проконтактировавший с ней "горячий" (быстро движущийся в направлении, перпендикулярном вектору ее скорости) нейтрон, однако, в связи с тем, что он почти в 2000 раз тяжелее электрона, при одинаковых температурах он будет двигаться существенно медленнее электрона и сможет возбудить транзитную φ - частицу разве что до энергий, соответствующих радиодиапазону. Таков, кстати, один из возможных механизмов наблюдаемого радиоизлучения пульсаров, нейтронных звезд и

других плотных объектов. (В других случаях причиной радиоизлучения может быть гигантское гравитационное красное смещение обычных квантов, например, светового диапазона, излучаемых плотным компактным объектом).

Таким образом, малые размеры нейтронной звезды, а также то вызванное отсутствием в ней электронов обстоятельство, что она практически не излучает в световом диапазоне, делает весьма сомнительной возможность ее обнаружения оптическими телескопами (во всяком случае, непосредственно после вспышки).

Конечно, в отличие от ЧД нейтронная звезда может светить отраженным светом, но это, естественно, не добавляет оптимизма.

§2. Отбор фоновой энергии нейтронной звездой как причина ее расширения. Наблюдаемые следствия этого расширения

Нетрудно представить последующую эволюцию нейтронной звезды. Продолжающийся ОФЭ ведет к ее дальнейшему расширению, причем, темпами, поначалу даже большими, чем у вещества родительской ЧД (в связи со снятием жесткого фонового прессинга 23).

Последнее обстоятельство способствует также тому, что вблизи поверхности нейтронной звезды, где "гидростатическое" давление вышележащих слоев невелико, становится возможным β^- -распад (т.н. " n - p - акт", см. главу III, §3, п. 4 и главу III, §4, п. 4) приповерхностных нейтронов, в результате чего появляются протоны и электроны, необходимые для построения "нормальных" (правда, поначалу гигантских) атомов.

Совокупность этих приповерхностных атомов образует жесткую кристаллическую кору, фиксирующую объем и препятствующую дальнейшему свободному расширению недр, вызванному продолжающимся отбором ими энергии проникающих фоновых частиц.

п. 1. Деструкция коры нейтронной звезды - результат более быстрого расширения ее более плотного ядра

В связи с ОФЭ расширяется и кора, и недра нейтронной звезды, условно названные ее ядром. Однако, темпы этого расширения не одинаковы: более плотное ядро стремится к расширению более быстрыми темпами, чем менее плотная кора.

Действительно, темпы свободного расширения, вызванного отбором рассматриваемым объектом фоновой энергии, находятся в прямой зависимости от темпов \dot{E} ОФЭ, последние же (см. формулу 2.5.1) пропорциональны массе M объекта. Поэтому, если выделить два одинаковых объема, но один из них взять на поверхности нейтронной звезды, в ее коре, а другой - в более плотном ядре, то внутри второго \dot{E} , будет больше, так как в нем содержится большая масса. Следовательно, внутренний объем действительно будет стремиться к расширению более быстрыми темпами.

Однако, сплошная твердая кора нейтронной звезды в течение некоторого времени будет сдерживать эту тенденцию. Длительность указанного промежутка времени (a , следовательно, и накопленная за это время потенциальная энергия взаимодействия между стремящимися к более быстрому расширению недрами и препятствующей этому сплошной твердой корой) зависит от прочности последней на разрыв. Чем прочнее кора, тем больше энергии нужно для ее разрушения и тем большее (при прочих равных условиях) время необходимо, чтобы эту энергию накопить.

В момент, когда разрывные напряжения в коре превысят ее прочность, кора разрушается. Это разрушение в настоящей работе названо **"деструкцией коры"**, а приводящий к этой деструкции упомянутый выше процесс накопления под корой энергии - **"несвободным расширением"** астрофизического объекта (в отличие от свободного расширения объектов, не имеющих коры, например Солнца, нормальных звезд и т.п.).

Таким образом, если свободное расширение происходит непрерывно, эволюционно, то расширение несвободное идет крайне неравномерно, рывками: во время деструкций коры темпы этого расширения резко возрастают.

Несвободное расширение характерно не только для нейтронных звезд, но и для любых астрофизических объектов, обладающих сплошной твердой корой: планет, холодных белых карликов и т.д., см. ниже.

п. 2. Пульсар - быстро вращающаяся нейтронная звезда, излучающая сквозь образованные при деструкции трещины в коре

Как отмечено выше, накопленная под сплошной твердой корой энергия зависит от прочности коры: если кора мощная и

потому прочная, этой энергии может хватить даже для полного саморазрушения объекта, в противном случае (если кора тонкая или ослабленная всевозможными концентраторами напряжений), то энергии хватает только на разрушение этой коры с образованием в ней одной или нескольких трещин.

Именно это происходит во время *первичной деструкции* коры нейтронной звезды.

Наличие в коре трещин делает собственное эндогенное излучение звезды резко анизотропным (основной поток лучистой энергии идет из трещин), что в совокупности с быстрым вращением объекта создает для внешнего наблюдателя эффект пульсара.

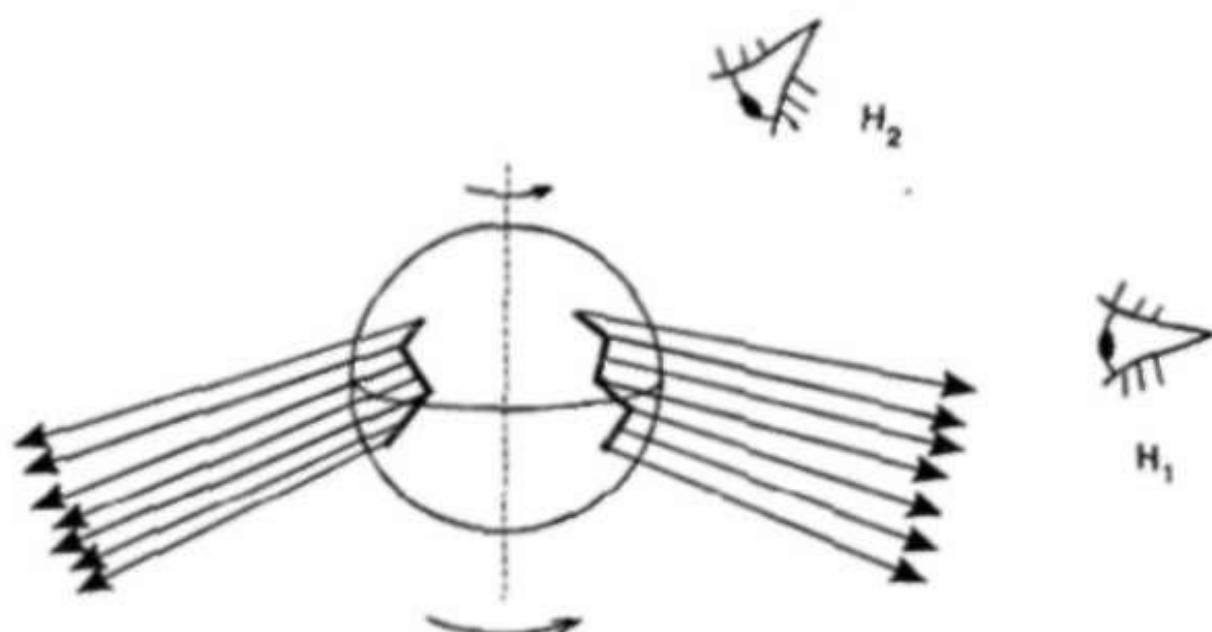


Рис. 32. Эффект пульсара в рамках КТГ.

Судя по пульсару в Крабовидной туманности, (у которого менее, чем за 1000 лет кора успела не только образоваться, но и лопнуть), нейтронные звезды покрываются корой очень быстро и до момента ее первичной деструкции также проходит очень мало времени (по сравнению с дальнейшими характерными временами звездной эволюции). Естественно, что за такое короткое время у нейтронной звезды не могла образоваться мощная кора, а под фактически образовавшейся молодой тонкой корой не успела накопиться большая энергия, которой поэтому хватило только на создание в коре наблюдаемой трещины.

Что касается причин отсутствия пульсаров в центре вспышек некоторых сверхновых, то двумя основными из них, по-видимому, являются: для "старых" сверхновых - непопадание наблюдателя в область, "заметаемую" световыми лучами (см.

наблюдатель H_2 на рис. 32) или зарастание трещины (см. п. 5), для молодых (Тихо Браге 1572 г., Кеплера 1604 г., 1667 г.) - отсутствие *пока* в коре центральных нейтронных звезд глобальных трещин (сама же звезда по изложенным выше причинам не наблюдаема).

Таким образом, для молодой (и не очень молодой) сверхновой, у которой в центре вспышки *сегодня* пульсар отсутствует, не потеряна надежда на то, что *завтра* такой пульсар появится.

И если бы такое событие (в центре оболочки сверхновой внезапно и резко, без постепенного нарастания светимости заработал пульсар) произошло, то это явилось бы убедительным свидетельством в пользу изложенного механизма образования и излучения пульсаров, ибо ничего подобного общепризнанная сегодня теория пульсаров не предсказывает.

Вывод: необходимо постоянное наблюдение за областями внутри оболочек тех сверхновых, у которых пульсары *пока* отсутствуют, ибо КТТ предсказывает, что они там должны появиться в момент деструкции коры центральной нейтронной звезды.

До этого события нейтронная звезда по указанным выше причинам может быть обнаружена, разве что по непрерывному излучению в радиодиапазоне.

п. 3. Замедление вращения пульсара - наблюдаемое следствие его дальнейшего расширения в связи с ОФЭ

Известно, что период P вращения любого пульсара очень медленно растет. Согласно [34], относительная скорость роста периодов обнаруженных пульсаров лежит в диапазоне:

$$10^{-16} \text{ с}^{-1} \leq \tilde{P} = \frac{\dot{P}}{P} \leq 10^{-11} \text{ с}^{-1}, \quad (5.2.1)$$

причем, молодым пульсарам соответствуют малые P и большие \tilde{P} , а старым - наоборот.

В рамках КТТ можно указать еще по меньшей мере две причины наблюдаемого замедления вращения пульсара в дополнение к утверждению современной теории, что пульсар тормозит свое вращение, ускоряя своим магнитным полем излученные заряженные частицы (обсуждение этого и некоторых других аспектов указанной теории см. в п. 6).

Первая из этих причин указана в заголовке пункта - вызванное продолжающимся отбором фоновой энергии расширение, разуплотнение пульсара, ведущее к весьма медленному увеличению его радиуса, а следовательно, по закону сохранения момента количества движения - к соответствующему уменьшению угловой скорости вращения.

Заметим, что, в связи с универсальностью ОФЭ и всеобщностью вызванного этим процессом расширения, указанная причина замедления применима ко всем вращающимся астрофизическим объектам, например, к Земле, см. главу VI, §8, п. 2.

Количественная сторона вопроса весьма проста: обозначив M - момент количества движения вращающегося объекта, m - его массу, ω - угловую скорость, а R - радиус, имеем:

$$M = q m \omega R^2, \quad (5.2.2)$$

где $q = \text{const}$ - коэффициент, зависящий от распределения массы внутри объекта.

Беря отсюда логарифмическую производную, получим:

$$\tilde{M} = \tilde{m} + \tilde{\omega} + 2\tilde{R} \approx \tilde{\omega} + 2\tilde{R} = 0 \quad (5.2.3)$$

(здесь использован закон сохранения момента $\dot{M} = 0$ и то обстоятельство, что согласно значению 2.8.24,

$$\tilde{m} = \tilde{E} \approx 10^{-20} \text{ с}^{-1} \ll |\tilde{\omega}|_{\text{набл. min}} = \tilde{P}_{\text{набл. min}} = 10^{-16} \text{ с}^{-1}, \text{ см. 1).}$$

Из равенства (3) имеем:

$$\tilde{P} = -\tilde{\omega} = 2\tilde{R} > 0, \quad (5.2.4)$$

т.к. $\tilde{R} > 0$.

Вторая причина замедления вращения заключается в том, что в рамках КТГ ни один объект нельзя считать изолированным от всепроникающих фоновых частиц. Транзитная же частица, взаимодействуя с вращающимся объектом, отбирает часть его момента импульса, в результате чего фон вокруг вращающегося объекта становится завихренным (известный из ОТО квадрупольный эффект), а сам объект теряет свою угловую скорость.

Количественный расчет этого эффекта торможения вращательного движения тела в связи с его взаимодействием с фоновыми частицами требует знания распределения плотности внутри этого тела. Для однородного объекта расчет ведется по мето-

дике, близкой к методу (2.7.3) расчета аналогичного торможения при поступательном движении в РКС.

Полученные оценки показывают, что обсуждаемая вторая причина торможения вращательного движения становится близкой (по своему вкладу в общее замедление вращения) к первой лишь при линейной скорости на экваторе, не намного меньшей скорости света (что, кстати, и имеет место у молодых нейтронных звезд и, в частности, пульсаров).

В остальных же случаях (для нормальных звезд, планет и т.п.) основную роль играет первая причина, а второй можно пренебрегать, рассчитывая торможение вращательного движения просто по формуле (4).

п. 4. Сводовые поднятия коры пульсара, их "планация" (обрушение) - причина наблюдаемых сбоев в замедлении его вращения

Из наблюдений за пульсарами известно, что в процессе постепенного замедления их вращения, рассмотренном в предыдущем пункте, время от времени наблюдаются сбои. Эти сбои регистрируются в виде сравнительно резкого изменения ΔP периода вращения пульсара, причем, наблюдаются как положительные, так и отрицательные приращения.

И те и другие приращения периодов в рамках КТГ объясняются вполне непринужденно.

Действительно, небольшое, но резкое увеличение периода ($\Delta P > 0$), согласно формуле 4, означает просто соответствующее расширение пульсара. В этот момент под напором расширяющихся в связи с ОФЭ недр трещина в коре резко раскрывается, увеличиваясь по сравнению с предшествующим состоянием и в длину и в ширину. Площадь поверхности, а, следовательно, и радиус пульсара резко, но не намного увеличиваются, что приводит (см. формулу 4) к соответствующему приросту его периода.

Кстати, дальнейшее раскрытие трещины должно сопровождаться некоторым увеличением *длительности* импульса, что в принципе *могло бы быть обнаружено приборно*.

Что касается противоположных сбоев в процессе эволюционного роста периода вращения пульсара, соответствующих ускорениям этого процесса ($\Delta P < 0$), то их объяснение в рамках КТГ также не вызывает затруднений.

Действительно, кора пульсара образовалась на "шаре" малого начального радиуса R_0 (точнее, конечно, на сильно сплюснутом быстрым вращением эллипсоиде). Вызванное ОФЭ расширение

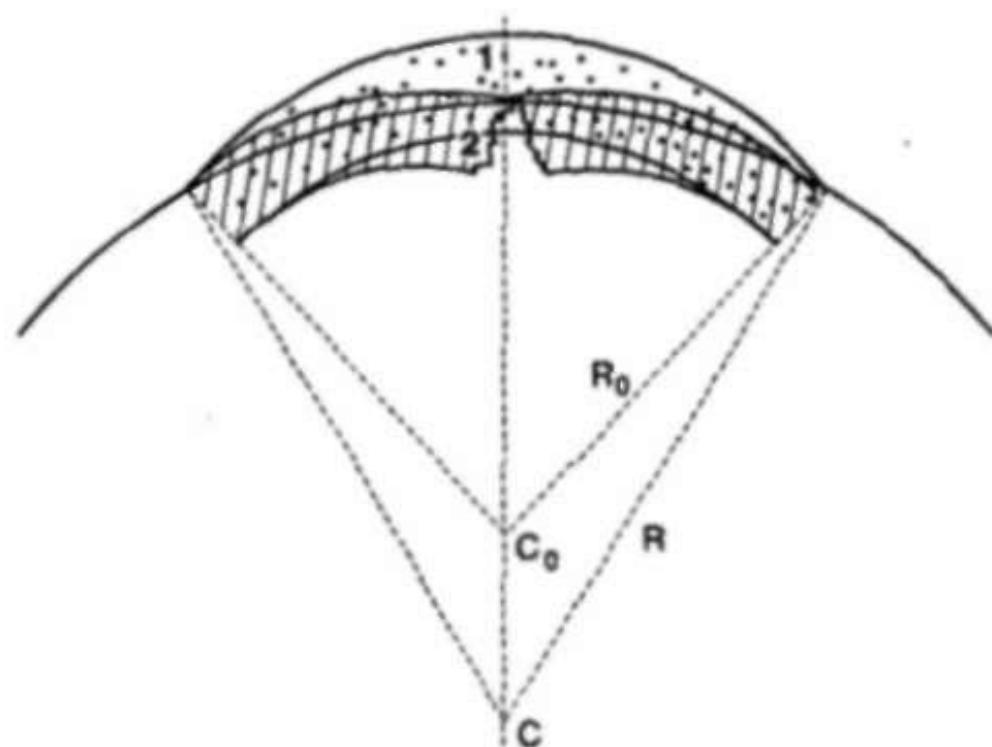
пульсара приводит к разрушению его коры на отдельные блоки, разделенные излучающими трещинами (см. рис. 32).

Эти твердые, обладающие изгибной жесткостью блоки коры, находясь на "шаре" возрастающего радиуса, на некоторое время способны сохранить свой прежний малый радиус кривизны. В результате на шаре большого радиуса в течение указанного времени будут возвышаться блоки коры меньшего, реликтового радиуса.

Подобные образования встречаются и на поверхности Земли (см. главу VI, §8, п. 3), где их генезис вполне аналогичен изложенному. Геологи называют эти образования "сводовыми поднятиями". В настоящей работе это удачное название сохранено.

Однако, сводовое поднятие - конструкция неустойчивая: теряя по мере расширения недр опору в середине блока и все в большей степени опираясь на его края, сводовое поднятие в конце концов не выдерживает растущих изгибных напряжений и под действием собственного веса обрушивается.

Обрушение сводового поднятия приводит к тому, что его средний радиус кривизны становится больше, т.е. само оно становится более плоским, поэтому в настоящей работе подобный процесс обрушения сводового поднятия назван его "планацией" ("уплощением").



- 1 - блок коры до обрушения
2 - тот же блок после обрушения.

Рис. 33. Сводовое поднятие и его планация

Ясно, что обрушение сводового поднятия приближает его центр тяжести к центру пульсара, при этом момент инерции последнего уменьшается, а, следовательно, согласно закону сохранения момента количества движения, угловая скорость вращения увеличивается, т.е. период уменьшается, или короче: при планации уменьшается средний радиус пульсара, а значит, (см. формулу 4) увеличивается угловая скорость его вращения.

Итак, при "звездотрясениях" I типа, вызванных дальнейшим раскрытием трещин в коре, период вращения пульсара резко, но не намного увеличивается, а при звездотрясениях II типа, причиной которых являются планации сводовых поднятий, этот период несколько уменьшается.

Вполне аналогичная связь должна существовать и в условиях нашей планеты между землетрясениями и изменениями длительности суток (см. главу VI, §8, п. 2).

п. 5. Постепенное "затухание" пульсара - следствие медленного зарастания трещин в его коре с образованием сплошной замкнутой твердой коры

Из наблюдений известно, что излучение старых пульсаров имеет тенденцию к так называемому "замиранию" ("затуханию"). Заключается это явление в том, что со временем импульсы таких пульсаров становятся все слабее и в какой-то момент прекращаются вовсе, сначала на время, а потом и "навсегда".

Объяснение и этого наблюдаемого факта в рамках КТГ не представляет труда. Действительно, если *начало* излучения пульсаром импульсов является *резким*, внезапным, вызванным катастрофически быстрой деструкцией коры нейтронной звезды (см. вывод в конце п. 2 и рассуждение перед ним), то *прекращение* излучения вызвано зарастанием трещин, через которые излучает пульсар, молодой новой корой, а это - *процесс медленный, эволюционный*.

Кстати, аналогичные асимметричные во времени процессы наблюдаются и в условиях Земли, например, квазипериодические (с периодом порядка 100 тыс. лет) климатические изменения на планете, приводящие к *резким* потеплениям и к *постепенным* глобальным похолоданиям (см. главу VI, §6, п. 1).

Причем, речь здесь идет не о чисто внешнем сходстве, а о чем-то существенно более глубоком: о практической идентичности *физических причин*, лежащих в основе этих процессов. И в условиях пульсара, и в условиях Земли сравниваемые

процессы начинаются *резко*, ибо вызваны катастрофической глобальной деструкцией коры астрофизического объекта под напором расширяющихся в связи с ОФЭ недр, а прекращаются *постепенно*, ибо именно так гребина, образованная при деструкции старой коры, зарастает корой новой.

Успеет ли молодая кора сделаться столь прочной, чтобы сдерживать тенденцию недр к расширению, а если успеет, то надолго ли - зависит от соотношения между скоростью утолщения этой коры и скоростью указанной тенденции. Дело осложняется тем, что даже свободное, не сдерживаемое корой расширение, по-видимому, идет крайне неравномерно, существенно ускоряясь в периоды деградации атомных ядер тех элементов, которые в рассматриваемом астрофизическом объекте обладают в данный момент *существенной распространенностью* (см. главу III, §4, п. 4).

п. 6. Сопоставление с современной теорией пульсаров

Отсылая за подробностями современной теории пульсаров (СТП) к многочисленным отечественным и зарубежным источникам (например, [27] и др.), сравним лишь некоторые из ее положений с соответствующими приведенными выше выводами из КТГ.

а) *Происхождение пульсаров.* И СТП, и КТГ согласны в том, что пульсар - быстро вращающаяся нейтронная звезда, генетически связанная со вспышкой сверхновой. Противоречие глубже - во взглядах на генезис самой сверхновой: современная наука считает ее результатом коллапса массивной звезды с выгоревшим ядерным топливом (критику этого подхода можно найти в п.п. 1 и 2 предыдущего §1), тогда как КТГ полагает, что вспышка сверхновой - результат вытеснения из-под горизонта расширяющимся в связи с ОФЭ веществом черной дыры накопленного за время ее существования собственного и транзитного излучений (своеобразный "антиколлапс", подробности - там же).

б) Причина пульсирующего излучения.

Обе теории согласны в том, что наблюдаемые пульсации - следствие анизотропного излучения быстро вращающейся звезды ("эффект вращающегося маяка"), однако, выдвигают не совпадающие между собой версии о причинах этой анизотропии.

Версия СТП (вкратце): испускаемые звездой в большом количестве заряженные частицы группируются ее сильнейшим магнитным

полем и начинают двигаться, в основном, вдоль оси магнитного диполя, по которой направлено и их тормозное излучение. В связи с несовпадением оси вращения с осью этого диполя, последняя описывает в пространстве коническую поверхность (аналогичная ситуация наблюдается и у Земли). Если наблюдатель находится на этой конической поверхности, то один раз за период он будет наблюдать вспышку.

Версия КТГ: нейтронная звезда превращается в пульсар в момент деструкции ее коры под напором расширяющихся в связи с ОФЭ недр. С этого момента и начинается ее анизотропное (сквозь возникшую при деструкции трещину) излучение.

Какая из версий лучше? Читатель наверняка уже сообразил, что автору больше нравится вторая, однако, я вполне отдаю себе отчет в том, что и первая *найдет себе большое число сторонников.*

Поэтому обратимся к *фактам.* А факты таковы: многие пульсары имеют за период *два* импульса (например, PSR 1133+16, PSR 1237+25, PSR 0525+21 и др., [27]). "Ничего страшного", - говорят сторонники первой версии, - "если между осью магнитного диполя и осью вращения угол равен $\pi/2$, то первая из них будет описывать не конус, а плоскость, и если наблюдатель находится в этой плоскости, то за период он будет видеть не одну вспышку, а две: один раз от северного полюса, второй от южного."

Очень убедительно, если бы не одна "маленькая" деталь: в такой модели промежуток времени между двумя соседними импульсами должен равняться *в точности* $P/2$ (половине полного периода вращения пульсара). Однако, ничего подобного не наблюдается: как правило период делится этими импульсами на *две резко отличающиеся друг от друга части в отношении не 1:1, как в изложившей модели, а примерно 1:15...*

И потом, как быть с пульсарами, у которых наблюдается *три* импульса за период, например, PSR 2045-16 ?...

Подобные вопросы в рамках первой версии не получают простых и убедительных ответов.

В рамках второй версии такие вопросы решаются вполне непринужденно, ибо кто может утверждать, что при деструкции коры в ней не может возникнуть одновременно две или три трещины? На рис. 32 показан, например, пульсар, у которого наблюдатель H_1 будет видеть два импульса за период.

Приведенные рассуждения должны помочь читателю сделать выбор между обсуждаемыми версиями.

в) *Причины замедления вращения пульсара.*

Версия СТТ: пульсар тормозит свое вращение, отдавая часть своей кинетической энергии вращательного движения и момента импульса ускоряемым его вращающимся магнитным полем им же излученным заряженным частицам. Разогнанные таким способом до субсветовых скоростей ультрарелятивистские частицы генерируют синхротронное излучение, действительно наблюдаемое, например, в Крабовидной туманности.

Версия КТТ: пульсары - не исключение: замедляют свое вращение все вращающиеся астрофизические объекты, причем, по общей для всех причине их расширения, вызванного отбором ими фоновой энергии. У молодых нейтронных звезд (пульсаров), линейная скорость на экваторе которых близка скорости света, торможению способствует также передача ими части своего момента импульса пронизывающим их транзитным фоновым частицам (для остальных объектов эта причина не существенна).

Что касается наблюдаемого вблизи некоторых пульсаров синхротронного излучения, то и эта деталь непринужденно следует из КТТ: после выхода из-под горизонта вблизи поверхности нейтронной звезды начинается интенсивный процесс "протонизации нейтронов" (β^- - распад нейтрона, или $n-p$ - акт), рассмотренный в главе III, §3, п. 4 и главе III, §4, п. 4.

Там же показано, что каждый такой акт сопровождается превращением провзаимодействовавшей с нейтроном транзитной фоновой частицы в ультрарелятивистский электрон, так что недостатка в таких частицах (необходимых для объяснения наблюдаемого синхротронного излучения) не будет. Более того, в рамках КТТ не нужны никакие магнито-механические "динамо", ускоряющие эти частицы до субсветовых скоростей: каждый возникший при $n-p$ - акте ультрарелятивистский электрон и так имеет энергию $0,78 \text{ МэВ} > \epsilon_e = 0,5 \text{ МэВ}$.

г) *Причины сбоев в эволюционном увеличении периода вращения пульсара.*

В этом вопросе между сравниваемыми теориями - полное согласие: причиной указанных сбоев являются "звездотрясения".

Однако, если СТП ограничивается простой констатацией этого факта, то в рамках КТГ удастся (см. п. 4):

- 1) классифицировать эти звездотрясения на замедляющие вращение и ускоряющие его,
- 2) выяснить физические причины как положительных, так и отрицательных скачков периода (причина первых - дальнейшее резкое раскрытие трещин в коре, причина вторых - планация сводовых поднятий),
- 3) указать еще одну возможную причину отрицательных скачков периода: вековое расширение пульсара ведет к постепенному замедлению его вращения, в результате чего его равновесная форма становится все менее сплюснутым эллипсоидом вращения, приближаясь к шару.

Этот процесс способствует планации (т.е. уменьшению средней гауссовой кривизны) экваториальных блоков коры и препятствует планации блоков полярных (последние в результате обсуждаемого процесса могут даже увеличивать указанную кривизну).

д) Причины "затухания" пульсара.

Мне не попадалось объяснение этого наблюдаемого факта в рамках СТП. Точка зрения КТГ на этот факт достаточно подробно изложена в п. 5 настоящего параграфа: дело просто в зарастании новой молодой корой той трещины в старой коре, через которую в основном, шел эндогенный энергетический поток, излучаемый нейтронной звездой.

В заключение приведенного сравнительного анализа СТП и теории пульсаров, вытекающей из КТГ, укажу еще на три обстоятельства, свидетельствующие, на мой взгляд в пользу последней.

Во-первых, в рамках КТГ почти все связанные с пульсарами наблюдаемые факты имеют одну *сбиую* причину (вызванное отбором фоновой энергии расширение пульсара) и не требуют для своего объяснения *ad hoc* - гипотез. Во-вторых, поскольку ОФЭ - процесс *универсальный*, все рассуждения, изложенные в настоящем параграфе, приложимы к любому вращающемуся астрофизическому объекту, покрытому твердой корой, в частности, к Земле, см. главу VI).

В современной же науке для объяснения вполне *однотипных* явлений часто ищутся *разные* гипотезы, например, замедление вращения пульсара объясняют потерей его кинетической энергии на ускорение излучаемых им частиц, а аналогичное тормо-

жение Земли - приливным трением (критику последнего предположения см. главу VI, §8, п. 2).

И, в-третьих, в рамках КТГ вполне просто объясняется то обстоятельство, что большинство пульсаров излучает в радиодиапазоне (см. замечание перед §2).

Однако, окончательный вывод в пользу изложенных элементов теории пульсаров можно будет сделать лишь при наличии *exigentium sciscis*, в качестве которого предлагается упомянутая возможность (в рамках КТГ) обнаружить на месте вспышки сверхновой *внезапно* "заработавший" ранее отсутствовавший пульсар.

§3. Генезис новой, повторной новой и вспыхивающей звезд

п. 1. Причины вспышки новой

В п. 5 предыдущего параграфа показано, что наблюдаемое постепенное затухание старого пульсара в рамках КТГ вполне непринужденно объясняется медленным зарастанием той трещины в его коре, сквозь которую он излучал.

В момент, когда трещина покрывается новой молодой корой (подобно тому, как покрывается молодым льдом полынья между старыми льдинами), пульсар перестает излучать, а его *дальнейшее расширение* (вызванное никогда не прерывающимся отбором фоновой энергии) *становится несвободным*.

Как показано в п. 1 предыдущего параграфа, всякое несвободное расширение астрофизического объекта сопряжено с накоплением потенциальной энергии взаимодействия между стремящимися к более *быстрому расширению недрами объекта* и *препятствующей* этому его *сплошной твердой корой*. Борьба заканчивается разрушением последней.

Не является исключением и потухший пульсар: под образовавшейся в результате зарастания трещины в его старой коре *сплошной оболочкой* также начинает накапливаться указанная энергия. Количество энергии, накопленное к моменту деструкции коры и выделяемое в этот момент, определяется прочностью на разрыв самого "слабого" участка оболочки.

Таким образом, возникает весьма правдоподобная и не лишенная здравого смысла версия: вспышка новой происходит в момент деструкции замкнутой коры потухшего пульсара. Выделяемая при вспышке энергия отобрана им от фона за время, прошедшее от момента замыкания его коры до момента деструкции.

Выше показано (см. формулу 2.5.1), что темпы ОФЭ пропорциональны массе рассматриваемого объекта, а она у многих пульсаров имеет порядок массы Солнца M_{\odot} . Естественно предположить, что такой стационарный объект как Солнце поглощает примерно столько же фоновой энергии, сколько и излучает, т.е. (см. [34] и формулу 5.5.4),

$$\dot{E}_{\odot} \approx L_{\odot} \approx 3,8 \cdot 10^{33} \frac{\text{эрг}}{\text{с}}. \quad (5.3.1)$$

При вспышке новой выделяется до $E=10^{47}$ эрг, [27]. Для накопления такой энергии темпами (1) понадобится

$$t = E/\dot{E} \approx 3 \cdot 10^{13} \text{ с} = 10^6 \text{ лет}. \quad (5.3.2)$$

п. 2. Следствия вспышки новой

Как мы видим, под прочной первичной корой потухшего пульсара к моменту деструкции его коры (т.е. к моменту вспышки новой) накапливается значительная энергия, отобранная им от фона за промежуток времени (2), в течение которого кора оставалась замкнутой.

Этой энергии может хватить на:

- 1) разрушение коры на осколки,
- 2) разбрасывание этих осколков и части вещества недр в окружающее пространство,
- 3) фрагментацию ядра звезды.

И действительно, в таких наблюдаемых объектах, как расширяющиеся оболочки новых, планетарные туманности легко узнается реализация второй из указанных возможностей, а обнаруженные в центре большинства из них *тесные двойные* плотные звезды (белые и красные карлики) показывают, что почти всегда энергии хватает и на фрагментацию ядра материнской звезды.

При массе порядка M_{\odot} карликовые звезды имеют существенно меньшие, чем у Солнца, радиусы, а, следовательно, и гораздо большие плотности.

Так, например, плотность белого карлика уже в десятки миллионов раз меньше плотности нейтронных звезд и, в частности, пульсаров, но все *еще* гораздо больше плотности Солнца:

$$\rho_{\odot} \sim 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \ll \rho_{\text{б.к.}} \sim 10^7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \ll \rho_{\text{н.з.}} \approx 10^{14} \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, \quad (5.3.3)$$

(выделенные слова подчеркивают направление эволюционно-революционного развития астрофизических объектов, указанное академиком В.А.Амбарцумяном: "от плотного - к разреженному").

Итак, *следствиями* вспышек новых являются такие наблюдаемые объекты космоса, как карликовые звезды в центре вспышки и разлетающиеся от центра оболочки и планетарные туманности (здесь КТГ не вносит ничего нового).

Однако, *причины* этих вспышек современной астрофизике неизвестны, тогда как КТГ в качестве таковых указывает: 1) отбор потухшим пульсаром фоновой энергии, 2) накопление этой энергии под его замкнутой корой и 3) разрушение коры под напором расширяющихся недр объекта.

п. 3. Причины и следствия вспышек повторной новой

Борьба между стремящимися к расширению недрами и препятствующей этому корой объекта идет с переменным успехом: длительные периоды его эволюционного несвободного расширения, сдерживаемого сплошной замкнутой корой, сменяются бурными, революционными квазипериодически повторяющимися процессами ее разрушения (деструкциями).

При каждой такой деструкции выделяется энергия, отобранная объектом от фона и накопленная им под его замкнутой корой. При этом внешний наблюдатель видит вспышку повторной новой.

Выделенную при вспышке энергию нетрудно связать с прочностью оболочки *перед ее деструкцией*, однако, в связи с постоянством темпов ОФЭ ясно, что она должна быть пропорциональна времени t ее накопления под корой, примерно равному времени, прошедшему с момента *предыдущей вспышки*.

Темпы ОФЭ объектом зависят только от его массы (см. формулу 2.5.1), а масса рассматриваемых карликовых звезд близка M_{\odot} , темпы ОФЭ которого известны (см. значение 1).

Поэтому энергия E , выделяемая при вспышках повторных новых должна удовлетворять простому соотношению:

$$E = L_{\odot} \cdot t. \quad (5.3.4)$$

И, действительно, вспышки повторных новых следуют друг за другом с периодом t порядка десятков лет, что, например, для $t \approx 30$ лет $\approx 10^9$ с по формуле (4) с учетом значения (1) дает $E \approx 4 \cdot 10^{42}$ эрг. *Именно такого порядка энергии выделяется при вспышках повторных новых, согласно наблюдениям [27].*

Вполне аналогично можно рассчитать энергию, которую должны, согласно КТГ, выделять повторные новые типа *U* Близнецов, у которых вспышки повторяются с периодом $t \sim 100 \text{ сут} \approx 10^7 \text{ с}$, что после подстановки в формулу (4) дает значение $E \sim 10^{40}$ эрг, **опять совпадающее с наблюдаемым**, (см. там же).

Таким образом, КТГ не только проясняет причины и следствия наблюдаемых вспышек на *качественном* уровне, но и позволяет делать вполне адекватные наблюдениям *количественные* прогнозы.

п. 4. Вспыхивающая звезда

Характерной особенностью этих звезд, называемых также переменными типа *UV* Кита, являются спорадические кратковременные (длительностью ~ 1 мин) вспышки с интервалом от 1 часа до нескольких суток, во время которых звезда излучает от 10^{28} эрг до 10^{36} эрг.

Нетрудно усмотреть далеко идущие аналогии этих вспышек со вспышками повторных новых, рассмотренными в предыдущем п. 3.

Действительно, и те и другие генетически связаны с карликовыми звездами, и те и другие квазипериодически повторяются, и те и другие асимметричны во времени (резкое нарастание яркости объекта и постепенное ее снижение) и т.п.

Все это говорит в пользу гипотезы об одинаковости физических причин, приводящих к упомянутым вспышкам. Это предположение становится еще более правдоподобным, если учесть, что между частотой вспышек и их интенсивностью у переменных типа *UV* Кита наблюдается та же зависимость типа (4), что и у вспышек повторных новых: чем больше частота вспышек, тем ниже их интенсивность.

Однако, коэффициент пропорциональности этой зависимости для вспыхивающих звезд оказывается существенно меньшим коэффициента L_{\odot} соответствующей зависимости (4), справедливой для повторных новых.

Выясним причины этого расхождения.

Современная астрономия справедливо связывает вспышечные звезды с красными карликами, масса которых несколько меньше M_{\odot} , что, однако, не спасает зависимость (4) от указанного несоответствия.

Вывод: красный карлик поглощает фоновой энергии больше, чем излучает во всех диапазонах, а, следовательно, под его корой накапливается энергия для будущих катаклизмов.

Логически связанная цепочка событий здесь следующая: 1) При вспышке новой потухший пульсар фрагментирует на две не совсем равные части. 2) Фрагмент большей массы $\approx M_{\odot}$, дольше остывает и дольше, следовательно остается в стадии белого карлика. 3) Фрагмент меньшей массы остывает быстрее, быстрее покрывается корой и превращается в звезду пониженной светимости - "красный карлик". 4) Вызванное ОФЗ расширение белого карлика, в связи с отсутствием у него коры, свободное, эволюционное. 5) Соответствующее расширение красного карлика несвободное, скачкообразное, что вызвано повторяющимися деструкциями его коры. 6) Вырвавшаяся из-под коры сквозь вновь образованную при деструкции трещину эндогенная энергия вспыхивающей звезды фиксируется внешним наблюдателем в виде вспышки. 7) Расчет показывает, что во время такой вспышки излучается лишь небольшая часть энергии, отобранной объектом от фона за время между двумя последовательными вспышками. 8) Накапливаемая энергия высвобождается один раз в несколько десятков лет в виде вспышки повторной новой.

Отсюда вытекает следствие (*предсказание теории*), адекватность которого наблюдениям, по-видимому, устанавливается без чрезмерного труда:

всякая вспыхивающая звезда - потенциальная повторная новая, или, что то же самое, между большими вспышками повторная новая может проявлять себя как вспыхивающая звезда.

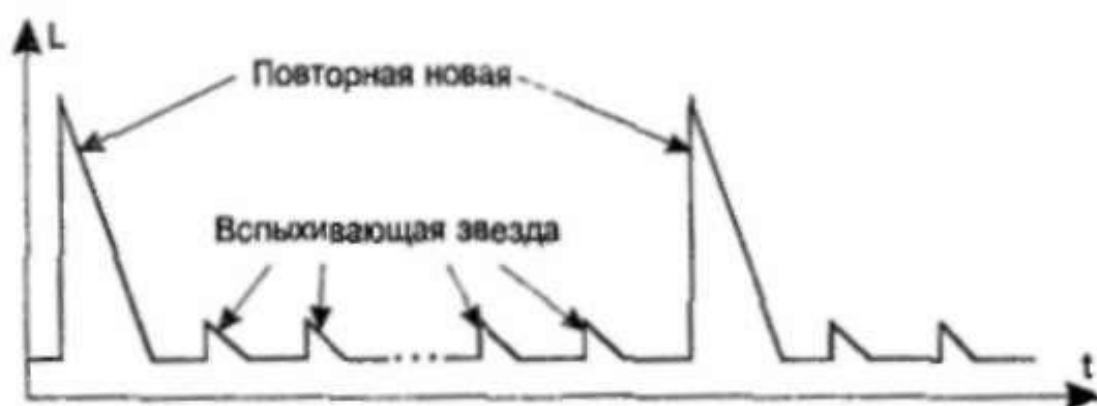


Рис. 34. Светимость красного карлика как функция времени.

Причиной обсуждаемого явления могла бы быть неоднородность (слоистость) коры красного карлика (аналогичную слоистую структуру имеет континентальная кора Земли): для разрушения ее сравнительно тонкого наружного слоя необходима небольшая энергия, выделяемая *вспыхивающей звездой*, для раз-

рушения же коры по всей ее толщине необходима существенно большая энергия, освобождаемая в результате гораздо более редких вспышек *повторной новой*.

Аналогичная картина, когда между двумя крупными катаклизмами (II-го класса по классификации, приведенной в главе VI, §5) происходит несколько катаклизмов более мелких (I-го класса), должна иметь место и в условиях Земли (см. главу VI).

Таким образом, все зафиксированные при наблюдениях красных карликов явления (их пониженная светимость, частые вспышки малой и относительно редкие вспышки большой интенсивности) в рамках КТГ объясняются наличием у звезд этого класса коры, что препятствует их свободному расширению, вызванному отбором ими фоновой энергии.

§4. Нормальная звезда. Теоретическая светимость Солнца, ее сопоставление с наблюдаемой. Этапы диалектического развития звезды от черной дыры до нормальной

Как показано в главе III, §4, п. 4, чрезвычайно медленный отбор атомными ядрами фоновой энергии приводит к тому, что прежде стабильные ядра со временем становятся β^- - радиоактивными: отдельные нейтроны в их составе превращаются в протон - электронные пары (т.н. "*n-p* - акт").

Однако, в недрах сверхплотных белых карликов (а, тем более, нейтронных звезд) давления столь велики, что электрон, образовавшийся в результате *n-p* - акта "вдавливается" обратно в протон ("нейтронизация" протона, или *p-n* - акт).

Поэтому у таких сверхплотных объектов *n-p* - акты ядерных нуклонов и последующая деградация атомных ядер являются необратимыми процессами только в поверхностных слоях этих звезд, где давления невелики.

Однако, по мере вызванного ОФЭ расширения (разуплотнения) карликовой звезды, ее толща (см. глава II, §5)

$$\frac{4}{3} \rho R = \frac{M}{\pi R^2} \quad (5.4.1)$$

убывает (в связи с тем, что $\tilde{M} \ll 2\tilde{R}$, см. там же), при этом уменьшается и давление в ее недрах. Последнее приводит к тому, что постепенно *n-p* - акты и вытекающая из них деградация атомных ядер становятся необратимыми процессами не только

на поверхности, но и в недрах звезды, которые, однако, отстают в этом процессе от периферии.

Начиная с некоторого момента (обозначим его t_0) светимость звезды определяется той энергией, которая выделяется при β^- -распадах находящихся в ее составе нейтронов по всей ее толще.

Действительно, обозначим $n = n(t)$ - обилие в звезде нейтронов (отношение числа N_n нейтронов к общему числу N нуклонов в ней). Тогда нетрудно показать, что в связи с необратимостью процесса "выгорания" нейтронов, начиная с момента $t = t_0$, обилие нейтронов в звезде определяется равенством

$$n = n(t) = n_0 e^{-\tilde{n}(t-t_0)}, \quad (5.4.2)$$

где $n_0 = n(t_0) \leq 1$ - начальное обилие нейтронов,

$-\tilde{n} = -\frac{\dot{n}}{n} = -\frac{d}{dt} \ln n = \text{const} < 0$ - декремент обилия нейтронов в звезде.

Логарифмируя почленно равенство (2), имеем:

$$-\tilde{n} = \frac{1}{t-t_0} \ln \frac{n}{n_0} \approx \frac{\ln n}{t-t_0}. \quad (5.4.3)$$

Согласно [13], в нашу эпоху обилие нейтронов в Земле $\sim 0,49$, в недрах Солнца оно имеет, по-видимому, близкий порядок, возраст Солнца $t - t_0 = 4,5 \cdot 10^9$ лет. Подставляя эти значения в формулу (3), получим:

$$-\tilde{n} \approx -5,0 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}, \quad (5.4.4)$$

откуда (см. примечание к формуле 2)

$$|\dot{n}| = \tilde{n} \cdot n \approx 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}. \quad (5.4.5)$$

По определению обилия нейтронов, имеем:

$$n = \frac{N_n}{N}, \text{ т.е. } \dot{n} = \frac{\dot{N}_n}{N}, \quad (5.4.6)$$

где $N = M/m_n = \text{const}$ - общее число нуклонов в звезде, а N_n - число нейтронов в ней. С учетом соотношения (6), из формулы (5) имеем для современной частоты $-\dot{N}_n$ n - p - актов на Солнце значение:

$$\dot{N}_n = N \cdot \dot{n} = -N \cdot \tilde{n} \cdot n \approx -2,9 \cdot 10^{39} \text{ с}^{-1} \quad (5.4.7)$$

(знак минус показывает, что число N_n солнечных нейтронов убывает).

При каждом $n-p$ - акте выделяется энергия ϵ , определяемая из уравнения (3.3.29) энергетического баланса этой реакции:

$$\epsilon = 0,7825 \text{ МэВ} = 1,2537 \cdot 10^{-6} \text{ эрг}, \quad (5.4.8)$$

что для полной светимости Солнца дает значение:

$$L_{\odot}^{\text{теор}} = \left| \dot{N}_n \right| \cdot \epsilon \approx 3,7 \cdot 10^{33} \frac{\text{эрг}}{\text{с}} \approx L_{\odot}^{\text{набл}}, \quad (5.4.9)$$

отличающееся от $L_{\odot}^{\text{набл}} \approx 3,86 \cdot 10^{33} \text{ эрг/с}$ примерно на 4%. Точность известных в настоящее время значений параметров расчета (обилия нейтронов в недрах Солнца и его возраста) не позволяет получить более близкого совпадения теоретического и наблюдаемого значений.

|| Таким образом, *практически вся наблюдаемая светимость Солнца обеспечивается происходящими внутри него $n-p$ - актами*, в привлечении других механизмов (реакции термоядерного синтеза и т.п.) нет необходимости.

Приведенное хорошее совпадение (9) $L_{\odot}^{\text{теор}} = L_{\odot}^{\text{набл}}$ показывает, что положенные в основу КТГ постулаты не только проясняют качественную картину развития вещества во Вселенной и причины возникновения эффекта гравитации, но и позволяют делать соответствующие количественные оценки, вполне адекватные наблюдениям.

Значение (9) получено с учетом таких ранее неизвестных, вызванных взаимодействием вещества с фоном процессов, как ОФЭ, являющиеся следствием ОФЭ $n-p$ - акты, приводящие, в свою очередь, к деградации атомных ядер и к разуплотнению вещества. Поэтому, совпадение (9) можно рассматривать как еще одно *количественное свидетельство* (в дополнение ко многим, приведенным выше) *в пользу реальности упомянутых фундаментальных процессов, вытекающих из постулатов КТГ.*

Последний из этих процессов (разуплотнение вещества) позволяет расположить в одну генетически связанную цепочку следующие наиболее распространенные астрофизические объекты примерно равной массы: 1) черная дыра, 2) нейтронная звезда, 3) пульсар, 4) новая, 5) белый и красный карлики, 6) вспыхивающая звезда, 7) повторная новая, 8) нормальная звезда типа Солнца.

При этом: переход (1+2) от черной дыры к нейтронной звезде осуществляется в результате мощного революционного про-

цесса - вспышки сверхновой ("антиколлапса"), рассмотренного в §1, переход (2+3) от нейтронной звезды к пульсару - результат деструкции ее коры (см. §2, п. 1), переход (3+4, 5) от потухшего пульсара к карликовым звездам происходит в результате вспышки новой, причиной которой также является деструкция коры материнского объекта (§3, п. 1). Та же причина - несвободное расширение красного карлика, приводящее к частым мелким и редким крупным разрушениям его коры, - создает эффект (6) вспыхивающей и (7) повторной новой звезды (§3, п.п. 3 и 4). По-видимому, красный карлик кончает свое существование полной фрагментацией на малые тела - осколки типа планет, астероидов, метеоритов и т.п.

И, наконец, переход (5+8) от белого карлика к нормальной звезде - результат свободного, а, следовательно, эволюционного расширения не имеющего коры белого карлика.

Заметим, что темпы ОФЭ (\tilde{E}) гораздо ниже темпов расширения $\tilde{V} = 3\tilde{R}$ (разуплотнения $|\tilde{\rho}|$) (см. главу II, §5 и главу IV, §3), поэтому в первом приближении можно считать, что в течение 5-7 млрд. лет своего эволюционно-революционного развития от черной дыры до нормальной звезды астрофизический объект имел почти неизменную (точнее - чрезвычайно медленно растущую) массу, малую часть которой он время от времени сбрасывал в виде оболочек сверхновой, новой и повторных новых, а также в виде планетарных туманностей и, возможно, готовых планет (см. §6).

§5. Теоретический вывод зависимости масса-светимость

Известно, (см., например, [34]), что светимость L звезды, масса M которой незначительно отличается от массы M_{\odot} Солнца, пропорциональна четвертой степени M :

$$\tilde{L} = \tilde{M}^4, \quad (5.5.1)$$

где $\tilde{L} = L/L_{\odot}$; $\tilde{M} = M/M_{\odot}$ (другим массам соответствуют несколько меньшие показатели степени у \tilde{M}).

Весьма многозначительным является тот факт, что эта эмпирическая зависимость (1) в рамках КТГ может быть получена теоретически.

Действительно, в отличие от современной теории эволюции звезд, в КТГ все объекты (и звезды в том числе) поглощают энергию, отбирая ее от фона темпами, определяемыми равенством 2.5.2:

$$\dot{E} = M c^2 \tilde{E}, \quad (5.5.2)$$

где константа \tilde{E} найдена выше (см. 3.3.27).

Величину:

$$q = \frac{L}{\dot{E}} \quad (5.5.3)$$

назовем коэффициентом излучения.

При $q > 1$ звезда больше излучает, чем поглощает, а, следовательно, остывает и сжимается; при $q < 1$ - наоборот, звезда, отбирая от фона больше энергии, чем она излучает, расширяется или накапливает энергию для будущих катаклизмов, в процессе которых накопленная энергия эжектируется в окружающее пространство в виде мощного кратковременного всплеска.

И то и другое состояние не может длиться чрезмерно долго: любая звезда асимптотически по времени приходит к стационарному равновесному состоянию, когда $q = 1$. Дело в том, что \dot{E} зависит только от массы и почти не зависит от радиуса (R) звезды, тогда как L зависит от него весьма существенно, увеличиваясь с ростом R (см. формулу (12)).

Поэтому, при сжатии звезды ($q > 1$), $L \searrow \dot{E}$ и $q \searrow 1$ а при расширении ($q < 1$), $L \nearrow \dot{E}$, т.е. $q \nearrow 1$.

Из сказанного следует, что у старых стационарных звезд должно выполняться условие равновесного излучения

$$q \approx 1. \quad (5.5.4)$$

Все геологические (точнее, палеоклиматические) и астрофизические наблюдения свидетельствуют в пользу того, что Солнце - звезда стационарная. Поэтому, если для него условие равновесного излучения (4) выполняется, то с учетом формул (2) и (3) получим (здесь в $L_{\odot} \approx 5 \cdot 10^{33}$ эрг/с включена энергия покоя истекающей из Солнца плазмы):

$$\tilde{E}_{\odot} \approx \frac{L_{\odot}}{M_{\odot} c^2} = 2,8 \cdot 10^{-21} \text{ с}^{-1}, \quad (5.5.5)$$

что по порядку совпадает со значением \tilde{E} (2.8.24), полученным независимо из выражения (2.8.20) гравитационно-постоянно

через параметры КТГ. Значение (5) не противоречит также оценке (3.3.27), найденной из теоретического анализа эволюции темпов ($\tilde{\epsilon}$) ОФЭ нуклоном (см. главу III, §3, п. 3).

Заметим, однако, что (см. значения 2.8.24, 5 и 3.3.27):

$$\tilde{E} = 1,2 \cdot 10^{-21} \text{ с}^{-1} < \tilde{E}_p^{\odot} = 2,8 \cdot 10^{-21} \text{ с}^{-1} < \tilde{\epsilon} = 1,1 \cdot 10^{-20} \text{ с}^{-1}. \quad (5.5.6)$$

Соответствующие значения коэффициента излучения Солнца:

$$q_1^{\odot} = 2,3 > 1; q_2^{\odot} = 1; q_3^{\odot} = 0,25 < 1. \quad (5.5.7)$$

В настоящее время я не располагаю фактами, которые бы однозначно свидетельствовали в пользу какого-либо из этих вариантов ($L_{\odot} > \dot{E}_{\odot}$, $L_{\odot} = \dot{E}_{\odot}$ или $L_{\odot} < \dot{E}_{\odot}$), однако, действительно, все три значения q_{\odot} из (7) удовлетворяют условию равновесного излучения (4).

Чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить, пользуясь, например, таблицами [34], коэффициенты излучения нормальных звезд разной массы.

Проделав это, мы обнаружим, что при \tilde{M} изменяющейся в диапазоне $0,1 \leq \tilde{M} \leq 63$, диапазон изменения q оказывается, соответственно, $10^{-3} \leq q < 10^3$ (т.е. звезды малой массы больше поглощают, чем излучают, а, следовательно, расширяются, а массивные звезды с $M \gg M_{\odot}$ - наоборот больше излучают, чем поглощают и поэтому сжимаются).

Причины столь "загадочного" факта нетрудно понять в рамках КТГ.

Действительно, согласно формуле (2), мощность \dot{E} , отбираемая звездой от фона, пропорциональна ее массе M , относительные темпы $\tilde{M} = \dot{M}/M = \tilde{E} \sim 10^{-21} \text{ с}^{-1}$ роста которой, как правило, существенно меньше относительных темпов $\tilde{R} = \dot{R}/R$ изменения радиуса звезды. Поэтому, если не учитывать аккреционных процессов, а также процессов типа солнечного ветра, эжекции (см. §6, п. 1) и т.п., то в течение наблюдаемой стадии развития звезды ее массу можно приближенно считать постоянной.

Но тогда для фиксированной звезды и $\dot{E} = \text{const}$, см. ту же формулу 2, которую перепишем в виде (здесь и ниже значок \sim означает пропорциональность)

$$\dot{E} \sim M. \quad (5.5.8)$$

Далее, в любой точке равновесной звезды гравитационное давление к ее центру $P_{гп} \sim M^2/R^4$ должно равняться противодействию излучения (и вещества) $P_{изл} \sim \epsilon_V \sim \dot{E}/R^3 \sim M/R^3$, т.е., $M^2/R^4 \sim M/R^3$, откуда

$$M \sim R, \text{ или } \tilde{M} = \tilde{R}. \quad (5.5.9)$$

Действительно, анализ таблиц [34] показывает, что у нормальных звезд условие (9) их равновесия выполняется с неплохой точностью в весьма широком диапазоне масс. Та же пропорциональная зависимость (9) имеет место между радиусом и массой черной дыры (см. §1).

Далее, средняя толщина (T) звезды определяется, как известно, соотношением

$$T = \frac{4}{3} \rho R = \frac{M}{\pi R^2} \sim \frac{M}{R^2}, \text{ т.е. } \tilde{T} = \frac{\tilde{M}}{\tilde{R}^2}. \quad (5.5.10)$$

Звезда оказывает сопротивление потоку внутреннего излучения. По аналогии с сопротивлением проводника электрическому току, введем понятие "среднее сопротивление S звезды эндогенному излучению":

$$S = \frac{T}{4\pi R^2} \sim \frac{T}{R^2}, \text{ т.е. } \tilde{S} = \frac{\tilde{T}}{\tilde{R}^2} = \frac{\tilde{M}}{\tilde{R}^4}. \quad (5.5.11)$$

Каждый элемент звезды не только оказывает сопротивление транзитному излучению, но и сам является источником излучения, мощность которого \dot{E} пропорциональна массе M этого элемента (см. 8).

Полная энергия L , способная в единицу времени вырваться в окружающее звезду пространство, может быть найдена по формуле, аналогичной закону Ома:

$$L \sim \frac{\dot{E}}{S} \sim \frac{M \cdot R^4}{M} = R^4 \sim M^4, \text{ т.е. } \tilde{L} = \tilde{R}^4 \text{ или } \tilde{L} = \tilde{M}^4, \quad (5.5.12)$$

что совпадает с эмпирической зависимостью (1).

Из формул (3), (12) и (8) имеем в предположении $L_{\odot} = \dot{E}_{\odot}$:

$$q = \frac{L}{\dot{E}} = \frac{L/L_{\odot}}{\dot{E}/\dot{E}_{\odot}} = \frac{\tilde{M}^4}{\tilde{M}} = \tilde{M}^3. \quad (5.5.13)$$

Последнее соотношение лишает "загадочности" упомянутый после формулы (7) наблюдаемый факт, говорящий о том, что у маломассивных ($M < 1$) звезд выполняется условие $L < \dot{E}$, (т.е. $q < 1$), а у массивных ($M > 1$) - наоборот.

Закон светимости (12) $L \sim \dot{E}/S$ можно сформулировать так:

|| *Светимость звезды пропорциональна мощности \dot{E} , отбираемой ею от фона и обратно пропорциональна ее сопротивлению S .*

Очевидно, что этот закон и по форме, и по физическому смыслу близок к закону Ома для участка цепи.

Отметим, однако, его приближенный характер.

Действительно, в соотношении (9), например, учтено противодействие излучения, но не учтено противодействие вещества; в формуле (10) средняя толщина T звезды определена как произведение ее средней плотности ρ на средний пробег $(4/3)R$, тогда как для неоднородного объекта, каковым является любая звезда, T надо определять как среднее значение криволинейного интеграла

$$\int_{(l)} \rho(r) \cdot dr$$

по траектории l фоновой частицы.

Учет этих, а также многих других факторов (температуры, уравнения состояния вещества звезды и т.п.) приводит, по-видимому, к наблюдаемому уменьшению показателя степени в законе (12) с 4-х до значений, близких 2-м для звезд, масса которых существенно отличается от M_{\odot} .

Однако, то обстоятельство, что, несмотря на приведенные упрощающие предположения, КТГ позволяет (во всяком случае для $M \approx M_{\odot}$) получить закон (12) светимости нормальных звезд, адекватный наблюдаемому, является еще одним, причем, достаточно весомым свидетельством в пользу этой теории.

§6. Образование и развитие планет и их спутников

п. 1. Образование планет

В рамках КТГ представляются возможными по меньшей мере три версии возникновения вокруг звезды планетной системы.

а) "Концентрационная" версия

Эта версия наиболее близка современным представлениям о механизме образования планет путем их гравитационной концентрации из вещества некоего "протопланетного облака" (гипотезы Канта-Лапласа, Шмидта и т.п.).

Причем, нет необходимости в специальных гипотезах о происхождении этого облака, например, в результате его гравитационного захвата проходящей мимо звездой: его вполне можно идентифицировать с оболочкой, сброшенной в процессе вспышки новой (см. §3, п. 2), или с планетарной туманностью.

Концентрационные гипотезы образования планетных систем широко обсуждаются в современной литературе, поэтому мы не будем здесь подвергать их подробному анализу. Отметим лишь, что в рамках этого подхода имеются как успехи, так и трудности, главной из которых представляется непропорциональное массе распределение момента количества движения между элементами Солнечной системы: несмотря на то, что в Солнце сосредоточена основная ее масса, в семьсот с лишним раз большая суммарной массы всех планет, суммарный момент количества движения последних почти в 200 раз больше соответствующего момента Солнца...

б) "Фрагментационная" версия

Вспомним, что в центре вспышки новой обычно наблюдают две карликовые плотные звезды - более массивный белый и менее массивный красный карлик [27], причем первый из них не имеет коры и поэтому его расширение - свободное, эволюционное, а второй - имеет, в связи с чем, его расширение - несвободное, прерывистое, сопряженное с квазипериодическими деструкциями коры.

Каждая такая деструкция воспринимается внешним наблюдателем как вспышка (см. повторные новые и вспышечные звезды, §3).

Нетрудно представить ситуацию, при которой кора красного карлика успела стабилизироваться в столь прочную на разрыв замкнутую систему, что под ней стала накапливаться энергия, достаточная для его полной фрагментации (разрушения).

Таким образом, по этой версии, планеты - это осколки фрагментировавшего красного карлика, гравитационно захваченные его партнером по двойной системе - белым карликом, проэволюционировавшим затем в нормальную звезду типа Солнца.

Плоскости современных планетных орбит близки плоскости орбит родительской двойной системы, а по максимальному углу между этими плоскостями можно судить о силе взрыва, приведшего к разрушению красного карлика.

в) "Эжекционная" версия

Современная теория [27] не исключает существования в недрах карлика с низкой светимостью сплошной кристаллической коры. Но такая возможность в рамках КТГ приводит к однозначному выводу, что вызванное отбором фоновой энергии расширение подобного объекта уже не будет свободным: под корой будет накапливаться квазипериодически высвобождаемая при ее деструкциях энергия.

Каждая подобная деструкция сопровождается "вспрыскиванием" ("эжекцией") части разуплотненного подкорового вещества через вновь образовавшуюся в коре трещину в пространство над корой, а при достаточной энергии, - и в окружающее звезду пространство.

Если эжекция произошла из высокоширотных (приполярных) областей звезды, то выброшенное вещество может либо упасть на нее обратно (если его начальная скорость меньше Π космической) или уйти на бесконечность в противном случае, но не может остаться на орбите в виде планеты.

Если же эжекция произошла из низкоширотных (экваториальных) областей звезды, обладающей быстрым вращением, то при определенных условиях (см. ниже) выброшенное вещество, сохраняя трансверсальную составляющую начальной скорости, может выйти на замкнутую орбиту вокруг центральной звезды и превратиться в планету. Выброс планетой спутника происходит по аналогичному сценарию.

В рамках эжекционной гипотезы образования планет и их спутников становятся ясными причины таких широко распространенных наблюдаемых фактов, как совпадение направлений вращения Солнца и обращения вокруг него планет (аналогично - направлений вращения планеты и обращения вокруг нее спутников), а также малые углы между орбитальными плоскостями планет (их спутников) и плоскостью солнечного экватора. Наблюдаемые редкие отступления от этих общих правил, по видимому, означают либо гравитационные захваты центральным телом посторонних объектов, генетически с ним не связанных,

либо изменение обсуждаемых параметров в связи с фрагментацией этих объектов.

Наиболее существенным отличием третьей (эжекционной) версии от первых двух является то обстоятельство, что в ней возраст планеты (исчисляемый с момента ее выброса центральной звездой) может быть разным у различных планет, тогда как в первых версиях планеты рождаются практически одновременно.

Поэтому, если в эжекционной версии средняя современная орбитальная скорость планеты коррелирует с линейной скоростью вращения на экваторе материнской звезды в момент выброса, то, в связи с замедлением указанного вращения, планета, изверженная из недр звезды позже, должна иметь меньшую орбитальную скорость.

Таким образом, если в дальнейшем окажется, что планеты Солнечной системы имеют разный возраст, причем, Меркурий самая "старая", а Плутон - самая "молодая" из известных планет, то это будет убедительным свидетельством в пользу эжекционной версии.

Заметим, кстати, что средняя орбитальная скорость даже самого "медленного" Плутона (4,74 км/с) все же более, чем в 2 раза выше, чем линейная скорость вблизи экватора современного Солнца (1,99 км/с на поверхности, в глубине еще меньше, см. "сверхвращение" атмосфер, глава VI, §6, п. 3).

Поэтому, если бы выброс планеты Солнцем произошел в настоящее время, то ее орбита имела бы средний радиус более чем в $(4,74 / 1,99)^2 = 5,67$ раз превышающий средний радиус орбиты Плутона 39,44 а.е., т.е. равнялся бы ≥ 224 а.е.

Расчет, выходящий за рамки настоящей работы, показывает, что за орбитой Плутона вплоть до последнего расстояния может (в рамках эжекционной гипотезы) находиться еще по меньшей мере 2-3, по-видимому, небольших планеты.

Заметим, что из предположения о продолжающейся до настоящего времени эжекционной деятельности Солнца с необходимостью следует существование внутри него если не твердой кристаллической коры, то во всяком случае - слоя повышенной вязкости, способного на некоторое время сдерживать тенденцию его недр к более быстрому расширению. Накопленная за это время энергия может оказаться достаточной для выброса планеты.

В противном случае вещество, эжектированное из-под указанного слоя в пространство между ним и фотосферой, не уходит из этого пространства. С подобными "слабыми" выбросами

естественно связать такие действительно наблюдаемые на Солнце процессы, как выбросы протуберанцев и появление на его поверхности пятен.

Одиннадцатилетние циклы солнечной активности определяются в этой версии темпами ОФЭ и прочностью сдерживающего расширение слоя (последняя может быть оценена по разности интегральных светимостей активного и спокойного Солнца).

В рамках эжекционной гипотезы просматривается также (пока на качественном уровне) решение проблемы распределения момента количества движения в солнечной системе (см. последнюю фразу подпункта а)) в пользу планет. Действительно, если даже в свете количественных оценок, приведенных в главе IV, §4, линейная скорость планеты на орбите не меняется (а она в связи с квадрупольным эффектом может даже и расти), то момент количества движения планеты будет увеличиваться просто в связи с ее удалением от Солнца.

Само удаление вызвано совокупностью нескольких причин, таких как приливные эффекты, давление солнечного излучения, потеря Солнцем массы, уносимой солнечным ветром, убывание гравитационной постоянной (глава IV, §1, п. 6).

Причины квадрупольного эффекта, кстати, также становятся в рамках КТГ весьма прозрачными: "просеянные" сквозь вращающееся Солнце потоки фоновых частиц, отобрав малую долю его момента импульса, становятся завихренными в ту же сторону, в которую вращается само Солнце. Взаимодействуя с планетами, эти потоки сообщают им соответствующее угловое ускорение, см. рис. 38.

Таким образом, вызванные указанными причинами ускорение движения планет и их удаление от Солнца приводят к постепенному перераспределению момента импульса солнечной системы в их пользу, что и наблюдается. Заметим также, что если даже *современное* Солнце не содержит слоев, которые могли бы на некоторое время сдерживать тенденцию недр к расширению, и, следовательно, потеряло "планетогенную" способность к эжекции вещества в открытый космос, то оно могло обладать такой способностью в тот период, когда звезда находилась в стадии белого карлика низкой светимости, у которого такой слой был [27].

Итак, эжекционная гипотеза имеет много следствий, адекватных наблюдениям. Однако и в ней есть трудности. Главная из них - следующая. В ньютоновской механике существует лишь три типа траекторий *инерционного* движения тела в поле центральных сил: гипербола, парабола и эллипс (в частности, окружность).

Интересующим нас замкнутым эллиптическим орбитам (планет вокруг Солнца или спутников вокруг планет) соответствуют периодические движения, т.е. в системе центра масс каждую точку траектории движущееся тело проходит бесконечно много раз (в ньютоновской механике!).

Но это значит, что *инерционное движение по замкнутой орбите не может начинаться с поверхности центрального тела*, ибо в стартовую точку \mathcal{C} на поверхности движущееся тело прийти уже не сможет, т.к. раньше упадет на эту поверхность в другом месте (Φ , см. рис. 35.).

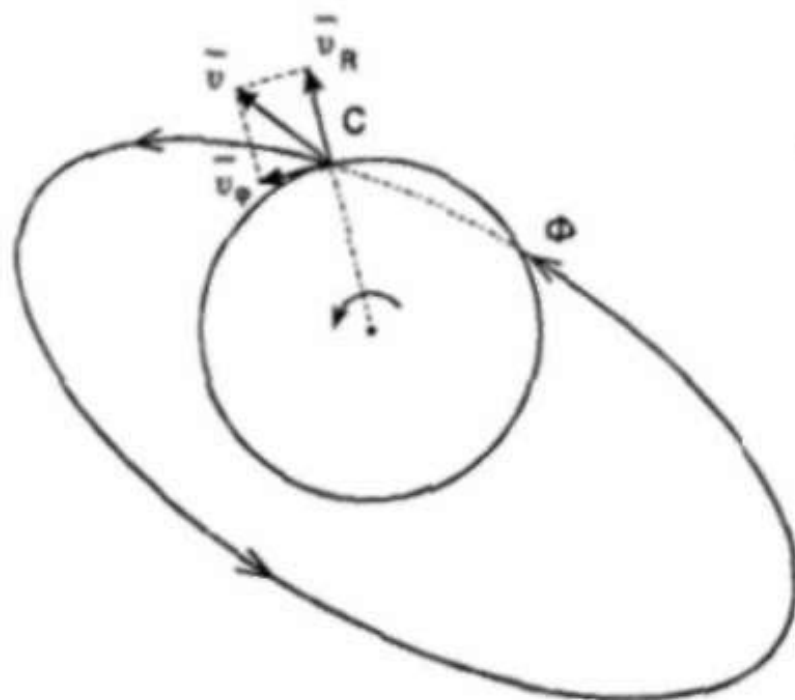


Рис. 35. К эжекции вещества из астрофизического вращающегося объекта.

Несмотря на обсуждаемую трудность, многие факты говорят в пользу эжекционных выбросов центральными телами вещества на замкнутые (или почти замкнутые спиралевидные) орбиты (см., например, в главе VI, §3 факты, подтверждающие тектонический выброс Луны Землей, рукава спиральных галактик имеют явно эжекционное происхождение и т.п.).

Я не знаю, каким образом природа обходит эту трудность. Наиболее вероятным представляется следующий механизм.

При любой эжекции нарушается целостность коры или иного сдерживающего расширение слоя центрального объекта. Через образованную при выбросе "брешь" вслед за веществом будущего "орбитального тела" (планеты, спутника) вырывается струя накопленных под корой с момента ее последнего замыкания эндогенного

излучения и газов (в основном, водорода и гелия - конечных продуктов деградации атомных ядер, глава III, §4, п. 4).

Эта сопутствующая выброшенному веществу эндогенная струя в течение некоторого времени может вопреки тяготению увеличивать его радиальную составляющую \bar{v}_r скорости \bar{v} (см. рис. 35.).

Указанный эффект по своему результату эквивалентен эффекту антигравитации, изложенному в главе IV, §1, п. 4, с той лишь разницей, что здесь он резко анизотропен.

При этом, по причинам, аналогичным тем, которые вызывают квадрупольный эффект (см. выше), может несколько возрасти и трансверсальная составляющая \bar{v}_φ начальной скорости \bar{v} (рис. 35 и 38).

Короче, *тело*, очевидно, *выводится на орбиту сопутствующей ему струей эндогенного газа и излучения*.

Заметим, кстати, что траектории подобного вида можно получить в рамках ОТО без всяких ухищрений, но только в сильном гравитационном поле быстро вращающегося центрального тела.

В заключение настоящего п. 1 укажем еще на то обстоятельство, что изложенные здесь три гипотезы возникновения вокруг звезды планетной системы не являются взаимоисключающими: в одной и той же системе (а тем более - в разных) разные планеты, в принципе, могут иметь разный генезис.

п. 2. Следы в солнечной системе деструктивной деятельности планетных ядер

Крупная планета сразу после своего "рождения" (любым из способов, перечисленных в предыдущем п. 1) *начинает гравитационно оформляться в виде шара или, с учетом ее вращения, в виде тела, близкого по форме к сплюснутому эллипсоиду вращения, ибо именно при такой форме минимизируется ее внутренняя гравитационная энергия*.

Сравнительно быстро в геологическом масштабе времени поверхность планеты покрывается замкнутой кристаллической корой. С этого момента ее расширение, вызванное отбором планетой фоновой энергии, становится несвободным: кора препятствует более быстрому расширению более плотных недр (ситуация, вполне аналогичная рассмотренной в §1 п. 2 в связи с образованием нейтронной звезды, переходящей затем в стадию пульсара).

Подчеркнем еще раз, что обладающие большей (реликтовой) плотностью недра планеты, отбирая на единицу объема в едини-

цу времени большую фоновую энергию, стремится к расширению более быстрыми темпами, чем препятствующая этому менее плотная кора.

Борьба всегда заканчивается в пользу расширения, однако, энергия, необходимая для разрушения (деструкции) коры, зависит от прочности последней, которая, в свою очередь, находится в прямой зависимости от растущей с течением времени мощности (толщины) коры.

Этой энергии может хватить 1) на образование в коре глобальных трещин, 2) на выброс спутника и, наконец, 3) на полное саморазрушение планеты.

В солнечной системе имеются многочисленные свидетельства, подтверждающие реальность перечисленных возможных следствий деструкции планетной коры.

а) Глобальные трещины.

Климатические условия на Венере

В условиях наиболее изученной Земли система глобальных трещин расчленяет ее кору на несколько крупных блоков (т.е. "литосферных плит"). Прилегающие к этим трещинам рифтовые зоны являются наиболее подвижными участками литосферы: именно в них происходит наиболее быстрые вертикальные, горизонтальные и сдвиговые перемещения земной коры (связано это с тем, что в этих зонах литосфера наименее мощная, а, следовательно, и наименее прочная). Система глобальных трещин и прилегающих к ним рифтовых зон проходит как в океанах, так и на континентах (в первом случае их называют океаническими, во втором - континентальными рифтовыми зонами).

Более подробно вопросы, связанные с глобальными трещинами, рифтовыми зонами, трансформными разломами и другими фактами, подтверждающими деструктивную деятельность расширяющихся недр в условиях Земли, рассмотрены в главе VI.

Имеются и другие планеты солнечной системы и их спутники, на поверхности которых глобальные трещины видны даже из космоса.

Так, например, неизвестные марсианские "каналы" являются наиболее старым из обсуждавшихся в научной (и околонаучной) литературе примером глобальных трещин.

Густая сеть трещин покрывает всю кору спутника Юпитера - Европы, есть они и на некоторых других объектах солнечной системы.

Фотографирование Венеры в ультрафиолетовых лучах показало наличие в ее атмосфере достаточно устойчивого образования (облака, тучи, дым?), имеющего форму буквы Y, размеры, сопоставимые с диаметром планеты, и делающего вокруг нее один оборот примерно за 4 земных суток (при периоде вращения самой Венеры около 243 суток).

Это образование, его быстрое обращение вокруг планеты, а также экзотические, резко отличающиеся от земных физические условия на ее поверхности (температура $\sim 720\text{K}$, давление ~ 90 атм., большое количество углекислого газа и серной кислоты в атмосфере и т.п.) не нашли до сих пор адекватных объяснений.

Действительно, на мой взгляд, только очень наивный человек может поверить в то, что, несмотря на огромное альbedo Венеры ($\sim 0,72$) и лишь немного (в 1,38 раз) меньшее расстояние ее до Солнца, температура на ее поверхности (близкая к температуре красного каления железа!) может достигаться за счет парникового эффекта...

Напомним, что, согласно принятой в настоящее время версии, атмосфера Венеры (а в некоторой степени и Земли) играет роль своеобразного полупроводника, пропуская к поверхности планеты энергию солнечного излучения и не пропуская обратно в космос отраженные кванты пониженной частоты, для которых эта атмосфера непрозрачна.

Эта селективная проводимость атмосферы и является якобы причиной нагрева планеты.

Однако, американский физик Р.Вуд, испытывая естественное недоверие к подобным "объяснениям" работы парника, проделал следующий элегантный опыт. Он выставил на Солнце две одинаковые коробки, прикрытые сверху пластинками, одна из которых была "полупрозрачной" (пропускала видимый свет и не пропускала инфракрасные лучи), а вторая пропускала и те и другие.

Как он и ожидал, в обеих коробках установилась одинаковая температура, подтверждая тот очевидный факт, что более высокая температура внутри парника - следствие не селективной проводимости его покрытия, а просто результат отсутствия в его замкнутом пространстве конвекция, уносящей от почвы нагретые ею массы воздуха (как это имеет место в открытом пространстве).

Сказанное убедительно свидетельствует против гипотезы, что причиной высокой температуры на поверхности Венеры является парниковый эффект.

Но если не Солнце, то что же является источником тепла на планете? Только недра!

В геологическом масштабе времени недавно на Венере произошла мощная деструкция коры, вызванная, как обычно, (см. §§2, 3, 4) тенденцией недр к расширению опережающими темпами.

В результате этой деструкции:

- 1) В коре образовалась гигантская трещина,
- 2) Через эту трещину на поверхность вырвались расплавленные недра планеты (базальтовые лавы?),
- 3) Хлынувшие в эту трещину океаны от контакта с раскаленными недрами полностью испарились,
- 4) Изверженные при деструкции углекислый газ и серо-содержащие компоненты действительно в огромном количестве обнаружены в атмосфере Венеры,
- 5) Упомянутые выше Y-образные "тучи" в этой атмосфере также имеют явно эндогенное происхождение,
- 6) То обстоятельство, что эти "тучи" до сих пор не "рассосались" говорит в пользу их недавнего образования, а, возможно, и поныне продолжающейся эндогенной "подпитки",
- 7) Быстрое движение этих "туч" (они делают один оборот вокруг планеты за 4 земных суток, а сама Венера - за 243) может быть следствием их *нерадиальной эжекции*. Действительно, если (см. п. 3) океаны сквозь образовавшуюся трещину хлынут под континент, то пар, образовавшийся от их контакта с раскаленными недрами, будет вырываться из-под континентальной плиты, обладая трансверсальной составляющей скорости (нечто вроде "паровой турбины в масштабе планеты"),
- 8) Нерадиальная эжекция может существенно изменить угловую скорость движения и атмосферы и литосферы. Последняя (в случае эжекции в направлении вращения до деструкции) может вообще остановиться, либо даже получить *обратное вращение, что, кстати, у Венеры и наблюдается*.

Таким образом, изложенный механизм, базирующийся на открытых в рамках КТГ фундаментальных процессах (ОФЗ, всеобщее расширение и т.д.) позволяет с *единых позиций*, без привлечений *ad hoc* - гипотез объяснить все наблюдаемые на Венере явления: высокая температура - следствие огромного количества тепла, вы-

деленного при деструкции коры (п.п. 1 и 2), отсутствие океанов вызвано их испарением (п. 3), состав атмосферы, "тучи" в ней, их свертывание являются следствиями процессов, сопровождающих деструкцию и изложенных в п.п. 4 - 7, соответственно, возможная причина обратного вращения Венеры приведена в п. 8.

Наиболее наглядным свидетельством недавнего катаклизма на поверхности Венеры являются нагромождения обломков скальных пород, изображенных на панорамах, переданных на Землю со спускаемых аппаратов "Венера 9 и 10".

На этих получивших широкую известность фотографиях запечатлены глыбы, острые, не закругленные временем, ветром и кислотными осадками края которых не оставляют сомнений относительно их происхождения: такие обломки могли появиться только в процессе *мощного недавнего катаклизма*.

Кроме того, изложенный механизм позволяет сделать *несколько предсказаний*, касающихся Венеры:

1. Наличие в коре Венеры глобально протяженной "свежей" трещины или иного нарушения ее сплошности должно приводить к серьезной *анизотропии ее эндогенного излучения*. Для внешнего наблюдателя эта анизотропия "смазывается" наличием у планеты мощной, быстровращающейся атмосферы.

Для обнаружения предсказываемой анизотропии нужен искусственный спутник Венеры, облетающий ее на малой высоте.

2. Если верно то, что литосфера Венеры изменила свою угловую скорость в результате сравнительно непродолжительной *нерадиальной эжекции* (см. п.п. 7 и 8), то вряд ли за это время существенно изменилось вращение ее недр (включая возможно существующие у нее жидкое ядро и вязкую мантию), которые, следовательно, должны в течение некоторого времени по инерции сохранять свою прежнюю скорость вращения. Однако, со временем вязкое трение между движущимися с разными угловыми скоростями литосферой и недрами должно приводить к постепенному выравниванию этих скоростей, в результате чего *наблюдаемая угловая скорость литосферы* (период вращения планеты) *должна меняться, причем, достаточно быстро* (во всяком случае, гораздо быстрее, чем это наблюдается у Земли).

При этом, если сделанное в п. 8 предположение (об эжекции в направлении вращения Венеры до деструкции) верно, то *наблюдаемое обратное вращение планеты должно постепенно тормозиться, в какой-то момент литосфера должна остановиться в своем вращении, после чего она должна, постепенно ускоряясь, начать вращаться в прямом направлении, увлекаемая ее недрами никогда не прекращавшими своего прямого вращения.*

3. Более 230 лет назад наш великий соотечественник М.В. Ломоносов наблюдал преломление солнечных лучей в "знатной Венериной атмосфере" при проходе Венеры по диску Солнца в виде "пупыря", появлявшегося у диска в момент пересечения планетой его края (рис. 36, а).

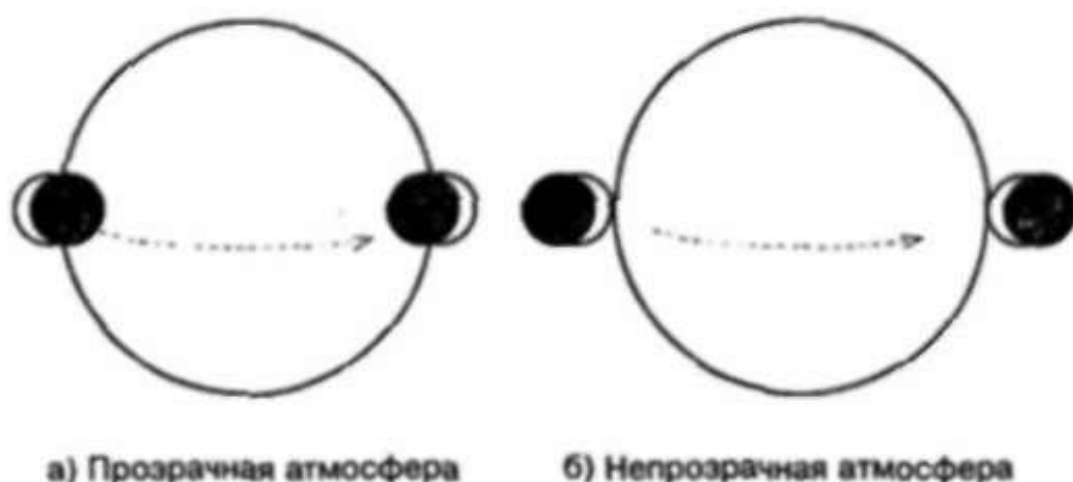


Рис. 36. Прохождение Венеры по диску Солнца

Ясно, однако, что для наблюдаемости преломления в атмосфере, последняя должна быть *прозрачной*. Современная атмосфера Венеры таковой не является: всего около 5% *прямых* солнечных лучей достигает поверхности планеты, *касательные* же к этой поверхности лучи (а именно их видит наблюдатель в нижнем соединении, изображенном на рис. 36), в связи с гораздо большей толщиной атмосферы в этом направлении, задерживаются ею еще в большей степени.

Вряд ли такие слабые световые потоки можно было различить в мощном солнечном излучении теми техническими средствами, которыми обладал М.В. Ломоносов.

Непрозрачные же планеты в моменты пересечения в нижнем соединении края солнечного диска должны выглядеть узкими серпиками, обращенными к центру Солнца своими *выпуклыми*

частями (рис. 36, б), а не *вогнутыми* (рис. 36, а), какими их наблюдал наш гениальный предок.

Конечно, не исключено, что он наблюдал преломление света в верхних, достаточно разреженных, а потому прозрачных слоях венерианской атмосферы, и к настоящему времени ничего не изменилось.

Но если бы во время какого-то нижнего соединения (а они происходят примерно 2 раза в 100 лет, но результаты проведенных наблюдений мне не известны) удалось наблюдать качественное изменение картины прохождения Венеры по диску Солнца, типа изображенного на рис. 36, б), то это означало бы, что *серьезнейший глобальный катаклизм Венеры произошел буквально "на наших глазах"*.

Кстати, ближайшее такое соединение состоится 6 июня 2004 г. Чрезвычайно интересно было бы зафиксировать это событие, но не только с помощью мощных современных приборов большой разрешающей способности и потому дающих много лишних деталей, но и с помощью примерно такого телескопа, каким пользовался М.В.Ломоносов.

Обнаруженное таким способом обращение вогнутости видимого серпа Венеры от ранее наблюдавшейся формы а) к форме б) подтвердило бы как принципиальную возможность глобальных катаклизмов планет земной группы, так и тот факт, что подобные катаклизмы происходят и в наше время.

Если же форма а) осталась и до настоящего времени и других изменений не произошло, то это означает, что и М.В.Ломоносов, и мы до сих пор фиксируем преломление солнечных лучей в верхних, прозрачных слоях венерианской атмосферы, а глобальный катаклизм на Венере произошел, увы, до наблюдений М.В.Ломоносова в 1761 г.

б) Выброс планетой спутника

Если кора планеты успела стабилизироваться в достаточно прочную сплошную оболочку, то под ней отбираемая от фона энергия может накопиться в количестве, достаточном для выброса части ее вещества в космос.

Такой тектонический выброс является частным случаем подробно рассмотренной в предыдущем п. 1 эжекции вещества в пространство.

Здесь так же как и там спутник должен быть выброшен из областей планеты, близких к ее экватору, чтобы иметь достаточную трансверсальную составляющую начальной скорости, также необходима сопутствующая струя эндогенного газа и излучения планеты, выводящая на начальном участке траектории спутник на орбиту и т.д.

Ясно, что энергия, высвобождаемая при выбросе спутника не обязательно больше энергии, необходимой для образования трещины в коре (вряд ли, например, энергия, затраченная Марсом при тектоническом выбросе его маленьких спутников Фобоса и Деймоса была больше энергии, выделенной при образовании глобальной трещины на Венере, см. предыдущий подпункт а).

Иное дело - подробно обсуждаемый в главе VI, §§1 - 3 тектонический выброс Землей огромной Луны, который, по существу, уже близок к рассматриваемой в следующем подпункте в) фрагментации (саморазрушению) планеты, для чего нужна гораздо большая энергия (см. соответствующие количественные оценки в главе VI, §1 для "Землуны").

Имеются многие факты, свидетельствующие о том, что большинство спутников образовалось в результате их тектонических выбросов из центральных планет, в частности, свидетельством тому является близость плоскостей спутниковых орбит с экваториальными плоскостями соответствующих планет (см. выше).

Конечно, наибольшее число таких фактов собрано по Луне (эти факты детально обсуждаются в главе VI, §3).

Однако, в настоящее время, в связи с началом эры изучения космоса с помощью межпланетных автоматических станций, подобные сведения начинают поступать и о других спутниках. Так, обнаруженные на том же Фобосе параллельные борозды наглядно иллюстрируют, с каким трудом ему удалось вырваться из "железных объятий" материнской планеты.

в) Полное саморазрушение (фрагментация) планеты. Пояс астероидов. Каменные и железные метеориты. Кометы. Происхождение малых тел

Глобальные катаклизмы, рассмотренные в предыдущих подпунктах а) и б) (деструкция коры с образованием в ней глобально протяженных трещин и выброс планетой спутника) могут происходить на планете неоднократно.

Однако, самым крупным (и последним) глобальным катаклизмом планеты является ее полное саморазрушение, вызванное теми же фундаментальными процессами, которые приводили к рассмотренным катаклизмам более низкого энергетического уровня (отбор планетой фоновой энергии и накопление части этой энергии в виде потенциальной энергии взаимодействия между стремящимися к более быстрому расширению более плотными недрами планеты и препятствующей этому ее сплошной кристаллической корой).

Такая фрагментация планеты требует очень большой энергии (в условиях Земли, например, $\approx 10^{39}$ эрг). чтобы накопить такую энергию, планета должна обладать мощной, сплошной (не ослабленной глубокими тектоническими трещинами или другими концентраторами напряжений) прочной кристаллической корой.

Но известно, что мощность (толщина) коры находится в прямой зависимости от ее возраста, а отсутствие в ней тектонических трещин означает давнюю тектоническую пассивность планеты.

Поэтому наиболее вероятными кандидатами на роль фрагментирующих объектов являются те планеты или их спутники, кора которых обладает перечисленными свойствами, в результате чего объект долгое (в космическом масштабе) время не проявляет никакой тектонической активности (как тут не вспомнить старую русскую поговорку "в тихом омуте черти водятся..").

Одним из таких относительно пассивных объектов с древней ненарушенной корой является Луна...

Напротив, Венера (см. п. а), Земля (см. главу VI) и другие планеты и их спутники, активные в тектоническом (сейсмическом) плане, кора которых ослаблена глубокими трещинами и поэтому подвижна, сбрасывают накопленную в результате ОФЭ энергию гораздо меньшими порциями в процессе рассмотренных выше более частых глобальных катаклизмов, приводящих к образованию новых, расширению старых глобальных трещин и к выбросу спутников.

Однако, гибель в результате фрагментации, по-видимому, является закономерным итогом развития любой планеты, обладающей ядром и корой, ибо последняя рано или поздно должна стабилизироваться у любого холодного на поверхности астрофизического объекта.

Несмотря на это, взрыв планеты, приводящий к ее полному разрушению - явление достаточно редкое: в солнечной системе,

например, такое событие произошло, по-видимому, всего один раз за все время ее существования ≈ 5 млрд. лет.

Читатель, конечно, догадался, что речь идет о легендарном Фазтоне, планете, на орбите которой, лежащей между орбитами Марса и Юпитера, остались только ее осколки, совокупность которых образует известный пояс астероидов (т.н. "малых планет").

И не надо, как это неоднократно делалось до сих пор, придумывать специальные причины гибели Фазтона (попадание в него крупного транзитного астрофизического тела или его разрушение приливными силами, если такое тело прошло поблизости и т.п.): по изложенным выше причинам, которые можно рассматривать как энергетическое обоснование известных гипотез Г.Ольберса и М.Овенделя [27], Фазтон *просто взорвался*.

Правда он взорвался первым в солнечной системе. Кто следующий?..

Осколки Фазтона в момент взрыва могли сойти с его орбиты (кстати, по максимальному углу между орбитальными плоскостями астероидов можно оценить энергию взрыва). Гравитационно захваченные другими планетами, они могли распространиться по всей солнечной системе.

Не они ли в условиях Земли наблюдаются в виде метеоров и метеоритов (или хотя бы части из них)? В этом случае наблюдаемые *каменные метеориты* можно было бы идентифицировать с *осколками силикатной коры*, а *железные* - с *осколками ядра* Фазтона, или других, неизвестных нам планет, взорвавшихся по тем же причинам.

Осколки коры разрушенной планеты, покрытые ее бывшими полярными шапками или замерзшими в космосе океанами, вполне подходят на роль *кометных ядер*, состоящих, как известно, из льда и каменистого вещества [27], [34].

Таким образом, в рамках КТГ удается непринужденно, без привлечения каждый раз специальных гипотез, объяснить с единых позиций генезис всех наблюдаемых малых небесных тел солнечной системы (метеоров, каменных и железных метеоритов, астероидов и комет): все они являются осколками Фазтона или других, неизвестных науке крупных планет, взорвавшихся в результате накопления под их корой отобранной от фона энергии.

§7. Возможный генезис еще некоторых наблюдаемых объектов космоса (барстеры, цефеиды, спиральные галактики и др.)

п. 1. Барстеры, гамма-всплески

Завершая рассказ о диалектическом эволюционно-революционном развитии вещества во Вселенной от сверхплотных состояний, соответствующих консервантам, черным дырам (§1) и нейтронным звездам (§2) до малых тел солнечной системы (§6, п. 2 в) отметим еще следующее обстоятельство. Некоторым из этапов упомянутого развития соответствуют астрофизические объекты, покрытые сплошной твердой корой (нейтронная звезда, красный карлик, белый карлик низкой светимости, планета).

Вызванное отбором фоновой энергии эволюционное расширение таких объектов по изложенным выше причинам всегда кончается резким катастрофическим разрушением этой коры. Вне зависимости от характера последствий подобной деструкции (расширилась ли уже имевшаяся, старая трещина в коре, или образовалась новая, или часть вещества из-под коры выброшена в космос, или, наконец, объект вообще взорвался и от него остались одни осколки) - в любом случае из-под коры в момент ее разрушения вырывается эндогенное излучение объекта, накопленное под ней за время последнего эволюционного этапа его развития. Кстати, давление этого мощного излучения, наряду с давлением вырвавшихся из-под коры газов-продуктов ядерной деградации недр (глава III, §4, п. 4), - способствует выводу на орбиту вокруг рассматриваемого объекта эжектированного им вещества (см. замечание в конце предыдущего п. 1).

Не с этими ли выбросами из-под коры эндогенного излучения астрофизических объектов связаны такие известные современной науке явления, как рентгеновские вспышки *барстеров* и *гамма-всплески* [27].

п. 2. Цефеиды

Теория этих пульсирующих звезд - "маяков Вселенной" - разработана довольно подробно, [27] и др.

Однако, КТГ позволяет по новому взглянуть на возможные причины их необычного поведения.

Действительно, пульсации цефеид внешне очень напоминают автоколебательный процесс.

Но для длительного поддержания режима автоколебаний необходимо, во-первых, внутренний или внешний источник энергии и, во-вторых, так называемая отрицательная "обратная связь", т.е. наличие у системы устойчивого равновесного состояния, при не слишком большом отклонении от которого в любую сторону она стремится к нему вернуться (как обычный маятник в поле силы тяжести).

Что касается источника "энергетической подпитки" обсуждаемого автоколебательного процесса, то естественное в рамках КТГ предположение, что таковым является фон виртуальных ϕ -частиц, к сожалению, проходит только с некоторыми оговорками.

Действительно, известно ([34] и др.), что цефеиды-звезды - сверхгиганты с массами $M = (3+12)M_{\odot}$, а, значит, (см. формулу 5.5.13) их светимость L существенно больше мощности \dot{E} , отбираемой ими от фона (в сотни и даже тысячи раз), т.е. любая цефеида - молодая остывающая звезда.

С другой стороны, мощность $\dot{E}_{\text{кал}}$ механических пульсаций цефеиды может быть найдена с помощью формулы 6 Приложения 17.

Расчет по этой формуле с использованием таблиц [34] показывает, что $\dot{E}_{\text{кал}} \sim 10 L \gg \dot{E}$, но, во-первых, в формуле (6) предполагается гомотетичное расширение (разуплотнение) объекта по всей его толще, а у цефеиды, возможно, пульсируют лишь внешние слои и, во-вторых, мощность, необходимая для **поддержания** механических колебаний должна лишь восполнять диссипационные потери, которые могут быть существенно меньше $\dot{E}_{\text{кал}}$.

Что касается механизма отрицательной обратной связи, то в случае автоколебаний цефеид он просматривается вполне непринужденно: светимость звезды резко зависит от ее радиуса ($L \sim R^4$, см. формулу 5.5.12).

Поэтому при уменьшении последнего под действием гравитационных сил, светимость уменьшается, генерируемая звездой энергия частично "запирается" под ее поверхностью, в результате чего увеличиваются объемная плотность ϵ_V и пропорциональное ей противодействие $P_{\text{изл}}$ излучения (см. рассуждение перед формулой 5.5.9).

Возросшее противодействие $P_{\text{изл}}$ преодолевая гравитационные силы, разбрасывает вещество звезды в окружающее про-

странство, при этом ее радиус растет, светимость резко ($\sim R^4$) увеличивается, в результате чего звезда сбрасывает ту излишнюю энергию, которую она накопила, имея радиус меньше равновесного, а, следовательно, сопротивление S эндогенному излучению, большее равновесного (см. формулу 5.5.11).

Уменьшение энергии в растущем объеме приводит к резкому уменьшению ϵ_r и $\rho_{\text{изл}}$, в результате чего *дальнодействующие* гравитационные силы сначала тормозят удаляющиеся от центра слои звезды, а затем заставляют их падать обратно к центру, и процесс повторяется.

Запуск рассматриваемых автоколебаний происходит, по-видимому, в момент вспышки сверхновой ("антиколлпс" черной дыры, см. главу V, §1) или новой (взрыв потухшего пульсара, см. главу V, §3, п. 1) в случае, если масса центрального объекта, оставшегося на месте вспышки, достаточно велика: $(3 + 12)M_{\odot}$.

Те элементы сбрасываемой при вспышке оболочки, которые имели скорость большую второй космической, уходят от места вспышки на бесконечность, остальные вовлекаются в описанный выше автоколебательный процесс.

Такова возможная в рамках КТГ качественная картина, описывающая причины запуска и периодических пульсаций цефеид.

Количественное описание этого процесса (во всяком случае, в первом приближении) в свете изложенного, по-видимому, также не составит большого труда, хотя в данной работе, конечно, было бы неуместным.

п. 3. Галактики. Спиральные галактики

Концепция академика В.А.Амбарцумяна о развитии наблюдаемого в Метагалактике вещества от сверхплотных состояний к разреженным не противоречит ни одному из известных наблюдений. Более того, огромное число наблюдаемых фактов, многие из которых приведены выше, подтверждает именно такое направление эволюции вещества.

Причина тенденции наблюдаемого вещества к разуплотнению на качественном и количественном уровне становится ясной в рамках КТГ: это отбор фоновой энергии, темпы которого приведены в главе II, §5 и §9 и в главе IV, §3.

Конечным продуктом этого эволюционно-революционного процесса разуплотнения вещества является атомарный газообразный водород, огромные облака которого действительно наблюдаются во многих скоплениях галактик.

Начало же этого процесса следует, очевидно, искать в тех областях, где плотность вещества максимальна, т.е. в ядрах галактик.

При этом возникает следующая заманчивая космогоническая идея "*равновесной эжекции*":

1. Звезды, входящие в состав любой галактики, эжектированы из ее ядра (см. §6, п. 1, версия в).
2. Эжекция вещества из ядра не обязательно должна сопровождаться уменьшением массы последнего, ибо в ядре галактики, как и в каждом вещественном объекте, одновременно происходит обратный процесс отбора фоновой энергии (ОФЭ).
3. Следует различать ОФЭ обычными телами, у которых толща

$$L \sim \rho r \ll k \approx 10^{22} \frac{\Gamma}{\text{см}^2}, \quad (5.7.1)$$

(см. значение 5.1.18) и ОФЭ объектами, у которых $L > k$.

В первом варианте ОФЭ (для краткости, ОФЭ1) транзитная фоновая частица, передав объекту определенную долю своей энергии, уходит из него в виртуальном состоянии, во втором (ОФЭ2) происходит захват частицы объектом.

4. Для ОФЭ2 достаточно, чтобы внутри ядра галактики часть вещества находилась бы в сверхплотном состоянии (стадия консерванта, переходная стадия и стадия черной дыры, см. главу V, §1, п. 1).
5. Таким образом, сущность *эжекционной гипотезы* образования любой галактики заключается в предположении, что в ее ядре имеется сверхплотный "кern", непроницаемый для ϕ -частиц ($L > k$), внутри которого захваченные виртуальные (недеформированные) *частицы фона превращаются* в постепенно деформирующиеся *частицы вещества*.

Иначе говоря, в керне галактики ненаблюдаемая по изложенным выше геометро-кинетическим причинам виртуаль-

ная энергия "полевых" частиц преобразуется в наблюдаемую энергию "покоя" элементарных частиц *вещества* (в основном, конечно, нейтронов n).

Этот фундаментальный процесс, лежащий в самом начале изложенной в главе III, §4, п. 4 цепочки диалектических превращений вещества, условно назовем "*рождением вещества из фона*", или, короче, φ - n - *актом*. То обстоятельство, что при φ - n - акте не сохраняется барионный заряд, не должно нас смущать, ибо в сверхплотном ядре, где только и может происходить этот процесс, условия весьма далеки от обычных.

6. Сущность же *равновесной эжекции* заключается в равенстве темпов \dot{M}_+ отбора рассматриваемым объектом в результате ОФЭ2 массы фоновых частиц и темпов \dot{M}_- продуцирования этим объектом нового вещества:

$$\dot{M}_+ = \dot{M}_-. \quad (5.7.2)$$

7. Средние темпы \dot{M}_- продуцирования вещества ядром галактики, масса которой равна M , а возраст T , определяется *отношением*

$$\dot{M}_- = \frac{M}{T}, \quad (5.7.3)$$

а средние темпы ОФЭ2 - формулой, аналогичной (5.1.9):

$$\dot{M}_+ = n_V c \pi r^2 \mu, \quad (5.7.4)$$

где r - радиус области, попадание в которую фоновой частицы означает ее захват.

Подставляя (3) и (4) в (2), получим

$$r = \sqrt{\frac{M}{T \pi n_V c \mu}}, \quad (5.7.5)$$

что с учетом значений (2.8.10) для n_V и (2.8.12) для μ в приложении, например, к нашей Галактике: $M_{\text{гал}} = 1,4 \cdot 10^{11} M_{\odot}$, $T_{\text{гал}} = 12 \cdot 10^9$ лет [34], дает:

$$r = 2,5 \cdot 10^6 \text{ см} = 25 \text{ км}. \quad (5.7.6)$$

Шар такого радиуса при фундаментальной плотности (5.1.4) имеет массу

$$M_{\text{ядра}} = 5,1 \cdot 10^{41} \text{ г}, \quad (5.7.7)$$

что составляет примерно 0,002 массы Галактики.

Таким образом, для продуцирования наблюдаемой массы Галактики за время, равное ее возрасту, достаточен ядро массой (7), радиусом (6) при его плотности, близкой к фундаментальной $\rho_{\text{ф}} = 8 \cdot 10^{21} \text{ г/см}^3$.

То обстоятельство, что в течение столь длительного промежутка времени ($12 \cdot 10^9$ лет) Галактика существует и, по всей видимости, до настоящего времени ее ядро продолжает продуцировать вещество, свидетельствует в пользу того, что эжекция звездного вещества из этого ядра близка к равновесной, описываемой равенством (2).

Все известные астрофизические объекты в центре имеют плотность, большую, чем на периферии. Не являются, по-видимому, исключением и ядра галактик: в их центре, очевидно, находится сверхплотный ядро плотностью $\sim \rho_{\text{ф}}$, далее следует материя в стадии, переходной от ядра к черной дыре и, наконец, материя самой черной дыры, ограниченная, как обычно, горизонтом (см. главу V, §1, п. 1).

Далее, огромное большинство наблюдаемых астрофизических тел вращается, то же, очевидно, относится и к ядрам галактик. Чем больше плотность тела, тем, как правило, больше и скорость его вращения.

Быстрое вращение плотных галактических ядер приводит к их сплюснутости под действием центробежных сил. Расширяющаяся в связи с ОФЭ, быстро вращающаяся и имеющая поэтому форму сильно сплюснутого эллипсоида материя эжектируется из-под горизонта преимущественно в экваториальной области (т.н. "эллиптический антиколлапс", см. рис. 37).

Эта анизотропия эжектируемых в пространство потоков материи порождает структуру, широко известную из наблюдений - плоскость диска спиральной галактики, которая, следовательно, совпадает с экваториальной плоскостью ядра.

Эжекция звездного вещества из ядра галактики в окружающее пространство происходит "непрерывно", отличаясь от эжекционных выбросов планет и их спутников тем же, чем пулемет-

ная очередь отличается от отдельного выстрела. Так, например, рассчитав по формуле (3) средние темпы продуцирования вещества ядром нашей Галактики, мы получим $\dot{M}_- = 7,4 \cdot 10^{26}$ г/с.

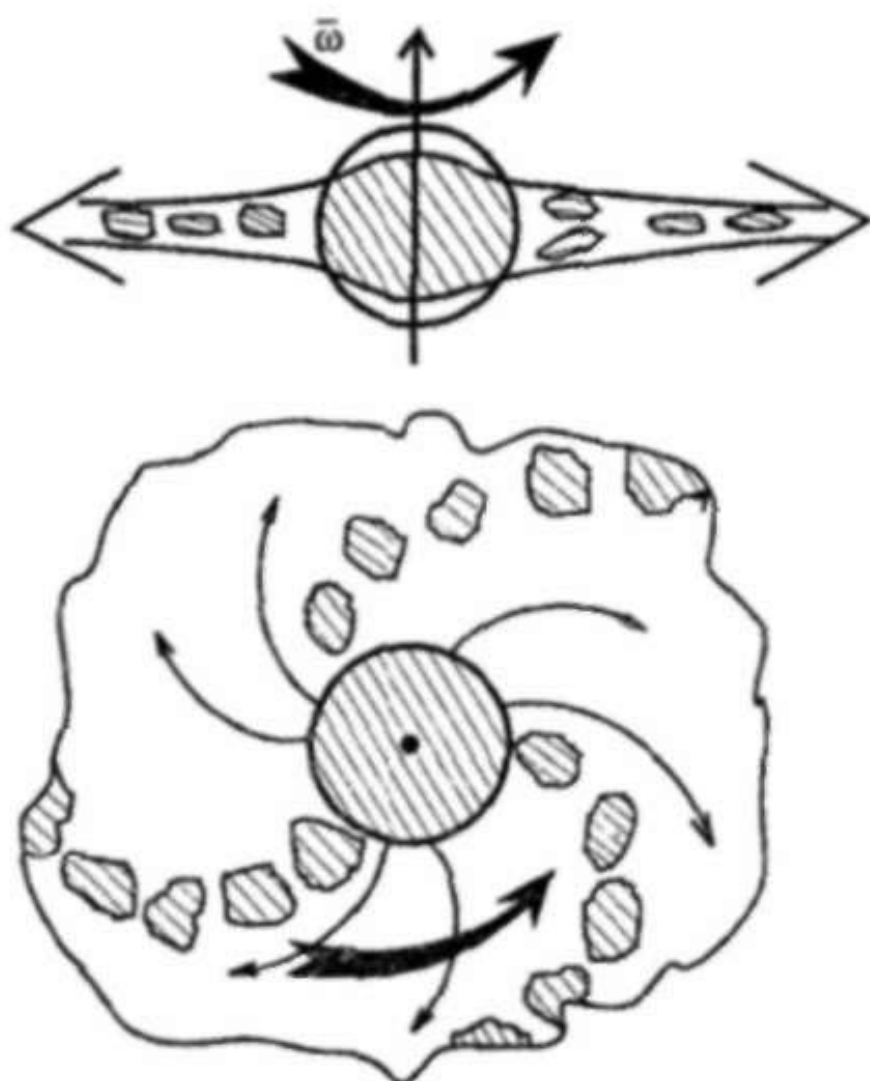


Рис. 37. Эллиптический "антиколлапс".

Продолжая аналогию с пулеметом, представим себе, что он, обращаясь вокруг некоторого центра, стреляет трассирующими пулями в направлении от центра. Ясно, что внешний наблюдатель увидит при этом так называемую **"запаздывающую спираль"** - вращающуюся спиралевидную структуру, движущуюся выпуклостью вперед.

Именно такими запаздывающими спиралями являются рукава обычной **спиральной галактики** - результат описанного выше процесса, который можно назвать **"струйная эжекция из вращающегося источника"**.

В §6, п. 1 (эжекционная версия) показано, что эжектированное из центрального объекта вещество в течение некоторого времени выводится на орбиту давлением узконаправленного сопутствующего струйного потока эндогенного излучения и/или газа.

Находясь в течение указанного времени в этой сопутствующей струе, каждый элемент эжектированного вещества увеличивает не только свое расстояние R от центра, но и трансверсальную составляющую своей линейной скорости, причем, по закону

$$v = \omega_0 R \quad (5.7.8)$$

твердотельного вращения, иначе рассматриваемый элемент из сопутствующей струи выйдет, (здесь $\omega_0 \approx \text{const}$ - угловая скорость вращения источника).

Ускорение орбитального движения происходит на начальной его стадии за счет эффекта, вполне аналогичного квадрупольному эффекту ОТО.

При этом, сам квадрупольный эффект в КГТ приобретает весьма простой и наглядный смысл: "просеянные" сквозь быстро вращающийся массивный объект фоновые частицы становятся виртуальными в его координатной системе (вращающейся вместе с ним) а, следовательно, приобретают некоторый угол атаки (β) в "неподвижной" КС, например, в РКС.

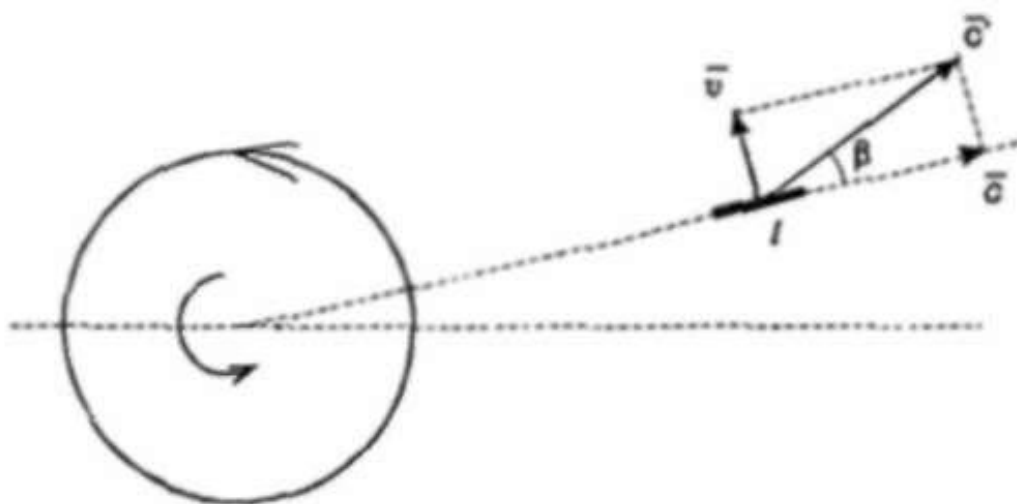


Рис. 38. Причины возникновения квадрупольного эффекта.

Находясь в потоке таких частиц, любое пробное тело испытывает с их стороны силу в направлении вращения центрального объекта. Образно говоря, пробное тело вовлекается в движение вокруг быстро вращающегося массивного центрального объекта,

так как находится в завихренном потоке "просеянных" сквозь него фоновых частиц.

Количественный расчет квадрупольного эффекта, возникающего вблизи вращающегося массивного тела, в рамках КТГ не вызывает трудностей, однако, в настоящей работе представляется излишним.

С этим эффектом связаны такие наблюдаемые факты, как:

- 1) Замедление вращения Земли, которое, в основном, происходит из-за ее расширения, однако, малую долю в этот процесс вносит и передача планетой части своего вращательного момента транзитным фоновым частицам.
- 2) Движение перигелия Меркурия и других планет в сторону вращения Солнца.
- 3) Более быстрое торможение и падение на Землю спутника, запущенного в направлении, противоположном направлению ее вращения, по сравнению со спутником, движущимся (при прочих равных условиях) в том же направлении и т.п.

Вернемся, однако, к рассмотренному выше элементу звездного вещества, эжектированного в момент времени t_0 из вращающегося ядра галактики радиусом R_0 и находящемуся до некоторого момента $t > t_0$ в сопутном потоке эндогенного излучения и/или газа.

Влияние этого потока на рассматриваемый элемент способствует а) его удалению от центра и б) увеличению его линейной скорости в связи с описанным выше квадрупольным эффектом.

К моменту t выхода рассматриваемого элемента из того узкого, струеобразного телесного угла, внутри которого распространяется упомянутый анизотропный сопутный поток, этот элемент достигает определенного расстояния $R > R_0$ от центра ядра и линейной скорости v орбитального движения, определяемой равенством (8).

Описанный механизм вывода на орбиту вещества, эжектированного из вращающегося источника, назовем "**механизм пращи**". Этот механизм, в принципе, приложим к эжекции планет из звезд и спутников из планет (см. §6, п.п. 1 и 2).

Дальнейшее движение рассматриваемого элемента происходит, в основном, под действием силы тяготения к центру, не способной, как известно, изменить модуль перпендикулярного

ей вектора трансверсальной скорости \vec{v} . Если не учитывать: а) небольшие изменения v , вызванные гравитационными возмущениями от соседних элементов, б) возможность чрезвычайно медленного роста $|\vec{v}|$ в связи со слабым (не струйным!) квадрупольным эффектом и в) возможность очень медленного фундаментального торможения элемента при его взаимодействии с фоном (см. главу II, §§ 7 и 9 и главу IV, §4), то, начиная с момента t орбитальное движение можно считать равномерным.

Таким образом, согласно механизму пращи, в первом приближении гипотеза струйной эжекции приводит к следующей зависимости орбитальной скорости v элемента спиральной галактики от его расстояния r до ее центра:

$$v(r) = \begin{cases} \omega_0 r, & \text{при } R_0 \leq r \leq R, \\ \omega_0 R = \text{const}, & \text{при } r > R, \end{cases} \quad (5.7.9)$$

т.е. к зависимости, график которой имеет вид:

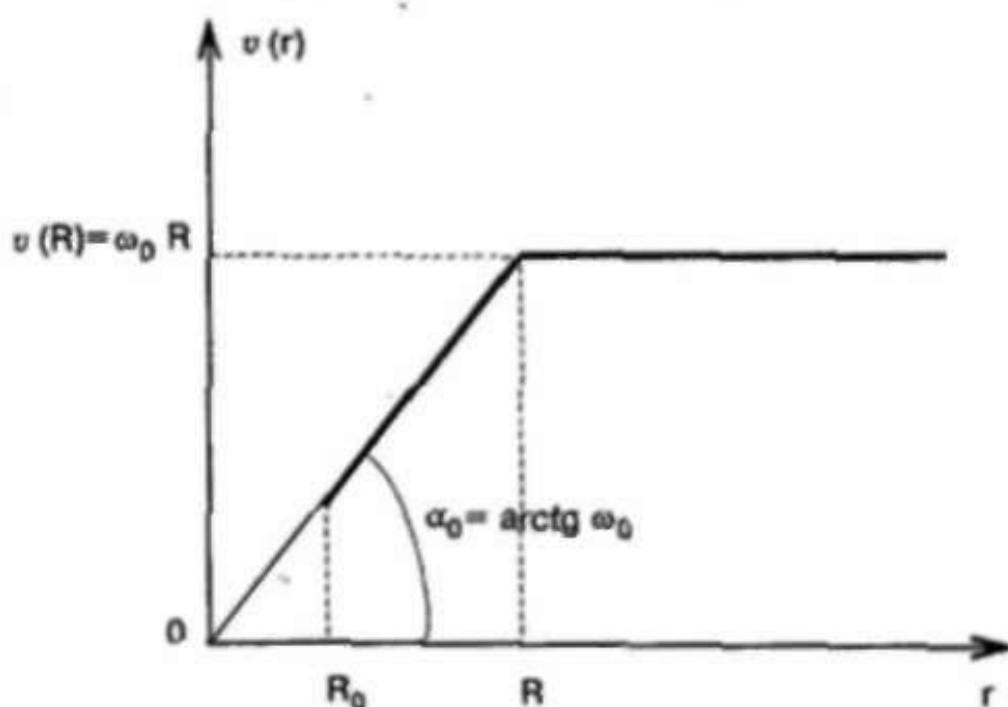


Рис. 39. Зависимость скорости v дифференциального вращения галактики от расстояния r до центра вращения (теория).

На следующем рис. 40 для сравнения приведены соответствующие наблюдаемые распределения для нескольких спиральных галактик ([34], статья "Скрытая масса")

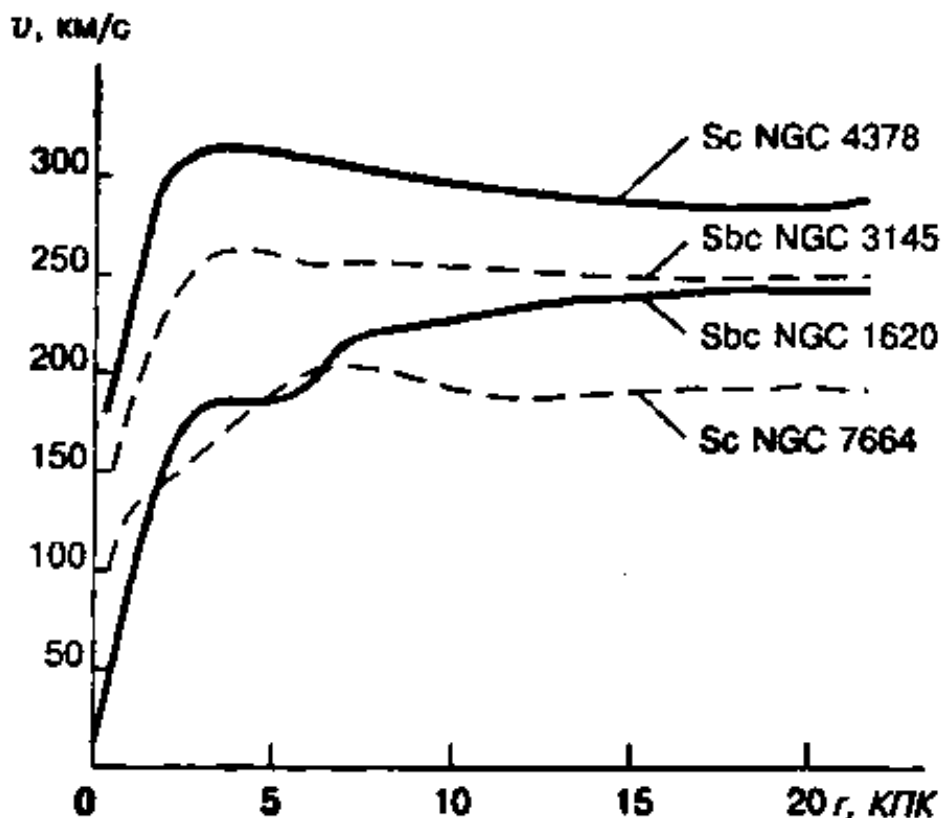


Рис. 40. То же (наблюдения).

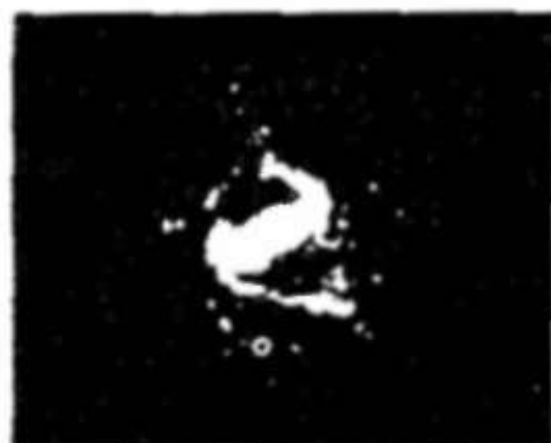
Сравнение не оставляет сомнений в том, что гипотеза струйной эжекции из вращающегося источника в совокупности с механизмом пращи вывода вещества на орбиту не только приводит к наблюдаемым в космосе спиралеобразным структурам, но и дает распределение скоростей, адекватное наблюдаемому.

Более того, в рамках изложенного удастся вполне непринужденно объяснить *все* отклонения наблюдаемых распределений скоростей от теоретического (9): постепенное убывание $v(r)$ при $r > R$ у галактики *NGC 4378* - результат фундаментального торможения, монотонный рост $v(r)$ у *NGC 1620* - результат квадрупольного эффекта, почти идеальное соответствие теории распределения $v(r)$ у *NGC 7664* и, особенно, у *NGC 3145* - результат взаимной компенсации ускоряющего квадрупольного эффекта и замедляющего фундаментального торможения. Даже волнообразный характер распределения $v(r)$ у *NGC 1620* может быть понят с учетом возможности многократного попадания эжектированного вещества в узконаправленные потоки (струи) сопутствующего излучения (газа): каждый раз при попадании вещества в такой поток в связи с ростом квадрупольного эффекта растет его угловая скорость $\omega = dv/dr$, т.е. график $v(r)$ становится

несколько круче (причем, по мере роста r каждый следующий прирост скорости становится меньше предыдущего).

Заметим, что на "участке разгона" $R_0 < r < R$ квадрупольный эффект настолько велик, что все элементы эжектированного вещества вынуждены двигаться с одинаковой угловой скоростью ω_0 , как разные точки твердой спицы в колесе: жесткий "квадрупольный контроль" кончается на расстоянии R от центра, где вещество "сходит с луча", имея с этого момента скорость $\omega_0 R \approx \text{const}$.

И, действительно, примерно у половины наблюдаемых спиральных галактик имеется участок разгона: перемычка ("бар"), пересекающая ядро, а собственно спираль начинается только там, где кончается перемычка. Такие галактики выделены в специальный класс SB (пересеченные галактики, рис. 41).



SBb NGC 1300



SBc NGC 1073

Рис. 41. Пересеченные спиральные галактики.

Ориентация перемычки, возможно, определяется общим направлением всех фундаментальных мишеней ядра, которые в нем "упакованы" с максимально возможной плотностью и потому не могут быть ориентированы хаотически.

Отсутствие наблюдаемого бара у нормальных спиралей (класса S), вероятно, вызвано тем, что у них он короткий и "обильный": большое количество вещества, эжектируемого из ядра в единицу времени "смазывает" детальную структуру.

Чтобы быть выведенным на устойчивую орбиту вокруг ядра галактики, как мы видели, элемент звездного вещества должен "попасть в струю" - в узконаправленный поток эндогенного излучения. Остальные элементы, даже будучи эжектированы из

ядра, должны вернуться обратно (или уйти на бесконечность, если их начальная скорость была больше Π космической), т.е. на устойчивую орбиту выйти не могут.

Совокупность таких эжектированных из ядра с небольшой скоростью, но не "попавших в струю" звезд образует вокруг ядра находящееся с ним в динамическом равновесии сферическое образование, действительно наблюдаемое у спиральных галактик в виде так называемого балджа.

Таким образом, гипотеза о том, что генезис спиральных галактик связан со струйной эжекцией звездного вещества из вращающегося ядра, получает многочисленные подтверждения как на качественном, так и на количественном уровне и не противоречит ни одному факту.

Возможно, что при этом снимается проблема скрытой массы.

§8. Новая космогония - космогония разуплотнения

п. 1. Основная тенденция развития наблюдаемой материи в космосе - от плотных состояний - к разреженным (В.А.Амбарцумян), в согласии со II началом термодинамики

Современная наука не знает иных дальнедействующих сил в космосе, кроме гравитационных. Последние же обычно проявляются только как силы взаимного *притяжения*, под действием которых тела могут только *сближаться*, а сплошные, но рыхлые объекты - только *уплотняться*.

Для процессов противоположных (взаимного *удаления* тел, их *разуплотнения*) необходима энергия, которую в рамках современной парадигмы *неоткуда взять*.

Отсюда делается основанный на "здравом смысле" *логически* безупречный, но весьма далекий от истины вывод: под действием гравитационных сил сплошные объекты космоса (планеты, звезды) уплотняются, а системы таких объектов становятся более компактными.

Какие наблюдаемые объекты космоса являются самыми рыхлыми? Огромные облака сильно разреженного межзвездного и межгалактического водорода. Какие объекты являются наиболее плотными? Нейтронные звезды и черные дыры.

И вот уже построена *логически* стройная космогоническая цепочка соответствующих *концентрационных* процессов (гра-

витационная группировка облаков водорода в звезду, включение в ней при определенных условиях реакций ядерного синтеза, на выходе из которых получаются элементы, более тяжелые, чем водород, коллапс звезды с выгоревшим ядерным горючим с ее превращением в нейтронную звезду или черную дыру, концентрационные гипотезы Канта, Лапласа, Шмидта о происхождении планетных систем из протопланетного облака, путем гравитационной группировки планетезималей и т.д., и т.п.).

Насколько мне известно, первым, кто поставил под сомнение истинность этой концентрационной концепции развития вещества в космосе, был замечательный ученый, по моему мнению, один из виднейших астрофизиков всех времен, президент Армянской Академии наук В.А.Амбарцумян, благожелательные и конструктивные советы которого ускорили, кстати, процесс построения КТГ.

Исследуя некоторые типы скоплений галактик, он обнаружил, что, согласно теореме вириала, они гравитационно неустойчивы, т.е. потенциальная энергия их гравитационного взаимодействия недостаточна для удержания находящихся в них галактик при их наблюдаемых скоростях.

Отсюда, а также из наблюдений за другими нестационарными процессами во Вселенной, В.А.Амбарцумян сделал [1] далеко идущий вывод о развитии вещества в Метагалактике от сверхплотных состояний к разреженным.

Догадка была гениальна, но в то время, как указано выше, энергетически не обоснована.

И лишь теперь, после построения кинетической теории гравитации, стало ясно, что та огромная энергия, которая необходима для эволюционно-революционного развития вещества от сверхплотных его состояний (консервант \Rightarrow переходная стадия \Rightarrow черная дыра \Rightarrow нейтронная звезда) к объектам "умеренной" плотности (белый карлик \Rightarrow "желтый" карлик, типа Солнца \Rightarrow планеты \Rightarrow малые тела планетных систем) и далее - к разреженным облакам водорода, *эта энергия отбирается веществом от фона в результате всеобщего процесса, названного в настоящей работе "отбор фоновой энергии" (ОФЭ).*

Следствия этого процесса на уровне отдельной элементарной частицы вещества (ее фундаментальное расширение) рассмотрены в главе III, §3, п. 3; на уровне атомного ядра (его деградация) - в главе III, §4, п. 4; на макроуровне - в главе IV, §3; на астро- и геофизическом уровне - в главах, соответственно V и VI.

Количественные темпы ОФЭ приведены в главе II, §§5, 8 и 9, главе IV, §3, главе VI, §1.

Таким образом, КТГ вносит коренные, качественные изменения в современную теоретическую космогонию, многие выводы которой "совпадают" с космогоническими выводами КТГ "с точностью до наоборот":

- 1) В современной космогонии (СК) вещество развивается от рыхлых состояний к плотным, в КТГ - от сверхплотных к рыхлым.
- 2) В СК "антиколлапс" (выход вещества из-под горизонта черной дыры) запрещен, в КТГ - закономерен (правда, Я.Б.Зельдович и И.Д.Новиков показали, что в рамках ОТО "антиколлапс" возможен, если предположить изначальное расширение материи под горизонтом, однако, причины такого расширения не были строго обоснованы ни на качественном, ни, тем более, на количественном уровне; в то же время, в рамках КТГ - расширение (разуплотнение) материи под горизонтом - частный случай вызванного ОФЭ всеобщего расширения тел.
- 3) В СК большое обилие в звезде (именно в звезде, а не в ее атмосфере) водорода - признак ее "молодости" (еще не прошли процессы ядерного синтеза), в КТГ большое обилие водорода - признак "старости" звезды (близок к завершению процесс деградации находящихся в ее составе атомных ядер) и т.д.

Сказанное, однако, не означает, что в новой космогонии полностью отрицаются концентрационные процессы: такие процессы действительно могут идти и в оболочках сверхновых, и в планетарных туманностях вблизи новых звезд, однако, эти процессы вторичны и не они определяют основное, соответствующее II началу термодинамики направление развития наблюдаемого вещества во Вселенной от плотных состояний к разреженным.

п. 2. Возможность нарушения II начала термодинамики в сверхплотных состояниях

Поскольку II начало термодинамики можно интерпретировать как тенденцию материи к более равномерному распределению в пространстве (этой тенденции соответствуют все процессы, рассмотренные в предыдущем п. 1), то нарушение II начала означает обратную тенденцию материи к концентрации ее в малых объемах,

где плотность и без того высока, за счет убыли плотности в тех частях пространства, где плотность и так уже низка.

Именно второй вариант имеет место в областях, занятых сверхплотными объектами (консервантами, переходными состояниями и черными дырами), рассмотренными в §1 настоящей главы: в связи с их гигантской толщиной $L = \rho r \gg k$, гораздо большей проникающей способности "k" фоновых частиц, последние захватываются этими объектами.

В результате, имеем картину, типичную для нарушения II начала: из "пустых" областей пространства, где концентрация фундаментальных частиц относительно невелика, ($n_V \sim 10^{30} \text{ см}^{-3}$) они группируются в малых объемах, занимаемых сверхплотными объектами, в которых концентрация частиц существенно больше (например, в консерванте $n_V = \rho_\phi / \mu \approx 10^{22} \text{ г / см}^3 / 10^{-27} \text{ г} = 10^{49} \text{ см}^{-3}$, см. значение 5.1.4).

Из сказанного можно сделать следующий важный вывод: рассмотренные в предыдущем пункте I процессы, в которых участвует материя, находящаяся в *наблюдаемой* стадии, в основном, подчиняются II началу термодинамики (исключение составляют упомянутые там концентрационные процессы, не играющие, однако, существенной роли в развитии наблюдаемой материи).

Что же касается материи, находящейся в сверхплотных, *ненаблюдаемых* по изложенным в §1 причинам, то она ведет себя прямо противоположным образом.

Короче: наблюдаемая материя, в основном, подчиняется II началу, а ненаблюдаемая - нет.

п. 3. Концепция циклического развития материи в галактиках. Решение проблемы асимметрии барионного заряда

Изложенные в предыдущих п.п. 1 и 2 тенденции наблюдаемой материи (от нейтронной звезды и далее - к более рыхлым объектам) к разуплотнению, а ненаблюдаемой, находящейся в сверхплотных состояниях (от консерванта до черной дыры) - к еще большей концентрации частиц, в совокупности с рассмотренными выше эжекционными выбросами из сверхплотных объектов (типа "антиколлапса" черной дыры, струйной эжекции из галактических ядер и т.п.) позволяют построить совершенно новую, циклическую модель диалектического (эволюционно-революционного) развития материи во Вселенной.

Действительно, простота КТГ заключается в том, что в ней все материальные структуры (и вещественные и полевые) состоят из "одинаковых" элементов - струнообразных фундаментальных частиц, отличающихся друг от друга лишь формой (недеформированные - элементы (кванты) полей: виртуальная частица, гравитон, фотон, а деформированные - элементы вещества: нейтрино, электрон, нуклон, см. рис. 5, глава II, §2, п. 1 г).

Поэтому, для того, чтобы проследить за этапами диалектического развития материи, достаточно уяснить возможные пути преобразований любой отдельно взятой фундаментальной частицы, находящейся в произвольном начальном состоянии.

Итак, начнем следить за *фиксированной* фундаментальной частицей (ϕ_0 - частицей), находящейся в произвольном стабильном состоянии (виртуальная частица, гравитон, фотон, нейтрино, электрон или нуклон) в момент, предшествующий ее попаданию внутрь консерванта-объекта, плотностью порядка 10^{22} г/см³, состоящего из недеформированных, плотно прижатых друг к другу давлением внешнего фона, параллельно расположенных фундаментальных струн (заметим, что консервант, по-видимому, всегда находится в составе ядра галактики).

Консервант непроницаем даже для виртуальной частицы, не говоря уже об остальных. Поэтому ϕ_0 - частица, в каком бы состоянии она ни подходила к консерванту, будучи им захвачена, а, возможно, и до этого, с необходимостью превращается в конце концов в еще одну недеформированную струну в его составе.

Если ϕ_0 - частица - частица вещества (т.е. деформированная фундаментальная струна), то ее превращение в частицу недеформированную есть не что иное, как известный современной науке процесс *аннигиляции* этой частицы, для которого необходимо, чтобы она провзаимодействовала с соответствующей *античастицей*.

Значит, под горизонтом, находясь в сверхплотном состоянии, материя содержит не только вещество, но и антивещество, которого там может находиться даже гораздо больше, чем вещества.

В последнем случае может быть красиво решена проблема асимметрии барионного заряда во Вселенной (заключающаяся, как известно, в необъясненном до сих пор резком преобладании количества наблюдаемого вещества над количеством антивещества), [27].

Решение проблемы следующее: *в любой галактике вещество и антивещество содержатся в одинаковых коли-*

чествах, но по разные стороны от горизонта находящейся в ее центре черной дыры.

Причем, вещество находится *вне* поверхности Шварцшильда и потому наблюдаемо, а антивещество - *под* этой поверхностью и потому ненаблюдаемо.

К такому выводу приводит изложенная выше в данном п. 3 логика КТГ и известные из наблюдений условия аннигиляции частиц и античастиц, так что это решение - не простое замечание "мусора" (антивещества) под "ковер" (горизонт)!

Вернемся, однако, к нашей выделенной для мысленных наблюдений за нею ϕ_0 - частице.

Мы оставили ее в момент, когда она (проаннигилировав предварительно с местной античастицей, если до этого была частицей вещества, или нет, если она была полевой, недеформированной частицей) в виртуальном состоянии была захвачена консервантом - ядром галактического ядра.

Находясь в центральных областях ядра под огромным давлением при плотности окружающей материи, близкой к максимальной $\rho_0 \approx 10^{22}$ г/см³, ϕ_0 - частица длительное время остается в недеформированном состоянии.

Однако, постепенно она захваченными вслед за нею частицами вытесняется на периферию ядра, где плотности уже не такие большие и где она поэтому может, отбирая энергию фоновых частиц, получить поначалу, конечно, ничтожную деформацию.

Таким образом, ϕ_0 - частица медленно превращается в обычный нейтрон, отличаясь от него, однако, непривычно малой массой покоя (соответствующей его малой деформации) и очень большой энергией связи с соседними нейтронами.

Продолжая постепенно удаляться от центра ядра в область меньших плотностей и давлений, рассматриваемая частица медленно увеличивает за счет ОФЭ свою массу покоя и диаметр.

Совокупность таких частиц образует вокруг консерванта оболочку, состоящую из нейтронов, диаметр и масса которых растут от центра ядра к его периферии.

Именно эта совокупность обозначена в §1 термином "стадия материи, переходная от консерванта к черной дыре".

С этого места под термином "ядро" черной дыры, находящейся в ядре галактики, будем понимать консервант, покрытый более рыхлой нейтронной оболочкой и имеющий ось, которой параллельны все его струнообразные частицы.

Отбирая фоновую энергию, ядро создает вокруг себя мощное гравитационное поле, которое не может преодолеть ни один попавший в него фотон или другая частица - ситуация, типичная для черной дыры, между горизонтом и ядром которой за время ее существования накапливается эндогенное и транзитное излучение с весьма высокой плотностью энергии.

Именно это излучение создает те упомянутые выше и, по-видимому, направленные вдоль оси ядра сопутные потоки, которые выводят на орбиту вокруг ядра эжектированные из него массы вещества, выброшенные, в свою очередь, в результате акта разрушения оболочки ядра под напором вновь захватываемых консервантом фундаментальных струн. Такой сопутный поток узконаправленного излучения, как показано в §7, п. 3, создает своеобразный коридор, за пределы которого в течение некоторого времени в связи с квадрупольным эффектом не может выйти эжектированное из ядра вещество. Этот прямолинейный "участок разгона", находясь на котором вещество достигает скоростей, достаточных для орбитального движения, действительно наблюдается в виде пересекающего ядро бара (перемычки, состоящей из двух антипараллельных потоков) у всех галактик весьма многочисленного типа *SB* (пересеченные галактики, рис. 41).

Если же трансверсальная скорость, приобретенная эжектированным веществом на "участке разгона" не достаточна для его удержания на орбите, то вещество, падая обратно к центру, попадает в те же области пространства, где вращается бар. Картина "смазывается", и внешний наблюдатель вместо структуры, типичной для галактик *SB*, видит "бесструктурную" эллиптическую галактику типа *E*.

Конечно, детали изложенных процессов требуют серьезных уточнений, однако, представляется несомненным, что фундаментальная сущность этих процессов подмечена верно.

А сущность заключается в том, что поступающая в ядро галактики "полевая" материя (недеформированные фундаментальные струны) может преобразовываться там в материю "вещественную" (состоящую из деформированных струн) и наоборот.

Короче, любая частица (и полевая и вещественная), например, рассматриваемая нами ϕ_0 - частица, пройдя сквозь ядро галактики, может быть эжектирована из него в виде любой другой (или такой же) частицы, дальнейшая судьба которой зависит от ее сорта.

Недеформированные (полевые) частицы, находясь в наблюдаемой части пространства (вне черных дыр), могут преобразовываться как друг в друга, так и в некоторые из деформированных частиц. Многие из этих преобразований рассмотрены выше.

Например, постепенный переход движущейся вблизи массивного тела криволинейно виртуальной ϕ - частицы (с нулевым углом атаки) в гравитон - (g) - (ϕ - g - процесс) изложен в главе II, §6; процесс "фотонизации" ϕ - частицы (ϕ - γ - акт) и обратный ему γ - ϕ акт виртуализации фотона рассмотрены в транзитной модели испускания и поглощения кванта, изложенной в главе III, §2, п. 1; преобразование виртуальной частицы в электрон (ϕ - e - акт) - процесс, сопутствующий n - p - акту (β^- - распаду нейтрона), приведен в главе III, §3, п. 4.

Преобразование частиц вещества в излучение (аннигиляционные процессы) идут, в основном, в ядрах галактик, где, как отмечено выше, сосредоточена основная масса антивещества, необходимого для протекания этих процессов.

И, наконец, если рассматриваемая ϕ_0 - частица эжектирована из ядра галактики в виде ядерного нуклона в составе массивного вещественного объекта (звезды, черной дыры), то диалектический процесс развития этих объектов изложен в настоящей главе V и заключается в эволюционно-революционном их разуплотнении, фрагментации на все более мелкие элементы вплоть до превращения каждого из них в пылевое облако и далее - в облако водорода. Т.е. такая ϕ_0 - частица в огромном большинстве случаев кончает свое существование (в наблюдаемой части пространства) в виде ядра водорода - протона.

Ее дальнейшая судьба - попадание обратно в ядро материнской или любой другой галактики, после чего изложенный выше цикл повторяется.

Аналогичный финал существования в наблюдаемой части пространства ожидает, по-видимому, и любую другую (в том числе, полевую) частицу, эжектированную из ядра галактики.

Сказанное позволяет построить представленную на рис. 42 схему возможного циклического развития вещества, где кружками обозначены генетически связанные между собой гипотетические и наблюдаемые объекты Вселенной, а вне кружков указаны процессы, в результате которых вещество из предыдущей стадии развития вещества переходит к следующей его стадии.

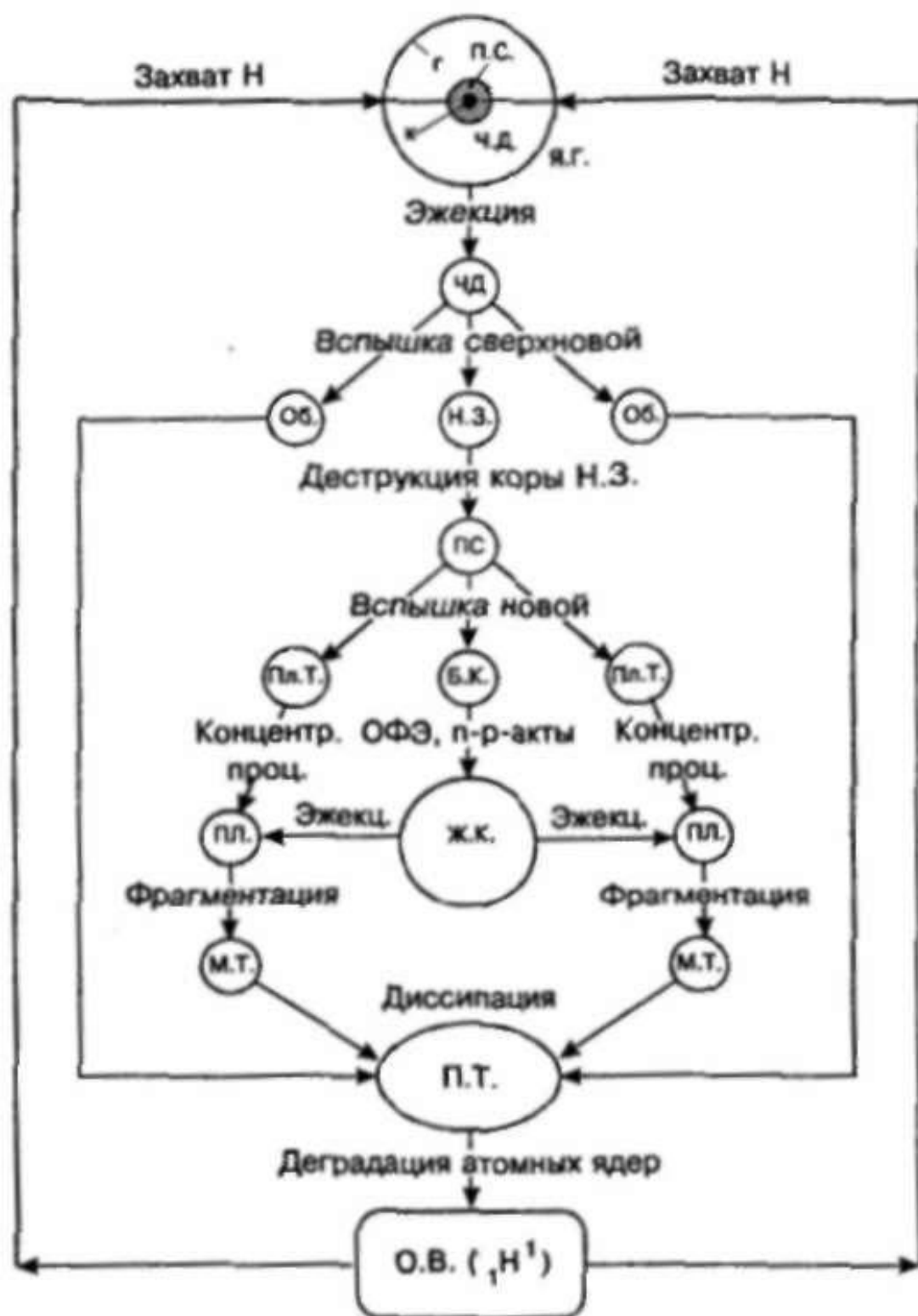


Рис. 42. Примерная схема циклического развития вещества во Вселенной.

Обозначения:

Я.Г. - ядро галактики,
 к - kern,
 П.С. - переходная стадия,
 Ч.Д. - черная дыра,
 г - ее горизонт,
 Н.З. - нейтронная звезда,
 Об. - ее оболочка,
 ПС - пульсар,

Б.К. - белый карлик,
 Пл.Т. - планетарная туманность,
 Ж.К. - желтый карлик,
 ПЛ - планеты,
 М.Т. - малые тела,
 П.Т. - пылевая туманность,
 О.В. - облако водорода.

п. 4. Новые возможные причины космологического красного смещения

Полученные А.Эйнштейном в 1916 году уравнения ОТО применимы как к локальным областям пространства, содержащего (или не содержащего) материю, так и ко всей Вселенной в целом.

Последнее обстоятельство стимулировало исследования Метагалактики как единой материальной системы, причем, сам автор ОТО рассматривал поначалу только стационарные решения этих уравнений.

Первыми, кто указал на существование нестационарных решений уравнений ОТО, были де Ситтер и А.А.Фридман.

Эти решения допускают, что Вселенная расширяется. В принципе, расширение может смениться сжатием (т.н. "замкнутая модель"), или оставаться вечным ("открытая модель") в зависимости от средней плотности ρ материи во Вселенной: если $\rho > \rho_{\text{крит}} \approx 10^{-29} \text{ г/см}^3$, то расширение сменяется сжатием с возможными в дальнейшем повторениями цикла (т.н. "модель пульсирующей Вселенной"), а при $\rho < \rho_{\text{крит}}$ расширение будет вечным, хотя и замедленным.

Сама постановка проблемы о характере развития всей Вселенной (или наблюдаемой ее части - Метагалактики) во времени и в пространстве была стимулирована замечательным открытием Слайфера, который еще в 1914 году обнаружил значительные сдвиги частот в спектрах далеких галактик.

Эти смещения линий в спектрах были интерпретированы как следствия эффекта Доплера: смещение линий к фиолетовой части спектра свидетельствует о сближении источника и наблюдателя, а к красной - об их взаимном удалении (вывод формулы Доплера в рамках КТГ см. в главе III, §2, п. 2).

Поэтому, когда было доказано, что *все* далекие галактики имеют "красное" смещение, то это было воспринято как экспериментальное подтверждение теории расширяющейся Вселенной.

Экстраполяция этого расширения по времени в прошлое привела к гипотезе "Большого Взрыва" (Д.Гамов), согласно которой, примерно $15 \cdot 10^9$ лет назад все наблюдаемые объекты Вселенной находились в одной т.н. "сингулярной" точке пространства, плотность материи в которой была равна, следовательно, бесконечности.

Произошел взрыв, с момента которого вся наблюдаемая материя начала свою экспансию в пространство, окружающее сингулярную точку.

Продолжающийся и поныне разлет осколков взрыва, согласно этой гипотезе, современная астрономия фиксирует в виде разбегающихся галактик.

Причины взрыва не обсуждаются, что, в принципе, допустимо, согласно теореме Геделя о неполноте всякой непротиворечивой системы постулатов.

Начальная стадия Большого Взрыва сопровождалась мощным излучением, температура T которого по мере расширения занимаемого материей объема уменьшалась и в настоящее время, по расчетам самого Гамова, должна составлять около $T \approx 6K$.

Открытие в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном (США) микроволнового фонового (т.н. "реликтового") излучения как будто подтверждает изложенную выше "модель горячей Вселенной" (правда, оказалось, что $T \approx 2,7K$, но это уже - детали...).

Такова, вкратце, точка зрения современной астрофизики на эволюцию Вселенной вообще и на причины наблюдаемого космологического красного смещения далеких галактик, в частности.

Эта концепция, на первый взгляд, представляется внутренне непротиворечивой и не противоречащей наблюдениям, хотя это и не совсем так (см. рассуждение о реликтовом излучении в подпункте *в*)).

Поэтому, допуская, в принципе, доплеровское объяснение наблюдаемого космологического красного смещения и вытекающую из этого гипотезу Большого Взрыва (с начальной плотностью, однако $\rho \leq \rho_0 \approx 10^{22} \text{ г/см}^3$), КТГ позволяет привести новые возможные альтернативные причины этого смещения (подпункт *а*)) и реабилитировать аналогичные причины, выдвигавшиеся ранее (подпункт *б*)).

а) Рост массы-энергии покоя элементарных частиц в результате ОФЭ на фундаментальном уровне

В главе III, §3, п. 3 показано, что, отбирая фоновую энергию, элементарная частица вещества чрезвычайно медленно увеличивает амплитуду своей деформации, а вместе с ней и пропорциональную квадрату этой амплитуды энергию, обозначаемую современной физикой термином "энергия покоя" элементарной частицы.

Значит, энергия (масса) покоя элементарной частицы не является неизменной во времени мировой константой: в связи с ОФЭ она растет.

Причем, легкий электрон, начиная с момента своего "рождения", увеличивает, по-видимому, свою энергию очень быстро, почти мгновенно достигая ее равновесного значения, тогда как тяжелый нуклон, (тем более - находящийся в составе массивного атомного ядра) выходит на асимптотическое по времени значение своей энергии гораздо медленнее.

Не исключено, что аналогичным образом изменяются и электрические заряды частиц.

С другой стороны, ясно, что чем больше масса (энергия) покоя взаимодействующих частиц, тем больше (при прочих равных условиях) выделяется энергии при переходе системы от одного стационарного энергетического уровня к другому.

В частности, энергия кванта, испущенного в космологическом масштабе времени *давно* (а именно такие кванты приходят к нам из далеких галактик), может быть *изначально меньше* энергии кванта, излученного в аналогичном процессе *сейчас*, потому что тогда сама излучающая система (атом вещества) имела меньшую энергию покоя.

Чем дальше от нас находится галактика, тем раньше излучен исследуемый квант, тем меньшую энергию успел накопить к моменту испускания породивший его атом, а, следовательно, и энергия самого кванта будет меньше.

Таким образом, смещение спектральных линий в сторону низкоэнергетичного (красного) участка видимого спектра будет пропорционально расстоянию до галактики (так же, как в законе Хаббла - де Ситтера:

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{H}{c} R, \quad (5.8.1)$$

где $\Delta\lambda$ - красное смещение электромагнитного кванта с длиной волны λ , испущенного галактикой, находящейся на расстоянии R от наблюдателя, v - скорость удаления галактики, H - постоянная Хаббла).

б) "Старение" квантов в результате их контактов с фоновыми частицами. Снятие возражений Эйнштейна. Альтернативные источники реликтового излучения

Гипотеза о "старении" квантов как о возможной причине космологического красного смещения обсуждается в научной литературе давно.

Сущность этой гипотезы заключается в следующем: если между источником света и его приемником имеется полупрозрачная (т.н. "мутная") среда, то, взаимодействуя с ее частицами, квант передаст им часть своей энергии, т.е. "покраснеет".

При этом ясно, что чем больший путь пройдет квант в такой среде, тем больше будет его красное смещение, в точном соответствии с законом Хаббла - де Ситтера (1).

Возражения Эйнштейна и других авторов против такого объяснения возможной причины наблюдаемого космологического красного смещения сводились к тому, что одновременно с *поглощением* средой энергии кванта должно происходить *рассеяние* кванта на частицах этой среды.

Но всякое рассеяние кванта означает изменение направления его распространения, что на практике приводило бы к "размыванию" изображений удаленных "точечных" источников света, в результате чего они наблюдались бы *наподобие лампочки в тумане* в виде "пятнышек с размытыми краями".

А поскольку подобные эффекты вплоть до весьма значительных расстояний не наблюдаются, то отсюда делается, на первый взгляд, весьма логичный вывод об отсутствии в космосе повсеместно распространенной поглощающей среды (речь здесь не идет об известных пылевых туманностях, облаках водорода и других диффузных объектах космоса).

Читатель уже догадался, что последний вывод противоречит основному постулату КТГ - постулату Декарта-Лесажа о существовании космического фона частиц, ответственных за феномен гравитации.

Таким образом, мы приходим к альтернативе: или отбросить постулат Декарта-Лесажа (а, следовательно, и всю КТГ), как гипотезу, приводящую к противоречию с наблюдениями, или попытаться понять - почему фон виртуальных частиц (они же - *продольные фотоны, φ -частицы* и т.п.) - этот новый, динамический эфир - отбирая энергию транзитных фотонов, практически их не рассеивает?

Итак, почему фотоны почти не рассеиваются на виртуальных частицах космического фона, хотя заметно рассеиваются в других "мутных" средах?

Ответ лежит на поверхности: образно говоря, "мухи на слонах рассеиваются сильно, слоны на мухах практически не рассеиваются..."

При прохождении сквозь обычную "мутную" среду квант - "муха" взаимодействует с частицами этой среды (молекулами, пылинками, песчинками и т.п.) - "слонами", испытывая при взаимодействии с этими тяжелыми частицами серьезное рассеяние. Отсюда - наблюдаемый ореол вокруг источника, размытость его изображения на сетчатке глаза или фотопластинке.

При прохождении же сквозь фон виртуальных частиц с нулевой наблюдаемой энергией (т.е. сквозь рой "мух") энергичный квант ("слон") рассеиваться (т.е. изменять направление своего движения) практически не будет (при изотропных воздействиях на него ϕ - частиц в направлениях, перпендикулярных вектору его скорости; не то - в гравитационных полях, где воздействие в указанных направлениях анизотропно, в результате чего, траектория фотона искривляется, см. главу II, §6, п. 2 и главу IV, §1, п. 2).

Таким образом, несмотря на частые контакты кванта γ с ϕ - частицами (γ - ϕ - контакты имеют частоту, равную частоте кванта, см. главу III, §2, п. 5), вне гравитационных и антигравитационных полей он испытывает со стороны фона изотропное "поперечное" воздействие и потому движется, в среднем, прямолинейно, без рассеяния.

Это обстоятельство не мешает, однако, предположению, что квант при контактах с ϕ - частицами отдает им часть своей энергии, т.е. "краснеет" (и "слон", пробиваясь сквозь рой "мух", теряет на преодоление возникающего при этом сопротивления часть своей энергии, практически не "рассеиваясь" при этом).

Однако, отсутствие рассеяния кванта при его взаимодействии с фоном будет иметь место только до тех пор, пока его энергия остается много больше энергии ϕ - частиц. Не следует при этом забывать, что, отдавая свою энергию фоновым частицам, квант сам постепенно виртуализируется, его энергия уменьшается (квант "краснеет"). Такой пришедший издалека и по пути растерявший почти всю свою энергию квант - уже не "слон" по сравнению с окружающими его фоновыми частицами - "мухами", а что-то вроде "шмеля", лишь не намного более энергичного, чем "муха".

Ясно, что по мере выравнивания энергии фотона с энергией окружающих его ϕ - частиц увеличивается вероятность его рассеяния на этих частицах с теми последствиями, которые указывались в возражениях Эйнштейна: размыванием изображений точечных источников.

Из сказанного можно сделать следующие выводы, весьма существенные для построения новой космогонии:

1. Квант "старее" ("краснее") в результате диссипации его энергии на окружающих фоновых частицах.
2. Этот процесс не сопровождается рассеянием кванта (т.е. изменением направления его движения) до тех пор, пока его энергия много больше энергии φ -частиц.
3. По мере диссипации энергии кванта он виртуализируется.
4. При этом вероятность его рассеяния при контактах с фоновыми частицами растет.
5. Радиус Метагалактики (наблюдаемой части Вселенной) - это путь, который должен пройти взаимодействующий с фоном фотон, чтобы почти полностью виртуализироваться в результате диссипации его энергии на φ -частицах.
6. Вне сферы этого радиуса находятся объекты, на пути от которых до наблюдателя фотоны успевают виртуализироваться настолько, что их рассеяние на фоновых частицах делает (см. п.п. 3 и 4) невозможным получение четких изображений точечных источников.
7. Размытые "изображения" внеметагалактических источников в виде перекрывающихся друг друга пятен на небесной сфере не позволяют идентифицировать эти источники (тем более, что носителями соответствующей информации являются почти виртуальные, труднорегистрируемые частицы).
8. Изотропные потоки этих частиц все же зарегистрированы в 1965 г. в виде микроволнового фонового (реликтового) излучения, которое поэтому, возможно, и не является свидетельством в пользу Большого Взрыва, (см. подпункт в)). По видимому, источниками изотропного реликтового излучения являются внеметагалактические объекты, не очень, однако, далекие от горизонта Метагалактики.
9. Фон виртуальных частиц, постулированный в КТГ для объяснения феномена тяготения, также, в основном, имеет, очевидно, внеметагалактическое происхождение, хотя некоторая доля этих частиц эжектирована в пространство и метагалактическими нестационарными объектами (сверхновыми, активными ядрами галактик и т.п.). Кроме того, согласно транзитной модели поглощения кванта (см. главу III, §2, п. 1), такой квант, отдав свою энергию поглотившему его объекту, уходит из последнего в виртуальном состоянии. Совокупность таких "просеянных" сквозь вещественные объекты бывших фотонов также вносит свой вклад в общий фон виртуальных частиц.

в) Вселенная либо существенно старше $15 \cdot 10^9$ лет, либо вообще является вечной, хотя и изменяющейся

Рассмотрим, оставаясь в рамках гипотезы расширяющейся Метагалактики, наблюдателя H и удаляющийся от него со скоростью v в результате этого расширения источник, положение которого в момент отправления сигнала I , а в момент t' приема сигнала наблюдателем - I'

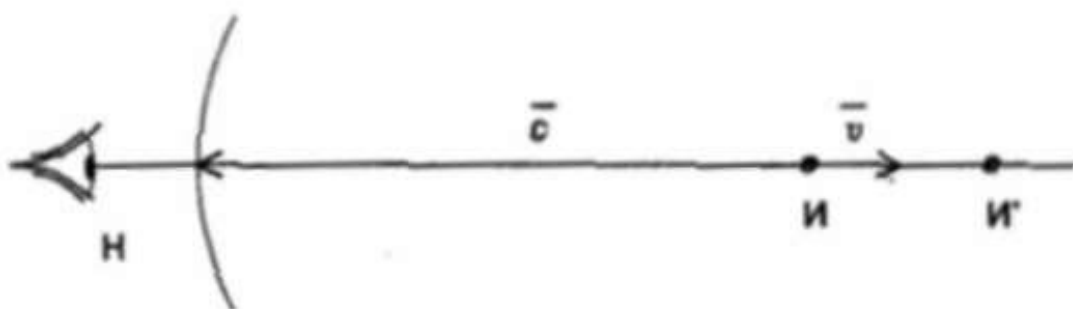


Рис. 43. К определению истинного расстояния до источника.

По закону (1) Хаббла - де Ситтера определяется расстояние $R = |HI|$ в момент t_0 отправления сигнала, ибо именно этому моменту соответствует величина красного смещения $\Delta\lambda$.

Расстояние же $R' = |HI'|$ в момент t' больше расстояния R на величину пути $|II'|$, пройденного за время $\Delta t = t' - t_0$ источником:

$$R' = R + |II'| = R \left(1 + \frac{v}{c} \right), \quad (5.8.2)$$

$$\text{т.к. } \frac{|II'|}{v} = \frac{R}{c} = \Delta t. \quad (5.8.3)$$

При $v \ll c$ имеем $R' \approx R$, однако, на горизонте метагалактики, в рамках рассматриваемой гипотезы, $v \lesssim c$, поэтому, если R - наблюдаемый, а R' - истинный современный радиус Метагалактики, то из формулы (2) имеем:

$$R' \approx 2R, \quad (5.8.4)$$

т.е. истинный современный ее радиус почти в 2 раза больше наблюдаемого (пока сигнал шел от границы Метагалактики к наблюдателю, сама граница успела удалиться от него примерно на такое же расстояние).

Но если это так, то при постоянной скорости с расширения Метагалактики (см. рис. 44, прямая линия) ее современный возраст:

$$T' = \frac{R'}{c} = 2 \frac{R}{c} = 2T = 2 \cdot 15 \cdot 10^9 \text{ лет} = 3 \cdot 10^{10} \text{ лет}, \quad (5.8.5)$$

т.е. примерно вдвое больше принятого $T = 15 \cdot 10^9$ лет, [34].

Правда, обычно считают, что продукты взрыва разлетаются от его центра замедленно (в связи с тяготением осколков к общему центру масс), см. рис. 44, непрерывная кривая линия, и в этом случае возраст Метагалактики оказывается несколько меньше расчетного T , однако, наблюдения за движением продуктов взрыва в Крабовидной туманности и в некоторых скоплениях галактик свидетельствуют, что во время взрыва включаются мощные антигравитационные механизмы (глава III, §1, п. 3 и глава IV, §1, п. 4), и движение продуктов взрыва от его центра - ускоренное, а, следовательно, возраст Метагалактики больше значения (5), см. рис. 44, пунктирная линия.

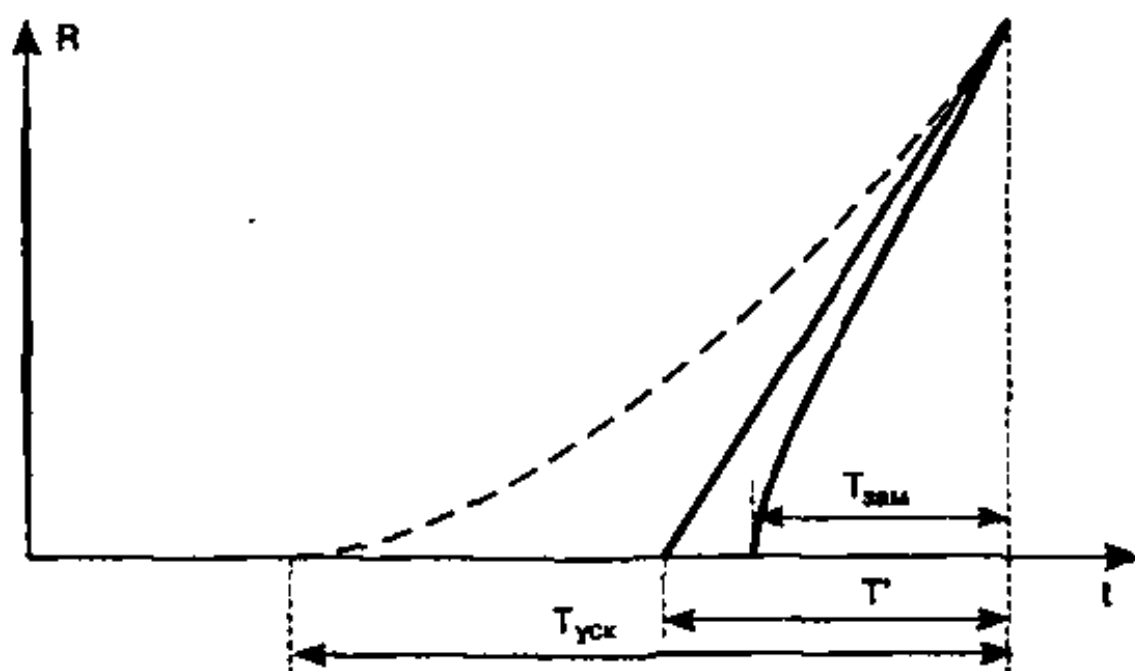


Рис. 44. К определению возраста расширяющейся Метагалактики.

Таким образом, в модели ускоренно расширяющейся Метагалактики ее возраст от гипотетического момента Большого Взрыва можно оценить как

$$T \geq 30 \cdot 10^9 \text{ лет}. \quad (5.8.6)$$

Однако, здесь учтен только входящий в закон Хаббла доплер-эффект как единственная причина наблюдаемого красного смещения и не учтен возможный вклад в это смещение рассмотренного в предыдущем подпункте б) "старения" квантов при их взаимодействии с фоном или изложенного в подпункте а) роста массы-энергии элементарных частиц.

Учет этих факторов может лишь увеличить возраст T Метагалактики с момента Большого Взрыва вплоть до значения

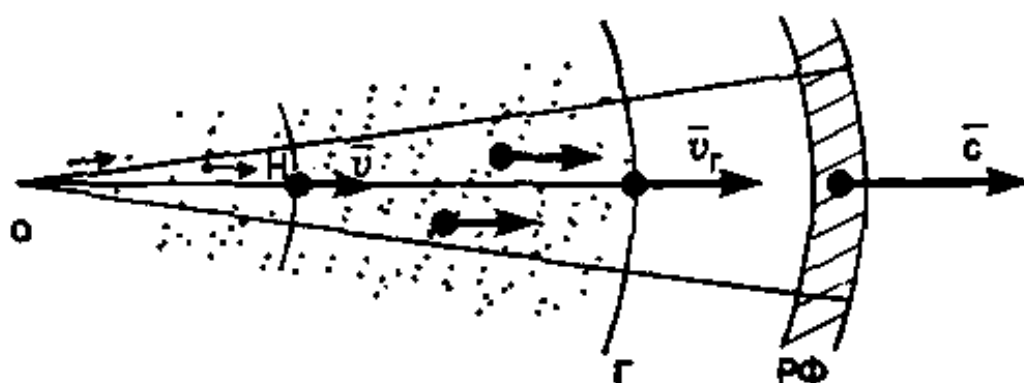
$$T = \infty, \quad (5.8.7)$$

соответствующего стационарной Метагалактике постоянного радиуса. Этот вариант соответствует случаю, когда космологическое красное смещение целиком идет за счет "старения" квантов или роста массы, а вклад расширения в этот процесс нулевой. Тогда отпадают и гипотеза Большого Взрыва, и модель "горячей Вселенной" вообще.

Распространено мнение, будто экспериментальным подтверждением этой модели является обнаруженное в 1965 году реликтовое излучение.

Покажем, что это не так.

Посмотрим на современную Метагалактику "со стороны" (из "олимпийской" координатной системы), рис. 45:



Обозначения:

- О - центр Большого Взрыва,
- Н - наблюдатель,
- \vec{v} - скорость его удаления от центра,
- Г - горизонт, вне которого метагалактическое вещество отсутствует,
- РФ - реликтовые фотоны.

Рис. 45. Модель расширяющейся Метагалактики.

Абстрактно говоря, существуют две возможности:

- 1) Центр O продолжает излучать и в настоящее время, но тогда это излучение было бы резко анизотропным, что противоречит наблюдениям (и вообще - какое же оно тогда "реликтовое"?)
- 2) Центральные области излучали лишь на начальной стадии Большого Взрыва в течение промежутка времени $t \ll T$ (модель горячей Вселенной рассматривает именно этот вариант).

Но тогда часть пространства, содержащего реликтовые фотоны, имеет форму шарового слоя толщиной $ct \ll cT = R_{\text{метаг}}$, удаляющегося от центра со скоростью $c > v$ для любого наблюдателя внутри Метагалактики, который поэтому *наблюдать их не может*, ибо он может наблюдать лишь ту материю, которая находится *под* горизонтом, а реликтовые фотоны всегда *вне* его.

Попытка спасти ситуацию, предположив, что реликтовые фотоны попадают в глаз наблюдателя, от чего-то отразившись, не проходит, ибо *им не от чего отразиться*: в занимаемой ими части пространства вещества *еще* нет!

Таким образом, если в истории Метагалактики и был Большой Взрыв (необходимость которого для объяснения всей совокупности наблюдаемых фактов я лично ставлю под сомнение), то к обнаруженному практически изотропному микроволновому фоновому излучению он не может иметь ни малейшего отношения, ибо порожденное этим взрывом *реликтовое излучение внутри Метагалактики* по изложенным причинам не наблюдается.

Но тогда единственным источником обнаруженного Пензиасом и Вильсоном почти изотропного микроволнового фонового излучения могут быть только внеметагалактические объекты, расстояние до которых столь велико, что на пути от них до наблюдателя обычные фотоны в результате "старения" (т.е. диссипации их энергии на фоновых частицах) постепенно превращаются сначала в низкоэнергичные "реликтовые" фотоны, а потом и сами становятся виртуальными фоновыми частицами, см. п. б).

Малая энергия реликтовых фотонов приводит к высокой вероятности их рассеяния на φ -частицах, что лишает наблюдателя возможности идентифицировать те далекие компактные объекты, которые были источниками этих фотонов.

Изложенное приводит к мысли о том, что и фон виртуальных частиц может иметь внеметagalактическое происхождение (наряду с подпиткой его от Метагалактических источников - сверхновых, активных ядер галактик, квазаров и других нестационарных объектов, см. п. б).

В этом случае микроволновое фоновое излучение можно рассматривать как совокупность фоновых частиц, которым соответствует большая энергия в спектре фоновых частиц и которые поэтому легче обнаружить, чем виртуальные фоновые частицы, т.е. реликтовые фотоны лежат в коротковолновой части спектра виртуальных фоновых частиц.

Ничтожно малая по сравнению с концентрацией фоновых частиц $n_{\nu} \approx 10^{30} \text{ см}^{-3}$ (см. главу II, §8) наблюдаемая концентрация реликтовых фотонов ($\sim 500 \text{ см}^{-3}$) не должна смущать: сказывается резко выраженная селекция (виртуальные частицы практически не регистрируемы детекторами).

§9. Выводы главы V

Поскольку виртуальные фоновые частицы, существование которых постулируется в КТГ, "рождаются, живут и умирают" в космосе, то наибольшее число следствий из этой теории обнаружено именно в астрофизике.

Приведем основные из этих следствий в том порядке, в котором они были изложены в главе V.

1. Наличие в природе верхней границы плотности материи $\rho \leq \rho_{\phi} \approx 8 \cdot 10^{21} \text{ г/см}^3$ (5.1.4) ограничивает снизу массу черной дыры значением $M_{\text{чд}} \geq M_{\text{чд min}} = 3 \cdot 10^{30} \text{ г}$ (5.1.5), что делает распространенные рассуждения о "мини-дырах" меньшей массы чисто умозрительными.
2. То же ограничение на плотность делает чисто умозрительными и приводимые в модели горячей Вселенной рассуждения, связанные с начальной сингулярной точкой бесконечной плотности в момент начала Большого Взрыва: вся наблюдаемая материя не могла занимать объем, меньше объема шара радиусом $\approx 5 \cdot 10^5 \text{ км}$ (5.1.7).
3. Составлено (5.1.10) и решено (5.1.12) дифференциальное уравнение роста массы черной дыры за счет отбора ею фоновой энергии.

4. Т.к. горизонт пронцаем для внешних (фоновых) частиц, то ОФЭ идет и под ним, что приводит к разуплотнению материи черной дыры, как и других (наблюдаемых) объектов.
5. Это расширение в определенный момент приводит к выходу материи из-под горизонта (что запрещено в классической ОТО). Внешний наблюдатель в этот момент видит вспышку сверхновой (§1, п. 1).
6. Черная дыра - "могила" и "колыбель" для фоновых частиц и вещества: в сопоставлении с этой концепцией современная теория коллапса выглядит малоубедительной (§1, п. 1).
7. При вспышке сверхновой (т.е. при "антиколлапсе") в окружающее пространство эжектируется большое число φ -частиц; это должно приводить к антигравитационным эффектам (глава III, §1, п. 3 и глава IV, §1, п. 4), что действительно наблюдается в виде ускоренного расширения Крабовидной туманности и некоторых скоплений галактик (§1, п. 1).
8. Из динамики роста массы черной дыры (см. выше, п. 3) сделан вывод о существовании вещества в стадии, еще более плотной, чем ядро атома, названной "консервантом", состоящей из плотно упакованных недеформированных фундаментальных струн и имеющей плотность $\rho \approx \rho_\varphi = 8 \cdot 10^{21} \text{ г/см}^3$ (§1, п. 1).
9. Вычислено давление фона на материю черной дыры (5.1.23).
10. Дано качественное объяснение радиоизлучения пульсаров (§1, п. 2).
11. Показано, что всеобщий процесс расширения (разуплотнения) астрофизических тел, вызванный отбором ими фоновой энергии, может быть как свободным (если тело не имеет коры), так и не свободным (в противном случае), (§2, п. 1).
12. Энергия, накапливаемая под корой при несвободном расширении нейтронной звезды, приводит к деструкции этой коры с образованием в ней одной или нескольких глобальных трещин, (§2, п. 1).
13. Анизотропное излучение сквозь эти трещины в коре быстро вращающейся звезды внешний наблюдатель воспринимает как пульсар (§2, п. 2).

14. **Предсказание теории:** в центре оболочки сверхновой, у которой пульсар *пока* не обнаружен, он может *внезапно* работать в момент деструкции (п. 12) его коры (§2, п. 2).
15. Наблюдаемое замедление вращения пульсара - следствие 1) передачи части его момента транзитным проникающим фоновым частицам (квадрупольный эффект, §§6 и 7) и 2) его расширения (§2, п. 3).
16. Выяснены причины наблюдаемых сбоев в процессе медленного эволюционного роста периода вращения пульсара: в момент "планации" (обрушения) сводового поднятия на его поверхности этот период скачком уменьшается, а при дальнейшем раскрытии трещин в коре под напором расширяющихся недр - так же скачкообразно увеличивается (§2, п. 4).
17. Наблюдаемое затухание пульсаций - следствие постепенного зарастания трещины в коре пульсара новой, молодой корой, (§2, п. 5).
18. Сопоставление теории пульсаров в рамках КТГ с их современной теорией (§2, п. 6) приводит к выводам не в пользу последней.
19. Несвободное, вызванное ОФЭ расширение потухшего пульсара - причина вспышек новых, повторных новых и вспышечных звезд (§3).
20. Получена теоретическая зависимость (5.3.4) между энергией E , излучаемой при повторных вспышках, и промежутком времени t между двумя последовательными вспышками.
21. Показана адекватность наблюдениям предсказаний, полученных по формуле (5.3.4).
22. Показано, что вспыхивающие звезды излучают не всю энергию, отобранную ими от фона, накапливая, следовательно, ее для последующих более мощных вспышек.
Отсюда - **предсказание теории:** вспыхивающая звезда - потенциальная повторная новая (§3).
23. **Предсказание теории:** излучение любой равновесной звезды определяется темпами β - распада содержащихся в ней нейтронов (§4) (при каждом акте такого распада выделяется 0,7825 МэВ).
24. Получена формула (5.4.9) теоретической светимости равновесной (т.е. излучающей столько же энергии, сколько

- поглощает) звезды. Применение этой формулы к Солнцу *подтверждает предсказание (23) с точностью 4% (§4).*
25. Необратимые акты β^- - распада нейтронов в составе звезды приводят: а) к экспоненциальному уменьшению их обилия в ней (от ≈ 1 у нейтронной звезды до $\approx 0,15$ во внешних слоях современного Солнца), б) к деградации атомных ядер в ее составе (глава III, §4, п. 4), в) к вызванному этой деградацией разуплотнению звезды (от $\approx 10^{14}$ г/см³ у нейтронной звезды до $\approx 10^6$ г/см³ у белого карлика и далее до 1,4 г/см³ у Солнца).
 26. Известная эмпирическая зависимость масса-светимость выведена в рамках КТТ теоретически (§5).
 27. Введено понятие "сопротивление звезды эндогенному излучению". Сформулирован закон светимости, адекватный наблюдаемому (§5).
 28. Указано три независимых метода определения удельных темпов \tilde{E} ОФЭ, приводящих к близким значениям \tilde{E} (5.5.6).
 29. Кроме известных и принятых современной наукой концентрационных гипотез образования планетных систем (типа Канта-Лапласа, Шмидта и т.п.) приведены и энергетически обоснованы еще две не противоречащие наблюдениям гипотезы: фрагментационная и эжекционная (§6).
 30. В рамках эжекционной гипотезы непринужденно объясняются такие известные явления, как пятна на Солнце, протуберанцы и 11-летние циклы солнечной активности (§6).
 31. Эжекционная гипотеза совместно с квадрупольным эффектом позволила на качественном уровне объяснить известную "странность" распределения момента импульса в солнечной системе: при массе, более чем в 700 раз превышающей массу планетной системы, Солнце имеет момент, составляющий примерно 1/200 долю их общего момента (§6).
 32. На качественном уровне выяснена причина возникновения вблизи вращающейся гравитирующей массы квадрупольного эффекта (§§6 и 7).
 33. Разработан "механизм пращи" вывода на орбиту эжектированного вещества, основанный на квадрупольном эффекте внутри узконаправленного сопутного потока эндогенного излучения из центрального тела (§§6 и 7).

34. Несвободное расширение (п. 12) планеты приводит к деформации ее коры. Этот катаклизм планетарного масштаба может в зависимости от накопленной энергии сопровождаться:
- I расширением старой и/или образованием новой трещины в коре с возможным частичным или полным (как на Венере) испарением океанов,
 - II выбросом (эжекцией) одного (как, например, Луна) или нескольких спутников.
 - III полным саморазрушением планеты (Фазтон) (§6).
35. Приведена критика современных воззрений на причины необычных климатических условий на Венере (парниковый эффект и т.п.), даны новые объяснения многих из них.
36. *Сделаны предсказания:*
- а) В связи с наличием в коре Венеры глобально протяженной трещины, ее эндогенное излучение должно быть анизотропным (для внешнего наблюдателя картина "смазывается" плотной, быстровращающейся атмосферой).
 - б) Получившая в связи с "нерадиальной эжекцией" водяного пара медленное обратное вращение венерианская литосфера, постепенно вовлекаемая вязким трением в прямое вращение движущимся в эту сторону жидким ядром, сначала остановится, а потом ускоренно начнет вращаться в прямом направлении.
 - в) Возможно изменение вида Венеры в нижнем соединении по сравнению с тем, которое наблюдал М.В.Ломоносов.
37. Объяснено происхождение параллельных борозд на поверхности Фобоса (§6).
38. Энергетически обоснован взрыв Фазтона и указан генезис малых тел солнечной системы (астероидов, каменных и железных метеоритов, комет) (§6).
39. Указаны возможные причины возникновения барстеров и γ -всплесков (§7).
40. На качественном уровне рассмотрена возможность представления цефеиды как автоколебательного процесса с фоновой энергетической "подпиткой" (§7).
41. Показана принципиальная возможность захвата виртуальной ϕ -частицы сверхплотным консервантом (п. 8), имеющим

достаточную для этого толщину - "рождение вещества из фона", или ϕ - n - акт (§7).

42. Показано, что любая стационарная галактика может быть следствием "равновесной эжекции" вещества из ее ядра, т.е. такой эжекции, при которой число фундаментальных частиц в ядре галактики не меняется, ибо убыль этого числа за счет эжекции компенсируется захватом ϕ - частиц (п. 41) находящимся внутри ядра консервантом. (§7).
43. Предположение о том, что из ядер спиральных галактик (а особенно, пересеченных галактик типа *SB*) происходит струйная эжекция из вращающегося источника (т.е. эжекция вещества в сопутной, поворачивающейся струе эндогенного излучения, см. "механизм пращи", п. 33), приводит к многочисленным действительно наблюдаемым следствиям:
 - а) к расположению в пространстве истекающего вещества в виде спиралей;
 - б) к движению этих спиралей выпуклостью вперед (т.н. "запаздывающие спирали");
 - в) к наличию прямолинейного "участка разгона" вещества, наблюдаемого в виде бара-перемычки, пересекающей ядро галактики,
 - г) непринужденно описывается ситуация, приводящая к возникновению "бесструктурных" галактик типов *E* и *SO*, а также балджа галактик спиральных (§7).
44. Гипотеза струйной эжекции из вращающегося источника приводит к теоретическому распределению дифференциальных скоростей галактик, вполне адекватному наблюдаемому (§7, рис. 39 и 40).
45. Эта гипотеза, возможно, снимает проблему скрытой массы (§7).
46. КТГ вносит коренные, качественные изменения в современную космогоню:
 - а) она дает энергетическое обоснование гениальной концепции В.А.Амбарцумяна о развитии вещества во Вселенной от плотных состояний к разреженным;
 - б) она делает допустимым (и даже необходимым) "анти-коллапс" - выход материи из-под горизонта, превращая черную дыру из "могилы" в "колыбель" вещества;

- в) она утверждает, что большое обилие в звезде водорода - признак не молодости, а старости этой звезды и т.д., (§8).
47. Из новой, базирующейся на КТГ космогонии следует, что материя, находящаяся на наблюдаемых стадиях своего развития (от нейтронной звезды до диффузных облаков атомарного водорода), подчиняется, а на сверхплотных, ненаблюдаемых стадиях (от консерванта до черной дыры) - не подчиняется II началу термодинамики (§8).
48. В рамках новой космогонии становится возможной концепция циклического развития вещества во Вселенной (§8).
49. Приведена схема (рис. 42) циклического развития вещества во Вселенной.
50. Получено следующее решение проблемы асимметрии барионного заряда в Метагалактике: количество вещества и антивещества в природе одинаково, но антивещество находится в сверхплотных состояниях под горизонтами многочисленных черных дыр, а вещество - в остальном (наблюдаемом) пространстве (§8).
51. Рассмотрены причины космологического красного смещения, альтернативные доплеровской:
- а) увеличение массы покоя элементарных частиц в связи с ОФЭ и
 - б) "старение" квантов, (§8).
52. Сняты известные возражения против "старения" квантов (§8).
53. Показано, что средой, частицам которой "стареющий" квант отдает свою энергию, является постулированный в КТГ фон виртуальных частиц (§8).
54. "Старей", квант сам постепенно виртуализируется, причем, степень его виртуализации находится в прямой зависимости от пройденного им пути (§8).
55. Показано, что "энергичный" квант, "старей", т.е. отдавая свою энергию ϕ - частицам, не рассеивается на них, пока его энергия остается много большей по сравнению с энергией этих частиц. По мере виртуализации, фотон, взаимодействуя с фоновыми частицами, испытывает все большее рассеяние (§8).
56. От далеких (за горизонтом Метагалактики) объектов фотон приходит а) почти полностью виртуализированным (п. 54) и б) многократно рассеянным на ϕ - частицах (п. 55),

последнее означает, что если бы мы даже умели регистрировать такие почти полностью виртуализированные фотоны, то вместо точечных изображений источников мы получали бы аморфные пятна с размытыми краями (§8).

57. Вывод: Метагалактика - часть Вселенной, все объекты которой "не слишком далеки" от наблюдателя, т.е. на пути следования от которых свет не успевает серьезно виртуализироваться (§8).
58. Вывод: источниками введенных постулатами КТГ фоновых частиц являются, в основном, внеметагалактические объекты, хотя определенный вклад в фон виртуальных частиц могут вносить и многочисленные нестационарные объекты Метагалактики, а также фотоны, виртуализированные при взаимодействии с веществом (см. транзитную модель поглощения кванта, глава III, §2, п. 1), (§8).
59. Реликтовые фотоны - кванты еще не полностью виртуализированные, но уже серьезно рассеянные (п. 56) и потому не позволяющие идентифицировать их точечные источники, расположенные поэтому за пределами Метагалактики, но не очень далеко от ее горизонта (§8).
60. В "модели горячей Вселенной" реликтовые фотоны, излученные в начале "Большого взрыва", внутри Метагалактики ненаблюдаемы (§8, рис. 45).
61. Учет альтернативных причин космологического красного смещения (п. 51) увеличивает возраст T Метагалактики вплоть до значения $T = \infty$. В последнем случае Метагалактика стационарна, красное смещение полностью объясняется "старением" квантов, вклад доплеровского эффекта нулевой, отпадает необходимость в Большом Взрыве и вообще в модели горячей Вселенной.

Не все приведенные выводы являются одинаково существенными, поэтому выделим те из них, которые представляются наиболее важными.

Это выводы с номерами: 46; 48; 61; 52-60; 50; 29.

Многие выводы имеют количественный характер. Это выводы с номерами 1; 2; 3; 8; 9; 20; 21; 22; 24; 26; 27; 28; 41.

Некоторые из приведенных выводов носят предсказательный характер. Это выводы с номерами 14, 22, 23, 36а, 36б, 36в, причем, теоретическое количественное предсказание $\mathcal{N} \approx 23$ совпало с соответствующим наблюдаемым значением с точностью $\approx 4\%$.

Глава VI. Следствия КТГ в геофизике

Если астрофизические следствия КТГ по указанным причинам наиболее *многочисленны*, то в геофизике эти следствия наиболее *значимы*.

Действительно, Земля - рядовая планета, рядовое астрофизическое тело, подчиняющееся всем законам и тенденциям развития вещества, изложенным в предыдущих главах.

Ее главное отличие от других объектов космоса заключается в том, что это *наша* планета, от судьбы которой почти целиком зависит *наша* судьба - судьба всей земной цивилизации.

Если наблюдаемые сегодня последствия глобальных катаклизмов, произошедших на Венере (глава V, §6, п. 2 б) или Фазтоне (глава V, §6, п. 2 г), могут вызвать у любознательного человека лишь чисто научный интерес, то реальная возможность (и даже необходимость) того, что на определенном этапе ее развития с Землей произойдет что-то подобное (ведь она - рядовая планета), вызывает мысли, весьма далекие от чисто академических.

Отсюда - важнейший гносеологический вывод: если до сих пор стремление человечества к пониманию явлений природы имело два основных стимула (платоническая тяга к абсолютной истине и возможность использования новых знаний в меркантильных целях), то теперь, после создания КТГ, появляется еще один, причем, самый мощный стимул - *инстинкт самосохранения*.

Лозунг "зеленых": "Берегите природу", безусловно, разумен, но подспудно внедряет в сознание совершенно не соответствующую истине мысль о превосходстве человека над природой, ибо беречь может только сильный слабого.

Однако, энергия, которой научился управлять человек, ничтожна по сравнению с той энергией, которой оперирует природа (см. главу V).

Поэтому упомянутый односторонний и самонадеянный лозунг я бы заменил более взвешенным и мобилизующим призывом:

"БЕРЕГИТЕ ПРИРОДУ И БЕРЕГИТЕСЬ ЕЕ !"

Земля выгодно отличается от других космических объектов тем, что она близко, "под рукой" у исследователя, который поэтому может изучать детали протекающих в ней всеобщих процессов, незаметные стороннему наблюдателю, заменив, образно говоря, "телескоп на микроскоп".

В настоящей главе изложенные выше общие законы и тенденции развития астрофизических тел использованы для сопос-

Глава VII. Философские и мировоззренческие аспекты теории

§1. Основы единой теории материи (ЕТМ)

Как отмечено во введении, основной целью настоящей книги является построение кинетической теории гравитации (КТГ). Именно этому, а также изложению многочисленных (около 150!) следствий КТГ в микро-, макро-, астро- и геофизике посвящена большая часть монографии.

Однако, представляется, что книга выходит за эти "узкие" рамки, закладывая фундамент *единой теории материи* (ЕТМ). Покажем это.

п. 1. Материя

Действительно, согласно классическому определению, материя - объективная (т.е. не зависящая от сознания) реальность, данная нам в ощущениях. Ясно, однако, что с *последним требованием наблюдаемости материи* в свете известных в настоящее время по косвенным признакам, но непосредственно не наблюдаемых ее форм (виртуальные частицы, черные дыры и т.п.), надо быть осторожнее.

Что же остается? Остается единственное требование к материи: она должна быть *объективной реальностью*.

Какие формы материи известны современным естественным наукам, изучающим эту объективную реальность?

Отвлекаясь от частных случаев, можно указать всего две таких формы: *поле и вещество*, а, следовательно, ЕТМ должна включать в себя и теорию поля, и теорию вещества.

Более детально последнее утверждение можно иллюстрировать схемой (см. рис. 54), не претендующей, однако, на полноту.

Что же нового вносит в эту в общем-то и ранее ясную схему теория, изложенная в настоящей монографии?

1. На примере КТГ, являющейся, по существу, квантовой теорией тяготения, мы убеждаемся, что *полевые структуры так же дискретны, как и вещественные*.
2. Сходство полевых и вещественных структур усугубляется тем, что элементами и тех и других являются струнообразные частицы.

3. Различаются же эти структуры тем, что элементами (квантами) полей являются недеформированные, а, следовательно, не имеющие массы (энергии) покоя струны, а элементарные частицы вещества - те же струны, но деформированные (см. рис. 5 в главе II, §2, п. 1 г).
4. Если в Природе не существует других форм материи, кроме вещества и поля, то из п.п. 2 и 3 следует, что элементами любого материального объекта являются введенные постулатом формы (глава II, §1) струны, которые поэтому являются фундаментальными.
5. В последнем случае можно дать следующее новое определение материи: материально все то и только то, что состоит из фундаментальных струн.

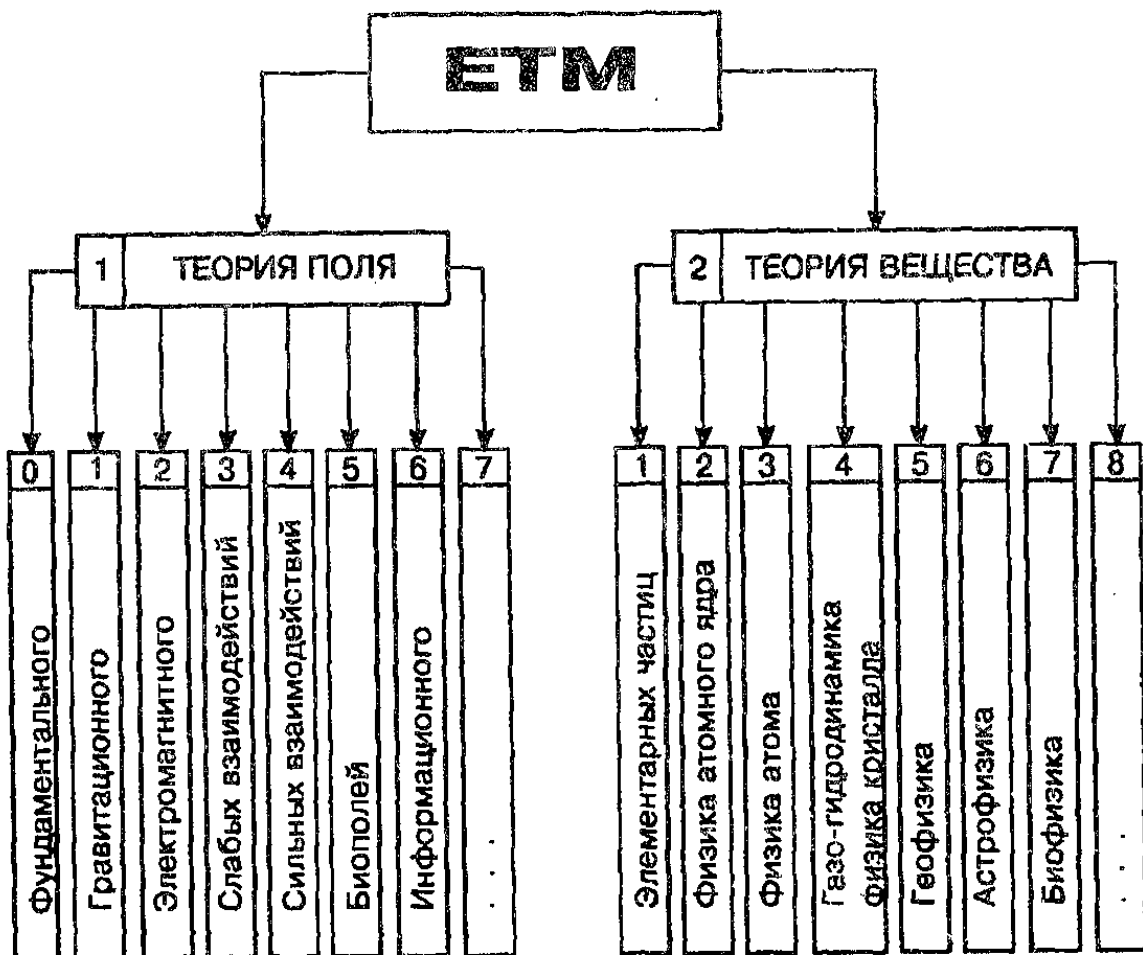


Рис. 54. Примерная схема ЕТМ.

а) Настоящая монография, в основном, посвящена исследованию *гравитационного поля*, т.е. объекта, по приведенной схеме ЕТМ имеющего код 1.1.

Это поле, как и все остальные известные (а, возможно, и неизвестные сегодня) поля является модификацией *единого фундаментального поля* (код 1.0), введенного постулатами КТГ (глава II, §1) и состоящего из фундаментальных струн, движущихся в виртуальном состоянии.

Однако, в этой монографии исследуются (хотя и не так подробно) многие другие материальные объекты Природы, причем, делается это действительно с *единых* позиций (в аксиоматике главы II, §1):

б) Квантам *электромагнитного поля* (код 1.2) посвящен целый параграф (глава III, §2, п.п. 1-6), причем, оказалось, что электромагнитный квант - это недеформированная (но прецессирующая с углом нутации, зависящим от ее наблюдаемой энергии) фундаментальная струна.

в) *Слабые взаимодействия* (код 1.3) на примере β^- - распада свободных и связанных в ядре нейтронов рассмотрены в главе III, §3, п. 4 и главе III, §4, п. 4, соответственно.

Оказалось, что β^- -распад нейтрона - это квазирассеяние фоновой частицы на нейтроне с превращением ее в ультрарелятивистский электрон, а нейтрона - в протон.

Этот подход позволил в главе V, §4 получить теоретическую светимость Солнца, с хорошей точностью совпадающую с наблюдаемой.

г) *Сильные взаимодействия* (код 1.4) нигде отдельно в книге не рассматривались, хотя представляется весьма вероятным, что основные свойства и этих взаимодействий легко могут быть аналитически выведены из кинетических соображений: близко друг к другу расположенные линейно протяженные нуклоны с параллельными осями могут фоном только "сдавливаться" (отсюда - односторонняя направленность этих взаимодействий: это силы ядерного *сжатия*), причем, ясно, что в связи с продолговатой формой частиц они будут на малом расстоянии друг от друга испытывать со стороны фона более интенсивное воздействие, чем аналогичные *точечные* частицы (поэтому взаимодействие *сильное*).

д) Биополе. Теленатия. Телекинез.

О биополях (код 1.5) также в монографии пока нигде не упоминалось. Восполним этот пробел.

Есть вещество. Есть фундаментальное вездесущее поле виртуальных фоновых частиц, взаимодействующих с этим вещественным объектом, в результате чего в обоих контрагентах происходят определенные изменения.

Изменения, вносимые любым вещественным объектом в фундаментальный фон, окружают этот объект в виде *некоей "ауры", "астрального тела", являющегося*, несмотря на эти мистические названия, заимствованные из оккультизма, *вполне материальной, правда, не вещественной*, как центральный объект, *а полевой структурой*.

Весьма распространенными примерами такой ауры являются: гравитационное поле вокруг любого вещественного объекта, электрическое поле вокруг заряженного тела, магнитное поле вокруг тела намагниченного.

При этом *характер* изменений, вносимых центральным объектом в окружающий фон, должен стать предметом отдельных исследований для *разных* астральных тел, порожденных *разными* эндогенными процессами внутри этого объекта.

Существенным является также то обстоятельство, что "просеянные" сквозь центральный объект проникающие фоновые частицы, провзаимодействовавшие с его элементарными частицами, в отличие от последних, являются частицами *транзитными*. Поэтому *информация*, полученная ими при таком взаимодействии, распространяется на этих *материальных носителях* во все стороны (как правило, со скоростью света).

Таким образом, информация об упомянутых эндогенных процессах в вещественном объекте "записывается" на транзитных фоновых частицах, наподобие того как в магнитофоне информация с магнитной головки снимается на транзитную магнитофонную ленту.

В результате вокруг каждого *вещественного* объекта возникает его *пространственное* отображение, что-то вроде голограммы, записанной на фоновых частицах, с той лишь разницей, что *эта* "голограмма" изменяется, "дышит", отражая в пространстве те процессы, которые происходят внутри объекта.

Чем сложнее эти процессы, тем сложнее такая изменяющаяся аура - "голографическое кино".

Ясно, что наиболее сложными являются процессы, происходящие в живых организмах, в биологических системах, поэтому и аура таких систем, называемая в современной науке *биопо-лем*, тоже, по-видимому, имеет наиболее сложную структуру.

И, наконец, самым сложным из сложных биологических процессов является, очевидно, процесс мышления. Информация, "считываемая" при этом транзитными ф - частицами в мозгу мыслящего "индуктора" (источника информации), уносится ими от него и может быть воспринята другим мыслящим субъектом - "перцепиентом" (приемником информации).

В этом - сущность *телепатии*.

Кстати, я сам много раз проводил эксперименты по телепатии, каждый раз получая статистически значимые положительные результаты, но это - предмет отдельного разговора.

Таким образом, вокруг каждого мыслящего субъекта образуется его *информационное поле*, источником которого он является.

Совокупность индивидуальных информационных полей образует общее информационное поле планеты, Галактики, Вселенной, которое в индийской философии носит название "Мировой разум" см. схему ЕТМ, рис. 54, код 1.6.

Имеется, однако, существенное различие между мировым разумом, например, у Шри Ауробиндо и введенным выше информационным полем Вселенной. Первый считается априорно данным, первичным, на нем предлагается как бы "паразитировать": погрузившись в "нирвану", просто получать необходимую информацию, непосредственно отбирая ее от Мирового разума, без всякой мыслительной деятельности, которая, согласно индийской философии, не помогает, а только мешает процессу познания.

Напротив, введенное выше информационное поле Вселенной - совокупное астральное тело всех мыслящих существ, которые, находясь в режиме индуктора, его "подпитывают", а в режиме перцепиента - потребляют содержащуюся в нем информацию.

Так что фразу "мне в голову пришла хорошая идея" можно иногда понимать не только в переносном, но и в буквальном смысле.

На эту тему могу привести весьма, на мой взгляд, показательный пример из своей практики, тесно связанный, кстати, с построением КТГ: где-то в 80-х годах, почти одновременно со мной к идее сильно вытянутых струнообразных частиц пришли (правда, с другими целями) англичанин М.Грин и американец Дж Шварц [18], [19]. То ли кто-то из нас индуцировал эту идею

остальным, то ли все мы получили ее из общего информационного поля, во всяком случае, тот факт, что невостребованная в течение многих десятилетий и столетий научная мысль приходит почти одновременно в голову разным людям, находящимся на разных континентах, делает предположение о *независимости* нашей мыслительной деятельности весьма маловероятным.

И такие примеры можно множить и множить...

Сразу возникает вопрос: материально информационное поле или нет?

С точки зрения классического определения материи (см. начало п. 1), - безусловно, нет, ибо оно *зависит от сознания* во всяком случае, от сознания *индуктора*, будучи им порождено.

С точки же зрения приведенного в 5-м подпункте определения материи - безусловно, да, т.к. оно состоит из фундаментальных струн.

Таким образом, лежащее в фундаменте современной материалистической философии понятие "материя" требует *существенных* уточнений и в плане ее *объективности*, понимаемой как *независимость от сознания*, и по признаку ее *наблюдаемости* (см. начало п. 1), ибо, если качается фундамент, то качается и все здание.

Кроме *телепатии* есть и другие проявления биополя, представляющиеся на первый взгляд мистическими, например, *телекинез*, т.е. приведение в движение тел без видимого контакта с ними.

Ничего, однако, мистического нет и в телекинезе: оператор "просто" умеет управлять потоками фоновых частиц, с помощью которых он и перемещает тела, не прикасаясь к ним (однако, *как* он это делает, мне неизвестно, да и ему, по-видимому, тоже).

Подводя итог этому по необходимости краткому экскурсу в сравнительно малоизученную и весьма перспективную область ЕТМ - в область биополей - можно сказать, что материальными носителями биополей (и телекинетической, и телепатической, и любой другой экстрасенсорной информации) являются те же фоновые частицы, которые введены постулатами КГГ (глава II, §1) и которые являются переносчиками рассмотренных выше видов информации, например, гравитационной и электромагнитной.

а) Элементарные частицы вещества (код 2.1)

(в рамках КТП рассмотрены в главе II, §2, п. 1 г и главе III, §3).

Оказалось, что каждая из них является *деформированной* фундаментальной струной, быстро вращающейся вокруг оси, проходящей через ее центр массы (см. рис. 5). Равновесие такой системы обеспечивается равенством деформирующих ее центробежных сил и препятствующих этому сил упругости.

Соответствующее дифференциальное уравнение, описывающее форму изогнутого тонкого стержня, имеет решение только при дискретном наборе собственных частот вращения, зависящих только от числа узлов этой струны, от которого зависит и сорт частицы: 2-м узлам соответствует нейтрино, 3-м - электрон, 4-м - нуклон, между узлами которого находятся 3 "вздутия", известные под названием 3 кварковых мешка. Проблема конфайнмента снята без глюонов. Оказалось также, что энергия покоя элементарной частицы есть сумма равных между собой кинетической энергии вращения деформированной струны и потенциальной энергии ее деформации.

Эта энергия покоя может меняться при взаимодействии рассматриваемой частицы с другими (в частности с фоновыми) частицами, что приводит к изменению ее радиуса - амплитуды деформации при постоянной частоте вращения.

Постепенно отбирая энергию от фоновых частиц, элементарная частица вещества медленно расширяется (т.н. "расширение вещества на фундаментальном уровне") за счет роста ее радиуса.

То же самое происходит при быстром движении этой частицы относительно фона: она, во-первых, разворачивается так, что ее ось вращения становится коллинеарной вектору ее линейной скорости (т.н. "флюгер-эффект") и, во-вторых, отбирая большую энергию от более энергичных встречных частиц, сама становится более энергичной, увеличивая свою энергию (массу) покоя (известная из СТО зависимость массы от скорости), при этом ее радиус увеличивается, а эффективная длина уменьшается (известное лоренцево сокращение).

Приведен количественный вывод этих и других эффектов СТО.

Сформулирован новый закон *сохранения числа элементарных частиц*, согласно которому *число элементарных частиц на выходе из любой реакции равно их числу на входе в нее*. На примере β^- - распада нейтрона показано, что

кажущиеся отклонения от этого закона устраняются, если учитывать участвующие в реакции виртуальные частицы.

б) Ядра атомов (код 2.2)

Новые элементы, вносимые кинетической теорией в физику атомного ядра, приведены в главе III, §4.

В п. 1 этого параграфа выяснена структура любого атомного ядра.

Оказалось, что простейшие из составных ядер (дейтерия и трития) имеют следующую структуру: дейтрон (ядро дейтерия) состоит из сильно деформированной быстро вращающейся струны - протона и коаксиально с ним вращающегося в ту же сторону слабо деформированного нейтрона, а тритон (ядро трития) внутри протона аналогичным образом содержит два нейтрона с противоположными спинами.

Остальные ядра за редким исключением имеют структуру штабеля, элементами которого являются уложенные тесными параллельными рядами дейтроны и тритоны с коллинеарными спинами, причем, как правило, поверхностные ряды состоят из дейтронов, а внутренние - из тритонов.

В п. 2 на основе приведенной в п. 1 штабель-модели ядра выяснены причины возникновения известной *"полосы стабильности"* изотопов и *теоретически* получены уравнения нижней и верхней границ этой полосы, практически *совпадающие с наблюдаемыми*.

В п. 3 приведена причина неаддитивности массы в атомном ядре (масса ядра меньше суммарной массы его осколков): взаимная экранировка от фона элементов ядра уменьшает частоту их контактов с фоном, которой (см. формулу 2.3.47) пропорциональна масса любого тела.

Там же приведена вытекающая из штабель-модели ядра приближенная формула расчета его массы с учетом энергии связи всех его элементов.

И, наконец, в п. 4 показано, что медленный, эволюционный отбор ядром фоновой энергии приводит к постепенному росту энергии покоя составляющих его нуклонов, т.е. (см. п. а) к их расширению и взаимному удалению, что, в свою очередь, ведет к уменьшению модуля энергии связи между ними.

При достижении ядром определенного уровня энергетического насыщения, становится энергетически выгодным β^- - распад (*n-p* - акт) одного из его нейтронов, после чего ядро может рас-

пасться (деградировать) под влиянием далекодействующих кулоновских сил отталкивания (этот процесс известен под названием "*естественная радиоактивность*").

Изложенные процессы приводят к тому, что *любое, даже ныне стабильное ядро, отбирая фоковую энергию, со временем становится нестабильным* и деградирует на более мелкие ядра, которые в свою очередь, подвергаются тем же "эволюционно-революционным" процессам.

Последовательная деградация ядер заканчивается ядром водорода - протоном - единственным из ядер, в связи со своей элементарностью абсолютно устойчивым по отношению к деградации.

в) Атомы (код 2.3)

Вопросы, связанные с атомом вещества, рассмотрены в главе III, §1. И здесь, опираясь на постулаты, введенные в главе II, §1, удалось получить следствия, вполне адекватные наблюдениям.

Этому способствовало установление кинетического смысла постулированного академиком Б.Понтекорво процесса *осцилляции* элементарных частиц.

Действительно, осцилляции элементарной частицы означают периодическое изменение ее сечения взаимодействия с контрагентом от нулевого, когда она становится виртуальной, до существенно большего сечения в наблюдаемой фазе.

Для элементарной частицы *вещества* это в рамках КТГ может интерпретироваться как периодическое изменение амплитуды деформации соответствующей изогнутой быстро вращающейся струны.

Если теперь предположить, что такой осциллирующий ("дышащий") электрон один раз за период его орбитального движения *проходит сквозь ядро атома*, то ясно, что это может произойти преимущественно в том случае, если электрон в момент прохождения ядра находился в виртуальной фазе своих осцилляций.

Отсюда следует, что для устойчивости такого движения необходимо, чтобы найденный (аналогично тому, как это сделано в Приложении 18) период осцилляций электрона укладывался *целое* число раз в периоде его орбитального движения. Именно в этом - причина "странных" на первый взгляд, но проверенных экспериментально с высокой точностью *постулатов Бора*.

С помощью осцилляций могут быть объяснены также *туннельные переходы*: находясь в виртуальной фазе, частица обладает существенно большей проникающей способностью, чем в среднем за период ее осцилляций.

На качественном и/или количественном уровне рассмотрено множество других проблем микрофизики, непосредственно не связанных с гравитацией, но решаемых на основе постулатов КТГ (глава II, §1).

Краткий перечень этих проблем рассмотрен в главе III, §7.

г) Земля (код 2.5)

Наиболее значимые следствия теории получены именно в геофизике (глава VI), причем, многие из них также не связаны непосредственно с гравитацией.

Конечно, главные следствия это:

1. Выяснение *темпов отбора Землей фоновой энергии*.
2. Доказательство *накопления под корой части этой энергии*.
3. Квазипериодическое высвобождение накопленной энергии в виде *глобальных катаклизмов, угрожающих существованию земной цивилизации*.
4. Доказательство *гибели Атлантиды* в результате последнего такого катаклизма и указание места, механизма этой гибели и обстоятельств, затрудняющих отыскание погибшей цивилизации. *Разработаны методы обнаружения Атлантиды и доступа к ней*.
5. Доказательство того, что *Луна - результат тектонического выброса вещества из "Землуны"*.
6. Создание методики *снятия региональных тектонических напряжений*, обеспечивающей людям *безопасность при землетрясениях* (см. главу VIII).
7. Теоретическое *предсказание темпов расширения Земли, впоследствии подтвержденных наблюдениями* [12].

Эти и многие другие следствия единой теории в геофизике подробнее изложены в главе VI, §8.

Таким образом, и в этой области физики ЕТМ позволяет получить многочисленные, существенные и новые результаты.

д) Вселенная (код 2.6)

Однако наибольшее число следствий ЕТМ имеет в астрофизике (см. главу V, §9), причем, многие из них кардинально меняют наши представления как об отдельных объектах космоса и их эволюционно-революционном развитии, так и о Вселенной в целом.

Приведем лишь те из упомянутых в главе V, §9 шестидесяти с лишним следствий ЕТМ в астрофизике, которые представляются наиболее существенными:

1. *Все* наблюдаемые объекты космоса, отбирая фоновую энергию, *расширяются* (разуплотняются) в соответствии с предсказаниями В.А.Амбарцумяна.
2. *Несвободное расширение* объектов, находящихся *под горизонтом* или *сплошной твердой корой* (черная дыра, нейтронная звезда, холодный карлик, планета) происходит с *накоплением энергии*, высвобождаемой при выходе вещества из-под горизонта или деструкции коры в результате катастрофически быстрого процесса (*вспышки сверхновой, новой, повторной новой или глобального катаклизма планеты, соответственно*).
3. *На разных стадиях* этого эволюционно-революционного разуплотнения *один и тот же объект* солнечной массы предстает перед наблюдателем в виде черной дыры, нейтронной звезды, белого и желтого карликов, причем, это разуплотнение сопровождается убыванием обилия в объекте нейтронов и деградацией его атомных ядер.
4. Выяснен *генезис* многих других наблюдаемых в космосе объектов и явлений, таких как *планеты и их спутники, астероиды, каменные и железные метеориты, кометы, барстеры, γ -всплески, цефеиды, многие детали структуры спиральных галактик и др.*
5. Многие ныне бытующие воззрения пришлось заменить на диаметрально противоположные: теоретически возможный, но не наблюдаемый *коллапс*, на "*антиколлапс*", наблюдаемый в виде вспышки сверхновой; большое *обилие* в звезде *водорода - признак ее старости*, а не молодости, как сейчас принято; *разуплотнение* тел - *вместо* распространенных представлений о противоположно направленных *концентрационных* процессах и т.п..

6. Показано, что *космологическое красное смещение* может быть результатом "*старения*" *квантов*, рассеивающих свою энергию на фоновых частицах. *Сняты* соответствующие *возражения* против этого процесса.
7. "Старение" кванта означает его постепенную *виртуализацию* по мере удаления от источника. Причем, пока его энергия велика (т.е. "неподалеку" от источника) квант, теряя ее при взаимодействиях с виртуальными фоновыми частицами, практически *не изменяет направления своего движения (не рассеивается)*. Поэтому изображения "близких" объектов *не размыты*. Напротив, кванты, пришедшие из-за горизонта Метагалактики, по пути растерявшие почти всю свою энергию, *взаимодействуя с виртуальными частицами, рассеиваются* значительно, поэтому получить четкое изображение внеметагалактических источников невозможно.
8. *Радиус Метагалактики*, следовательно, - это *путь, который должен пройти квант, чтобы виртуализироваться*, а *изотропный фон виртуальных частиц*, в основном, и *состоит* из таких *виртуализированных фотонов*, пришедших от внеметагалактических источников.
9. *Реликтовый фотон* уже рассеян, но еще не полностью виртуализирован. Следовательно, *реликтовое излучение* - отнюдь не свидетельство в пользу Большого Взрыва (в модели "горячей Вселенной" оно внутри Метагалактики было бы не наблюдаемым).

Это излучение - совокупный свет источников, расположенных хотя и за горизонтом Метагалактики, но "неподалеку" от него.

10. Сформулирована концепция циклического развития вещества в галактиках, не имеющая аналогов в современной парадигме.

Из приведенных здесь (а более подробно - в главе V, §9) следствий ЕТМ в астрофизике видно, что и в науках о космосе развиваемые в настоящей работе идеи позволяют получить многочисленные адекватные наблюдениям результаты, в том числе радикально меняющие современные представления как об отдельных объектах Метагалактики, так и о развитии Вселенной в целом.

Подведем итоги всему, сказанному в данном §1.

1. Изложенная в настоящей работе теория не является сугубо *гравитационной*: круг затронутых ею проблем гораздо шире.

2. Кроме гравитационного поля, которому уделено основное внимание, рассмотрены (правда, с разной степенью детализации) и другие *поля*, известные современной науке (электромагнитное, слабых и сильных взаимодействий, биополе), а также фундаментальное поле виртуальных частиц, *модификациями которого являются все перечисленные поля*.
3. Рассмотрены проблемы структуры, генезиса и развития *вещества* в наиболее широком диапазоне его возможных уровней (элементарные частицы, ядра атомов, атомы, макрообъекты, Земля, различные астрофизические объекты, Метагалактика, Вселенная).
4. Таким образом, в той или иной степени рассмотрены практически *все* структуры (и *полевые* и *вещественные*) которые, согласно схеме, изображенной на рис. 54, *должны быть* рассмотрены в рамках ЕТМ.
5. Конечно, такая беспрецедентная *широта* охвата известных материальных структур не могла не сказаться отрицательно на *глубине* проработки отдельных деталей теории. Однако, уже то обстоятельство, что столь *разные* структуры удастся изучать с *единых* позиций, рассматривая в качестве *элемента* этих структур *всего одну струнообразную фундаментальную частицу* (точнее, различные ее модификации) и получая многочисленные (в том числе ранее неизвестные) результаты, адекватные наблюдениям - все это позволяет утверждать, что в настоящей работе *заложены основы единой теории материи*.

§2. Пространство. Время. Масса. Фундаментальная система единиц

Единая теория материи (ЕТМ), основы которой изложены в настоящей работе, позволяет по-новому осветить такие основные понятия современной философии, как материя, пространство, время и т.п..

В частности, она позволяет вернуться к классическому *разделению свойств пространства и свойств заполняющей его материи* (в духе Аристотеля, Птолемея, Коперника, Галилея, Кеплера, Декарта, Ньютона и др.).

Возражения типа: "пространство и материя неразделимы, ибо материя немыслима вне пространства, а пространство (тем

более, в рамках ЕТМ с ее всепроникающим фундаментальным полем) не может быть "пустым", лишенным материи", некорректны, ибо последнее утверждение справедливо лишь для макрообъемов, *малые же объемы пространства в течение малых промежутков времени могут оставаться пустыми.*

Какие же свойства материи и вмещающего ее пространства требуют четкого разграничения?

Если, согласно определению, данному в §1, п. 1, "материально все то и только то, что состоит из фундаментальных струн", то *материя* должна обладать *дискретностью, структурностью, изменчивостью форм, энергонасыщенностью* (причем, в разных местах - разной, т.е. материя может быть *неоднородной*), ее потоки могут быть *анизотропными*, частицы в этих потоках могут двигаться *криволинейно* и т.п..

Пространству же, понимаемому как классическоеместилище всех материальных объектов и арена всех происходящих с ними процессов, обычно приписываются прямо противоположные свойства, соответственно: *непрерывность* (т.е. бесконечная делимость), *бесструктурность, неизменность* (т.е. индифферентность по отношению к происходящим в нем материальным процессам), само пространство *не обладает энергией*, оно *изотропно, однородно*, а, кроме того, *бесконечно, трехмерно*, евклидово и т.д..

Нетрудно заметить, что большинство из этих свойств пространства (непрерывность, бесструктурность, изотропность, однородность) характерно только для *идеальных* объектов (таких, например, как объекты, изучаемые в математике: прямая, плоскость, сфера, число и т.п.).

Если *идеальное* определить как *нематериальное*, то в свете данного в §1, п. 1 определения материи становится бесспорным, что *пространство - объект идеальный*, ибо не состоит из фундаментальных струн.

Если же определить *идеальное* как *вымышленное*, не имеющее прототипов в *реальной действительности*, то, отвечая на вопрос реально пространство или идеально, ученый - естествоиспытатель может принять для себя либо точку зрения классиков, включая Ньютона, *признающих объективную реальность пространства*, либо встать на позиции Беркли, Лейбница, Канта, не согласных с таким утверждением.

Однако, вряд ли в настоящее время существует эмпирический или логический способ доказательства истинности любой из этих альтернатив и вряд ли выбор одной из них дает ученому какие-либо преимущества.

Единственно бесспорным является тот факт, что понятие "*пространство*" удобно, ибо позволяет упорядочить положение материальных объектов.

Известны многочисленные попытки лишить пространство перечисленных *идеализированных* свойств: вместо бесструктурного вводилось ячеестое пространство, вместо трехмерного - пяти- и более мерное и т.д..

Наиболее удачной из таких попыток следует признать создание А.Эйнштейном *Общей теории относительности (ОТО)*, в которой вместо трехмерного пространства рассматривается четырехмерный пространственно-временной континуум, пространство не обязательно евклидово, а пространство - время не обязательно галилеево, но главное - в *ОТО пространство лишено свойства неизменности*, индифферентности по отношению к содержащейся в нем материи. Вблизи массивных объектов оно *искривляется*. Искривленная пространственно-временная метрика трактуется в *ОТО* как гравитационное поле.

Такой подход позволил Эйнштейну получить ряд количественных предсказаний, впоследствии подтвержденных наблюдениями с достаточно высокой точностью, что свидетельствует о конструктивности идеи хроногеометрического подхода к гравитации.

Однако, подобная трактовка тяготения содержит и ряд *серьезных* недостатков, часть из которых приведена в главе I, §1 и главе IV, §1.

С рассматриваемых в настоящем параграфе философских позиций главным из них является включение в свойства пространства свойств содержащейся в нем материи.

Такое смешение понятий исторически вполне оправдано, ибо во времена Эйнштейна не знали о существовании виртуальных форм материи, фундаментального поля и т.п..

Более того, такой подход для того времени был прогрессивным, ибо открывал возможности для количественных предсказаний довольно тонких гравитационных эффектов.

Правда, число таких предсказаний очень невелико, и для слабых гравитационных полей (с которыми исследователь, как правило, имеет дело на практике) *ОТО* дает лишь небольшие, обычно не существенные поправки к гравитационной теории Ньютона.

Напротив, введение постулированного в КТГ фундаментального поля струнообразных виртуальных частиц позволило вернуться к привычному разделению свойств материи и вмещающего ее пространства, за которым сохраняются все классические изложенные выше идеализированные свойства.

Такой подход привел к *резкому увеличению числа* количественных и качественных предсказаний и *наблюдаемых следствий* из теории (почти до 150) в широчайшем диапазоне материальных структур (от элементарных частиц до Вселенной в целом).

Этот резкий *количественный* рост сопровождался соответствующим "*качественным скачком*": на место тонких гравитационных поправок, не имеющих большого *практического* значения, пришли следствия, затрагивающие *коренные, жизненно важные интересы людей* (см. главу VIII, §1), вплоть до самого существования земной цивилизации (глобальные катаклизмы в условиях Земли и способы их прогнозирования).

Конечно, вопрос о том, включать или нет в число свойств пространства свойства содержащейся в нем материи (такие, как дискретность (квантованность), кривизна траекторий материальных частиц и т.д.) решается в духе конвенционализма Пуанкаре: исследователь с "математическим складом ума" ответит на этот вопрос положительно и будет выводить свойства материального мира из свойств соответствующего четырехмерного пространственно-временного континуума (хроногеометрический подход Эйнштейна).

Ученый же с "физическим складом ума" ответит на этот вопрос отрицательно и постарается понять "логику материального мира" без апелляций к свойствам пространства, которое он считает неизменным и индифферентным по отношению к содержащейся в нем материи (назовем такой подход картезианским, или подходом Декарта).

Логически оба эти подхода одинаково приемлемы, однако, как видно из сказанного, второй из них, говоря словами Эйнштейна, имеет "*бóльшие внешние основания*".

Время, как и *пространство*, - понятие *основное* для естественных наук, а, как известно, *основные понятия не определяют*ся. Поэтому и свойства подобных "объектов" могут быть *приняты* лишь из соображений *удобства*, на конвенциональной основе (ибо нельзя спорить о свойствах чего-то неопределенного).

Если понятие *пространство* удобно тем, что помогает *упорядочить положение* материальных *объектов*, то понятие

время помогает упорядочить процессы, в которых эти объекты участвуют.

При этом такие вопросы, как "объективно ли время" и "вливают на его ход сами материальные процессы", возможно, надо решать аналогично тому, как они решены выше для пространства: "большие внешние основания", по-видимому, получит подход, при котором будут разделены свойства материальных объектов и свойства абсолютного, равномерного, непрерывного, однонаправленного, короче, *идеального времени*, как некоего *идеального эталона*, без сравнения с которым невозможно судить, постоянен ли период того *материального процесса*, который *положен в основу* измерения относительного, неравномерного, зависящего от материального окружения *реального местного времени*.

Почему, однако, время, измеренное *реальным* эталоном, может зависеть от *внешних* по отношению к нему обстоятельств? ЕТМ отвечает и на этот вопрос. Любой эталонный процесс (с точное вращение Земли, обращение ее вокруг Солнца, процессы в атомнолучевых цезиевых часах, в мазерах (квантовых генераторах) и т.п.) происходит в фундаментальном поле виртуальных частиц, потоки которых, с одной стороны, влияют на этот процесс, а с другой - зависят именно от "внешних" обстоятельств: от наличия поблизости массивных тел (известное из ОТО гравитационное красное смещение частоты), от движения стандарта частоты относительно РКС (известное из СТО изменение хода времени в зависимости от скорости координатной системы) и т.п.

Аналогичное влияние фон оказывает и на эталонные значения других основных величин системы СИ - длины и массы, см. главу IV, §2, п. 4.

Ясно, что иметь в фундаменте науки такие "резиновые", изменяющиеся эталоны крайне неудобно. Однако, ЕТМ позволяет избавиться от подобного нежелательного влияния фундаментального поля на макроскопические эталонные объекты: для этого достаточно в качестве эталона использовать недеформированную фоновую частицу, наиболее долговечную и стабильную из всех известных современной науке объектов.

Соответствующую систему единиц назовем фундаментальной (ФСЕ). Основными единицами этой системы являются:

- а) Фундаментальная единица длины - 1 фед - длина недеформированной фундаментальной струны.

- б) Фундаментальная единица массы - 1 фем - масса недеформированной фундаментальной струны.
- в) Фундаментальная единица скорости - 1 фес - осевая составляющая скорости недеформированной фундаментальной струны в РКС вдали от массивных тел (скорость света в вакууме).

Связь между единицами систем СИ и ФСЕ (см. главу II, §8):

$$1 \text{ м} = 1,294805 \cdot 10^{12} \text{ фед},$$

$$1 \text{ кг} = 1,09775 \cdot 10^{30} \text{ фем},$$

$$1 \text{ м/с} = 3,3356404 \cdot 10^{-9} \text{ фес}.$$

Единицу времени (1 фев) фундаментальной системы тогда следует определить как время прохождения пути длиной в 1 фед со скоростью 1 фес:

$$1 \text{ фев} = 1 \text{ фед}/1 \text{ фес} = l/c = 2,576172 \cdot 10^{-21} \text{ с}$$

(время прохождения недеформированной фундаментальной струной расстояния, равного ее собственной длине l).

Такая система единиц идеальна в смысле практически абсолютной неизменности во времени и в пространстве эталонных значений ее основных единиц. Основным ее недостатком является то обстоятельство, что пока эти единицы *невоспроизводимы* (за исключением 1 фес).

Возможен и другой подход: оставив привычную систему СИ, определить, однако, входящие в нее величины и их единицы с помощью фундаментального поля, введенного в рамках ЕТМ.

Так, например, кроме инерционной массы, входящей во II закон Ньютона, гравитационной массы, входящей в его же закон всемирного тяготения и "энергетической" массы из уравнения Эйнштейна $\epsilon = mc^2$, ЕТМ позволяет ввести понятие "*статистическая масса тела*", которой, согласно формуле 2.3.48, пропорциональна частота его контактов с фоновыми частицами:

Статистической массой тела называется отношение частоты его контактов с фоном к постоянной удельной частоте таких контактов

$$v_m = \frac{n_{\gamma c}}{K_k}, \left[M^{-1} T^{-1} \right]. \quad (7.2.1)$$

В свете последнего определения становится на качественном уровне ясной причина роста массы тела с ростом его скорости: при этом увеличивается частота его контактов с фоном (количественный вывод этого известного эффекта СТО приведен в главе 3, §3, п. 2 и главе IV, §2, п. 4).

Переписав соотношение 2.3.48 в виде

$$v = v_m \cdot m = \frac{v_m}{c^2} \cdot \varepsilon,$$

получим отсюда формулу

$$\varepsilon = \frac{c^2}{v_m} \cdot v, \quad (7.2.2)$$

аналогичную формуле Планка

$$\varepsilon = h \cdot \nu, \quad (7.2.3)$$

откуда

$$v_m = \frac{c^2}{h} = 1,35637 \cdot 10^{47} \text{ конт/с} \cdot \text{г}. \quad (7.2.4)$$

С помощью этой новой фундаментальной константы можно дать следующее определение единицы массы в системе СИ, если секунда уже определена:

|| 1 кг - это масса такого тела, которое за 1 с испытывает с фоном $1,35637 \cdot 10^{50}$ контактов.

Наоборот, если независимо определен килограмм массы, то с помощью того же значения (4) можно определить секунду:

|| Секунда - промежуток времени, в течение которого тело массой 1 кг испытывает $1,35637 \cdot 10^{50}$ контактов с фоном.

При движении тела в РКС частота его контактов с фоном растет, секунда, согласно последнему определению, становится короче, а, следовательно, измеренные *такими* секундами промежутки времени будут представлены большим числом, чем при измерениях того же промежутка секундами, соответствующими телу, неподвижному в РКС.

Такое "удлинение промежутков времени" в движущейся КС предсказывается в рамках СТО, доказывается в рамках ЕТМ (глава III, §3, п. 2 и глава IV, §2, п. 4) и подтверждается экспериментально транспортировкой на реактивных самолетах атомных стандартов частоты.

Глава VIII. Возможные практические применения ЕТМ

В связи с крайне низким уровнем *понимания* Природы, достигнутым современной цивилизацией, попытка более или менее *полно* перечислить в настоящее время все возможные приложения ЕТМ заранее обречена на неудачу.

Поэтому ниже указаны только те из них, которые очевидным образом вытекают из информации, приведенной в настоящей книге.

Конечно, от теоретической возможности идеи до ее практической реализации путь бывает долгим, однако, внушает оптимизм то обстоятельство, что сами эти возможности беспрецедентны, а часть указанного пути для некоторых из них (§§ 4 - 6) уже пройдена.

§1. Промышленный отбор фоновой энергии. Управление гравитационным полем. Антигравитация

Каждая фоновая частица обладает (не считая огромной энергии собственного вращения, см. главу III, §1, п. 6) энергией поступательного движения, в среднем равной $\mu c^2 \approx 8 \cdot 10^{-7}$ эрг (см. главу II, §8), что при концентрации этих частиц $n_V \approx 10^{30}$ см⁻³ (см. 2.8.10) дает для энергонасыщенности пространства значение

$$\varepsilon_V = \mu c^2 n_V \approx 10^{24} \text{ эрг/см}^3 = 10^{17} \text{ Дж/см}^3. \quad (8.1.1)$$

Правда, носителями этой энергии являются недеформированные фундаментальные струны, движущиеся в почти полностью виртуализированном состоянии (т.е. с углом атаки $\beta \approx 0$), так что отобрать у них хотя бы ничтожную долю указанной энергии будет очень и очень непросто.

Однако, когда это удастся сделать, *человечество навсегда обеспечит себя практически неисчерпаемым и экологически чистым источником энергии.*

Некоторые шаги в этом направлении уже сделаны.

Об антигравитации см. главу III, §1, п. 3 и главу IV, §1, п. 4.

§2. Сбор эндогенного водорода Земли

Менее радикальный, но зато легче реализуемый путь решения энергетических проблем современной цивилизации - сбор выделяемого Землей эндогенного водорода, являющегося высококалорийным и экологически чистым топливом, при сжигании которого образуется дистиллированная вода.

Двигатели внутреннего сгорания, работающие на водородном топливе, уже созданы (например, в Японии), однако, его про-

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Вывод формулы Лесажа

Пусть в изотропном потоке интенсивностью $J [L^{-2} T^{-1} \text{ср}^{-1}]$ фоновых частиц, имеющих средний импульс p , на расстоянии R между их центрами находятся два непроницаемых для этих частиц шара радиусами $r_{1;2}$.

Найти силу $F_{1;2}$, с которой фон действует на шар $\mathcal{N} \doteq 1$ с учетом экранировки фона шаром $\mathcal{N} \doteq 2$, (см. рис. 1).

Решение.

Проведем двойную коническую поверхность с вершиной в центре первого шара, касающуюся второго. В связи с изотропностью фона, потоки частиц, попадающих на шар $\mathcal{N} \doteq 1$ из пространства вне этого двойного конуса, действуют на указанный шар с нулевой результирующей силой.

Внутри конуса со стороны шара $\mathcal{N} \doteq 2$ поток частиц на первый шар отсутствует.

Поток импульса, действующий на шар $\mathcal{N} \doteq 1$ с противоположной стороны, можно представить (см. рис. 1) в виде следующего интеграла, в котором буквой $\omega = 4\pi \sin^2 \theta / 2$ обозначен телесный угол внутри конуса с углом при вершине 2θ :

$$F_{1;2} = \int_{\omega} \pi r_1^2 \cdot J \cdot p \cdot \cos \theta \cdot d\omega = 2\pi \cdot J \cdot p \cdot \pi r_1^2 \cdot \int_0^{\alpha} \sin \theta \cdot \cos \theta d\theta,$$

$$\text{т.е. } F_{1;2} = \pi J p \pi r_1^2 \sin^2 \alpha = J p \cdot \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2}; \quad (1.1)$$

В частности, на поверхности Земли (т.е. при $r_2 = R$) для тела массой M_1 имеем

$$M_1 g = \pi J \cdot p \cdot \pi r_1^2. \quad (1.2)$$

При выводе формулы 1.1 предполагается, что каждая попавшая в тело фоновая частица передает ему весь свой импульс.

Приложение 2

Темпы отбора фоновой энергии (ОФЭ) по Лесажу

С учетом обозначений, введенных в Приложении 1, мощность \dot{E} , отбираемая телом от фона, равна

$$\dot{E} = 4\pi J \pi r^2 \rho c, \quad (2.1)$$

где ρc - энергия фоновой частицы.

Отсюда, с учетом формулы 1.2, имеем

$$\dot{E} = 4c M g, \quad (2.2)$$

что, например, для Земли (\oplus) дает

$$\dot{E}_{\oplus} \approx 7 \cdot 10^{41} \text{ эрг / с.} \quad (2.3)$$

Приложение 3

Соппротивление фона движению тел по Лесажу

Пусть шар массой M и радиусом r движется в РКС ("реперная" координатная система, относительно которой фон изотропен) со скоростью \bar{v} .

Масса фоновой частицы μ , их концентрация (см. формулу 12.4)

$$n_{\nu} = \frac{4\pi J}{c}$$

Обозначив \bar{F}_{\rightarrow} силу, действующую со стороны фона в направлении его скорости, а \bar{F}_{\leftarrow} - во встречном направлении, без учета релятивистских эффектов имеем (интегрирование по углу дает результат того же порядка)

$$\begin{aligned} F_{\text{сопр}} &\approx F_{\leftarrow} - F_{\rightarrow} \approx n_{\nu}(c+v)\pi r^2 \mu (c+v) - n_{\nu}(c-v)\pi r^2 \mu (c-v) = \\ &= \frac{4\pi J}{c} \mu \pi r^2 \cdot 4vc = 16\pi J \rho \pi r^2 \frac{v}{c}, \end{aligned} \quad (3.1)$$

или, с учетом формулы 1.2,

$$F_{\text{сопр}} = 16Mg \frac{v}{c}, \quad (3.2)$$

откуда ускорение

$$\dot{v} = -\frac{F_{\text{сопр}}}{M} = -16g \frac{v}{c},$$

а декремент скорости

$$\tilde{v} = \frac{\dot{v}}{v} = -16 \frac{g}{c} = -5 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}, \quad (3.3)$$

т.е. скорость любого тела в РКС уменьшается в e раз примерно за 500 часов.

Приложение 4

Вывод обобщенной формулы Лесажа

Известно (см., например, [27]), что ослабление интенсивности проникающего излучения при его прохождении сквозь толщину L вещества, концентрация частиц в котором $n_V = \text{const}$, определяется равенством

$$J = J_0 \cdot e^{-\sigma n_V L}, \quad (4.1)$$

где σ - сечение взаимодействия излучения с отдельной частицей - "мишенью" массой m .

Если ввести в рассмотрение "проникающую способность" излучения, определяемую соотношением $k = m/\sigma$, то равенство 4.1 примет вид

$$J = J_0 \cdot e^{-\frac{\rho L}{k}}, \quad (4.2)$$

где ρ - объемная плотность вещества.

Рассмотрим задачу, решенную в Приложении 1, допустив, что ϕ - частица обладает проникающей способностью k и что шары однородны.

Сила \bar{F}_+ , действующая на первый шар из (см. рис. 1) левого конуса равна разности входящего и выходящего потоков импульса (см. вывод 1.1):

$$F_+ = (J_0 - J_1) \rho \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2} = J_0 \rho \left(1 - e^{-\frac{\rho_1 L_1}{k}} \right) \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2}. \quad (4.3)$$

Аналогично, сила \bar{F}_- , действующая на первое тело из правого конуса равна

$$F_- = (J_2 - J_{1+2}) \rho \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2} = J_0 \rho \left(e^{-\frac{\rho_2 L_2}{k}} - e^{-\frac{\rho_1 L_1 + \rho_2 L_2}{k}} \right) \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2}. \quad (4.4)$$

Отсюда искомая сила

$$F_{1;2} = F_+ - F_- = J_0 \rho \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2} \left(1 - e^{-\frac{\rho_1 L_1}{k}} \right) \left(1 - e^{-\frac{\rho_2 L_2}{k}} \right), \quad (4.5)$$

здесь L_i - средний пробег φ - частицы в i - м шаре ($i = 1; 2$) - высота цилиндра того же радиуса, что и шар и равновеликого с ним:

$$V_{\varphi} = \pi r^2 L = \frac{4}{3} \pi r^3 = V_{ш}, \text{ т.е. } L = \frac{4}{3} r. \quad (4.6)$$

Окончательно:

$$F_{1;2} = F_{2;1} = J_0 \rho \frac{\pi r_1^2 \cdot \pi r_2^2}{R^2} \left(1 - e^{-\frac{4\rho_1 r_1}{3k}} \right) \left(1 - e^{-\frac{4\rho_2 r_2}{3k}} \right). \quad (4.7)$$

Приложение 5

Темпы ОФЭ с учетом проникающей способности φ - частицы

Из формулы 2.1 с учетом 4.2 и 4.6 имеем:

$$\dot{E} = 4\pi (J_0 - J_1) \pi r^2 \rho c = 4\pi J_0 \rho c \pi r^2 \left(1 - e^{-\frac{4\rho r}{3k}} \right) \quad (5.1)$$

При $\rho r \ll k$ отсюда

$$\dot{E} = 4\pi J_0 \frac{\rho c}{k} M, \quad (5.2)$$

где $M = \rho \frac{4}{3} \pi r^3$ - масса однородного шара.

Из формулы 1.3.2 видно, что

$$\frac{\rho J_0}{k^2} = G, \quad (5.3)$$

где G - гравитационная постоянная Ньютона.

С учетом 5.3 формула 5.2 упростится:

$$\dot{E} = 4\pi G k c M. \quad (5.4)$$

В условиях солнечной (\odot) системы

$$k \gg (\rho r)_{\max} = (\rho r)_{\odot} \approx 10^{11} \text{ г/см}^2, \quad (5.5)$$

что позволяет в системе СГС оценить темпы ОФЭ с помощью формулы 5.4:

$$\dot{E} \gg 10^{15} M, \quad (5.6)$$

где M в г, \dot{E} в эрг/с, что для Земли (\oplus) дает

$$\dot{E}_{\oplus} \gg 10^{42} \text{ эрг/с} \approx 10^9 L_{\odot}, \quad (5.7)$$

где L_{\odot} - полная светимость Солнца.

Таким образом, в случае учета проникающей способности фоновых частиц темпы ОФЭ становятся еще большими, чем по Лесажу (ср. 2.3)

Интересно, что А. Пуанкаре получил для \dot{E}_{\oplus} оценку $\dot{E}_{\oplus} \approx 10^{48}$ эрг/с, что не противоречит оценке 5.7.

Приложение 6

Сопротивление фона движению тел с учетом проникающей способности фоновых частиц

В обозначениях Приложения 3 для рассматриваемого случая имеем по аналогии с выводом формул 3.1 и 4.3:

$$F_{\text{сопр}} = 32\pi J_0 \rho \pi r^2 \frac{v}{c} \left(1 - e^{-\frac{4\rho r}{3k}} \right), \quad (6.1)$$

откуда при $\rho r \ll k$

$$F_{\text{сопр}} = 32\pi \frac{J_0 \rho v}{k c} M, \quad (6.2)$$

или с учетом формулы 5.2

$$F_{\text{сопр}} = 32\pi k G M \frac{v}{c}. \quad (6.3)$$

Отсюда

$$\dot{v} = -\frac{F_{\text{сопр}}}{M} = -32\pi k G \frac{v}{c}, \quad (6.4)$$

а декремент скорости с учетом оценки 5.5

$$\left| \frac{\dot{v}}{v} \right| = \left| \frac{\dot{v}}{v} \right| = \frac{32\pi k G}{c} \gg 2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}, \quad (6.5)$$

т.е. для уменьшения скорости *любого* тела в e раз понадобится гораздо меньше 12 часов.

Таким образом, учет проникающей способности φ - частиц резко усиливает торможение тел фоном, см. значение 3.3.

Приложение 7

Экваториальный момент инерции тонкого однородного цилиндра

Расположим цилиндрическую координатную систему R, φ, Z так, чтобы ее ось Z совпадала с осью цилиндра радиусом r , высотой $l \gg r$, массой μ , плотностью ρ , а плоскость $Z = 0$ - с экваториальной плоскостью цилиндра.

Тогда экваториальный момент инерции однородного цилиндра объемом V будет равен

$$A = \rho \iiint_{(V)} (R^2 \cos^2 \varphi + Z^2) dV = 2\rho \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^r R dR \int_0^{l/2} (R^2 \cos^2 \varphi + Z^2) dZ =$$

$$= 2\rho \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^r \left(\frac{Rl^3}{24} + \frac{Rl}{2} \cos^2 \varphi \right) dR = 2\rho \left(\frac{\pi r^2 l^3}{24} + \frac{\pi r^4 l}{8} \right),$$

откуда, с учетом условия $r \ll l$, имеем

$$A = \frac{\mu l^2}{12} \left(1 + 3 \frac{r^2}{l^2} \right) \approx \frac{\mu l^2}{12}; \quad (7.1)$$

Этот результат можно получить и гораздо проще, заменив рассматриваемый тонкий цилиндр "материальным отрезком" длиной l , массой μ :

$$A = 2 \int_0^{l/2} d\mu \cdot x^2 = 2 \frac{\mu}{l} \int_0^{l/2} x^2 dx = \frac{\mu l^2}{12}.$$

Приложение 8

Осевой момент инерции цилиндра

В обозначениях Приложения 7 имеем

$$B = \rho l \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^r R^3 dR = 2\pi \rho l \frac{r^4}{4} = \frac{\mu r^2}{2}; \quad (8.1)$$

Основные выводы.

Природа *едина*, но *многообразна*, поэтому ее *изучение* (во всяком случае на начальном его этапе) невозможно без дифференциации, мысленного расчленения этого многообразия объектов и процессов на отдельные более или менее независимые друг от друга (или представляющиеся таковыми) области, исследуемые в *разных* разделах естествознания (теории тяготения, электродинамике, астрофизике и т.д.), в каждом из которых в *отдельности* продвинуться удалось достаточно далеко.

Однако, как бы скрупулезно ни были изучены *изолированные* друг от друга органы препарированной лягушки, вопросы, связанные с их *взаимодействием*, с функционированием ее организма как *единого целого* и т.п. остались бы в тени.

Нечто подобное происходит в современных науках о Природе: расчленив естествознание на отдельные области, мы никак не можем их соединить: теория тяготения до сих пор была изолирована от других фундаментальных теорий, многолетние попытки А. Эйнштейна и других исследователей построить Единую теорию поля до сегодняшнего дня не увенчались успехом, не говоря уж о попытках Великого Объединения всех видов взаимодействий...

Определенный шаг в этом направлении сделан в настоящей книге, а особенно - в главе VII, §1, *где заложены основы Единой теории материи* (ЕТМ), включающей и *теорию полей*, и *теорию вещества*.

В том, что это утверждение правомерно, убеждают следующие обстоятельства. В рамках ЕТМ:

1. Существует всего *один* тип частиц - фундаментальная струна - элемент *любого* материального объекта, причем, полевые структуры состоят из недеформированных струн, а вещественные - из деформированных (см. главу II, §2, п. 1 г).
2. Существует *единое фундаментальное поле* - фон виртуальных недеформированных струн - *взаимодействие* которого с различными *вещественными объектами* вносит в него всевозможные *изменения*, воспринимаемые как разного типа *поля* (гравитационное, электромагнитное, биополе и т.п.), см. главу VII, §1.
3. При указанном взаимодействии изменяется не только фон, но и вещество: изменяются импульсы его элементарных частиц (известные "нулевые колебания", глава III, §6, п. 2)

и его энергия покоя (*неизвестный ранее* чрезвычайно медленный процесс отбора веществом фоновой энергии (ОФЭ), глава II, §5; глава III, §3, п. 3; §4, п. 4; глава IV, §1, п. 4; §3; глава V, §§1 - 8; глава VI, §§1 - 8).

ОФЭ - процесс всеобщий, *единый* для вещества *любого* уровня (от элементарной частицы, глава III, §3, п. 3, до черной дыры и ядра галактики, глава V, §1), порождаемое им *всеобщее расширение равновесных систем* [2], приводящее к разуплотнению вещественных объектов, тоже носит *универсальный* характер.

Можно ли утверждать, что в настоящей книге построена Единая теория материи (ЕТМ)?

Конечно, нет: предстоит еще огромная работа.

Однако, те обстоятельства, что: 1) *все* известные в настоящее время элементарные частицы (и вещества, и поля) удалось (причем, на *количественном* уровне) модельно представить (глава II, §2, п. 1 г) в виде разных модификаций *одной* фундаментальной частицы, 2) все известные поля оказались *единым фундаментальным полем* виртуальных струнообразных частиц, в котором в результате его взаимодействия с различными вещественными объектами произошли соответствующие изменения, 3) *универсальный* процесс медленного отбора веществом фоновой энергии позволил с *единых* позиций понять на *качественном и количественном* уровнях широчайший диапазон явлений природы, таких как естественная радиоактивность, расширение Земли (с вытекающими из него глобальными катаклизмами, дрейфом континентов, гибелью Атлантиды, землетрясениями, удлинением суток, потопами и т.д.), вспышки новых, сверхновых, эжекционные процессы из ядер галактик и многое, многое другое, так вот, все эти обстоятельства, а также соображения, изложенные в главе VII, §1, убедительно свидетельствуют: для построения Единой теории материи выбран правильный путь и первые шаги по этому пути уже сделаны, т.е. *заложены основы ЕТМ*.

Все ли *истинно* в этой книге?

Почти наверняка, далеко не все: узкие специалисты (физик-ядерщик, специалист по теории поля, астрофизик, геофизик и т.д.) вполне могут найти в ней и терминологические неточности и даже, возможно, ошибки по существу, ибо вряд ли можно избежать ошибок на начальном этапе построения столь всеобъемлющей и глубокой теории, как ЕТМ, поэтому любая (и конструктивная, и деструктивная) справедливая критика будет с благодарностью воспринята по указанному ниже адресу.

Думается, однако, что изложенная теория обладает большим "запасом непотопляемости", и одна или несколько "пробоин" не смогут "пустить ко дну" всю теорию. Эта уверенность основана на наличии уж слишком большого числа, говоря словами Эйнштейна, "внешних оснований" - около ста пятидесяти количественных и качественных адекватных наблюдениям следствий из теории, многие из которых носят предсказательный характер, а некоторые из предсказаний уже сбылись.

Все эти следствия получены без привлечения *ad hoc* - гипотез из малого числа постулатов (глава II, §1), причем, некоторые из количественных следствий получены несколькими независимыми способами, что резко увеличивает их надежность.

Многие из указанных следствий теории в микро-, макро-, астро- и геофизике приведены в последних параграфах глав III, IV, V и VI, соответственно.

Главными из них, по-видимому, являются следующие:

Микрофизика

1. Модельно представлены *все* известные стабильные элементарные частицы (виртуальная частица, гравитон, фотон, нейтрино, электрон, нуклон), глава II, §2, п. 1 г.
2. Обобщена формула Планка $\epsilon = h\nu$, глава III, §2, п. 4.
3. "Постоянная" Планка выражена через фундаментальные константы теории (глава III, §2, п. 5) и предсказан ее рост с ростом частоты кванта (там же).
4. Дан количественный вывод лоренцева сокращения и других эффектов СТО, как результатов взаимодействия движущейся элементарной частицы с фоном, глава III, §3, п. 5.
5. Сформулирован неизвестный ранее закон сохранения числа элементарных частиц, глава III, §3, п. 4.
6. Выяснена штабельная структура атомного ядра, глава III, §4, п. 1.
7. Сделаны выводы о неизбежности *деградации* (распада) *любого* составного атомного ядра и о протоне как конечном продукте подобных актов, глава III, §4, п. 4.
8. Выяснены физические причины сверхпроводимости и сверхтекучести, а также способы повышения соответствующих критических температур, глава III, §3, п. 1 и глава VIII, §3.

Макрофизика

1. Выяснен физический смысл уравнений ОТО и входящих в них тензоров R_{ik} и T_{ik} , глава IV, §1, п. п. 2; 5.
2. Сформулирован неизвестный ранее *единый закон инерции и тяготения* (там же).
3. Выяснены *физические причины равенства инерционной и гравитационной масс*, глава IV, §1, п. 3.
4. Гравитационная "постоянная" выражена через параметры ЕТМ и выяснены причины ее возможных изменений, глава IV, §1, п. 6.
5. Показано, что причиной независимости скорости света от скорости источника является транзитный механизм его испускания, глава III, §2, п. 1 и глава IV, §2, п. 1.
6. Дана интерпретация опыта Майкельсона в свете транзитной модели, глава IV, §2, п. 2.
7. Показано, что следствием отбора фоновой энергии является неизвестный ранее процесс *всеобщего расширения равновесных систем*, глава IV, §3.
8. Дан вывод закона торможения тел при их взаимодействии с фоном, глава IV, §4.

Астрофизика

1. Разработана *концепция циклического развития материи в галактиках*, глава V, §8, п. 3.
2. Даны объяснения космологического красного смещения, альтернативные существующему, глава V, §8, п. 4.
3. Как следствие предыдущего сделан вывод о существенно большем возрасте Вселенной, чем это сейчас принято, а, возможно, и *бесконечно большом* ее возрасте, глава V, §8, п. 4 в.
4. Энергетически обосновано развитие *наблюдаемого* вещества во Вселенной *от сверхплотных состояний к разряженным* в точном соответствии с гениальным предсказанием акад. В. А. Амбарцумяна, глава V, §8, п. 1.
5. Выяснены генезис и характер эволюционно-революционного развития большого числа наблюдаемых объектов космоса: всех деталей спиральных и других галактик, черных дыр, нейтронных звезд, пульсаров, белых и красных карликов, вспыхивающих звезд, нормальных звезд, планетных систем, спутников планет, астероидов, каменных и железных метеоритов, комет, цефеид, барстеров, гамма-всплесков, сверхновых, новых и др., глава V.

6. Решена проблема асимметрии барионного заряда во Вселенной, глава V, §8, п. 3.
7. Показано, что постепенный отбор фоновой энергии (ОФЭ) черной дырой приводит в определенный момент к выходу ее вещества и излучения из-под горизонта - вспышке сверхновой, глава V, §1, п. 1 и 2.
8. Тот же процесс ОФЭ приводит к расширению астрофизических объектов. Если это расширение несвободное (т.е. сдерживается имеющейся у объекта корой), то происходит накопление отобранной от фона энергии, высвобождающейся в результате катастрофически быстрого разрушения коры (вспышки новых, вспышечные звезды, гамма-всплески и т.п.), глава V, §3.

Геофизика

1. *Энергетически обоснована гипотеза В. Пиккеринга* о тектоническом выбросе Луны Землей, приведены многочисленные подтверждения этого факта, глава VI, §§1 - 3.
2. *Энергетически обоснована гипотеза А. Вегенера* о дрейфе континентов, глава VI, §1, 4.
3. Энергетически обоснована гипотеза о расширении Земли, сформулирована *концепция "радиального" мобилизма* (мобилизма на шаре возрастающего радиуса), глава VI, §4.
4. *Теоретически рассчитана* та часть отбираемой Землей от фона энергии, которая идет на расширение планеты (6.1.7), что позволило *предсказать темпы этого расширения* (Приложение 17), впоследствии подтвержденные геофизическими наблюдениями [12].
5. Показано, что именно к расширению Земли уходят своими генетическими корнями такие наблюдаемые геофизические процессы и объекты, как *землетрясения, дрейф континентов, замедление вращения планеты, свободные поднятия, линейно протяженные складчатые горы, сверхвращение стратосферы, циркумантарктическое течение* и др. Приведена критика существующих альтернативных объяснений некоторых из них, глава VI, §8.
6. Показано, что в связи с наличием у Земли сплошной твердой коры расширение планеты является несвободным, а потому крайне неравномерным: длительные периоды относительной стабильности с инкрементом радиуса Земли $\tilde{R} \approx 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ сменяются короткими бурными *глобальными катаклизмами*,

сопровождающимися разрушением коры и выделением энергии, отобранной от фона и накопленной под корой за время, прошедшее между двумя последовательными ее деструкциями, глава VI, §§5 - 7.

7. Глобальные катаклизмы классифицированы:

ГК I класса - деструкция коры с образованием в ней **глобально протяженной трещины** в наиболее тонкой океанической коре.

За последний миллион лет они повторялись примерно каждые 100 тысяч лет, выделяя энергию $\sim (10^{34} \div 10^{35})$ эрг/акт.

Сопутствующие процессы: *излияние* в океан через трещину в коре *расплавленных базальтовых лав*; частичное (а в случае Венеры - полное) *испарение океана*; *глобальный ливень*; *резкое* (хотя и относительно небольшое) *увеличение радиуса Земли*; соответствующее уменьшение скорости суточного вращения литосферы; *восточная* (по инерции) *трансгрессия океанов и морей* и, как следствие, *Всемирный потоп*; *циркумantarктическое* течение, как реликт восточной трансгрессии; вызванные теми же причинами *сверхвращение стратосферы* и возможная *инверсия глобального магнитного диполя планеты*.

В результате последнего ГК I класса *погибла Атлантида*. Приведены глобальные и региональные предпосылки и механизм ее гибели, глава V, §§5 - 7.

ГК II класса - тектонический выброс (эжекция) спутника из планеты. В истории Земли ГК II класса произошел, по-видимому, всего один раз, когда *была выброшена Луна*, при этом выделилась энергия $\sim 10^{38}$ эрг, глава VI, §§2, 3, 7.

ГК III класса - полное саморазрушение планеты, как это произошло с легендарным "Фаэтоном", от которого на орбите остались лишь осколки - астероиды. Для этого ГК в условиях Земли необходима энергия $\sim (10^{39} \div 10^{40})$ эрг. Таких катаклизмов, слава Богу, Земля еще не испытывала, глава VI, §7.

8. Приведены многочисленные возможные **практические приложения ЕТМ** (глава VIII), **ибо нет ничего практичнее хорошей теории**, даже если эта теория - фундаментальная.

Конечно, многие из указанных приложений, являясь *принципиально возможными*, в настоящее время, в связи с недостаточным научно-техническим уровнем, неосуществимы, а к реализации некоторых из них даже неясно, как и подступиться. К таким приложениям относятся, например, промышленный отбор фоновой энергии (т.е. использование фона как практически неисчерпаемого и экологически чистого источника энергии), управление гравитационными, инерционными и другими полями (антигравитация, безынерционное движение, биополя и т.п.), использование фоновых частиц как всепроникающих носителей информации и др.

Есть, однако, и такие практические приложения ЕТМ, пути реализации которых достаточно ясны, например: сбор эндогенного водорода Земли (прогнозирование мест его скопления), методы существенного повышения критической температуры сверхпроводимости и сверхтекучести, прогнозирование места гибели Атлантиды и разработка технических средств, необходимых для ее обнаружения и т. д.

И, наконец, реализация некоторых из указанных приложений *уже* начата.

Так, например, составлена программа, позволяющая по географическим координатам зоны накопленных тектонических напряжений рассчитать *момент*, когда эти напряжения можно снять, искусственно спровоцировав землетрясение взрывом. К этому моменту зданиям придается дополнительная устойчивость с помощью специально разработанных временных конструкций, а заранее предупрежденное население покидает помещения.

Разработанная методика, таким образом, навсегда избавит человечество от страха перед неуправляемой стихией землетрясений, жертв и разрушений.

Эта же методика позволяет возобновить получение нефти из казалось бы отработанных нефтяных месторождений (см. главу VIII, §5).

Однако, самым важным из приложений ЕТМ, безусловно, является научное обоснование возможности квазипериодически повторявшихся в прошлом и грозящих самому существованию земной цивилизации в будущем *глобальных катаклизмов*, в последнем из которых *погибла Атлантида*, а также (в результате *Всемирного Потопа*) миллионы людей на материках.

В рамках ЕТМ заложены основы теоретического прогнозирования глобальных катаклизмов и начата разработка сети приборов раннего предупреждения, расположенных в сейсмически активных зонах Земли.

Все эти работы требуют больших материальных затрат и затрагивают интересы всего человечества. Кроме того, не все воз-

можные практические приложения ЕТМ представляются безобидными, ибо *"Что бы ни изобретал ученый, он в конце концов изобретает оружие"*.

И действительно, такие приложения ЕТМ, как тектоническая разгрузка сейсмоопасных регионов, управление биополями и некоторые другие, вполне могут быть использованы не на благо людей, а для создания соответствующих видов оружия - тектонического, психологического ("зомбирование") и т.п.

Страна, первой овладевшая этими или другими столь же мощными и неординарными видами оружия или даже просто первой освоившая методы промышленного ОФЭ, становится *опасной* для остальных стран мирового сообщества.

Запретить подобные исследования невозможно, ибо невозможно остановить научно-технический прогресс.

Поэтому, в связи с *общей угрозой* для земной цивилизации со стороны грядущих *глобальных катаклизмов*, учитывая, что возможность понять природу этих мощнейших геофизических процессов, прогнозировать их, а, следовательно, *предотвращать гибель миллиардов людей* дает *только единая теория материи*, основы которой заложены в настоящей книге, понимая недостаточность достигнутого уровня ЕТМ и, наконец, оценивая *объем и важность* предстоящих теоретических и экспериментальных исследований, считаю жизненно необходимым *скорейшее создание Единого центра фундаментальных исследований (ЦФИ)*, своеобразного *мозгового центра* планеты, в котором следует собрать ее лучшие научно-технические кадры с целью дальнейшего развития ЕТМ и реализации ее возможных приложений, в том числе, изложенных в главе VIII. Структура ЦФИ разработана.

Во избежание использования знаний, полученных в ЦФИ при дальнейшей разработке ЕТМ, в военных целях, желателен открытый, международный статус этого центра. В идеале он должен функционировать под эгидой ООН.

Общая опасность - лучшая предпосылка для объединения усилий.

" И М Е Ю Ш И Й У Ш И , Д А У С П Ы Ш И Т ! "

АДРЕС И ТЕЛЕФОН АВТОРА:

Адрес: Россия, Санкт-Петербург, 199155, ул. Наличная, д. 49, кв. 35, Брилю Виктору Яковлевичу.

Телефон: 7 - (812) - 350 - 80 - 00.

Цитированная литература

Основная:

- [1] *Амбарцумян В. А.* Изв. АН Арм. ССР, 1958, т. 11, N- 9
- [2] *Бриль В. Я.* Закон всемирного расширения, его космологические и геофизические следствия. - Докл. в ЛОГО, 1977.
- [3] *Бриль В. Я.* Основы кинетической теории гравитации и ее следствия. - Ленинградский горный ин-т, Деп. в ВНИИЦ, 1983, N- 0280001391.
- [4] *Бриль В. Я.* О физическом содержании Общей теории относительности. - Ленингр. горный ин-т, Деп. в ВИНТИ, 1983, N- 197-1389.
- [5] *Бриль В. Я.* Кинетическая теория гравитации и вытекающие из нее деловые предложения. - СПб.: "ИНКО", 1993.
- [6] *Бриль В. Я.* Кинетическая теория гравитации и ее следствия в микро-, макро-, гео-, и астрофизике. - Тезисы международной конференции "Пространство, время, тяготение", СПб, 1994.
- [7] *Гораи М.* Эволюция расширяющейся Земли. / Пер. с японского. - М.: "Недра", 1984.
- [8] *Зельдович Я. Б., Новиков И. Д.* Строение и эволюция Вселенной. - М.: Физматгиз, 1975.
- [9] *Ларин В. Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли. - М.: Недрa, 1980.
- [10] *Монин А. С.* История Земли. - Л.: "Наука", 1977.
- [11] *Нейман В. Б.* Расширяющаяся Земля. - М.: Географиздат, 1962.
- [12] *Осипович Н. Я., Блинов В. Ф.* Возрастная зональность океанической коры и ее связь с расширением Земли. - Бюлл. моск. об-ва испытателей природы. 1987, N- 4.
- [13] *Рингвуд А. Е.* Происхождение Земли и Луны. - М.: Недрa, 1982.
- [14] *Шпальский Э. В.* Атомная физика. - М.: ГИТТЛ, 1951, т.т. I и II.
- [15] *Darwin G. H.* // Proc. Roy. Soc. London, 1905, A76,387.
- [16] *Einstein A.* // Berl. Ber., 1915, 778, 799, 884; Ann.d.PhVs. 1916. 49, 769; 51, 639.
- [17] *Freedman A.* // Zeitschr.f.Phys., 1922.10.377; 1924,21,326.
- [18] *Green M. B., Schwarz J.H.* // Nuclear Phys. 1981.B.181,502.
- [19] *Green M. B., Schwarz J.H.* // Nuclear Phys. (Netherlands) 1984. vol. B 243; N- 3, p.475-536.

- [20] *Le Sag* // Memoir de Berlin pour 1782; Berl. 1784, p.404.
 [21] *Laplace P.* // Mec.cel.4, livre X, chap VII, 1880.
 [22] *Lorenz H. A.* // Proc.Amsterdam, 1900.2,559.
 [23] *Poincaré H.* // C.r.acad.Sci. 1905,140,1504.

Дополнительная:

- [24] *Визгин В. П.* Релятивистская теория тяготения. - М.: "Наука", 1981.
 [25] *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теория поля, - М.: Физматгиз, 1960.
 [26] *Максвелл Дж. К.* Пояснения к кинетической теории газов. В сб. "Основатели кинетической теории материи", - ГИТТЛ, М-Л, 1937.
 [27] *Физика космоса.* - М.: Сов. Энциклопедия, 1986.
 [28] *Гинзбург В. Л., Сыроватский С. И.* Происхождение космических лучей. - М.: "Наука", 1963.
 [29] *Меркин Д. Р.* Гироскопические системы. - М.: ГИТТЛ, 1956.
 [30] *Коллатц Л.* Задачи на собственные значения. - М.: "Наука", 1968.
 [31] *Мах Э.* Механика. - СПб.: "Общественная Польза", 1909.
 [32] *Перкинс Д.* Фундаментальная структура материи, - М.: "Мир", 1984.
 [33] *Маринов С.* Оптические измерения абсолютной скорости Земли. - Сб. "Проблемы пространства и времени в современном естествознании", СПб, 1991.
 [34] *Аллен К. У.* Астрофизические величины, - М.: "Мир", 1977.
 [35] *Геофизика океанов.* т. II, - М.: "Наука", 1979.
 [36] *Манк У., Макдональд Г.* Вращение Земли. - М.: "Мир", 1964.
 [37] *Шатский Н. С.* Гипотеза Вегенера и геосинклинали. Избранные труды, т. 2, - Изд. АН СССР, 1964.
 [38] *Бриль В. Я.* Основы кинетической теории поля и ее приложения в геологии. - Записки СПбГИ, т. 134, "Концептуальные основы геологии", 1992.
 [39] *Меркин Д. Р.* Введение в теорию устойчивости движения. - М.: "Наука", 1976.

Предметно-именной указатель

— А —

- Аберрация, 100, 193
"Абсолютное" движение солнечной системы, 172, 195
Агностицизм, 152
Амбарцумян, 15, 79, 142, 240, 268, 278, 279, 302, 376, 419
Андромеды туманность, 186
Анизотропия излучения пульсара, 206, 227-229
— потока, 39, 67
— — импульса, 201
— реликтового излучения, 83
— фона, 24, 60-62, 181
Аннигиляция, 282, 285
Антивещество, 282, 283, 285
Антигравитация, 83, 178-179, 209, 218, 256, 298, 422
"Антиколлапс", 141, 179, 216-217, 234, 246, 268, 280-281, 298, 302, 376
— эллиптический, 271
Антинейтрино, 160, 161, 164
— электронное, 122
"Антипогон", 347, 350
Античастица, 35, 86, 232
Аристотель, 357, 378
Асимметрия барионного заряда, 281, 303, 420
Астероиды, 146, 206, 246, 263, 265, 361, 419
"Астральное тело", 369
Атлантида, 318, 351-360
—, гибель, 351, 353, 355-356, 359-360, 364, 375, 417, 421-422
—, —, место, 352, 422
—, —, механизм, 354, 364
—, —, предпосылки глобальные, 352
—, —, — региональные, 352
Атом, 147-150, 374, 378
Атомное ядро, 122-147
— —, деградация, см. Д. а. я
— —, искусственное конструирование, 134
— —, неаддитивность массы, 136
— —, ОФЭ, 138, 143
— —, переход от стабильного состояния к β^- -радиоактивному, 140, 143
— —, развитие, 138, 143
— —, расширение, 191, 203
— — сверхмассивное, 143, 203
— —, слин, 122
— —, "спонтанный" распад, 140

- — стабильное, 140
— —, структура, 122
— —, формула массы, 136-138
— —, энергия связи, 136-138
"Аура", 369
Ауробиндо, 370

— Б —

- Базальтовые лавы, 340-343, 348
Байкальские тюлени, 350
Балдж, 278, 302
Бальмера серия, 94
— формула, 93-96, 168
— —, вывод, 94
Барионного заряда асимметрия см. А. б. з.
Барстеры, 266, 301, 376, 419
Безынерционное движение, 422
Белый карлик, 79, 178, 206, 242, 245, 266, 279, 300, 419
— —, расширение, 242, 246
Беньюфа зона, 321, 323, 326, 363
Беркли, 379
Бессель, 178
Библия, 346, 347, 351, 364
Биополе, 89, 369, 370, 371, 416, 422
Большой Взрыв, 119, 145, 212, 287, 288, 292-297, 304, 377
Бор, 171, 182, 154, 156
—, постулаты, 94, 147, 374
—, —, физический смысл, 147-150, 168
—, принцип соответствия, 21
Борн, 151, 152, 171
Браге, 66, 229
Брагинский, 178
Бриль, 395, 423
Бритва Оккама, 22
Бройля де волна, см. В. де Б.
Брэкета серия, 94

— В —

- Вакуум физический, 16-18, 200
Вегенер, 420
Вейцекера формула, 137, 138
Векторный бозон, 72, 86, 87, 169
Великое Объединение, 34, 72, 87, 88, 89, 156, 169, 193, 416

Венера, 206, 257-261
 —, анизотропное излучение, 301
 —, атмосферы свертывание, 260, 349
 —, вращение обратное, 259, 260, 301, 330
 —, глобальные трещины, 263
 —, глобальный катаклизм, 305
 —, деструкция коры, 259, 260, 344
 —, испарение океана, 345, 421
 —, климатические условия, 257, 301
 —, нижнее соединение, 262
 —, обратное вращение, 301
 —, — —, причины, 301
 —, парниковый эффект, 258, 301
 —, — —, критика, 258
 —, предсказания, 260, 261, 301
 —, эжекция, 301
 Вертикальное перемещение земной коры,
 скорость, 354-356
 Верхняя мантия, 313-314, 318, 324
 Ветхий Завет, см. Библия
 Вещество, 366, 372-376
 —, развитие, 245, 378
 —, распространенность элементов, 234
 —, элементарные частицы, 31-33, 106-121,
 198, 372, 378, 418
 Взаимные превращения элементарных
 частиц, 88, 120, 169, 285
 Взаимодействия сильные, 89, 368
 — слабые, 89, 167, 368
 Виды взаимодействий элементарных
 частиц, 52, 53
 — — — —, эффективное сечение, 53
 Вильсон, 172, 288, 296
 Виртуализация, 88-91, 121
 — фотонов, см. Ф.в.
 Виртуальная частица, 17, 18, 24, 82, 85,
 88, 89, 155, 194, 282, 366, 374
 — —, источники, 95, 289-292
 — энергия, 26, 27
 — — собственного вращения, 27, 73, 87
 Виртуальный импульс, 27
 Внегалактические объекты, 292, 377
 Волна де Бройля, 35, 98, 100, 101, 168,
 169, 208
 — —, длина, 209
 — электромагнитная, 98, 169
 Восточная трансгрессия океанов, 346, 347,
 350, 357, 364, 421
 Вращение Земли, 328-330, 364
 — —, торможение, 328, 345, 363, 364
 Время, 378, 381
 — идеальное, 382
 — реальное, местное, 382
 Вселенная, 82, 119, 143-144, 145, 287,
 376, 378
 —, возраст, 293, 419
 —, модели, 287

— расширяющаяся, 287
 — —, ненаблюдаемость реликтовых фото-
 нов, 296
 Всемирный потоп, 206, 318, 346, 347,
 350, 351, 364, 365, 390, 417, 421, 422
 Всеобщее расширение, 79, 139, 192, 200,
 417, 419
 Вспыхивающая звезда, 238, 241, 245-246,
 251, 299, 419, 420
 — — как потенциальная повторная новая, 299
 Вспышки новых, 79, 238-239, 417
 — сверхновых, 213-223, 417

— Г —

Галактика, 186, 270-272
 — сейфертовская, 23, 82
 — спиральная, 266, 268, 277, 302, 376, 419
 — — пересеченная, 277, 284, 302
 — — —, дифференциальное распределение
 скоростей, 275, 276, 302
 — ядро активное, 95, 268-277
 —, — —, ядро, см. Я.г.к.
 Галилей, 178, 378
 Гамма-всплески, 266, 301, 376, 419, 420
 Гамов, 119, 287
 Гауссова кривизна, 175, 176, 183
 Геделя теорема, 288
 Гейзенберг, соотношение неопределенно-
 стей, 151, 152, 157-159, 168, 171
 Гелий, 132
 Геодезические линии, 175
 Гильберт, 16
 Гипотеза Канта-Лапласа, 251
 — Лесажа, 18, 20, 22, 23, 67, 81, 209
 — —, снятие классических возражений, 75
 — Шмидта, 251
 Глобальная геофизика, 306
 — тектоника, 317, 318, 362
 — трещина в коре, 206, 257, 334, 354
 — — — — Земли, 339, 340
 Глобальные катаклизмы, 206, 263, 264,
 334, 365, 375, 376, 389, 417, 420, 423
 — —, классификация, 331, 363
 — — I класса, 334, 337, 345-349, 351, 355,
 357, 361, 364, 421
 — — II класса, 360, 361, 364, 421
 — — III класса, 360, 361, 421
 — —, прогнозирование, 190, 338, 381
 Глобальный ливень, 345, 347, 421
 Глюоны, 34, 372
 Гольфстрим, 344, 349
 Гондвана, 318, 327, 340
 Горизонт, 211, 220, 221, 223, 271, 284, 298
 "Горячие точки" мантии, 326, 363
 Гравитационная постоянная, 66, 247

Гравитационная постоянная, выражение через параметры КТГ, 73, 185, 210, 419
 — —, изменение, 82, 185-188
 — —, —, причины, 185-187, 189, 210, 254
 — тень, 185
 Гравитационное красное смещение, см. *К.с.г.*
 — поле, 64, 201, 220
 — —, квантованность, 191
 — —, энергонасыщенность, 191
 Гравитационные потенциалы, 189
 — силы, 23
 Гравитационный "вечный двигатель", 106, 110, 167
 Гравитация, 170-192
 Гравитон, 19, 88, 155, 282
 Грин, 370
 Гюйгенс, 18

— Д —

Дарвин Дж., 311
 — Ч.Г., 20, 81
 Деградация атомного ядра, 78, 80, 117, 138, 140-146, 168, 192, 203, 205, 243, 245, 279, 309, 333, 362
 Деймос, 263, 361
 Дейтрон, 124, 129, 130, 132, 137, 373
 Дейтронная оболочка ядра, 132, 135
 Декарт, 18, 21, 378, 381
 Декремент скорости, 68, 74, 75, 207-209
 Деструкция коры астрофизического объекта, 192, 205, 206, 240, 257, 263, 301, 339, 344, 348, 353, 354, 364
 Детерминизм лапласовский, 151, 155, 156
 — статистический, 153, 155, 156
 Деформированная струна, 31
 — —, поперечные колебания, 148
 — —, "прецессионное" вращение, 31, 148
 Динозавров гибель, 345
 — рост после гибели, 311
 Дирак, 187
 Дискретность полевых структур, 366
 Дискуссия Эйнштейна и Бора, 151-156, 169
 Дифференциальное уравнение оси тонкого стержня, 31, 32, 402
 Длина волны электромагнитной, 89, 98-101
 Длина свободного пробега, 49, 63
 — — —, функция распределения дифференциальная, 49
 Доплера эффект, 69, 168, 193, 287
 — — в КТГ, 92-93
 Дрейф континентов, 192, 318, 320, 323, 340, 363, 417, 420

— Е —

Единая теория материи, см. *ЕТМ*
 — — —, практические приложения, 365, 385-421
 Единый закон инерции и тяготения, 172, 209, 419
 Естественная радиоактивность, 78, 140, 191, 192, 203, 309, 374, 417
 ЕТМ, 15, 34, 169, 193, 366, 378, 385, 392, 416, 417, 423

— Ж —

Желтый карлик, 279
 Журавская-Бриль, 15

— З —

Зависимость масса-светимость, теория, 246-249, 300
 Закон инерции и тяготения единый, 172, 177, 209, 419
 Закон светимости, 250, 300
 — сохранения импульса, 157-158, 182
 — — момента, 230, 233, 321
 — — числа элементарных частиц, 120, 122, 167, 372, 418
 Закон тяготения, 65, 209
 — — в КТГ, 60, 61-66
 Закон фундаментального торможения, тел, 67-68, 419
 Замедление вращения Земли, см. *З.з.в.*
 — — пульсаров, 229, 236, 299
 Запаздывающая спираль, 272, 302
 Звезда вспыхивающая, см. *В.з.*
 — новая, см. *Новая*
 — нормальная, см. *Н.з.*
 — повторная новая, см. *П.н.*
 —, этапы развития, 243-245
 — сверхновая, см. *Сверхновая*
 Звездотрясения, 236, 328
 — I и II типа, 233
 ЗВТ (Закон всемирного тяготения) Ньютона, 14, 21, 66, 84, 177, 178, 185
 Зельдович, 15, 64, 79, 145, 201, 213, 224, 280
 Землетрясения, 325-327, 417, 420
 —, виды, 324
 — I вида, 328-330
 — II вида, 328-330
 Земли кора океаническая, 322, 353
 "Землуна", 263, 306, 310, 311, 313, 314, 332, 338, 361, 364
 Земля, 378

-, атмосферы сверхвращение, 349
 -, верхняя мантия, *см. В.м.*
 -, возраст, 307
 -, выброс Луны, 263, 310-314
 -, замедление вращения, 192, 274, 417, 420
 -, испарение океана, 344, 421
 -, кора, 322
 -, -, деструкция, 310, 331, 339
 -, образование, 306
 -, протокора, 306, 307
 -, радиус, изменение, 315-330, 332
 -, - начальный, юрский, 342
 -, - реликтовый, 324
 -, расширение, 79, 80, 307, 315, 317, 322, 339, 362, 375, 417, 420
 -, - несвободное, 307, 331, 339, 420
 -, -, свидетельства, 315
 Зомбирование, 423
 Зона рифтовая, *см. Р.з.*

— И —

Излучение равновесное, 247, 248
 - синхротронное, 76, 236
 - Солнца равновесное, 119, 247
 - тормозное, 76
 Излучения коэффициент, 247
 Изоляционизм гравитационных теорий, 14, 58, 143, 189, 191
 Изомеры, 129
 - с одинаковым спином, 132
 Изотопы радиоактивные, 132
 - стабильные, 132
 Изотропность в спиновом пространстве, 37, 109
 - фона, 17, 75
 Импульс фоновой частицы, 26
 - наблюдаемый, 27
 Инверсии магнитного диполя Земли, 348, 362, 421
 Индуктор, 370, 371
 Инерционная масса, 107, 191, 393
 Инерция, 85, 172-178
 Инстинкт самосохранения, 305, 364
 Информация, 369
 Искривление пространственно-временной метрики, 64, 201
 Искривление световых лучей, 16, 189, 190
 - траекторий фоновых частиц, 17, 64, 201
 Испарение океанов, 206, 390
 - - Венеры, 345, 421
 - - Земли, 344, 421

— К —

Кант, 251, 279, 300, 379
 Квадрупольный эффект, 208, 230, 254, 256, 273-277, 284, 299, 300
 Квазары, 23, 178, 180, 297
 Квант, 89-105, 107
 -, старение, 295, 292, 377
 -, -, снятие возражений, 289-292, 377
 -, частота, 89, 99
 - электромагнитной волны, 89-105
 - - -, длина, 99
 - - -, кинетическая интерпретация, 100
 Квантование момента свободной частицы, 86
 Квантовая механика, 171
 - система, 158
 - теория тяготения, 65, 184
 Кварки, 34, 372
 Кеплер, 66, 149, 229, 378
 Кери ядра атома, 128, 129, 132
 - - галактики, *см. Я.г.к.*
 Кинетическая теория гравитации, *см. КТГ*
 Кладбища животных, 349
 Клейна-Нишины-Тамма формула, 47, 57, 102, 106, 168
 - - - -, кинетический аналог, 105
 Коллапс, 216, 217, 298, 376
 Кометы, 146, 263, 265, 419
 Компенсационный эффект, 104
 Комптон-эффект, 57, 91
 - - обратный, 91
 Комптоновская длина волны электрона, 70, 82
 Комптоновское рассеяние, 57, 58, 59, 67
 - -, динамика, 58
 - -, угол, 59
 - -, сечение, 57
 - смещение, 59
 Конвенционализм Пуанкаре, 18
 Конищенко, 15
 Консервант, 219-223, 266, 279-283, 298-302
 Контакт осевой, 41, 43-47, 88, 161
 - нормальный, 42
 Контракционные процессы, 326, 363
 Конфайнмент, 34, 372
 Концентрационные процессы, 279, 280, 376
 Концентрация нуклонов, 56
 - реликтовых фотонов, 297
 - фоновых частиц, *см. Ф.ч.к.*
 - частиц, 17, 35
 - -, связь с интенсивностью, 40, 405
 Координатная система инерциальная, 179, 180
 - - неинерциальная, 179
 - - реперная, *см. РКС*
 Коперник, 378
 Космическая Цивилизация, 390

Космогония современная, 280
 Коэффициент анизотропии, 109
 – жесткости, 32, 111
 Крабовидная туманность, 306
 – –, ускоренное расширение, 84, 179, 217, 294, 298
 Красное смещение, 92
 – – гравитационное, 16, 190, 226, 382
 – – космологическое, 287, 289, 295, 377, 419
 – – –, причины, альтернативные доплеровской, 287-296, 303
 Красный карлик, 241-243, 245, 251, 266, 307, 419
 – –, накопление энергии, 241
 – –, расширение, 242, 246
 – –, фрагментация, 246, 251
 Кривизна и ускорение, 172
 – пространства, 172
 – траектории, 61, 83-85
 – – тела, движущегося под действием постоянной силы, 407
 – – фоновых частиц, 18, 60, 63
 – – – –, вектор, 63
 КТГ, 22, 23-81
 – – –, параметры, 25
 – – –, постулаты, 23, 24
 – энергия, 26
 – – вращающейся струны, 31, 113, 403
 Кювье, 334

— Л —

Лаймана серия, 94
 Лаплас, 20, 81, 154, 251, 279, 300
 Ледниковые периоды, 348, 363
 Лейбниц, 379
 Лемурия, 359, 360, 364
 Лесаж, 18, 21, 166
 Лесажа формула, 19, 396
 – – обобщенная, 21, 398
 Линейный осциллятор, 96
 Литосферные плиты, 257, 318
 Ломоносов, 261, 262, 301
 Лоренц, 20, 81
 Лоренцево сокращение, 110-112, 113, 196, 197, 210, 372, 418
 – – на фундаментальном уровне, 36, 110-113
 – –, физические причины, 199
 Луна, возраст, 312
 –, недостаточность железа, 313
 –, неоднородность, 312
 –, – коры, 313
 –, остаточный магнетизм пород, 314
 –, отсутствие глобального магнитного диполя, 314
 –, плотность, 312

–, химический состав, 313
 –, эжекция, 310, 311, 332, 361, 338, 420

— М —

Магнитные линейменты, 338, 343, 344
 Майкельсона опыт, интерпретация, 194, 195, 210, 419
 Макдональд, 329
 Максвелл, 22, 117, 123, 188
 Малые тела солнечной системы, происхождение, 263, 279
 Манк, 329
 Мантия Земли, 313, 322
 Маркова цепи, 54
 Марс, 263, 265, 361
 –, каналы, 206, 257
 –, спутники, Деймос, 263, 361
 – –, Фобос параллельные борозды, 263, 301
 Масс-матрица, 127
 Масса, 378
 – атомного ядра, упрощенная формула, 136-137, 168
 – гравитационная, 191, 383
 – инерционная, 107, 191, 383
 – – и гравитационная, равенство, 177, 189, 209
 – – – –, причины, 419
 – покоя, 108, 166, 167, 283
 – поперечная, 106, 109
 – продольная, 106, 109
 – скалярная, 109
 – скрытая, 275, 278
 – статистическая, 52, 178, 383
 – энергетическая, 383
 Материальные носители информации, 369
 Материальный отрезок, 25
 Материя, 366, 371, 378, 379
 – вещественная, 284, 372-377
 –, наблюдаемость, 366
 –, новое определение, 367
 – полевая, 284, 368-371
 Маха принцип, 14, 85, 178
 – –, физический смысл, 178-181, 208, 209
 Межзвездный газ, 144
 Менделеев, 137
 Метагалактика, 82, 143, 178, 268, 279, 287, 296, 303, 304, 378
 –, возраст, 188, 294
 –, радиус, 292, 377
 –, расширение, 187, 188, 293-295
 Метеориты, 146, 246, 263, 419
 – железные, 265
 – каменные, 265
 Механизм динамо, 236, 314, 348
 – пращи, 274, 275, 300, 302

Мини-дыры, 297
 Мировая линия, 173, 177
 Мировой разум, 370
 Мобилизм, 317
 – радиальный, 317, 318, 323, 420
 Модель атомного ядра, см. *Штабель-м.а.я.*
 – горячей Вселенной, 288, 295, 297, 304, 377
 Момент инерции частицы, 28
 – – – виртуальный, 29
 – – – осевой, 28
 – – – экваториальный, 28
 – – стержня, 401
 – – – осевой, 401
 – – – экваториальный, 28, 401
 Мутная среда, 290
 Мысленный эксперимент, 170

— Н —

Недеформированной струны поступательное движение, 26, 148
 – – прецессия, 27, 148
 Нейтрино, 46, 155, 160, 161, 164, 165, 282, 372
 Нейтрино солнечные, 142
 Нейтрон, 120, 283
 –, протонизация (β^- – распад), 78, 120, 121, 139, 192, 236, 299, 368, 372, 373
 Нейтронизация протона, 141, 144, 243
 Нейтронная звезда, 79, 14-142, 145, 178, 206, 213, 218, 221-225, 235, 245, 266, 279, 300, 307, 376, 419
 – –, анизотропия излучения, 228
 – –, деструкция коры, 226-228, 233, 235, 246
 – –, несвободное расширение, 226, 227
 – –, образование, 224
 – –, радиоизлучение, механизм, 225
 – –, эволюция, 226
 – –, ОФЭ, 226
 Нейтронов выгорание, 244
 – обилие в звезде, 80, 244, 300
 Нестационарные объекты Вселенной, 23, 178, 185, 297
 Новая космогония, 278-296
 Новая, 146, 216, 238, 245, 299, 376, 419-420
 –, причины вспышки, 238
 –, следствия вспышки, 239
 Новиков, 79, 145, 213, 224, 280
 Нормальная звезда, 79, 178, 243, 245, 419
 Нуклон, 155, 161, 282, 372
 Нулевые колебания, 57, 157, 169, 208, 416
 Нутация, 28, 86
 Ньютон, 66, 75, 177, 178, 185, 201, 378, 380

— О —

Обилие водорода в звезде, 280, 303, 376
 Облака водорода, 279
 Оболочка сверхновой, 83, 225, 246
 “Объект” идеальный, 379
 – материальный, 379
 Общая теория относительности, см. *ОТО*
 Овендель, 265
 Океаническая кора, вспучивание, 353
 Ольберс, 265
 Орбитальное движение электрона, период, 149
 – – –, кинетическая энергия, 149
 Осевой контакт, 41, 43-47, 88, 161
 Островные дуги, 322
 Осцилляции нейтрино, 165
 – Понтекорво, 35, 147, 148, 168, 374
 – упруго-кинетических систем, 413
 Осцилляция частота, 149, 413
 ОТО, 16, 193, 380
 – – –, аполегетика, 189
 – – – и КТГ взаимная дополнительность, 189
 – – –, критика, 189
 – – –, уравнения, 172, 419
 – – –, физический смысл, 85, 183, 419
 ОФЭ (Отбор фоновой энергии), 34, 54, 60, 174, 200-201, 203, 279, 376, 397, 417, 420, 423
 – – – Землей, 307, 308, 333, 338, 353, 375
 – – – на фундаментальном уровне, 34, 116, 167, 202
 – – – нейтронной звездой, 226
 – – – промышленный, 110, 385, 422
 – – –, темпы, 61, 73, 74, 77, 80, 186, 210, 280, 300, 308, 338, 397, 399
 – – –, декремент, 117
 – – –, по Лесажу, 397
 – – –, теоретические, 74
 – – – черной дырой, 213, 214, 222, 224
 – – – элементарной частицей вещества, 34, 116, 167, 202

— П —

Палеотемпература, асимметрия циклов, 335-337, 343, 348, 363
 Паули, 21
 – принцип, 123, 125
 Пацифида, 359, 360, 364
 Пашена серия, 94
 Пензиас, 172, 288, 296
 Перемычка-бар, 277, 284, 302
 Пересеченные галактики, 277, 284, 302
 Переходная стадия от консерванта к черной дыре, 223, 279

- Перцепиент, 370
 Пиккеринг, 310, 311, 420
 Планация коры Земли, 322, 324-327
 -- пульсара, 231, 232, 237, 299
 Планета, 146, 178, 206, 246, 266, 279, 307, 376
 -, выброс спутника, 206, 252, 262, 263, 257,
 -, глобальные катаклизмы, см. Г.к.
 -, деструкция коры, см. Д.к.
 -, несвободное расширение, 256, 301
 -, образование, 250-255
 -, -, версия концентрационная, 251, 300
 -, -, - фрагментационная, 251, 300
 -, -, - эжекционная, 252, 300
 -, ОФЭ, 264
 -, стадии развития, 334
 -, саморазрушение, 257, 263, 264, 421
 Планетарная туманность, 206, 246, 251
 Планетная система, 250, 419
 Планка постоянная, 94, 96, 99, 101
 --, зависимость от параметров КТП, 71,
 98, 168
 -- формула $\varepsilon = h \cdot \nu$, 105
 --, обобщение для любых квантов, 96, 168
 --, обобщение для любых тел, 71
 Планковская энергия, 86, 87
 Платон, 351, 353, 354, 357
 Плоскость поляризации, 26, 35, 64
 Плотность вероятности, 54
 -- материи, верхняя граница, 212, 297
 -- потока из полупространства, 404
 -- наблюдаемого импульса, 183
 -- радиального импульса, 62
 -- фундаментальная, 212, 271
 -- энергии, 17
 -- фона, 61
 Повторная новая, 238, 240, 243, 245, 246,
 251, 299, 376
 --, выделяемая энергия, 240
 --, зависимость энергия-период, 299
 --, причины и следствия вспышек, 240
 Повышение дебита нефтяных скважин, 422
 Позитивизм, 152
 Поле, 366, 368-371
 -, биополе, см. Б.
 -- гравитационное, 368, 369, 416
 -- информационное, 370, 371
 -- магнитное, 369
 -- фундаментальное, 368, 378, 380, 382, 383
 -- электрическое, 369
 -- электромагнитное, 368, 416
 Полоса стабильности изотопов, 134, 167, 373
 Поляризация вакуума, 63, 64, 201
 Понтекорво осцилляции, см. О. П.
 Постоянная тонкой структуры, 70
 Постулаты КТГ, 23, 24, 209
 Поток частиц, 55
 -- анизотропный, 39, 67
 -- изотропный, 39
 --, интенсивность в данном направлении, 39
 -- неоднородный, 38
 -- нестационарный, 38
 -- однородный, 38
 -- стационарный, 38
 -- непараллельный, 37-39
 -- параллельный, 37
 --, плотность, 38
 -- сквозь заданную поверхность, 37
 -- энергии, импульса, 40, 55
 Пояс астероидов, см. А.
 Прецессионный конус, 88
 Прецессия, 28, 29, 86, 89
 Приливное трение, 311, 328, 329, 363
 Принцип Маха, см. М.п.
 -- наименьшего действия, 35, 114
 -- соответствия Бора, 21
 -- эквивалентности, 178, 189
 Прицельное расстояние, 214
 Проникающая способность, 17, 21, 22, 50,
 56, 66, 75, 89, 171
 -- мгновенная, 151
 -- нейтрино, 218
 -- фоновых частиц, 218
 Пространство, 179, 378, 379, 380, 381
 Пространство-время Минковского, 172,
 175, 190
 -- ненулевой кривизны, 173
 Протогора Земли, 309, 310, 324
 -- деструкция, 309, 310
 Протон, 129
 -, нейтронизация, 141, 144, 243
 Протонизация нейтрона, см. Н.п.
 Процесс элементарный, 121
 -- аномальный, 121
 -- нормализованный, 121
 -- нормальный, 121
 Птоломей, 378
 Пуанкаре, 18, 20-21, 23, 67, 75-76, 80-81,
 166, 209
 -- конвенционализм, 190, 196, 197
 Пульсар, 218, 227, 235, 245, 298, 419
 -, внезачное появление, 229, 238, 299
 -, деструкция коры, 299
 -, замедление вращения, 229, 236, 299
 -, --, сбой периода, 231, 232, 237, 236, 299
 -, затухание, 233, 237, 299
 -, несвободное расширение, 299
 -- погущий, 242
 -, радиоизлучение, 225, 298
 -, разуплотнение, 230
 -, сводовое поднятие, планация, 231, 237, 299
 -, современная теория, 234
 Пфунда серия, 94

Радиальный мобилизм, 317-318, 323, 420
 Радиоактивный распад, см. *Есть-я рад-ть*
 Размывание изображений далеких объектов, 290, 291
 Разуплотнение, 79, 80, 219, 245
 — астрофизических объектов, 192
 — звезды, 300
 — тел, 210 (см. *Расширение*)
 Распадная скорость, 199, 200
 Рассеяние комптоновское, см. *К.р.*
 — неупругое, 52
 — упругое, 52
 Расширение, 217 (см. *Разуплотнение*)
 — астрофизических объектов неравномерность, 205, 206, 298
 — атомного ядра, 279
 — Земли, см. *З.р.*
 — — неравномерное, 324, 331, 362
 — — несвободное, 331, 339, 420
 — —, палеомагнитные ограничения, 316, 362
 — —, темпы, 190, 331, 333, 362, 375
 — несвободное, 238, 256, 376, 420
 — — нейтронной звезды, 256
 — — планет, 256, 301
 — нуклона, 139
 — ускоренное, 217
 — — Крабовидной туманности, 84, 217, 294, 298
 — — скопления галактик, 218
 — фундаментальное, см. *Ф.р.*
 — ядра атома, 139
 Регулярная прецессия, 28, 29, 86, 89
 Реликтовое излучение, 288, 295, 377
 — —, анизотропия, 172
 — —, источники, 289, 292
 — —, ненаблюдаемость, 377
 Реликтовые фотоны, 289-292, 304
 Релятивистский стержень, 32
 Реперная координатная система, см. *РКС*
 Ридберга постоянная, 94
 Риманова геометрия, 189
 Рифтовые зоны, 257, 320, 327, 339, 340, 344, 345, 347, 355
 РКС, 35, 42, 67, 75, 83, 181, 207, 273
 Рождение вещества из фона, 270, 302
 Ротационная неустойчивость, 311

Саморазрушение астрофизического объекта, 206 (см. *Фрагментация*)
 Сачков, 15, 395
 Свертка ядра атома, 128, 129

Сверхвращение атмосфер, 253, 363, 420, 421
 Сверхгиганты, 267
 Сверхновая, 23, 79, 82, 95, 141-142, 145, 179, 216, 221-223, 234, 246, 292, 297-298, 306, 376, 419
 —, оболочка, 83, 225, 246
 —, причина вспышки, 213
 Сверхплотные состояния вещества, три стадии, 220, 222, 419
 Сверхпроводимость, 106, 109, 167, 418, 422
 Сверхтекучесть, 106, 109, 167, 418, 422
 Сводовые поднятия, 232, 322, 360, 363, 420
 — —, планация, 324, 325, 327, 349, 360, 363
 Связь концентрации частиц с интенсивностью потока, 405
 — КТГ и ОТО, 170-193
 Сейфертовские галактики, см. *Г.с.*
 Сечение взаимодействия, 24, 88, 89
 — контакта, 40, 100
 — — фундаментального, типы, 41
 — нейтрино на нуклоне, 46, 160, 168
 — поглощения, 55, 61
 — рассеяния фотона на электроны, 102
 Силы ядерного сцепления, 123, 368
 Сингулярная точка, 212, 287, 297
 Синхротронное излучение, 76, 235
 Ситтер де, 287
 Скейлинг, 161, 165, 166
 Складчатые структуры, 322, 325, 420
 Скорость дифференциального вращения галактик, теория, 275
 — — — —, наблюдения, 276, 302
 — нутации частицы, 28
 — прецессии частицы, 28
 — света, независимость от скорости источника, 69, 91, 116, 169, 193, 210, 419
 — — — — приемника, 195, 196, 210
 — собственного вращения частицы, 28, 86
 Скрытая масса, 275, 278
 Слабые взаимодействия, 89, 167, 368
 Слайфер, 287
 Сложное движение частицы, 34
 Случайное событие, 153
 Смещение перигелия Меркурия, 16, 189, 190, 208, 274
 Солнечная система, 251
 — —, распределение момента, 251, 254, 300
 Солнечный ветер, 248
 Солнце циклы активности, 254, 300
 —, протуберанцы, 254, 300
 —, пятна, 254, 300
 —, светимость, 76, 142, 192, 243-245
 —, — наблюдаемая, 245
 —, — теоретическая, 243, 245, 368
 —, эжекционная деятельность, 253, 254
 Солон, 352
 Сопrotивление звезды излучению, 249

Сопротивление фона движению по Леса-
жу, 397
 - - - тел в КТГ, 67, 400
 Состав атомного ядра, 131
 Спектральная плотность, 40
 Специальная теория относительности,
 эффекты, 167, 197, 210
 Спин атомного ядра, 127, 129
 - дейтрона, 126
 - нейтрона, 126
 - тритона, 126
 Спин-матрица, 127
 Спрединг, 322
 Спутники планет, 250-262, 419
 Средняя проекция отрезка на произволь-
 ную плоскость, 405
 Статистика взаимодействий, 40-57
 Статистическая масса, 52, 178, 383
 Статистические характеристики контак-
 тов, 48
 Столкновение континентов, 363
 Струнные модели частиц, 23, 31
 Струя эндогенного газа, 255, 256, 263,
 273, 300
 Субдукция, 318, 321, 322, 363
 Супернити, 24
 Суперсинхротрон, 46, 168
 Сфера Шварцшильда, см. Ш.с.

— Т —

Тектоническая разгрузка, 363, 375, 422, 423
 Тектонические разломы, 317
 Тектонический выброс Луны Землей, 255,
 310-314
 Телекинез, 89, 369, 371
 Телепатия, 89, 369-371
 Тензор массы, 106
 Тензоры T_{ik} и R_{ik} уравнений ОТО, 18
 Теорема вириала, 112, 279
 Теория тяготения, 14
 - - квантовая, 366
 - физического вакуума, 16, 88
 - эволюции звезд, 142, 216
 Теофраст, 357
 Тепловое излучение Земли, 76, 307-308
 Теплые течения, 348, 363
 Термодинамика, II начало, 144, 145, 278,
 281, 303
 -, - -, нарушение, 280
 Тесные двойные, 239
 Толща, 219
 - вещества, 55
 - звезды, 249
 Томсоновское рассеяние, 58
 - -, сечение, 57, 67, 105

Торможение вращения, 230
 - орбитальных электронов, 208
 - фундаментальное, 20, 67, 74, 75, 207, 210
 - -, темпы, 210
 Тормозное излучение, 122, 208
 Транзитная модель испускания и погло-
 щения фотона, 69, 90, 91, 225, 292, 304
 Транспортировка атомных часов, 196
 Трансформные разломы, 257
 Тритон, 124, 129, 130, 132, 135, 137, 373
 -, β^- - распад, 129, 134
 Туннелирование, 141, 147, 375
 - - электрона сквозь ядро атома, 150, 151

— У —

Увеличение массы-энергии с ростом ско-
 рости, 35, 114
 Угол аберрации, 100, 193
 - атаки, 24, 26, 64, 72, 88
 - - накопленный, 63
 - нутации, 35, 88, 89
 - поляризации, 35
 Ультрарелятивистский электрон, 236
 Управление гравитацией, 110, 385
 - полями, 422
 Упруго-кинетическая система равновес-
 ная, 111, 413-415
 Уравнения ОТО Эйнштейна, 14, 16, 190
 Урка-процесс, 122
 Ускорение орбитального движения, 273
 Ускоренный разлет продуктов взрыва, 84,
 179, 217, 294, 298
 Условие неполноты, 154, 155
 - непроницаемости частицы, 44
 Устойчивость прецессирующей струны, 408

— Ф —

Фазтон, 206, 265, 301, 305, 361, 421
 Феноменологизм гравитационных теорий, 189
 Физический вакуум, 16-18, 200
 Фиксизм, 318
 - радиальный, 323
 Философские аспекты теории, 366-384
 Фиолетовое смещение, 91
 Флюгер-эффект, 35, 86, 114, 161, 198,
 207, 372
 Фон виртуальных частиц, 180, 200, 377
 - изотропный, 20, 207
 - моноэнергетичный, 20
 - незавихренный, 207, 208
 - неоднородный, 36
 - однородный, 36
 Фона объемная плотность, 72

Фоновая частица, 24, 304, 422
 -- виртуальная, см. В.ч.
 --, диаметр, 25, 69, 82
 --, длина, 25, 69, 82, 112
 --, источники, 82, 85, 185, 289-292
 --, концентрация, 69, 71, 82, 84, 183, 185, 297, 304
 --, масса, 25, 69, 72, 82
 --, момент инерции осевой, 82
 --, -- экваториальный, 82
 --, проникающая способность, 222
 --, скорость, 69
 --, собственное вращение, 73
 --, стоки, 85, 185
 --, траектория, 174, 175
 --, -, кривизна, 75, 174, 176
 --, устойчивость, 86

Фоновая энергия, 83, 178, 284, 365
 --, источники, 82, 84, 178, 179, 289-292
 --, объемная плотность, 185, 186
 --, стоки, 83, 178, 179, 186

Формула Лесажа, 19, 396, 398

Фотон, 88-105, 155, 282
 --, виртуализация, 69, 90, 91, 225, 292, 296, 304, 377

-- виртуальный, 88
 -- продольный, 88, 200

Фрагментация, 206, 334

-- звезды, 239, 251
 -- планеты, 257, 263-264, 421

Фридман, 287

Фундаментальная волна, 173

-- константа, 68, 69
 -- система, 68-81
 -- -- единиц, 378-383
 -- струна, 23, 25-35, 416
 -- -- деформированная, 31-33, 372
 -- частица, 23, 68-74, 169, 282
 --, длина, 25, 69, 82, 112
 --, изгибная жесткость, 25, 69, 115
 --, масса, 25, 69, 72, 82
 --, радиус, 25, 69, 82
 --, средняя кривизна, 115
 --, угловая скорость, 69

Фундаментальное поле, 416, 417

-- расширение, 116, 167, 202, 219, 279
 -- сопротивление движению, 20, 67, 74, 75, 207, 210

— X —

Хаббла-де Ситтера закон, 289, 290, 293, 295
 -- постоянная, 120, 289

Характеристики совокупности частиц, 36-39

— Ц —

Цефеиды, 266, 301, 376, 419

Циклическое развитие вещества, 145, 146, 281, 285, 286, 303, 377, 419

Циклы палеоклиматические, 185, 334-336
 -- сейсмической активности, 185

Циркуляция мантии, 318, 320, 321, 327, 363

Циркумантарктическое течение, 349, 363, 420, 421

ЦФИ (Центр Фундаментальных Исследований), 393-395, 423

Цыган, 15

— Ч —

Чандрасекара предел, 213

Частица, 23, 25-39, 82-169

-- вещества, 31-33, 372-374

-- виртуальная, см. В.ч.

-- наблюдаемая, 88

--, условия устойчивости, 169, 408

-- фоновая, 24, 304, 422

--, источники, см. Ф.ч., и.

-- как носитель информации, 422

-- фундаментальная, см. Ф.ч.

-- элементарная, см. В-во, э.ч.

Частота контактов с фоном, 52, 101, 383

-- -- -- удельная, 383

Черная дыра, 79, 141, 142, 144-146, 179, 185, 211-224, 234, 245, 266, 271, 279, 280-285, 298, 366, 376, 419

--, выход материи из-под горизонта, 213, 298

--, горизонт, 298

--, давление фона, 224, 298

--, колыбель вещества, 211, 298, 302

--, масса, 212-215, 297

--, ОФЭ, 213-214, 222-224

--, разуплотнение, 298

— Ш —

Шварц, 370

Шварцшильда сфера, 79, 144, 211, 215, 216, 221, 222

Шкловский, 390

Шмидт, 251, 279, 300

Шпольский, 147

Шредингера уравнение, 152

- Штабель-модель атомного ядра, 77, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 137, 167, 373, 418
 — —, алгоритм построения, 131, 132
 — —, метод разборки, 138

— Э —

- Эддингтон, 20, 81
 Эжекция, 248, 252, 262, 417
 — из ядра галактики, 271
 — Луны, 309-314, 324, 361, 421
 — нерадиальная, 259
 — равновесная, 270, 302
 — — из ядра галактики, 269
 — струйная, 272, 275, 302
 Эйлера углы, 27
 Эйнштейн, 16, 24, 81, 84, 152-156, 170-171, 178, 182, 193, 200-201, 287, 290-291, 380-381, 416, 418
 Эйнштейна лифт, 171, 173, 182
 — ОТО, 81, 83, 143, 170-192
 — СТО, 83, 193-199
 Электромагнитный квант, 89-105, 107
 — —, частота, 35, 89, 90
 Электрон, 155, 282, 372
 Электронный захват, 132
 Элементарная частица вещества, *см. В.э.ч.*
 — —, взаимные превращения, *см. В.п.э.ч.*
 — —, взаимодействие, 52, 53, 72
 — —, — сильное, 72, 89, 368
 — —, — слабое, 72, 89, 368
 — —, — электромагнитное, 72
 — —, закон сохранения числа, *см. З.с.ч.э.ч.*
 — —, ОФЭ, *см. ОФЭ на фунд. уровне*
 — —, собственное вращение, 27-33, 148
 — —, спин, 126-129, 207
 — —, струнные модели, 31, 33, 148, 166
 — —, тензорный характер массы, 167
 — —, энергия покоя, 108, 166, 167, 203
 Эмпиризм гравитационных теорий, 189
 Эндогенное тепло Земли, 336, 362
 Эндогенный водород, 354, 362, 422
 Энергия вращательного движения, 30
 — — — наблюдаемая, 27, 30
 — — — виртуальная, 30

- вращения частицы, 72, 202, 308, 372, 403
 — и масса покоя, кинетический смысл, 106
 —, материальный носитель, 90
 —, необходимая для расширения гравитирующих масс, 182, 411
 — покоя, 77, 107, 108, 116, 166, 167, 203, 372
 — — нейтрино, электрона и нуклона, 33, 163, 308
 — — частицы, увеличение, 116-119, 202
 — связи, 78, 202
 — — на нуклон, 307
 — —, уменьшение, 138-146, 203
 Этвеш, 178
 Эфемериды планет, 14
 Эффективное сечение l — контакта, 43-47
 Эффекты СТО, 110-115, 193-199, 418

— Ю —

- Юпитер, 265
 —, спутники, Европа, 257
 Юрский период, 309, 318
 — —, темпы расширения Земли, 309

— Я —

- Ядерные силы, 78, 135, 202
 Ядерный синтез, 142
 Ядро атома, 373, 374, 378, 386, 418
 — —, деградация, *см. Д.а.я.*
 — —, неаддитивность массы, 136-137, 373
 — — ОФЭ, 138-146, 373
 — — радиоактивное, 309
 — — стабильное, 78, 309
 — — сверхмассивное, 143, 203
 — галактики, 269, 270, 285, 292, 297, 302
 — —, керн, 269, 283, 284
 — нейтронной звезды, 203
 — планеты, 256-265
 — —, деструктивная деятельность, 256-265
 — сейфертовской галактики, 178

RRR
RRR
FFF
FFF
FFF
RRR

В. Я. Бриль

КИНЕТИЧЕСКАЯ
РАВИЛИТА

МАТЕРИИ

*Платон мне друг,
но истина дороже*
Аристотель

