



Физика: Механика. Теория относительности.
Электродинамика: Учебник для 10 класса
С.В. Громов; Под ред. Н.В. Шароновой.
3-е изд. М.: Просвещение, 2002

№ 1.

- а) Ножницы можно принять за материальную точку при расчете ее падения с большой высоты; нельзя — при определении длины ножниц.
- б) Автомобиль можно принять за материальную точку при измерении пути из Москвы до Дубны; нельзя — при измерении мощности двигателя.
- в) Ракету можно принять за материальную точку при расчете параметров орбиты; нельзя — при определении силы тяги двигателя.

№ 2.

- а) Самолет можно принять за материальную точку при расчете времени полета из одного города в другой; нельзя — при определении подъемной силы.
- б) Будильник можно принять за материальную точку при переносе его из одного места в другое; нельзя — при определении скорости вращения шестеренок.
- в) Солнце можно принять за материальную точку при исследовании его движения вокруг центра Галактики; нельзя — при наблюдении солнечного вращения вокруг оси.

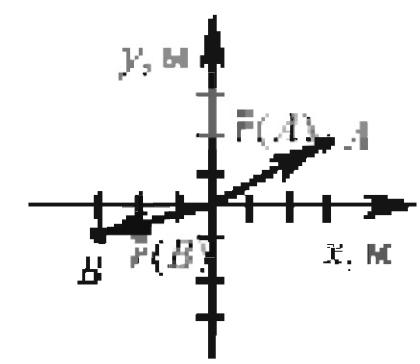


Рис. 38.

№ 3.

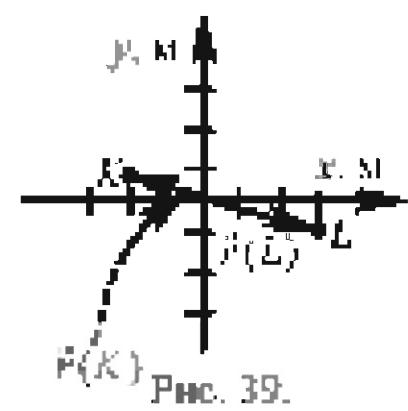
$A(3; 2); B(-3; -1}$ (см. рис. 38).

По теореме

Пифагора

$$|\vec{r}(A)| = \sqrt{(3\text{ м})^2 + (2\text{ м})^2} \approx 3,6 \text{ м};$$

$$|\vec{r}(B)| = \sqrt{(-3\text{ м})^2 + (-1\text{ м})^2} \approx 3,2 \text{ м}.$$



№ 4.

$K(-2; 1); L(3; -1)$ (см. рис. 39).

По теореме

Пифагора

$$|r(K)| = \sqrt{(-2 \text{ м})^2 + (1 \text{ м})^2} \approx 2,2 \text{ м};$$

$$|r(L)| = \sqrt{(3 \text{ м})^2 + (-1 \text{ м})^2} \approx 3,2 \text{ м}$$

№ 5.

Счетчик километров у автомобиля измеряет проденный путь.

№ 6.

Дано: $h=10\text{ м.}$
Найти: $|\vec{s}|, l.$

Решение: $|\vec{s}| = h + (-h) = 0; l = h + k = 10\text{ м} + 10\text{ м} = 20\text{ м.}$
Ответ: $|\vec{s}| = 0; l = 20\text{ м.}$

№ 7.

Дано:

$$R = 30 \text{ м.}$$

Найти: $|\vec{s}|$, l .

Решение:

Из геометрических соображений
(см. рис. 40)

$$|\vec{s}| = 2 \cdot R = 2 \cdot 30 \text{ м} = 60 \text{ м.}$$

$$l = \pi R \approx 3,14 \cdot 30 \text{ м} \approx 94 \text{ м.}$$

Ответ: $|\vec{s}| = 60 \text{ м}; l \approx 94 \text{ м.}$

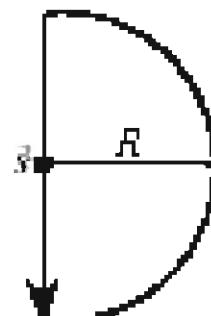


Рис. 40.

№ 8.

Дано.

$$l_1 = 3 \text{ км};$$

$$l_2 = 4 \text{ км}.$$

Найти: $|\vec{s}|, l$.

Решение:

По теореме Пифагора (см. рис. 41):

$$|\vec{s}| = \sqrt{l_1^2 + l_2^2} = \sqrt{(3 \text{ км})^2 + (4 \text{ км})^2} = 5 \text{ км};$$

$$l = l_1 + l_2 = 3 \text{ км} + 4 \text{ км} = 7 \text{ км}.$$

Ответ: $|\vec{s}| = 5 \text{ км}; l = 7 \text{ км}$.

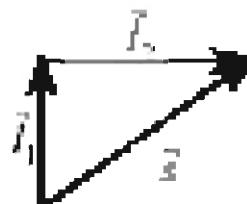


Рис. 41.

№ 9.

Задача решена в учебнике.

№ 10.

Дано:

$$x_0 = 2 \text{ м};$$

$$y_0 = -3 \text{ м};$$

$$x = -3 \text{ м};$$

$$y = 2 \text{ м}.$$

Найти: s_x, s_y .

Решение:

Перемещение \vec{s} изображено на рис. 42.

$$s_x = x - x_0 = -3 \text{ м} - 2 \text{ м} = -5 \text{ м};$$

$$s_y = y - y_0 = 2 \text{ м} - (-3 \text{ м}) = 5 \text{ м}.$$

Ответ: $s_x = -5 \text{ м}; s_y = 5 \text{ м}$.

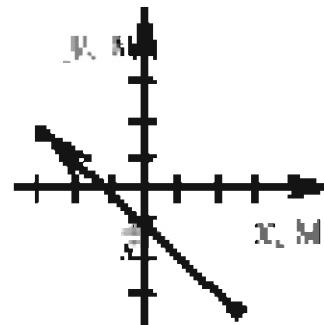


Рис. 42.

№ 11.

Задача решена в учебнике.

№ 12.

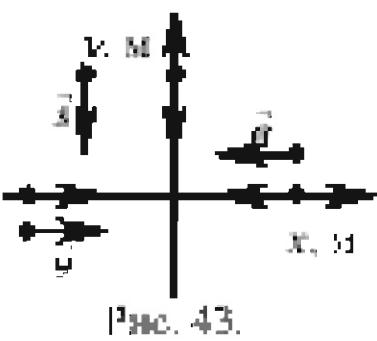


Рис. 43.

Чи. рис. 43.

$$\begin{cases} s_x = 0, \text{ т.к. } \vec{s} \perp \overrightarrow{OX}, \\ s_y = -s, \text{ т.к. } \vec{s} \uparrow \downarrow \overrightarrow{OY}; \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_x = 0, \text{ т.к. } \vec{v} \uparrow \uparrow \overrightarrow{OX}, \\ v_y = 0, \text{ т.к. } \vec{v} \perp \overrightarrow{OY}; \end{cases} \quad \begin{cases} a_x = -a, \text{ т.к. } \vec{a} \uparrow \downarrow \overrightarrow{OX}, \\ a_y = 0, \text{ т.к. } \vec{a} \perp \overrightarrow{OY}. \end{cases}$$

№ 13.

Дано:

$$v \approx 50 \text{ м/с}$$

$$s = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

Найти t .

Решение.

$$t = \frac{s}{v} \approx \frac{1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}}{50 \text{ м/с}} \approx 3 \cdot 10^9 \text{ с}$$

Ответ: $t \approx 3 \cdot 10^9 \text{ с}$.

№ 14.

Дано:

$$v = 5 \cdot 10^{-9} \text{ м/с}$$

$$t = 1 \text{ год} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ с}$$

Найти l .

Решение.

$$l = vt \approx 5 \cdot 10^{-9} \text{ м/с} \cdot 3,15 \cdot 10^7 \text{ с} = \\ = 1,575 \cdot 10^{-1} \text{ м} = 15,75 \text{ см.}$$

Ответ: $l = 15,75 \text{ см.}$

№ 15.

Схематические рисунки приведены на рис. 44 а, рис. 44 б, рис. 44 в.

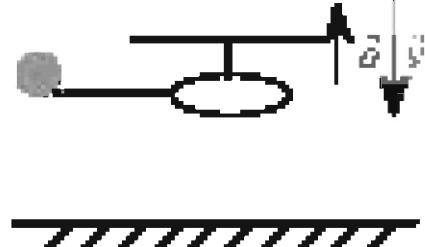


Рис. 44 а.

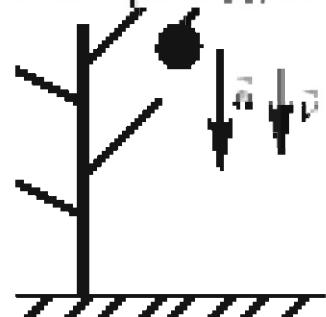


Рис. 44 б.

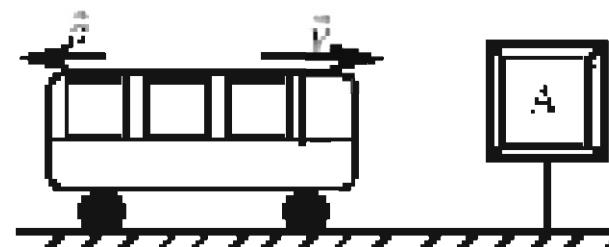


Рис. 44 в.

№ 16.

Схематические рисунки приведены на рис. 45 а, рис. 45 б, рис. 45 в.

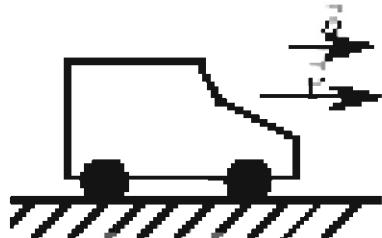


Рис. 45 а.

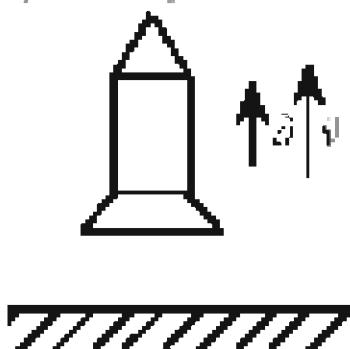


Рис. 45 б.

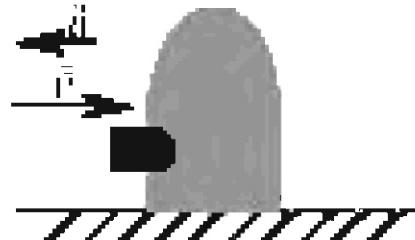


Рис. 45 в.

№ 17.

См. рис. 46 а, рис. 46 б, рис. 46 в.

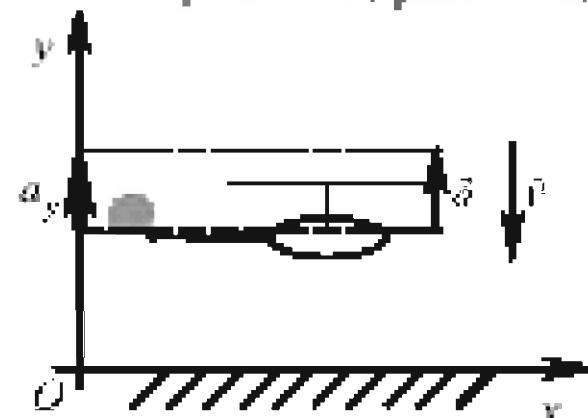


Рис. 46 а.

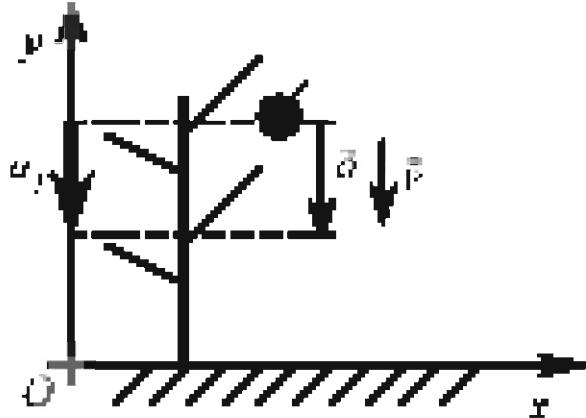


Рис. 46 б.

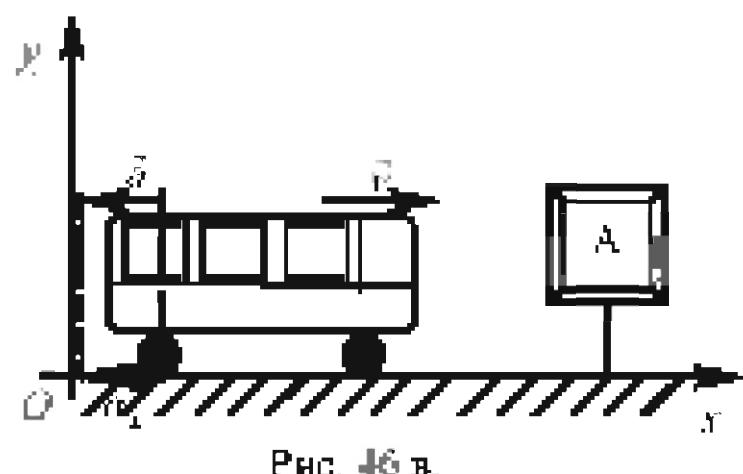


Рис. 46 в.

a) $\begin{cases} \alpha_x = 0, \tau . k, \vec{\alpha} \perp \overrightarrow{OX}, \\ \alpha_y = \alpha, \tau . k, \vec{\alpha} \uparrow \uparrow \overrightarrow{OY}. \end{cases}$

б) $\begin{cases} \alpha_x = 0, \tau . k, \vec{\alpha} \perp \overrightarrow{OX}, \\ \alpha_y = -\alpha, \tau . k, \vec{\alpha} \uparrow \downarrow \overrightarrow{OY}. \end{cases}$

в) $\begin{cases} \alpha_x = -\alpha, \tau . k, \vec{\alpha} \uparrow \downarrow \overrightarrow{OX}, \\ \alpha_y = 0, \tau . k, \vec{\alpha} \perp \overrightarrow{OY}. \end{cases}$

№ 18.

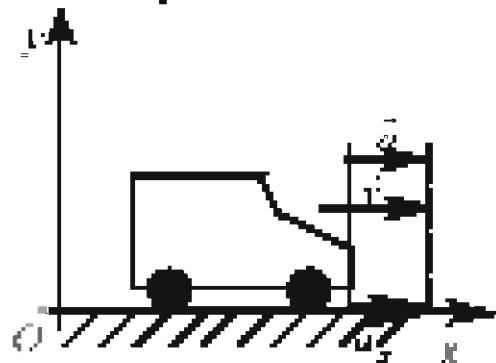


Рис. 47 а.

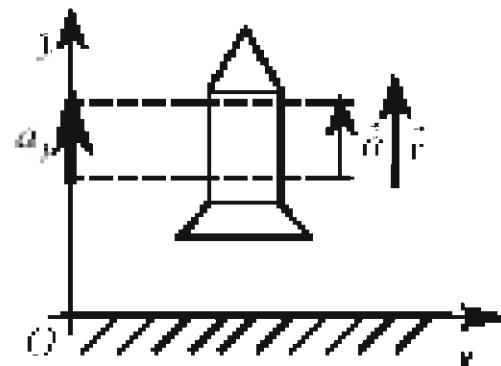


Рис. 47 б.

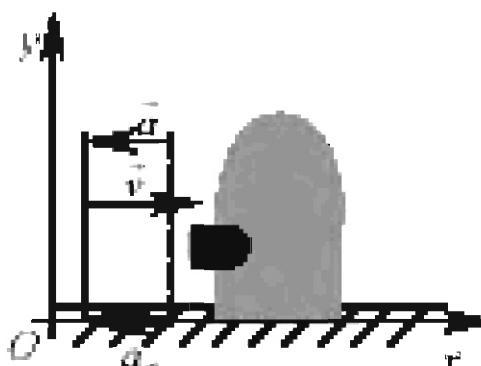


Рис. 47 в.

См. рис. 47 а, рис. 47 б, рис. 47 в.

$$a) \begin{cases} a_x = a, \tau, \kappa, \vec{a} \uparrow\uparrow \overrightarrow{OX}, \\ a_y = 0, \tau, \kappa, \vec{a} \perp \overrightarrow{OY} \end{cases}$$

$$б) \begin{cases} a_x = 0, \tau, \kappa, \vec{a} \perp \overrightarrow{OX}, \\ a_y = a, \tau, \kappa, \vec{a} \uparrow\uparrow \overrightarrow{OY}. \end{cases}$$

$$в) \begin{cases} a_x = -a, \tau, \kappa, \vec{a} \uparrow\downarrow \overrightarrow{OX}, \\ a_y = 0, \tau, \kappa, \vec{a} \perp \overrightarrow{OY}. \end{cases}$$

№ 19.

Задача решена в учебнике.

№ 20.

В общем случае и равномерное прямолинейное движение, и равноускоренное прямолинейное движение, и состояние покоя описывается

$$\text{формулой } x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

а) $x = 2t + 4t^2$, $x_0 = 0$, $v_{0x} = 2 \text{ м/с}$, $a_x = 8 \text{ м/с}^2$. Движение равноускоренное.

См. рис. 48 а.

б) $x = 1 - 2t^2$, $x_0 = 1 \text{ м}$, $v_{0x} = 0$, $a_x = -4 \text{ м/с}^2$. Движение равноускоренное.

См. рис. 48 б.

в) $x = t^2$, $x_0 = 0$, $v_{0x} = 0$, $a_x = 2 \text{ м/с}^2$. Движение равноускоренное. См. рис. 48 в.

г) $x = 4 - t$, $x_0 = 4 \text{ м}$, $v_{0x} = -1 \text{ м/с}^2$, $a_x = 0$. Движение равномерное. См. рис. 48 г.

д) $x = 10 \text{ м}$, $x_0 = 10 \text{ м}$, $v_{0x} = 0$, $a_x = 0$. Состояние покоя. См. рис. 48 д.

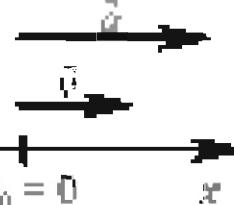


Рис. 48 а.



Рис. 48 б.

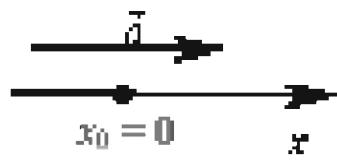


Рис. 48 в.

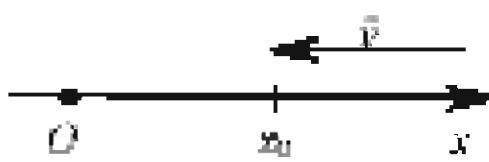


Рис. 48 г.

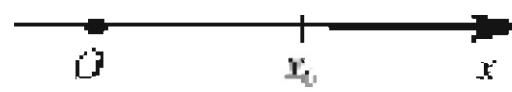


Рис. 48 д.

№ 28.

Задача решена в учебнике.

№ 22.

Дано: $x_0 = 100$ м;
 $a = 1$ м/с²; $t = 6$ с.

Найти x .

Решение.

$$x = x_0 + at^2/2 = 100 \text{ м} + (1 \text{ м/с}^2 \cdot (6 \text{ с})^2)/2 = 118 \text{ м.}$$

Ответ: $x = 118$ м.

№ 23.

Задача решена в учебнике.

№ 24.

Дано: $v_0 = 3 \text{ м/с}$;
 $a = 0,8 \text{ м/с}^2$, $t = 6 \text{ с}$.

Найти x .

Решение.

$$x = v_0 t + at^2/2 = 3\text{м/с}\cdot6\text{с} + (0,8\text{м/с}^2\cdot(6\text{с})^2)/2 = 32,4\text{м}.$$

Ответ: $x = 32,4 \text{ м}$.

№ 25.

Дано:

$$a = 14 \text{ м/с}^2, t = 7 \text{ с.}$$

Найти v .

Решение.

$$v = at = 14 \text{ м/с}^2 \cdot 7 \text{ с} = 98 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 98 \text{ м/с.}$

№ 26.

Дано: $v_0 = 800 \text{ м/с};$
 $a = -7 \cdot 10^5 \text{ м/с}^2;$
 $t = 0,6 \text{ мс} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ с.}$

Найти $v.$

Решение.

$$v = v_0 + at = 800 \text{ м/с} + (-7 \cdot 10^5 \text{ м/с}^2) \cdot 6 \cdot 10^{-4} \text{ с} =$$
$$= 380 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 380 \text{ м/с.}$

№ 27.

Дано: $v_0 = 60 \text{ м/с}$;

$v = 5 \text{ м/с}$;

$\Delta t = 1,1 \text{ с}$.

Найти a .

Решение.

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{5 \text{ м/с} - 60 \text{ м/с}}{1,1 \text{ с}} = -50 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = -50 \text{ м/с}^2$.

№ 28.

Дано: $v_0 = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$;
 $v = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$;
 $\Delta t = 10 \text{ с.}$

Найти a .

Решение.

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{10 \text{ м/с} - 5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 0,5 \text{ м/с}^2$.

№ 29.

Дано:

$$v_0 = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}; \\ a = 1,2 \text{ м/с}^2.$$

Найти I .

Решение.

$$2al = v_0^2; I = v_0^2 / 2a = (10 \text{ м/с})^2 / (2 \cdot 1,2 \text{ м/с}^2) = 42 \text{ м}.$$

Ответ: $I = 42 \text{ м}$.

№ 30.

Дано: $a = 45 \text{ м/с}^2$;

$t = 1000 \text{ м}$.

Найти v .

Решение.

$$2at = v^2; v = \sqrt{2at} = \sqrt{2 \cdot 45 \text{ м/с}^2 \cdot 1000 \text{ м}} = 300 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 300 \text{ м/с}$.

№ 31.

Дано: $l = 72 \text{ м}$;
 $t = 12 \text{ с.}$

Найти v .

Решение.

$$l = at^2/2; a = 2l/t^2; v = at = 2l/t = (2 \cdot 72 \text{ м})/12 \text{ с} = 12 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 12 \text{ м/с.}$

№ 32.

Дано:

$$a = 0,075 \text{ м/с}^2;$$

$$l = 1,5 \text{ км} = 1500 \text{ м.}$$

Найти t , v .

Решение.

$$t = \frac{at^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1500 \text{ м}}{0,075 \text{ м/с}^2}} = 200 \text{ с.}$$

$$v = at = a\sqrt{2l/a} = \sqrt{2la} = \sqrt{2 \cdot 1500 \text{ м} \cdot 0,075 \text{ м/с}^2} = 15 \text{ м/с.}$$

Ответ: $t = 200 \text{ с.}$; $v = 15 \text{ м/с.}$

№ 33.

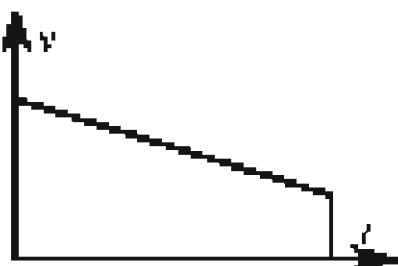


Рис. 49.

Ускорение $a = (5 \text{ м/с} - 10 \text{ м/с})/4\text{с} = -1,25 \text{ м/с}^2$. Перемещение s определяется площадью под графиком $v(t)$ — см. рис. 49. Для определения площади применим формулу площади трапеции:

$$s = \frac{10 \text{ м/с} + 5 \text{ м/с}}{2} \cdot 4\text{с} = 30 \text{ м.}$$

№ 34.

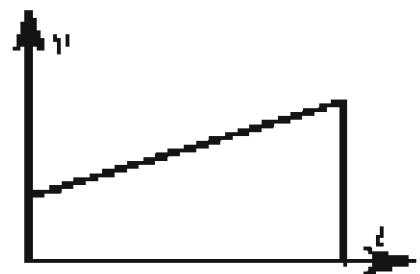


Рис. 50.

Ускорение $a = (4 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с})/10 \text{ с} = 0,2 \text{ м/с}^2$. Перемещение s определяется площадью под графиком $v(t)$ — см. рис. 50. Для определения площади применим формулу площади трапеции.

$$s = \frac{4 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с}}{2} \cdot 10 \text{ с} = 30 \text{ м.}$$

№ 35.

Дано:
 $t = 20 \text{ с}$,
 $N = 50$.

Найти T , v .

Решение. $T = \frac{I}{N} = \frac{20 \text{ с}}{50} = 0,4 \text{ с}$; $v = \frac{N}{t} = \frac{50}{20 \text{ с}} = 2,5 \text{ Гц}$.

Ответ: $T = 0,4 \text{ с}$; $v = 2,5 \text{ Гц}$.

№ 36.

Период обращения минутной стрелки $T_1 = 1$ час = 3600 с, часовой — $T_2 = 12$ часов = 43200 с. Соответствующие частоты $v_1 = 1/T_1 = 1/3600\text{с} \approx 2,8 \cdot 10^{-4}$ Гц, $v_2 = 1/T_2 = 1/43200\text{с} \approx 2,3 \cdot 10^{-5}$ Гц.

№ 37.

Дано: $T = 24$ ч = 86400 с;
 $R = 6,4 \cdot 10^6$ м.

Найти v , a .

Решение.

$$v = 2\pi R/T \approx (2 \cdot 3,14 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м})/86400 \text{ с} \approx \\ \approx 465 \text{ м/с};$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \approx \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{(86400 \text{ с})^2} \approx 0,034 \text{ м/с}^2 = 3,4 \text{ см/с}^2.$$

Ответ. $v \approx 465$ м/с; $a \approx 3,4$ см/с².

№ 38.

Дано:

$$T = 1 \text{ год} \approx 3,15 \cdot 10^7 \text{ с};$$

$$R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

Найти ν, α .

Решение

$$\nu = \frac{2\pi R}{T} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}}{3,15 \cdot 10^7 \text{ с}} \approx 3 \cdot 10^4 \text{ м/с};$$

$$\alpha = \frac{\nu^2}{R} = \frac{1}{R} \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2 = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \approx \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{(3,15 \cdot 10^7 \text{ с})^2} \approx 6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2 = 6 \text{ мм/с}^2.$$

Ответ: $\nu \approx 3 \cdot 10^4 \text{ м/с}, \alpha \approx 6 \text{ мм/с}^2$.

№ 39.

Дано:

$$v = 7,8 \text{ км/с};$$

$$h = 320 \text{ км};$$

$$R = 6400 \text{ км}.$$

Найти T .

Решение. $v = (2\pi(R+h))/T;$

$$T = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (6400 \text{ км} + 320 \text{ км})}{7,8 \text{ км/с}} \approx 5410 \text{ с} \approx 1,5 \text{ ч.}$$

Ответ: $T \approx 1,5 \text{ ч.}$

№ 40.

Дано. $R = 384000 \text{ км} =$
 $3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$,
 $T = 27,3 \text{ сут.} \approx$
 $\approx 2,36 \cdot 10^6 \text{ с.}$

Найти a .

Решение. $a = \frac{4\pi^2 R}{T^2} \approx \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}}{(2,36 \cdot 10^6 \text{ с})^2} \approx$
 $\approx 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2 = 2,76 \text{ мм/с}^2$.

Ответ: $a \approx 2,76 \text{ мм/с}^2$.

№ 41.

Дано: $R = 30 \text{ м}$,
 $v = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с}$.

Найти a .

Решение.

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{30 \text{ м}} \approx 3,3 \text{ м/с}^2$$

Вектор \vec{a} направлен к центру кривизны (см. рис. 51).

Ответ: $a \approx 3,3 \text{ м/с}^2$.



Рис. 51.

№ 42.

Дано: $R = 1000$ м;
 $v = 54$ км/ч = 15 м/с
Найти a .

Решение.

$$a = v^2/R = (15 \text{ м/с})^2 / 1000 \text{ м} = 0,225 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 0,225 \text{ м/с}^2$.

№ 43.

Дано:

$$v' = 3 \text{ м/с};$$

$$U = -0,6 \text{ м/с}.$$

Найти v .

Решение.

$$v = v' + U = 3 \text{ м/с} + (-0,6 \text{ м/с}) = 2,4 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 2,4 \text{ м/с}$.

№ 44.

Дано: $v' = 4 \text{ м/с}$;
 $V = 0,5 \text{ м/с}$.

Найти v .

Решение.

$$v = v' + V = 4 \text{ м/с} + 0,5 \text{ м/с} = 4,5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 4,5 \text{ м/с}$.

№ 45.

Дано: $v = 15 \text{ м/с}$;
 $U = 5 \text{ м/с}$;
 $t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}$.

Найти v' , s , s'

Решение. $v' = v + U$; $v' = v - U = 15 \text{ м/с} - 5 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}$.
 $s = vt = 15 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} = 9000 \text{ м} = 9 \text{ км}$.
 $s' = v't = 10 \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} = 6000 \text{ м} = 6 \text{ км}$.
Ответ: $v' = 10 \text{ м/с}$, $s = 9 \text{ км}$, $s' = 6 \text{ км}$.

№ 46.

Дано:

$$v = 15 \text{ м/с};$$

$$V = -5 \text{ м/с};$$

$$t = 20 \text{ минут} = 1200 \text{ с}.$$

Найти v' , s , s' .

Решение. $v = v' + V;$

$$v' = v - V = 15 \text{ м/с} - (-5 \text{ м/с}) = 20 \text{ м/с}.$$

$$s = vt = 15 \text{ м/с} \cdot 1200 \text{ с} = 18000 \text{ м} = 18 \text{ км}.$$

$$s' = v't = 20 \text{ м/с} \cdot 1200 \text{ с} = 24000 \text{ м} = 24 \text{ км}.$$

Ответ: $v = 20 \text{ м/с}$, $s = 18 \text{ км}$, $s' = 24 \text{ км}$.

№ 47.

Дано:

$$v = 25 \text{ км/ч};$$

$$V = 5 \text{ км/ч};$$

$$l = 400 \text{ м} = 0,4 \text{ км.}$$

Найти t .

Решение.

$$v = v_1' + V; v_1' = v - V; v = v_2' - V; v_2' = v + V;$$

$$t_1 = \frac{l}{v_1'} = \frac{l}{v - V}; t_2 = \frac{l}{v_2'} = \frac{l}{v + V}; t = t_1 + t_2 =$$

$$= \frac{l}{v - V} + \frac{l}{v + V} = l \frac{v + V + v - V}{v^2 - V^2} = \frac{2vl}{v^2 - V^2} = \frac{2 \cdot 25 \text{ км/ч} \cdot 0,4 \text{ км}}{(25 \text{ км/ч})^2 - (5 \text{ км/ч})^2} = \frac{1}{30} \text{ ч} =$$

$$= 2 \text{ мин.}$$

Ответ: $t = 2 \text{ мин.}$

№ 48.

Дано:

$$l = 300 \text{ м};$$

$$v_0 = 90 \text{ км/ч}$$

$$= 25 \text{ м/с};$$

$$t = 37,5 \text{ с}$$

Найти v_t .

Решение.

$$v_k = v_1' - v_T;$$

$$v_k = v_2' + v_T;$$

$$v_1' = t/t_1;$$

$$v_2' = t/t_2;$$

$$t_1 + t_2 = t;$$

$$t_1 = t/(v_k + v_T);$$

$$t_2 = t/(v_k - v_T);$$

$$t_1 + t_2 = t.$$

$$\frac{t}{v_k + v_T} + \frac{t}{v_k - v_T} = t;$$

$$\frac{2v_k t}{v_k^2 - v_T^2} = t; \quad v_T^2 = v_k^2 - \frac{2v_k t}{t}; \quad v_t = \sqrt{v_k(v_k - \frac{2t}{t})} = \sqrt{25 \text{ м/с} \cdot (25 \text{ м/с} - \frac{2 \cdot 300 \text{ м}}{37,5 \text{ с}})} =$$

$$= 15 \text{ м/с} = 54 \text{ км/ч}.$$

Ответ: $v_t = 54 \text{ км/ч}$.

№ 49.

Когда человек бежит по льду, то воздействие на лед достаточно кратковременное, и из-за явления инертисти лед не успевает сломаться.

№ 50.

Пуля действует на дверь очень малое время, и из-за явления инерции последняя не успевает прийти в движение. Давление пальца делится многое больше давления пули, поэтому дверь успевает прийти в движение и открыться.

№ 51.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$;

$F = 20 \text{ Н}$.

Найти a .

Решение.

$$a = F/m = 20\text{Н}/2\text{кг} = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 10 \text{ м/с}^2$.

№ 52.

Дано: $m = 4 \text{ кг}$;
 $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ Н.

Найти F .

Решение.

$$F = ma = 4 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 2 \text{ Н.}$

№ 53.

Дано:

$$m = 4 \text{ кг},$$

$$F_1 = 5 \text{ Н},$$

$$F_2 = 12 \text{ Н}$$

Найти a .

Решение. См. рис. 52. Согласно теореме Пифагора $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$,

$$\text{т.к. } \frac{F}{m} = \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2}}{m} = \frac{\sqrt{(5 \text{ Н})^2 + (12 \text{ Н})^2}}{4 \text{ кг}} = 3,25 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 3,25 \text{ м/с}^2$.

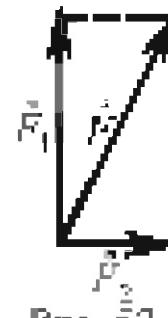


Рис. 52

№ 54.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг},$$

$$a = 2,5 \text{ м/с}^2,$$

$$F_1 = 3 \text{ Н.}$$

Найти F_2 .

Решение. См. рис. 52. Согласно теореме Пифагора:

$$F^2 = F_1^2 + F_2^2, \quad F^2 = (ma)^2 = F_1^2 + F_2^2;$$

$$F_2 = \sqrt{(ma)^2 - F_1^2} = \sqrt{(2 \text{ кг} \cdot 2,5 \text{ м/с}^2)^2 - (3 \text{ Н})^2} = 4 \text{ Н.}$$

Ответ: $F_2 = 4 \text{ Н.}$

№ 55.



Пусть лебедь сообщает волу силу \vec{F}_1 , рак — \vec{F}_2 , щука — \vec{F}_3 . Поскольку «возд и ныне там» получаем $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$.
См. рис. 53.

Рис. 53.

№ 56.

Пусть $\vec{F}_1 = \vec{F}$, тогда $\vec{F}_2 = -\vec{F}$. По второму закону Ньютона $m\vec{a} = F_1^2 + F_2^2 = \vec{F} + (-\vec{F}) = 0$. Поскольку $m \neq 0$, то $\vec{a} = 0$.

№ 57.

Пусть человек действует на мачту с силой \vec{F} . Тогда мачта действует на человека с силой $-\vec{F}$ по третьему закону Ньютона. Ноги действуют на палубу с силой \vec{F} . Тогда $m\ddot{a} = \vec{F} + (-\vec{F}) = 0$, т.е. $\ddot{a} = 0$; значит, подку таким способом нельзя привести в движение.

№ 58.

Лошадь с телегой движутся, поскольку, хотя все силы и скомпенсированы, они обладают некоторой скоростью.

№ 59.

См. рис. 54.

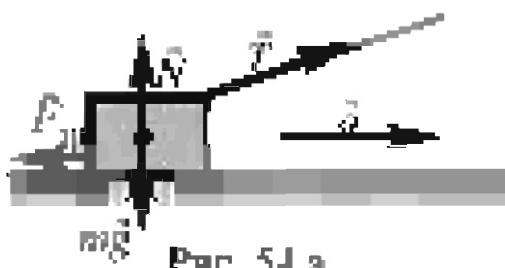


Рис. 54 а.



Рис. 54 б.

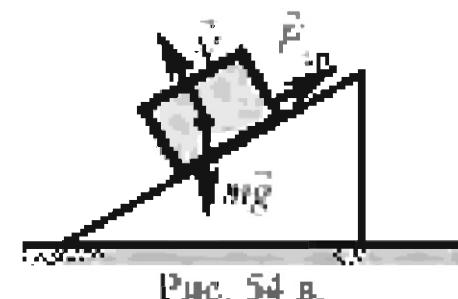


Рис. 54 в.

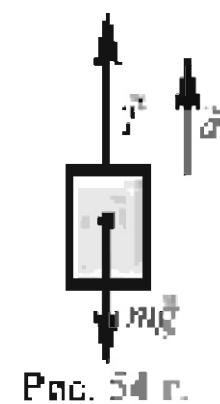


Рис. 54 г.

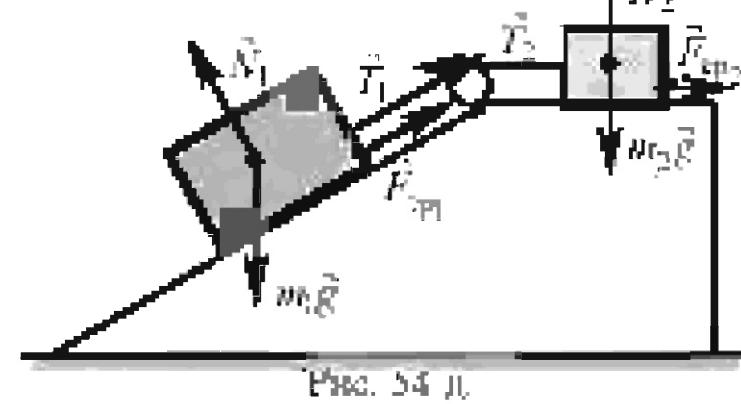


Рис. 54 д.

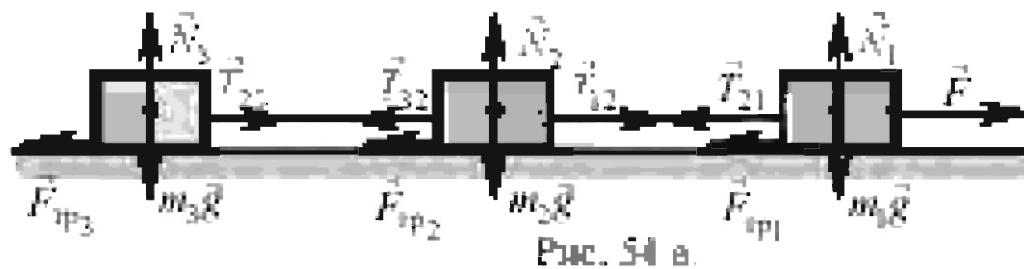


Рис. 54 е.

№ 60.

См. рис. 55.



Рис. 55 а.



Рис. 55 б.

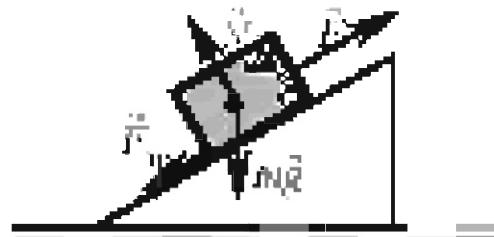


Рис. 55 в.

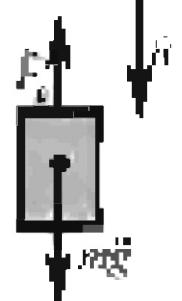


Рис. 55 г.

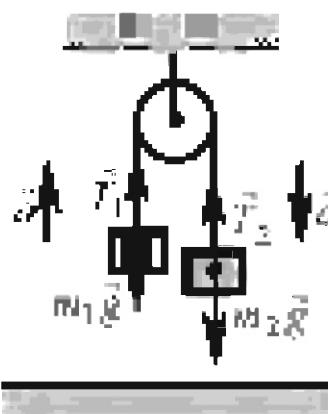


Рис. 55 д.

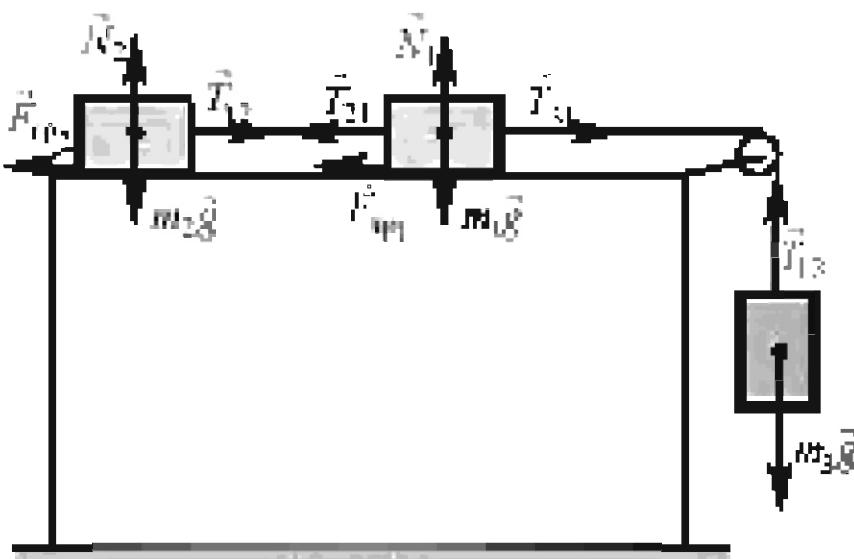


Рис. 55 е.

№ 61.

См. рис. 54.

a) $m\vec{a} = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{tp}}$

b) $m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{tp}}$

c) $0 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{tp}}$

d) $0 = \vec{T} + m\vec{g}$.

d) $\begin{cases} 0 = m_1\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{\text{tp}1}, \\ 0 = m_2\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_{\text{tp}2}. \end{cases}$ Отметим, что $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$.

e) $\begin{cases} 0 = m_1\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{T}_{21} + \vec{F}_{\text{tp}1} + \vec{F}; \\ 0 = m_2\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{T}_{12} + \vec{T}_{32} + \vec{F}_{\text{tp}2}, \\ 0 = m_3\vec{g} + \vec{N}_3 + \vec{T}_{23} + \vec{F}_{\text{tp}3}. \end{cases}$

Отметим, что $|\vec{T}_{12}| = |\vec{T}_{21}|$, $|\vec{T}_{32}| = |\vec{T}_{23}|$.

№ 62.

См. рис. 55.

а) $0 = \vec{N} + m\vec{g}$.

б) $0 = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$.

в) $m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$. г) $m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{F}_a$.

д) $\begin{cases} m_1\vec{a}_1 = m_1\vec{g} + \vec{T}_1, \\ m_2\vec{a}_2 = m_2\vec{g} + \vec{T}_2. \end{cases}$ Отметим, что $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|$, $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2|$.

е) $\begin{cases} m_1\vec{a}_1 = m_1\vec{g} + \vec{N}_1 + \vec{T}_{31} + \vec{T}_{21} + \vec{F}_{\text{тр1}}, \\ m_2\vec{a}_2 = m_2\vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{T}_{12} + \vec{F}_{\text{тр2}}, \\ m_3\vec{a}_3 = m_3\vec{g} + \vec{T}_{13}. \end{cases}$

Отметим, что $|\vec{T}_{31}| = |\vec{T}_{13}|$, $|\vec{T}_{12}| = |\vec{T}_{21}|$, $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = |\vec{a}_3|$

№ 63.

Задача решена в учебнике.

№ 64.

Дано: $m = 3 \text{ кг}$;
 $a = 8 \text{ м/с}^2$.

Найти F_c

Решение. $ma = mg - F_c$;
 $F_c = m(g - a) = 3 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 - 8 \text{ м/с}^2) = 6 \text{ Н}$.
Ответ: $F_c = 6 \text{ Н}$.

№ 65.

Дано:

$$m = 1,5 \text{ т} = 1500 \text{ кг};$$

$$\alpha = 0,5 \text{ м/с}^2, F_c = 500 \text{ Н}$$

Найти F_t .

Решение. $ma = F_t - F_c$

$$F_t = ma + F_c = 1500 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с}^2 + 500 \text{ Н} = \\ = 1250 \text{ Н} = 1,25 \text{ кН.}$$

Ответ. $F_t = 1,25 \text{ кН.}$

№ 66.

Дано:

$$m = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг};$$

$$F = 1,5 \text{ кН} = 1500 \text{ Н};$$

$$F_c = 500 \text{ Н}$$

Найти a .

Решение.

$$ma = F - F_c; a = \frac{F - F_c}{m} = \frac{1500 \text{ Н} - 500 \text{ Н}}{2000 \text{ кг}} = 0,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 0,5 \text{ м/с}^2$.

№ 67.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$;
 $F = 20 \text{ Н}$;
 $\mu = 0,5$

Найти a .

Решение. $ma = F - \mu mg$;

$$a = \frac{F}{m} - \mu g = \frac{20 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} - 0,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 5 \text{ м/с}^2$.

№ 68.

Дано: $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$;
 $a = 1 \text{ м/с}^2$;
 $\mu = 0,2$

Найти F .

Решение.

$$ma = F - \mu mg; F = m(a + \mu g) = \\ = 0,4 \text{ кг} \cdot (1 \text{ м/с}^2 + 0,2 \cdot 10 \text{ м/с}^2) = 1,2 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 1,2 \text{ Н.}$

№ 69.

Дано:

$$m = 20 \text{ кг};$$

$$t = 1 \text{ с};$$

$$l = 1 \text{ м};$$

$$F_{\text{тр}} = 100 \text{ Н}.$$

Найти F .

Решение. $ma = F - F_{\text{тр}}$; $t = \frac{\Delta l}{2}, a = \frac{2l}{t^2}$,

$$F = m \frac{2l}{t^2} + F_{\text{тр}} = 20 \text{ кг} \cdot \frac{2 \cdot 1 \text{ м}}{(1 \text{ с})^2} + 100 \text{ Н} = 140 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 140 \text{ Н}$.

№ 70.

Дано:

$$m = 50 \text{ кг};$$

$$t = 2 \text{ с},$$

$$l = 10 \text{ м}.$$

Найти T .

Решение.

$$ma = T - mg; T = m(g + a); l = \frac{a}{2}t^2; a = \frac{2l}{t^2};$$

$$T = m(g + 2l/t^2) = 50 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 + (2 \cdot 10 \text{ м})/(2 \text{ с})^2) = 750 \text{ Н.}$$

Ответ: $T = 750 \text{ Н.}$

№ 71.

Дано.

$$v_0 = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с};$$

$$\mu = 0,6$$

Найти I .

Решение. $\mu a = \mu g$; $a = \mu g$;

$$2Ia = v_0^2; I = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2g\mu} = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 33 \text{ м}.$$

Ответ. $I \approx 33 \text{ м}$.

№ 72.

Дано:

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с};$$

$$\mu = 0,02.$$

Найти v_0 .

Решение.

$$ma = \mu mg; a = \mu g; 0 = v_0 - at = v_0 - \mu gt;$$

$$v_0 = \mu gt = 0,02 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 60 \text{ с} = 12 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_0 = 12 \text{ м/с}$.

№ 73.
Задача решена в учебнике.

№ 74.

Дано:

F , m , α , μ .

Найти a .

Решение. См. рис. 56.

1) Запишем второй закон Ньютона: $ma = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр}$.

2) Спроектируем уравнение движения на оси координат:



$$\begin{cases} x: ma = F - F_{тр} - mg \cos \alpha; \\ y: 0 = N - mg \sin \alpha. \end{cases}$$

3) Учитывая выражение для сил трения покоя $F_{тр} = \mu N$, получим $ma = F - \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$.

Окончательно: $a = F/m - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$.

Ответ: $a = F/m - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$.

Рис. 56.

№ 75.
Задача решена в учебнике.

№ 76.

Дано:

m_1, m_2

$m_1 > m_2$

Найти a, T .

Решение. См. рис. 57.

1) Запишем второй закон Ньютона для обоих тел:

$$m_1\vec{a} = m_1\vec{g} + \vec{T}, \quad -m_2\vec{a} = m_2\vec{g} + \vec{T}.$$

2) Вычтем второе уравнение из первого $(m_1 + m_2)\vec{a} = (m_1 - m_2)\vec{g}$.

3) Спроектируя на ось x , мы получим: $-(m_1 + m_2)a = -(m_1 - m_2)g$, откуда

следует, что $a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g$. Т.к. $m_1 > m_2$ то $\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} < 1$ и $a < g$.

4) Спроектируем уравнение движения для первого тела: $-m_1a = -m_1g + T$, $T = m_1(g - a)$. Подставляя найденное значение a , находим:

$$T = m_1g \left(1 - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right) = m_1g \frac{m_1 + m_2 - m_1 + m_2}{m_1 + m_2} = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}.$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g, \quad T = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}.$$

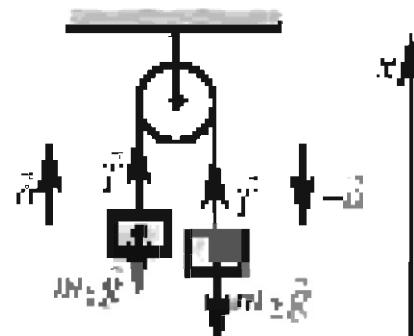


Рис. 57.

№ 77.

Дано.

$$m = 15 \text{ кг};$$

$$F = 120 \text{ Н};$$

$$\alpha = 45^\circ;$$

$$\mu = 0,02.$$

Найти a, T .

Решение. См. рис. 58.

1) Запишем уравнения движения для обоих саней:

$$ma = -\vec{T} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{2\text{тр}} + mg; \quad ma = \vec{T} + \vec{F}_{1\text{тр}} + mg + \vec{F} + \vec{N}_1.$$

2) Спроектируем эти уравнения на оси координат и добавим к ним еще два, связывающие силы трения с силами нормальных реакций опоры.

$$\begin{cases} x: ma = T - F_{2\text{тр}}; \\ y: 0 = N_2 - mg; \\ x: ma = -T - F_{1\text{тр}} + F \cos \alpha; \\ y: 0 = -mg + F \sin \alpha + N_1; \\ F_{1\text{тр}} = \mu N_1; \quad F_{2\text{тр}} = \mu N_2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2ma = F \cos \alpha - F_{1\text{тр}} - F_{2\text{тр}}; \\ 0 = 2T + F_{1\text{тр}} - F_{2\text{тр}} - F \cos \alpha; \\ F_{1\text{тр}} = \mu(mg - F \sin \alpha); \quad F_{2\text{тр}} = \mu mg. \end{cases}$$



Рис. 58.

$$\begin{aligned} a &= (1/2m)(F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha - \mu mg) = \\ &= (F/2m)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g = \\ &= \frac{120 \text{ Н}}{2 \cdot 15 \text{ кг}} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,02 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) - 0,02 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \\ &= 2,6 \text{ м/с}^2. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= (1/2)(F \cos \alpha + \mu mg - \mu mg + \mu F \sin \alpha) = (F/2)(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = \\ &= \frac{120 \text{ Н}}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + 0,02 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \approx 42 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Ответ: $a \approx 2,6 \text{ м/с}^2$; $T \approx 42 \text{ Н}$.

№ 78.

Дано.

μ, m, α .

Найти a, T .

Решение. См. рис. 59.

1) Запишем уравнения движения обоих грузов:

$$m\ddot{a} = m\ddot{g} + \vec{T}; \quad m\ddot{a} = m\ddot{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{T}.$$

2) Спроектируем уравнения движения на оси координат и запишем выражения для силы трения:

$$\begin{cases} u: ma = mg - T; \\ x': ma = T - mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}; \\ y': 0 = N - mg \cos \alpha; \\ F_{\text{тр}} = \mu N. \end{cases}$$

3) Тогда получим: $\begin{cases} 2ma = mg - mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha; \\ 0 = mg - 2T + mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha. \end{cases}$

$$a = (g/2)(1 - \sin \alpha - \mu \cos \alpha); \quad T = (mg/2)(1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Ответ: $a = (g/2)(1 - \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$; $T = (mg/2)(1 + \sin \alpha + \mu \cos \alpha)$.

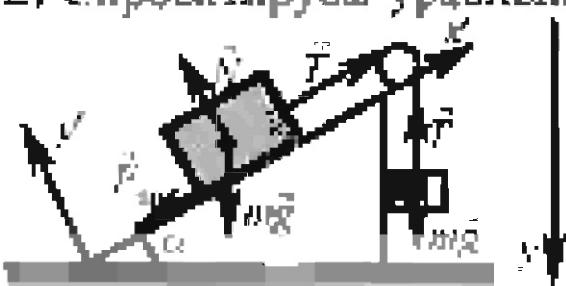


Рис. 59.

№ 79.

Дано:

k , m , μ .

Найти Δt .



Рис. 60.

Решение. См. рис. 60.

1) Запишем уравнение движения: $0 = \vec{F} + m\vec{g} - \vec{F}_{тр}$.

2) Спроектируем уравнения движения на оси координат:

$$\begin{cases} x: 0 = F - F_{тр}; \\ y: 0 = -mg + N. \end{cases}$$

3) Т.к. $F = k\Delta L$ и $F_{тр} = \mu N$, то $k\Delta L = \mu mg$; $\Delta L = \mu mg/k$.

Ответ. $\Delta L = \mu mg/k$.

№ 80.

Дано.

$$m = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг},$$

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с};$$

$$s = 500 \text{ м};$$

$$k = 2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}.$$

Найти Δl .

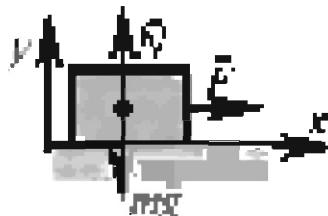


Рис. 61.

Решение. См. рис. 61.

1) Запишем уравнение движения: $m\ddot{a} = \vec{F} + \vec{N} + m\vec{g}$.

2) Спроектируем уравнения движения на оси координат: $\begin{cases} x: m\ddot{a} = F; \\ y: 0 = N - mg. \end{cases}$

3) Учитывая $F = k\Delta l$, $s = a t^2 / 2$, т.е. $a = 2s/t^2$, получаем

$$m \frac{2s}{t^2} = k\Delta l; \Delta l = \frac{2ms}{kt^2} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ кг} \cdot 500 \text{ м}}{2 \cdot 10^6 \text{ Н/м} \cdot (60 \text{ с})^2} \approx 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Ответ: $\Delta l \approx 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$

№ 81.

Задача решена в учебнике.

№ 82.

<u>Дано.</u> $P = 3 \text{ Н}$	<u>Решение.</u> $mg = T$; $T = P$; $mg = P$; $m = P/g = 3\text{Н}/10\text{м/с}^2 = 0,3 \text{ кг}$
<u>Найти</u> m .	<u>Ответ:</u> $m = 0,3 \text{ кг}$.

№ 83.

Дано:

$$m = 6 \text{ кг}; \\ a = 2 \text{ м/с}^2$$

Найти Р.

$$3) P = N = m(g - a) = 6 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 - 2 \text{ м/с}^2) = 48 \text{ Н.}$$

Ответ: $P = 48 \text{ Н.}$

Решение. См. рис. 62.

1) Запишем уравнение движения:

$$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{mg}$$

2) Спроектируем уравнения движения на ось y : $ma = mg - N$, $N = m(g - a)$.

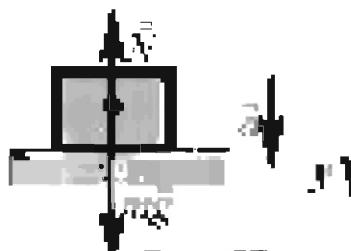


Рис. 62.

№ 84.

Дано:

$$m = 6 \text{ кг}; \\ a = 2 \text{ м/с}^2$$

Найти P .

Решение. См. рис. 63.

1) Запишем уравнение движения:
 $m\ddot{a} = N + m\ddot{g}$.

2) Спроектируем уравнения движения на ось y : $ma = -mg + N$; $N = m(g + a)$.

3) $P = N = m(g + a) = 6 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с}^2 + 2 \text{ м/с}^2) = 72 \text{ Н}$

Ответ: $P = 72 \text{ Н}$.

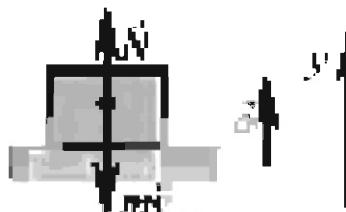


Рис. 63.

№ 85.

Дано.

$$m = 80 \text{ кг};$$

$$v = 10 \text{ м/с},$$

$$R = 20 \text{ м}.$$

Найти P .

Решение. См. рис. 64.

1) Запишем уравнение движения:

$$m\ddot{a} = \vec{N} + m\vec{g}.$$

2) Спроектируем уравнения движения на ось y . $m\ddot{a}_y = N - mg$; $N = m(g+a)$.

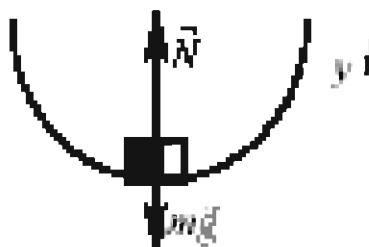


Рис. 64.

$$3) a = \frac{v^2}{R}; P = N = m \left(g + \frac{v^2}{R} \right) = 80 \text{ кг} \cdot \left(10 \text{ м/с}^2 + \frac{(10 \text{ м/с})^2}{20 \text{ м}} \right) = 1200 \text{ Н}.$$

Ответ. $P = 1200 \text{ Н}$.

№ 86.

Дано.

$$m = 19,6 \text{ т} = 19600 \text{ кг}; \\ v = 32,4 \text{ км/ч} = 9 \text{ м/с}; \\ R = 30 \text{ м.}$$

Найти P .

Решение. См. рис. 65.

1) Запишем уравнение движения: $m\ddot{a} = \vec{N} + m\vec{g}$.

2) Спроектируем уравнения движения на ось y .

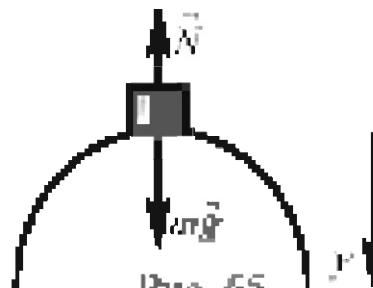


Рис. 65.

$$m\ddot{a} = m\vec{g} - \vec{N}; \quad \vec{N} = m(\vec{g} - \ddot{a}).$$

$$3) \ddot{a} = \frac{v^2}{R};$$

$$P = N = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right) = 19600 \text{ кг} \cdot \left(10 \text{ м/с}^2 - \frac{(9 \text{ м/с})^2}{30 \text{ м}} \right) \approx 1,43 \cdot 10^3 \text{ Н} = 143 \text{ кН.}$$

Ответ: $P = 143 \text{ кН}$.

№ 87.

Т.к. плотность железа больше плотности дерева, то объем 1 тонны железа меньше 1 тонны дерева. Отсюда заключаем, что выталкивающая сила, действующая на 1 тонну дерева больше, т.е. тонна дерева весит меньше тонны железа. В вакууме на эти тела не действует выталкивающая сила, и их вес будет одинаковым.

№ 88.

Рассмотрим систему птица — ящик — весы — воздух в ящике. Т.к. внутренние силы не могут привести такую систему в движение, то равновесие не нарушается.

№ 89.

Дано.

$$m = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг},$$

$$M = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$R = 150 \cdot 10^6 \text{ км} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

Найти F .

Решение.

$$F = G \frac{mM}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \times \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{(1,5 \cdot 10^{11} \text{ м})^2} \approx \\ \approx 3,6 \cdot 10^{23} \text{ Н.}$$

Ответ: $F \approx 3,6 \cdot 10^{23} \text{ Н.}$

№ 90.

Дано:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}, \\ R = 1 \text{ м.}$$

Найти F

Решение:

$$F = G \frac{m^2}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{(0,2 \text{ кг})^2}{(1 \text{ м})^2} \approx 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ Н.}$$

Ответ: $F \approx 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ Н.}$

№ 91.

Дано:

$$m = 81 M_{\odot}$$

$$l = 384400 \text{ км.}$$

Найти r .

Решение.

$$\begin{cases} F_1(r) = G \frac{m'M}{r^2}; \\ F_2(r) = G \frac{m'm}{(l-r)^2}; \quad G \frac{m'M}{r^2} = G \frac{m'm}{(l-r)^2}, \quad \frac{M}{m} (l-r)^2 = r^2; \\ F_1(r) = F_2(r). \end{cases}$$

$$81(l-r)^2 = r^2; 9(l-r) = r; r = 0,9l = 0,9 \cdot 384400 \text{ км} \approx 346000 \text{ км.}$$

Ответ: $r \approx 346000 \text{ км.}$

№ 92.

Дано:

$$h = 3R$$

Найти F_1/F_2 .

Решение.

$$F_2 = G \frac{mM}{(R+3R)^2} = G \frac{mM}{16R}; F_1 = G \frac{mM}{R^2}; \frac{F_1}{F_2} = 16.$$

Ответ: $F_1/F_2 = 16$.

№ 93.

Камень, лежащий на Земле, нельзя поднять, приложив к нему силу в точности равную силе тяжести, поскольку он будет в состоянии равновесия, а, значит, по первому закону Ньютона, сохранит состояние покоя.

№ 94.

Свободно падающий мячик будет иметь большее ускорение свободного падения на первом этаже, поскольку ускорение свободного падения убывает с высотой как квадрат расстояния.

№ 95.

Дано:

$$\frac{m}{r} = \frac{1}{81} M; \\ r = 0,27 R.$$

Найти g_s .

Решение.

$$g_s = G \frac{M}{R^2}; \quad g_s = G \frac{m}{r^2} = G \frac{\frac{1}{81} M}{(0,27 R)^2} = \frac{g_s}{81 \cdot 0,27^2} = \frac{9,8 \text{ м/с}^2}{81 \cdot 0,27^2} \approx$$

$$\approx 1,7 \text{ м/с}^2.$$

Ответ. $g_s \approx 1,7 \text{ м/с}^2$.

№ 96.

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 318M, \\r &= 11R.\end{aligned}$$

Найти g_ω .

Решение.

$$g_\omega = G \frac{M}{R^2}; \quad g_\omega = G \frac{m}{r^2} = G \frac{318M}{(11R)^2} = \frac{318}{11^2} g_0 = \frac{318}{11^2} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \approx \\ \approx 25,8 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $g_\omega \approx 25,8 \text{ м/с}^2$.

№ 97.

- а) Тело движется по параболе с начальной скоростью, направленной под углом к горизонту (см. рис. 66 а).
- б) Тело движется вертикально с начальной скоростью, направленной вверх (см. рис. 66 б).
- в) Тело движется вертикально с начальной скоростью, направленной вниз (см. рис. 66 в).
- г) Тело движется по параболе с начальной скоростью, направленной горизонтально (см. рис. 66 г).

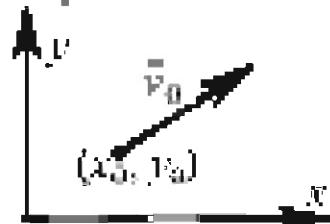


Рис. 66 а.

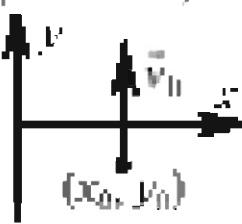


Рис. 66 б.

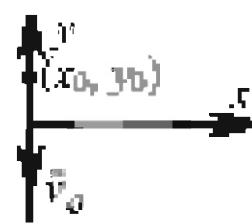


Рис. 66 в.

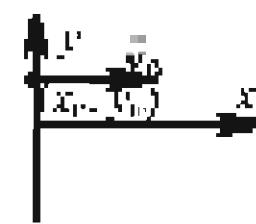


Рис. 66 г.

№ 98.



Рис. 67 а.

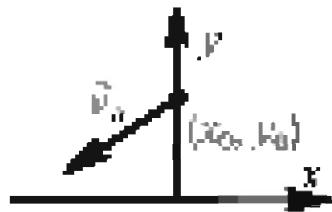


Рис. 67 б.

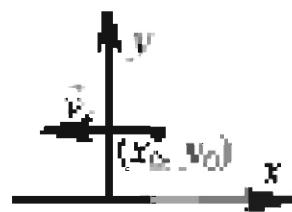


Рис. 67 в.

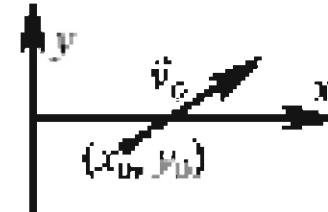


Рис. 67 г.

а) Тело движется вертикально с начальной скоростью, направленной вверх (см. рис. 67 а).

б) Тело движется по параболе с начальной скоростью, направленной под углом к горизонту (см. рис. 67 б).

в) Тело движется по параболе с начальной скоростью, направленной горизонтально (см. рис. 67 в).

г) Тело движется по параболе с начальной скоростью, направленной под углом к горизонту (см. рис. 67 г).

№ 99.

Дано:

$$v_0 = 20 \text{ м/с.}$$

Найти t, h .

Решение. 1) $0 = v_0 - gt, t = \frac{v_0}{g} = \frac{20 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 2 \text{ с.}$

$$2) h = \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ м.}$$

Т к. g на Луне в 6 раз больше, то h и t увеличиваются в шесть раз.

Ответ: $t = 2 \text{ с}, h = 20 \text{ м.}$

№ 100.

Дано:

$$h = 10 \text{ м};$$

$$v_0 = 15 \text{ м/с}.$$

Найти t, v .

Решение.

$$\begin{aligned} 1) 2hg &= v^2 - v_0^2; \quad v = \sqrt{2gh + v_0^2} = \\ &= \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 10 \text{ м} + (15 \text{ м/с})^2} \approx 20 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

$$2) v = v_0 + gt, \quad t = \frac{v - v_0}{g} = \frac{20 \text{ м/с} - 15 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2} = 0,5 \text{ с}.$$

Ответ: $t = 0,5 \text{ с}, v \approx 20 \text{ м/с}$.

№ 101.

Дано:

$$h = 2 \text{ м.}$$

$$v_0 = 5 \text{ м/с.}$$

Найти t , v .

Решение.

$$h = \frac{g t^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2h}{g}}; t = v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} = 5 \text{ м/с} \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 3,2 \text{ с.}$$

$$v_y = gt = \sqrt{2hg}; v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + 2hg} = \sqrt{(5 \text{ м/с})^2 + 2 \cdot 2 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}} \approx 8 \text{ м/с.}$$

Ответ: $t = 3,2 \text{ с.}$; $v \approx 8 \text{ м/с.}$

№ 102.

Дано:

$h; v_0$

Найти t, R .

Решение.

$$1) h = gt^2 / 2; t = \sqrt{2h/g}; l = v_0 t = v_0 \sqrt{2h/g};$$

2) Переходя в систему отсчета, связанную с самолетом, получаем, что самолет в момент падения бомбы на поверхность Земли будет находиться над местом падения над высотой $R = h$.

Ответ: $l = v_0 \sqrt{2h/g}; R = h$.

№ 103.

Дано.

$\alpha; v_0$

Найти

t_{\max}, h, L .

Решение.

$$1) \begin{cases} x = v_0 \cos \alpha t; \\ y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$2) v_y = v_0 \sin \alpha - gt; 0 = v_0 \sin \alpha - g \frac{t_{\max}}{2}; t_{\max} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}.$$

$$3) L = x(t_{\max}) = v_0 \cos \alpha t_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

$$4) h = y\left(\frac{t_{\max}}{2}\right) = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

$$\text{Ответ: } t_{\max} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}, h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

№ 104.

Дано.

h, L .

Найти α .

Решение.

Воспользуемся выведенными в № 103 формулами для L и

h . По условию задачи: $L = h$, $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$;

$2\sin \alpha \cos \alpha = \sin^2 \alpha / 2$; $\operatorname{tg} \alpha = 4$; $\alpha = \operatorname{arctg} 4 \approx 76^\circ$.

Ответ. $\alpha \approx 76^\circ$.

№ 105.

Сбросим с крыши дома пустую банку без начальной скорости. Тогда высота дома h связана с временем полета t , зафиксированному по секундомеру, соотношением $h = gt^2/2$, где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

№ 106.

Мы не «потеряли» Луну, поскольку, хотя Солнце и притягивает ее вдвое сильнее, чем Земля, оно сообщает и Земле, и Луне примерно одинаковые ускорения.

№ 107.

Дано:

$$g = 1,7 \text{ м/с}^2;$$
$$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м};$$
$$r = 0,27 R.$$

Найти v .

Решение.

$$v^2/r = g; v = \sqrt{gr} = \sqrt{1,7 \text{ м/с}^2 \cdot 0,27 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}} \approx$$
$$\approx 1700 \text{ м/с} = 1,7 \text{ км/с.}$$

Ответ: $v = 1,7 \text{ км/с.}$

№ 108.

Дано:

$$m = 2,6 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$R = 10 \text{ км} = 10^4 \text{ м.}$$

Найти v .

Решение.

$$\frac{v^2}{R} = G \frac{m}{R^2};$$

$$v = \sqrt{G \frac{m}{R}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{2,6 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{10^4 \text{ м}}} \approx 1,3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v \approx 1,3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$

№ 109.

Дано:

$$R = 6400 \text{ км};$$

$$v_0 = 8 \text{ км/с};$$

$$v = 4 \text{ км/с}.$$

Найти h .

Решение.

$$\frac{v_0^2}{R} = G \frac{m}{R^2}, \quad \frac{v^2}{R+h} = G \frac{m}{(R+h)^2}, \quad \frac{v_0^2}{v^2} = \frac{R+h}{R} = 1 + \frac{h}{R}.$$

$$h = R \left(\frac{v_0^2}{v^2} - 1 \right) = 6400 \text{ км} \left(\frac{(8 \text{ км/с})^2}{(4 \text{ км/с})^2} - 1 \right) = 19200 \text{ км}.$$

Ответ: $h = 19200 \text{ км}$.

№ 140.

Дано: $h = 3600 \text{ км} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ м}$;
 $R = 6400 \text{ км} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$;
 $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$.

Найти v .

Решение.

$$\frac{v^2}{R+h} = G \frac{M}{(R+h)^2},$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24} \text{ кг}}{3,6 \cdot 10^6 \text{ м} + 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}} \approx 6,3 \cdot 10^3 \text{ м/с} \approx 6,3 \text{ км/с}.$$

Ответ: $v \approx 6,3 \text{ км/с}$.

№ 111.

Дано:

$$T = 24 \text{ ч} =$$

$$= 86400 \text{ с};$$

$$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м};$$

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

Найти h .

Решение.

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T}, \quad \omega_2 = \frac{v}{R+h}; \quad \omega_1 = \omega_2; \quad \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{R+h},$$

$$G \frac{mM}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}; \quad \frac{2\pi}{T} = \frac{\sqrt{GM}}{(R+h)^{\frac{3}{2}}} \Rightarrow$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GM T^2}{4\pi^2}} - R = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2 \cdot 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot (86400 \text{ с})^2}{4 \cdot (3,14)^2}} - 6,4 \cdot 10^6 \text{ м} \approx$$

$$\approx 3,6 \cdot 10^7 \text{ м.}$$

Ответ: $h \approx 3,6 \cdot 10^7 \text{ м}$

№ 112.

Дано:

$$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м.}$$

Найти T

Решение. $\frac{4\pi^2(R+R)}{T^2} = G \frac{M}{(R+R)^2}; g = G \frac{M}{R^2};$

$$\frac{8\pi^2 R}{T^2} = \frac{g}{4}; T = \sqrt{\frac{32\pi^2 R}{g}} = 4\pi \sqrt{\frac{2R}{g}} \approx 4 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{2 \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 1,4 \cdot 10^4 \text{ с} \approx 3,9 \text{ ч.}$$

Ответ: $T = 3,9 \text{ ч.}$

№ 113.

Дано: M, c .
Найти R .

Решение. $(1/R) \cdot (c/\sqrt{2})^2 = GM/R^2; R = 2GM/c^2$
Ответ: $R = 2GM/c^2$.

№ 114.

Дано:

$$M = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м.}$$

Найти R

Решение.

$$R = 2G \frac{M}{c^2} = 2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м})^2} \approx 3 \cdot 10^3 \text{ м} = 3 \text{ км.}$$

Ответ: $R \approx 3$ км.

№ 115.

Дано:

$$m = 80 \text{ кг};$$

$$a = 3g.$$

Найти P

Решение.

$$\begin{aligned}ma &= N - mg; N = m(a + g); P = N = m(a + g) = \\&= m(3g + g) = 4mg = 4 \cdot 80 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 3200 \text{ Н.}\end{aligned}$$

Ответ: $P = 3200 \text{ Н.}$

№ 116.

Дано:

$$m = 75 \text{ кг};$$

$$P = 3 \text{ кН} = 3000 \text{ Н}.$$

Найти n .

Решение. $ma = N - mg; N = P;$

$$a = \frac{N}{m} - g; n = \frac{a}{g} = \frac{N}{mg} - 1 = \frac{3000 \text{ Н}}{75 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} - 1 = 3.$$

Ответ: $n = 3$.

№ 167.

Чтобы весить меньше, человек должен полететь на Марс, т.к. там ускорение свободного падения меньше.

№ 118.

Поскольку, пренебрегая выталкивающей силой в воздухе, и человек, и гиря движутся с одинаковым ускорением, гиря не давит на руку человека.

№ 119.

Дано:

$$F = 200 \text{ Н};$$

$$\alpha = 60^\circ, s = 100 \text{ м.}$$

Найти A .

Решение.

$$A = F s \cos \alpha = 200 \text{ Н} \cdot 100 \text{ м} \cdot \cos 60^\circ = 10000 \text{ Дж} = \\ = 10 \text{ кДж.}$$

Ответ: $A = 10 \text{ кДж.}$

№ 120.

Дано: $F = 700 \text{ Н}$;
 $\alpha = 30^\circ$;
 $s = 2 \text{ км} = 2000 \text{ м}$.

Найти A .

Решение.

$$A = F s \cos \alpha = 700 \text{ Н} \cdot 2000 \text{ м} \cdot \cos 30^\circ = \\ = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 1,2 \text{ МДж.}$$

Ответ: $A = 1,2 \text{ МДж}$.

№ 121.

Дано:

$$m = 0,15 \text{ кг};$$

$$E_t = 6,75 \text{ кДж} =$$

$$= 6750 \text{ Дж.}$$

Найти v .

Решение:

$$E_t = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2E_t}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6750 \text{ Дж}}{0,15 \text{ кг}}} = 300 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 300 \text{ м/с.}$

№ 122.

Дано:

$$m = 3 \text{ кг};$$

$$v = 3 \text{ м/с}.$$

Найти E_k .

Решение. $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{3 \text{ кг} \cdot (3 \text{ м/с})^2}{2} = 13,5 \text{ Дж.}$

Ответ: $E_k = 13,5 \text{ Дж.}$

№ 123.

Дано:

$$m = 1000 \text{ т} = 10^6 \text{ кг};$$

$$v_0 = 108 \text{ км/ч} = \\ \approx 30 \text{ м/с}$$

Найти A

Решение.

$$A = \Delta E_k = -\frac{mv^2}{2} = -\frac{10^6 \text{ кг} \cdot (30 \text{ м/с})^2}{2} = \\ = -4,5 \cdot 10^8 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A = -4,5 \cdot 10^8 \text{ Дж.}$

№ 124.

Дано: $m = 60 \text{ кг}$;
 $v = 7 \text{ км/ч} \approx 1,9 \text{ м/с}$;
 $v_0 = 5 \text{ км/ч} \approx 1,4 \text{ м/с}$.

Найти A

Решение. $A = \Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{mv}{2} (v^2 - v_0^2) =$
 $= (60 \text{ кг}/2) \cdot ((1,9 \text{ м/с})^2 - (1,4 \text{ м/с})^2) \approx 50 \text{ Дж.}$
Ответ: $A \approx 50 \text{ Дж.}$

№ 125.

Дано:

$$v_0 = 54 \text{ км/ч} =$$
$$= 15 \text{ м/с};$$

$$\mu = 0,5.$$

Найти t .

Решение.

$$\frac{mv_0^2}{2} = A_{\text{тр}} = \mu mg t; t = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{(15 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 0,5 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 22,5 \text{ с.}$$

Ответ: $t = 22,5 \text{ с.}$

№ 126.

Дано: $m = 0,4 \text{ кг}$;

$F = 50 \text{ Н}$;

$v_0 = 3 \text{ м/с}$.

Найти f .

Решение.

$$\frac{mv_0^2}{2} = A = Ff; f = \frac{mv_0^2}{2F} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot (3 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 50 \text{ Н}} = 0,036 \text{ м} = 3,6 \text{ см.}$$

Ответ: $f = 3,6 \text{ см.}$

№ 127.

Дано:

$$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг};$$

$$v = 400 \text{ м/с};$$

$$l = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м};$$

$$v_0 = 800 \text{ м/с}.$$

Найти F .

Решение.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A = -Fl; F = \frac{m}{2l}(v_0^2 - v^2) =$$
$$= \frac{0,01 \text{ кг}}{2 \cdot 0,08 \text{ м}}((800 \text{ м/с})^2 - (400 \text{ м/с})^2) = 30000 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 30000 \text{ Н.}$

№ 128.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$$

$$v_0 = 15 \text{ м/с}.$$

Найти A .

Решение.

$$A = -mv_0^2/2 = -(0,1 \text{ кг} \cdot (15 \text{ м/с})^2)/2 = -11,25 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A = -11,25 \text{ Дж.}$

№ 129.

Дано: $m = 0,5 \text{ кг}$;
 $E_p = 25 \text{ Дж}$.

Найти h .

Решение. $E_p = mgh$;
 $h = E_p/mg = 25 \text{ Дж}/(0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2) = 5 \text{ м}$.
Ответ: $h = 5 \text{ м}$.

№ 130.

Дано: $k = 100 \text{ Н/м}$;
 $x = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$.

Найти E_p

Решение.

$$E_p = kx^2/2 = (100\text{Н/м} \cdot (0,02\text{м})^2) = 0,02 \text{ Дж.}$$

Ответ: $E_p = 0,02 \text{ Дж.}$

№ 131.

Потенциальная энергия в точке прыжка и в точке приземления одинаковы, а, значит, по теореме о потенциальной энергии работа силы тяжести равна нулю.

№ 132.

Потенциальная энергия в точке начала полета и точки приземления одинаковы, а, значит, по теореме о потенциальной энергии работа силы тяжести равна нулю.

№ 133.

Дано:

$$k = 40 \text{ Н/м};$$

$$x_1 = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м};$$

$$x_2 = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}.$$

Найти A

Решение. $A = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} = \frac{k}{2} (x_1^2 - x_2^2) =$
 $= (40 \text{ Н/м}/2) \cdot ((0,02 \text{ м})^2 - (0,01 \text{ м})^2) = 0,006 \text{ Дж}.$
Ответ: $A = 0,006 \text{ Дж}$.

№ 134.

Дано:

$$I = 10 \text{ ам} = 0,1 \text{ м};$$

$$P = 10 \text{ Н.}$$

Найти A .

Решение:

$$P = kI; A = -\frac{kI^2}{2} = -\frac{PI}{2} = -\frac{10 \text{ Н} \cdot 0,1 \text{ м}}{2} = -0,5 \text{ Дж.}$$

Ответ. $A = -0,5 \text{ Дж.}$

№ 135.

Дано:

$$k = 250 \text{ Н/м},$$

$$E_p = 500 \text{ Дж.}$$

Найти m .

Решение.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}; x = \sqrt{\frac{2E_p}{k}} \quad mg = kx, m = \frac{kx}{g} = \sqrt{\frac{2E_p k}{g^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \text{ Дж} \cdot 250 \text{ Н/м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 50 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 50 \text{ кг.}$

№ 136.

Начальное положение совпадает с конечным, а, значит, по теореме о потенциальной энергии работа силы упругости равна нулю.

№ 137.

Задача решена в учебнике.

№ 138.

Дано:

$$h_0 = 20 \text{ м},$$

$$h = 10 \text{ м}.$$

Найти v .

Решение.

Согласно закону сохранения энергии: $mgh_0 = mgh + \frac{mv^2}{2}$.

Отсюда находим:

$$v = \sqrt{2g(h_0 - h)} = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 (20 \text{ м} - 10 \text{ м})} \approx 14 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v \approx 14 \text{ м/с}$.

№ 139.

Дано:

$$h_0 = 1 \text{ м};$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}.$$

Найти h .

Решение. Согласно закону сохранения энергии:

$$mgh = mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2}. \text{ Отсюда: } h = h_0 + \frac{v_0^2}{2g} = 1 \text{ м} + \frac{(10 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 6 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 6 \text{ м.}$

№ 140.

Дано:

$$v_0 = 20 \text{ м/с.}$$

Найти h .

Решение. Согласно закону сохранения энергии

$$mgh = mv_0^2/2. \text{ Отсюда, } h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(20 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 20 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 20 \text{ м.}$

№ 141.

Пусть v_0 — скорость, с которой бросают вверх тело, v — скорость в момент падения. Пренебрегая сопротивлением воздуха, запишем закон сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$. Отсюда следует, что $v = v_0$.

№ 142.

Пусть h_0 — высота, с которой бросают тело, h — высота подъема. Пренебрегая сопротивлением воздуха, запишем закон сохранения энергии: $mgh = mgh_0$. Отсюда следует $h = h_0$.

№ 143.

Дано:

$$m = 5 \text{ г} =$$

$$= 0,005 \text{ кг};$$

$$v = 8 \text{ м/с};$$

$$x = 5 \text{ см} =$$

$$= 0,05 \text{ м}.$$

Найти k .

Решение. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + mgx. \text{ Отсюда: } k = m\frac{v^2}{x^2} + 2mg\frac{x}{x} =$$

$$= 0,005 \text{ кг} \cdot \frac{(8 \text{ м/с})^2}{(0,05 \text{ м})^2} + 2 \cdot 0,005 \text{ кг} \cdot \frac{10 \text{ м/с}^2}{0,05 \text{ м}} = 130 \text{ Н/м}.$$

Ответ: $k = 130 \text{ Н/м}$.

№ 144.

Дано:

$$m = 5 \text{ г} =$$

$$= 0,005 \text{ кг};$$

$$v = 8 \text{ м/с};$$

$$x = 5 \text{ см} =$$

$$= 0,05 \text{ м.}$$

Решение.

Согласно закону сохранения энергии: $\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$.

$$\text{Отсюда: } k = m \frac{v^2}{x^2} = 0,005 \text{ кг} \cdot \frac{(8 \text{ м/с})^2}{(0,05 \text{ м})^2} = 128 \text{ Н/м.}$$

Ответ: $k = 128 \text{ Н/м.}$

Найти k .

№ 145.

Дано:
 m, k, x

Найти h .

Решение.

Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{kx^2}{2} = mgh + mgx. \text{ Отсюда: } h = \frac{kx^2}{2mg} - x = x\left(\frac{kx}{2mg} - 1\right)$$

$$\text{Ответ. } h = x\left(\frac{kx}{2mg} - 1\right).$$

№ 146.

Дано: $h = 1,5 \text{ м}$;
 $m = 2 \text{ г} = 0,002 \text{ кг}$;
 $k = 100 \text{ Н/м}$;
 $x = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$.

Найти L .

Решение. 1) Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}; \quad v_0 = x \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

$$2) h = gr^2/2; \quad r = \sqrt{2h/g}.$$

$$3) L = v_0 r = x \sqrt{\frac{2kh}{mg}} = 0,03 \text{ м} \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \text{ Н/м} \cdot 1,5 \text{ м}}{0,002 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}} \approx 3,7 \text{ м.}$$

Ответ: $L \approx 3,7 \text{ м.}$

№ 147.

Дано:

$$m = 10 \text{ кг};$$

$$b = 4 \text{ м};$$

$$\mu = 0,4;$$

$$a = 2 \text{ м}.$$

Найти $A_{\text{тр}}$, $A_{\text{пот}}$.

Решение. 1) $A_{\text{пот}} = 0$, поскольку потенциальная энергия силы тяжести не меняется.

$$\begin{aligned} 2) A_{\text{тр}} &= -\mu m g a - \mu m g b - \mu m g a - \mu m g b = \\ &= -2\mu m g (a + b) = -2 \cdot 0,4 \cdot 10 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 (2 \text{ м} + 4 \text{ м}) = \\ &= -480 \text{ Дж}. \end{aligned}$$

Ответ: $A_{\text{тр}} = -480 \text{ Дж}$; $A_{\text{пот}} = 0$

№ 148.

Выделяемое количество теплоты не зависит от высоты сгорания дров, поскольку потенциальная энергия дров передает в потенциальную энергию продуктов сгорания (ленел, дым, и т. д.).

№ 149.

Дано:

H, h, F_c, m .

Найти v .

Решение. Согласно теореме об изменении полной механической энергии: $\frac{mv^2}{2} + mgh + mgh = F_c h$. Отсюда:

$$v = \sqrt{2\left(\frac{F_c h}{m} - gH - gh\right)}.$$

Ответ: $v = \sqrt{2\left(\frac{F_c h}{m} - gH - gh\right)}$.

№ 150.

Дано:

h_0, v, m .

Найти A .

Решение. Согласно теореме об изменении полной механической энергии: $A = mv^2/2 - mgh_0$.

Ответ: $A = mv^2/2 - mgh_0$.

№ 151.

Дано: $v = 8 \text{ км/с} = 8000 \text{ м/с}$;
 $m = 6,6 \cdot 10^6 \text{ кг}$.

Найти p .

Решение.

$$p = mv = 6600 \text{ кг} \cdot 8000 \text{ м/с} = 52,8 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p = 52,8 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

№ 152.

Дано:

$$p = 63,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/c};$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Найти v .

Решение.

$$v = \frac{p}{m} = \frac{63,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/c}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 7 \cdot 10^7 \text{ м/c.}$$

Ответ: $v = 7 \cdot 10^7 \text{ м/c.}$

№ 153.

Дано:

$$p = 800 \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

$$p_0 = 4800 \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ с.}$$

Найти F

Решение.

Согласно второму закону Ньютона: $F\Delta t = p - p_0$.

$$F = \frac{p - p_0}{\Delta t} = \frac{800 \text{ кг} \cdot \text{м/с} - 4800 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{0,5 \text{ с}} = -8000 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = -8000 \text{ Н.}$

№ 154.

Дано:

$$p = 20 \text{ кг} \cdot \text{м/с};$$

$$F = 2000 \text{ Н.}$$

Найти Δt .

Решение.

Согласно второму закону Ньютона: $F\Delta t = p$.

$$\Delta t = \frac{p}{F} = \frac{20 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{2000 \text{ Н.}} = 0,01 \text{ с.}$$

Ответ: $\Delta t = 0,01 \text{ с.}$

№ 155.
Задача решена в учебнике.

№ 156.

Дано:

$$v = 2 \text{ м/с};$$

$$M = 1170 \text{ т};$$

$$m = 130 \text{ т}.$$

Найти V .

Решение. Согласно закону сохранения импульса:
 $m v + M \cdot 0 = (m + M) V$. Отсюда:

$$V = v \frac{m}{m + M} = 2 \text{ м/с} \cdot \frac{130 \text{ т}}{130 \text{ т} + 1170 \text{ т}} = 0,2 \text{ м/с}.$$

Ответ: $V = 0,2 \text{ м/с}$.

№ 157.

Дано:

$$v_1 = 0,5 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 2 \text{ м/с};$$

$$m_1 = 20 \text{ т};$$

$$m_2 = 10 \text{ т}.$$

Найти v .

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v. \text{ Отсюда:}$$

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2} = \frac{20 \tau \cdot 0,5 \text{ м/с} + 10 \tau \cdot 2 \text{ м/с}}{20 \tau + 10 \tau} = 1 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v = 1 \text{ м/с}$.

№ 158.

Дано:

$$v_1 = 0,5 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 2 \text{ м/с};$$

$$m_1 = 100 \text{ кг};$$

$$v = 1 \text{ м/с}.$$

Найти m_2 .

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v; m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v + m_2 v;$$

$$m_2 = m_1 \frac{v - v_1}{v_2 - v} = 100 \text{ кг} \frac{1 \text{ м/с} - 0,5 \text{ м/с}}{2 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}} = 50 \text{ кг}.$$

Ответ: $m_2 = 50 \text{ кг}$.

№ 159.

Дано:

$$v = 9 \text{ км/ч} = 2,5 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 700 \text{ м/с};$$

$$m_1 = 10 \text{ т} =$$

$$= 10000 \text{ кг};$$

$$m_2 = 10 \text{ кг}.$$

Найти v_1 .

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$m_1 v = m_1 v_1 + m_2 v_2; v_1 = \frac{m_1 v - m_2 v_2}{m_1} = v - \frac{m_2}{m_1} v_2 =$$
$$= 2,5 \text{ м/с} - \frac{10 \text{ кг}}{10000 \text{ кг}} \cdot 700 \text{ м/с} = 1,8 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_1 = 1,8 \text{ м/с}$.

№ 160.

Дано:

$$v_2 = 300 \text{ м/с};$$

$$m_1 = 5 \text{ кг};$$

$$m_2 = 15 \text{ г} =$$

$$= 0,015 \text{ кг};$$

$$m_3 = 80 \text{ кг}.$$

Найти v_1, v_3 .

Решение.

1) Согласно закону сохранения импульса: $0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$.

$$v_1 = -v_2 m_2 / m_1 = -300 \text{ м/с} (0,015 \text{ кг} / 5 \text{ кг}) = -0,9 \text{ м/с}.$$

2) Согласно закону сохранения импульса:

$$0 = (m_1 + m_3) v_3 + m_2 v_2;$$

$$v_3 = -v_2 \frac{m_2}{m_1 + m_3} = -300 \text{ м/с} \cdot \frac{0,015 \text{ кг}}{5 \text{ кг} + 80 \text{ кг}} = -0,05 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v_1 = -0,9 \text{ м/с}; v_3 = -0,05 \text{ м/с}$.

№ 161.

Дано:

$$v_0 = 3 \text{ м/с};$$

$$v_1 = 30 \text{ м/с}.$$

Найти v_2 .

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$mv_0 = mv_1/2 + mv_2/2, 2v_0 = v_1 + v_2;$$

$$v_2 = 2v_0 - v_1 = 2 \cdot 3 \text{ м/с} - 30 \text{ м/с} = -24 \text{ м/с}.$$

$v_2 < 0$, значит, скорость v_2 направлена противоположно v_0 .

Ответ: $v_2 = -24 \text{ м/с}$.

№ 162.

Дано:

$$M = 180 \text{ кг};$$

$$V = 1 \text{ м/с};$$

$$m = 50 \text{ кг};$$

$$v = -4 \text{ м/с}.$$

Найти V' .

Решение. Согласно закону сохранения импульса.

$$(m + M)V = mv + MV'; V' = V + (m/M)(V - v) =$$

$$= 1 \text{ м/с} + \frac{50 \text{ кг}}{180 \text{ кг}} (1 \text{ м/с} - (-4 \text{ м/с})) \approx 2,4 \text{ м/с}.$$

Ответ: $V' \approx 2,4 \text{ м/с}.$

№ 163.

Дано:

$$v_1 = 3 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 0,5 \text{ м/с};$$

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$$

$$m_2 = 1,5 \text{ кг}.$$

Найти v .

Решение.

См. рис. 68.

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2; \quad p_1 = m_1 v_1; \quad p_2 = m_2 v_2;$$

$$p = (m_1 + m_2)v;$$

$$(m_1 + m_2)v = \sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2};$$



Рис. 68.

$$v = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{m_1 + m_2} = \frac{\sqrt{(0,1 \text{ кг} \cdot 3 \text{ м/с})^2 + (1,5 \text{ кг} \cdot 0,5 \text{ м/с})^2}}{0,1 \text{ кг} + 1,5 \text{ кг}} \approx 0,5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $v \approx 0,5 \text{ м/с}$.

№ 164.

Дано: $v_1 = 1 \text{ м/с}$;
 $v_2 = 2 \text{ м/с}$;
 $m_1 = 100 \text{ кг}$;
 $m_2 = 50 \text{ кг}$.

Найти v .

Решение. См. рис. 68.

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2; p_1 = m_1 v_1; p_2 = m_2 v_2; p = (m_1 + m_2)v;$$
$$(m_1 + m_2)v = \sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2};$$

$$v = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{m_1 + m_2} = \frac{\sqrt{(100 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с})^2 + (50 \text{ кг} \cdot 2 \text{ м/с})^2}}{100 \text{ кг} + 50 \text{ кг}} \approx 0,94 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v \approx 0,94 \text{ м/с.}$

№ 165.

Для того чтобы передвигаться по очень скользкому льду, следует, стоя, махать руками в противоположном направлении необходимому. При этом человек получит некоторую скорость по закону сохранения импульса и, если он достаточно ловкий, сможет докатиться до берега.

№ 166.

Чтобы остановиться на скользком столе, белка, знающей законы физики, следует начать выбрасывать орехи в направлении движения. По закону сохранения импульса белка может остановиться, но, если она будет кидать орехи слишком сильно, то поедет обратно и может упасть с другой стороны стола.

№ 167.

Дано: $M = 0,5 \text{ кг}$;
 $m = 20 \text{ г} = 0,02 \text{ кг}$;
 $v = 800 \text{ м/с.}$

Найти V

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$MV = mv; V = \frac{m}{M} v = \frac{0,02 \text{ кг}}{0,5 \text{ кг}} \cdot 800 \text{ м/с} = 32 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 32 \text{ м/с.}$

№ 168.

Дано: $M = 10 \text{ кг}$;
 $m = 0,1 \text{ кг}$;
 $v = 500 \text{ м/с}$.

Найти V

Решение. Согласно закону сохранения импульса:

$$MV = mv; V = \frac{m}{M} v = \frac{0,1 \text{ кг}}{10 \text{ кг}} \cdot 500 \text{ м/с} = 5 \text{ м/с}.$$

Ответ: $V = 5 \text{ м/с}$.

№ 169.

Дано: $v = 440$ Гц;
 $t = 5$ с.

Найти T, N .

Решение. $T = 1/v = 1/440\text{Гц} \approx 0,023$ с;

$$N = v/T = vt = 440\text{ Гц} \cdot 5\text{ с} = 2200.$$

Ответ: $T \approx 0,023$ с; $N = 2200$.

№ 170.

Дано: $N = 180$;
 $t = 72 \text{ с.}$

Найти T, v

Решение. $T = \frac{t}{N} = \frac{72 \text{ с}}{180} = 0,4 \text{ с}; v = \frac{N}{t} = \frac{180}{72 \text{ с}} = 2,5 \text{ Гц.}$

Ответ: $T = 0,4 \text{ с}; v = 2,5 \text{ Гц.}$

№ 171.

Дано:

$$\omega = 628 \text{ с}^{-1}$$

$$t = 10 \text{ с.}$$

Найти N , v .

Решение.

$$v = \frac{\omega}{2\pi} \approx \frac{628 \text{ с}^{-1}}{2 \cdot 3,14} \approx 100 \text{ Гц}; N = vt = \frac{\omega t}{2\pi} \approx \frac{628 \text{ с}^{-1} \cdot 10 \text{ с}}{2 \cdot 3,14} \approx 1000.$$

Ответ: $v \approx 100 \text{ Гц}$, $N \approx 1000$.

№ 172.

Дано:

$$\omega = 314 \text{ с}^{-1},$$

$$N = 20.$$

Найти T, t .

Решение.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \approx \frac{2 \cdot 3,14}{314 \text{ с}^{-1}} \approx 0,02 \text{ с}; t = NT = \frac{2\pi N}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 20}{314 \text{ с}^{-1}} \approx 0,4 \text{ с.}$$

Ответ: $T \approx 0,02 \text{ с}; t \approx 0,4 \text{ с.}$

№ 173.

Дано:

$$a_x = -16x; \\ m = 500 \text{ г} = \\ = 0,5 \text{ кг}$$

Найти ω , v , T ,
 k .

Решение. Уравнение колебаний пружинного маятника

$$a_x = -\omega^2 x, \text{ значит, } \omega = \sqrt{16 \text{ с}^{-2}} = 4 \text{ с}^{-1}$$

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4 \text{ с}^{-1}}{2 \cdot 3,14} \approx 0,63 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,63 \text{ Гц}} \approx 1,59 \text{ с}.$$

$$\omega = \sqrt{k/m}; k = \omega^2 m = (4 \text{ с}^{-1})^2 \cdot 0,5 \text{ кг} = 8 \text{ Н/м}.$$

Ответ: $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$, $v \approx 0,63 \text{ Гц}$, $T \approx 1,59 \text{ с}$, $k = 8 \text{ Н/м}$

№ 174.

Дано:

$$a_x = -4x$$

Найти ω ,

v , T , l .

Решение. Уравнение колебаний математического маятника

$$a_x = -\omega^2 x, \text{ значит, } \omega = \sqrt{4 \text{ c}^{-2}} = 2 \text{ c}^{-1}$$

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2 \text{ c}^{-1}}{2 \cdot 3,14} \approx 0,31 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,31 \text{ Гц}} \approx 3,2 \text{ с};$$

$$\omega = \sqrt{g/l}; l = g/\omega^2 = (10 \text{ м/с}^2)/(2 \text{ c}^{-1})^2 = 2,5 \text{ м.}$$

Ответ: $\omega = 2 \text{ c}^{-1}$; $v \approx 0,31 \text{ Гц}$; $T \approx 3,2 \text{ с}$; $l = 2,5 \text{ м.}$

№ 175.

Дано:

$$N = 10;$$

$$f = 5 \text{ Гц}.$$

Найти v, T, t .

Решение. $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{1 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 2 \text{ с};$

$$v = 1/T = 1/2 \text{ с} = 0,5 \text{ Гц}; t = NT = 10 \cdot 2 \text{ с} = 20 \text{ с}.$$

Ответ: $T \approx 2 \text{ с}; v = 0,5 \text{ Гц}; t = 20 \text{ с}.$

№ 176.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}; \\ k = 40 \text{ Н/м}; \\ t = 20 \text{ с}.$$

Найти v , T , N .

Решение. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \cdot 3,14 \sqrt{\frac{0,1 \text{ кг}}{40 \text{ Н/м}}} \approx 0,3 \text{ с};$

$$v = 1/T = 1/0,3 \text{ с} = 3,3 \text{ Гц}; N = t/T = 20 \text{ с}/0,3 \text{ с} = 67.$$

Ответ: $T \approx 0,3 \text{ с}$; $v = 3,3 \text{ Гц}$; $N = 67$.

№ 177.

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг};$$
$$k = 60 \text{ Н/м};$$
$$v_0 = 2 \text{ м/с}.$$

Найти A .

Решение. $\omega = \sqrt{k/m}$; $v_0 = \omega A$;

$$A = \frac{v_0}{\omega} = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \text{ м/с} \sqrt{\frac{0,1 \text{ кг}}{60 \text{ Н/м}}} \approx 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}.$$

Ответ: $A = 8 \text{ см}$.

№ 178.

Дано:

$$m = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}; \\ k = 100 \text{ Н/м}; \\ A = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}.$$

Найти v_0 .

Решение.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}; v_0 = \omega A = A \sqrt{\frac{k}{m}} = 0,05 \text{ м} \sqrt{\frac{100 \text{ Н/м}}{0,3 \text{ кг}}} \approx 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 \approx 1 \text{ м/с.}$

№ 179.

Дано:

$$h = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м.}$$

Найти v_0 .

Решение. По закону сохранения энергии:

$$mgh = mv_0^2 / 2. \text{ Отсюда: } v_0 = \sqrt{2 \cdot 0,05 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 = 1 \text{ м/с.}$

№ 180.

Дано:

$$v_0 = 0,12 \text{ м/с}$$

Найти h .

Решение. По закону сохранения энергии: $mgh = mv_0^2 / 2$:

$$h = v_0^2 / 2g = (0,12 \text{ м/с})^2 / (2 \cdot 10 \text{ м/с}^2) = 0,0007 \text{ м} = 0,7 \text{ мм}.$$

Ответ: $h = 0,7 \text{ мм}$.

№ 181.

Дано:

$$\nu = 0,7 \text{ Гц},$$

$$l = 8 \text{ м}.$$

Найти v

Решение. Колебания будут максимальными, если автомобиль войдет в резонанс. При этом $vT = l$, т.е. $v = l/\nu = 8 \text{ м} \cdot 0,7 \text{ Гц} = 5,6 \text{ м/с}$.

Ответ: $v = 5,6 \text{ м/с}$.

№ 182.

Дано:

$$T = 1,7 \text{ с.}$$

$$l = 0,7 \text{ м.}$$

Найти:

Решение. Колебания будут максимальными, если коромысло войдет в резонанс. При этом $vT = l$, т.е.
 $v = l/T = 0,7 \text{ м} / 1,7 \text{ с} \approx 0,4 \text{ м/с.}$

Ответ: $v \approx 0,4 \text{ м/с.}$

№ 183.

Дано: $T = 2$ с;
 $v = 4$ м/с.

Найти λ .

Решение.

$$\lambda = vT = 4 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 8 \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda = 8$ м.

№ 184.

Дано: $v = 0,5$ Гц;
 $\lambda = 6$ м.

Найти v

Решение.

$$v = \lambda v = 6 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ Гц} = 3 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 3$ м/с.

№ 185.

Дано:

$$t = 10 \text{ с};$$

$$\lambda = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$\Delta t = 2 \text{ с};$$

$$N = 4.$$

Найти I .

Решение.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{N\lambda}{\Delta t}, \quad I = vI = N\lambda \frac{I}{\Delta t} = 4 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot \frac{10 \text{ с}}{2 \text{ с}} = 2 \text{ А.}$$

Ответ: $I = 2 \text{ А.}$

№ 186.

Дано:

$$v = 5 \text{ м/с.}$$

$$t = 10 \text{ с.}$$

$$N = 4.$$

Найти λ .

Решение.

$$\lambda = vT; T = \frac{t}{N}; \lambda = v \frac{t}{N} = 5 \text{ м/с} \frac{10 \text{ с}}{4} = 12,5 \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda = 12,5 \text{ м.}$

№ 187.

Дано:

$$v = 340 \text{ м/с};$$

$$t = 10 \text{ с}.$$

Найти l .

Решение.

$$l = v \cdot t = 340 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 3400 \text{ м} = 3,4 \text{ км.}$$

Ответ: $l = 3,4 \text{ км.}$

№ 188.

Дано:

$$v = 1400 \text{ м/с};$$

$$t = 0,7 \text{ с}.$$

Найти l .

Решение.

$$l = vt^2 = (1/2) \cdot 1400 \text{ м/с} \cdot 0,7 \text{ с} = 490 \text{ м.}$$

Ответ: $l = 490 \text{ м.}$

№ 189.

Стакан приходит в резонанс со звуковой волной. Частота этой волны (т.е. спетая нота) должна быть строго определена для того, чтобы она совпадла с собственной частотой бокала.

№ 190.

Выражение а) верно, поскольку звук есть упругие волны, возбуждаемые колеблющимся телом; выражение б) неверно, поскольку колеблющееся тело может возбуждать в воздухе ультра- или инфразвук, т.е. излучать неслышимые ухом колебания.

№ 191.

Звук получается более громким, если стучать в дверь, а не в стену, из-за того, что затухание меньше в двери, чем в стене.

№ 192.

Если у астронавтов на Луне испортилась связь, то они могут попробовать общаться, приложив скафандр к каким-либо предметам. При этом в этих предметах возникнут упругие волны, которые, если они перейдут в звуковые колебания, можно услышать.

№ 193.

Дано:

$$v^2 = (1 - 10^{-20})c^2$$

$\Delta t = 100000$ лет.

Найти $\Delta t'$.

Решение.

$$\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 100000 \text{ лет.} \sqrt{1 - \frac{(1 - 10^{-20})c^2}{c^2}} = 10^{-5} \text{ лет.}$$

Ответ: $\Delta t' = 10^{-5}$ лет.

№ 194.

Дано:

$$\Delta t = 2\Delta \tau$$

Найти v

Решение.

$$\Delta \tau = \Delta t \sqrt{1 - (v^2/c^2)} ; \Delta \tau = 2\Delta t \sqrt{1 - (v^2/c^2)} ;$$

$$\frac{1}{2} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} ; \frac{1}{4} = 1 - \frac{v^2}{c^2} ; v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{\sqrt{3}}{2} c$$

№ 195.

Дано.

$$\frac{t_0 - t}{t_0} = 0,25$$

Найти v

Решение.

$$t = t_0 \sqrt{1 - (v^2/c^2)}; \frac{t_0 - t_0 \sqrt{1 - (v^2/c^2)}}{t_0} = 0,25;$$

$$1 - \sqrt{1 - (v^2/c^2)} = 0,25; \sqrt{1 - (v^2/c^2)} = 0,75; v \approx 0,66c.$$

Ответ: $v \approx 0,66c$.

№ 196.

Дано:

$$l_0 = 1 \text{ м};$$

$$v = 0,6 \text{ с}$$

Найти l .

Решение:

$$l = l_0 \sqrt{1 - (\nu t)^2} = 1 \text{ м} \cdot \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8 \text{ м}.$$

Ответ: $l = 0,8 \text{ м}$.

№ 197.

Дано:

$$t = 1 \text{ год} \approx \\ \approx 3,2 \cdot 10^7 \text{ с}, \\ \frac{F}{m} = 10 \text{ Н/с}^2.$$

Найти v

Решение.

$$v = \frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{mc}{Ft}\right)^2}} = \frac{c}{\sqrt{1 + \left(\frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10 \text{ Н} \cdot \text{с}^2 \cdot 3,2 \cdot 10^7 \text{ с}}\right)^2}} \approx \frac{c}{\sqrt{2}}.$$

Ответ: $v \approx c/\sqrt{2}$.

№ 198.

Дано:

$$v = 0,6c,$$

$$F/m = 10 \text{ Н/кг}^2.$$

Найти t .

Решение.

$$v = c \left(1 + \left(\frac{mc}{Ft} \right)^2 \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad 1 + \left(\frac{mc}{Ft} \right)^2 = \left(\frac{c}{v} \right)^2;$$

$$t = \frac{mc}{F} \left(\left(c/v \right)^2 - 1 \right)^{-\frac{1}{2}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10 \text{ кг/с}^2} \cdot \left((1/0,6)^2 - 1 \right)^{-\frac{1}{2}} \approx 2,25 \cdot 10^7 \text{ с}$$

Ответ: $t \approx 2,25 \cdot 10^7 \text{ с}$.

№ 199.

Дано:

$$\begin{aligned} S &= 12 \text{ св. лет} \approx \\ &\approx 1,12 \cdot 10^{17} \text{ м;} \\ F/m &= 10 \text{ Н/м}^2. \end{aligned}$$

Решение.

$$\frac{S}{2} = \frac{mc^2}{F} \left(\sqrt{1 + \left(\frac{Ft_1}{mc} \right)^2} - 1 \right); \left(\frac{SF}{2mc^2} + 1 \right)^2 = 1 + \left(\frac{Ft_1}{mc} \right)^2;$$

Найти:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{mc}{F} \sqrt{\left(\frac{SF}{2mc^2} + 1 \right)^2 - 1}, t = 2t_1 = \frac{2mc}{F} \sqrt{\left(\frac{SF}{2mc^2} + 1 \right)^2 - 1} = \\ &= \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10 \text{ Н/м}^2} \sqrt{\left(\frac{9,6 \cdot 10^{15} \text{ м} \cdot (0 \text{ Н/м}^2)}{2 \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} + 1 \right)^2 - 1} \approx 4,3 \cdot 10^8 \text{ с}. \end{aligned}$$

Ответ: $t \approx 3,7 \cdot 10^7 \text{ с.}$

№ 200.

Дано:

$$t = 1 \text{ год} \approx 3,2 \cdot 10^7 \text{ с};$$

$$S = 40,6 \cdot 10^{12} \text{ км} =$$

$$= 4,06 \cdot 10^{16} \text{ м};$$

$$F(m) = 10 \text{ Н/с}^2;$$

Найти t .

Решение.

$$t = k \frac{|q_0|}{R} = \frac{\Phi_0(t + R)}{R} = \frac{20 \text{ В} \cdot (10 \text{ м} + 0,1 \text{ м})}{0,1 \text{ м}} =$$
$$= \frac{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2}{10 \text{ м/с}^2} \cdot \left(\sqrt{1 + \left(\frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot 3,2 \cdot 10^7 \text{ с}}{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} \right)^2} - 1 \right) \approx$$

$$\approx 4,12 \cdot 10^{14} \text{ м} \approx 0,44 \text{ св. года.}$$

Т.к. $t < S$, то космический корабль при этом не достигнет звезды Проксима Центавра.

Ответ: $t \approx 0,44$ св. года.

№ 201.

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг};$$

$$E_0 = 10^{10} \text{ кВт} \cdot \text{ч} =$$

$$= 3,6 \cdot 10^{16} \text{ Дж.}$$

Найти E .

Решение.

$$E = m c^2 = 0,2 \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \approx 2 \cdot 10^{15} \text{ Дж.}$$

Ответ: $E \approx 2 \cdot 10^{15} < E_0$.

№ 202.

Дано.

$$E = 8,1 \cdot 10^{-16} \text{ Дж.}$$

Найти m .

Решение.

$$m = E/c^2 = (8,1 \cdot 10^{-16} \text{ Дж})/(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$

№ 203.

Дано:

$$\Delta t = 100^\circ \text{C};$$

$$c' = 4,6 \cdot 10^2 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ \text{C}.$$

Найти $\Delta m/m$.

$$\Delta m/m = c' \Delta t / c^2 = (4,6 \cdot 10^2 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ \text{C} \cdot 100^\circ \text{C}) / (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 = 5,1 \cdot 10^{-13} = 5,1 \cdot 10^{-11} \%$$

Ответ: $\Delta m/m = 5,1 \cdot 10^{-11} \%$.

Решение:

$$\Delta m = \frac{E}{c^2}; \Delta E = mc' \Delta t; \Delta m = \frac{m}{c^2} c' \Delta t;$$

№ 204.

Дано:

$$\Delta E / \Delta t = 3,75 \cdot 10^{26} \text{ Дж/с}$$

Найти $\Delta m / \Delta t$.

Решение.

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta c^2} = \frac{3,75 \cdot 10^{26} \text{ Дж/с}}{(3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2} \approx 4,2 \cdot 10^9 \text{ кг/с.}$$

Ответ: $\Delta m / \Delta t \approx 4,2 \cdot 10^9 \text{ кг/с.}$

№ 205.

Дано:

$$m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; \\ v = 24/25 \text{ с.}$$

Найти E_k, E'_k .

Решение. По релятивистской формуле:

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - mc^2 = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - 1 \right) =$$

$$= 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (24c/25)^2/c^2}} - 1 \right) \approx 3,9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

По классической формуле: $E'_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{2} \left(\frac{24}{25} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \right)^2 \approx$

$\approx 7 \cdot 10^{-11} \text{ Дж.}$ Таким образом, $E_k > E'_k$.

Ответ: $E_k \approx 3,9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}; E'_k \approx 7 \cdot 10^{-11} \text{ Дж.}$

№ 206.

Дано:

$$m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг},$$

$$v = 24/25 c.$$

Найти $E, \Delta E$.

Решение.

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ м/с})^2}{\sqrt{1 - (1/c^2)(24c/25)^2}} \approx 5,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$$

$$\Delta E = E - E_k = 5,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} - 3,9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} = 1,9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \quad (\text{значение } E_k \text{ взято из № 205}).$$

Ответ: $E \approx 5,5 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}, \Delta E = 1,9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж.}$

№ 207.

Дано:

$$E, v = c.$$

Найти p .

Решение.

$$E = pc^2/v = pc^2/c = pc; p = E/c.$$

Ответ. $p = E/c$.

№ 208.

Дано:

$$v = c$$

Найти: m .

Решение. Воспользуемся выведенной в задаче № 207 формулой: $p = E/c$ или $E = pc$.

$$E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2; (pc)^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2.$$

Отсюда заключаем, что $(mc^2)^2 = 0$ т.е. $m = 0$.

Ответ. $m = 0$.

№ 209.

Дано:
 E, p .

Найти m .

Решение. $E^2 = (mc^2)^2 + (pc)^2$; $m = \sqrt{E^2 - p^2c^2}/c^2$.

Ответ: $m = \sqrt{E^2 - p^2c^2}/c^2$

№ 210.

Дано:

$E_k = E_0$

Найти

v

Решение.

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - 1 \right); \quad E_0 = mc^2; \quad \frac{E_k}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - 1.$$

$$\text{Поскольку } \frac{E_k}{E_0} = 1, \text{ то } \frac{1}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - 1 = 1, \quad v = \frac{\sqrt{3}}{2}c.$$

Ответ: $v = \sqrt{3}c/2$.

№ 2[1.]

Дано:

m, v

Найти M .

Решение. $M = m + m + \frac{E_k}{c^2} + \frac{E_k}{c^2} = 2\left(m + \frac{E_k}{c^2}\right)$

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - 1 \right); M = 2 \left(m + \frac{m}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}} - m \right) = \frac{2m}{\sqrt{1 - (v^2/c^2)}}.$$

Ответ: $M = 2m/\sqrt{1 - (v^2/c^2)}$.

№ 242.

Дано:

$$m_1, m_2, W < 0$$

Найти M .

Решение.

$$M = m_1 + m_2 + W/c^2. \text{ Т.к. } W < 0, \text{ то } M < m_1 + m_2.$$

Ответ: $M = m_1 + m_2 + W/c^2$.

№ 213.

Дано: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;
 $Z = 3$.

Найти q .

Решение.

$$q = Ze = 3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 4,8 \cdot 10^{-19}$ Кл.

№ 214.

Заряд образовавшегося иона равен элементарному и является положительным: $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

№ 245.

Дано:

$$q_1 = 4 \text{ нКл};$$

$$q_2 = -10 \text{ нКл}$$

Найти q .

Решение. После соприкосновения на каждом шарике будет одинаковый заряд q . По закону сохранения заряда: $2q = q_1 + q_2; q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{4 \text{ нКл} + (-10 \text{ нКл})}{2} = -3 \text{ нКл}$.

Ответ: $q = -3 \text{ нКл}$.

№ 216.

Дано:

$$q_1 = 6 \text{ нКл};$$

$$q_2 = -4 \text{ нКл};$$

$$q_3 = 7 \text{ нКл}.$$

Найти q .

Решение. После соприкосновения на каждом шарике будет одинаковый заряд q . По закону сохранения заряда: $3q = q_1 + q_2 + q_3$;

$$q = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{3} = \frac{6 \text{ нКл} + (-4 \text{ нКл}) + 7 \text{ нКл}}{3} = 3 \text{ нКл}.$$

Ответ: $q = 3 \text{ нКл}$.

№ 217.

Дано:

$$\vec{E} = 0; \quad \vec{B} \neq 0; \quad \vec{v}$$

Найти \vec{E}', \vec{B}' .

Решение.

$$\vec{E}' = \vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} = \vec{v} \times \vec{B}; \quad \vec{B}' = \vec{B} - (\vec{v}/c^2) \times \vec{E} = \vec{B}.$$

Ответ: $\vec{E}' = \vec{v} \times \vec{B}; \quad \vec{B}' = \vec{B}$.

№ 218.

Дано:

$$\vec{E} \neq 0; \vec{B} = 0, \vec{v}.$$

Найти \vec{E}', \vec{B}' .

Решение.

$$\vec{E}' = \vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} = \vec{E}; \quad \vec{B}' = \vec{B} - \frac{1}{c^2} \vec{v} \times \vec{E} = -\frac{1}{c^2} \vec{v} \times \vec{E}.$$

$$\text{Ответ: } \vec{E}' = \vec{E}; \quad \vec{B}' = -\frac{1}{c^2} \vec{v} \times \vec{E}.$$

№ 219.

Электрическая сила \vec{F} , действующая на электрон, противоположна вектору \vec{E} , (см. рис. 69). Электрическая сила \vec{F} , действующая на протон, сонаправлена с вектором \vec{E} (см. рис. 70).

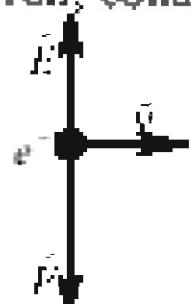


Рис. 69.

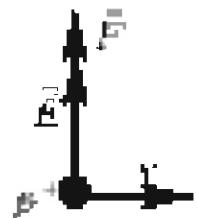


Рис. 70.

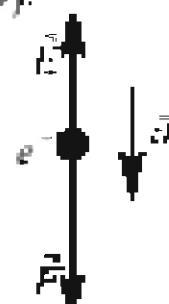


Рис. 71.

№ 220.

Электрическая сила \vec{F} , действующая на электрон, противоположна электрической напряженности \vec{E} , ускорение электрона \vec{a} направлено \vec{F} (см. рис. 71). О направлении скорости ничего сказать нельзя.

№ 221.

Дано:

$$q/m = 9,6 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг.}$$

Найти E .

Решение. $qE = mg; E = mg/q = (q/m)^{-1}g =$
 $= (9,6 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг})^{-1} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \approx 10^{-7} \text{ Н/Кл.}$
Ответ: $E \approx 10^{-7} \text{ Н/Кл.}$

№ 222.

Дано.

$$E = 2 \text{ кН/Кл} = 2 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл},$$
$$e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}.$$

Найти E .

Решение. $ma = eE;$

$$a = (e/m)E = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл} =$$
$$= 3,52 \cdot 10^{14} \text{ м/с} \gg g \approx 10 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a = 3,52 \cdot 10^{14} \text{ м/с}$.

№ 223.

Дано:

$$v_0 = 10^6 \text{ м/с};$$

$$v = 8v_0;$$

$$E = 2 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}.$$

Найти t .

Решение:

$$\begin{aligned} ma &= eE; a = (e/m)E; v = v_0 + at; t = (1/a)(v - v_0) = \\ &= (m/eE)(v - v_0) = (m/eE)(8v_0 - v_0) = 7mv_0/eE = \\ &= (7 \cdot 10^6 \text{ м/с}) / (1,76 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/кг} \cdot 2 \cdot 10^3 \text{ Н/Кл}) = 2 \cdot 10^{-8} \text{ с}. \end{aligned}$$

Ответ: $t = 2 \cdot 10^{-8} \text{ с}$.

№ 224.

Дано:

$$t = 10 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с.}$$

$$F = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл.}$$

Найти S .

Решение. $t\alpha = eE; \alpha = (e/m)E; S = a^2/2 = (eE/2m)t^2 =$
 $= (1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл} \cdot (10^{-9} \text{ с})^2)/2 = 1,76 \cdot 10^{-2} \text{ м} =$
 $= 1,76 \text{ см.}$
Ответ: $S = 1,76 \text{ см.}$

№ 125.

Дано:

v_0, E

Найти S .

Решение. $ma = eE; a = (e/m)E;$

$2aS = v_0^2; S = v_0^2/2a = mv_0^2/2eE.$

Ответ: $S = mv_0^2/2eE.$

№ 226.

Дано.
 $E, \varphi/m, d$.
Найти v .

Решение. $m\ddot{v} = qE$; $a = qE/m$; $2ad = v^2$; $v = \sqrt{2ad} = \sqrt{2qEd/m}$.
Ответ: $v = \sqrt{2qEd/m}$

№ 227.

Дано: $E = 200 \text{ Н/Кл}$;
 $v_0 = 10^7 \text{ м/с}$;
 $e/m = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}$
Найти Δt .

Решение. На электрон в поле действует сила, тормозящая его до полной остановки ($v = 0$)

$$v = v_0 - \frac{e}{m} Et_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 m}{eE}.$$

После остановки электрон меняет направление движения, и поскольку действующая на него со стороны поля сила остается прежней, вылетает из поля в течение времени $t_2 = t_1$.

$$\Delta t = 2t_1 = \frac{2v_0 m}{eE} = \frac{2 \cdot 10^7 \text{ м/с}}{200 \text{ Н/Кл} \cdot 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл/кг}} \approx 5,7 \cdot 10^{-7} \text{ с} = 0,57 \text{ мкс.}$$

Ответ: $\Delta t = 0,57 \text{ мкс.}$

№ 128.

Дано:

$$q > 0, I, t,$$

$$\vec{v}_0 \uparrow\uparrow \vec{E}.$$

Найти E .

Решение.

Согласно второму закону Ньютона $ma = qE \Rightarrow a = qE/m$.

Т.к. $q > 0$ и $\vec{v}_0 \uparrow\uparrow \vec{E}$, то находим: $x = x_0 + v_0 t + \frac{qE t^2}{2m}$

Т.к. ось x сопараплена с \vec{v}_0 , $x_0 = 0$, $x = I$, то $E = \frac{2m}{qI} \cdot \left(\frac{I}{t} - v_0 \right)$.

Ответ: $E = \frac{2m}{qI} \cdot \left(\frac{I}{t} - v_0 \right)$.

№ 229.

Задача решена в учебнике.

№ 230.

Дано:
 v_0 ; I ; d ; ϵ ; m .
Найти E_{\min} .

Решение. Электрон не вылетит из конденсатора (см. рис. 72) в том случае, если $d/2 \leq y$ (электрон упадет на одну из

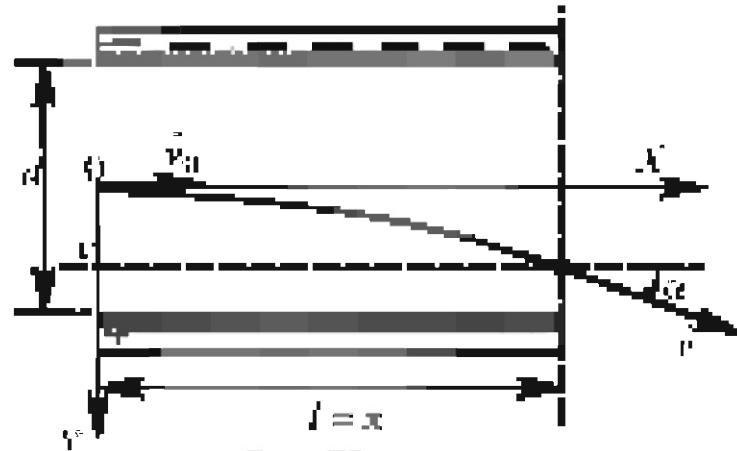


Рис. 72.

пластин), где $y = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} E \left(\frac{l}{v_0} \right)^2$ (см. за-
дачу № 229). Следовательно,

$$\frac{d}{2} \leq \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{m} E \left(\frac{l}{v_0} \right)^2 \Rightarrow E_{\min} = \frac{dm}{e} \left(\frac{v_0}{l} \right)^2.$$

Ответ: $E_{\min} = \frac{dm}{e} \left(\frac{v_0}{l} \right)^2$.

№ 231.

Дано.

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл};$$

$$r = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ см} =$$

$$= 1,38 \cdot 10^{-5} \text{ м};$$

$$\rho = 0,9 \text{ г/см}^3 =$$

$$= 900 \text{ кг/м}^3;$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Найти N_e .

Решение.

На капельку действуют две уравновешивающие друг друга силы: сила тяжести $F_t = mg$ и сила, действующая со стороны поля $F_{\text{н}} = qE$ (см. рис. 73), где q — заряд капельки.

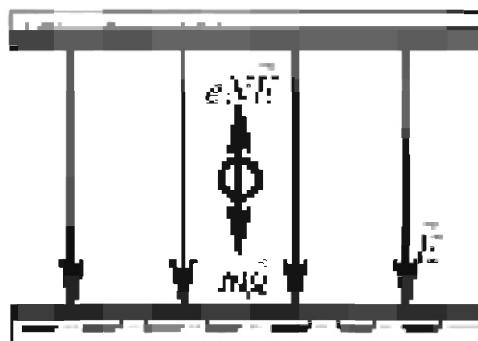


Рис. 73.

$$mg = qE; m = \rho V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow q = \frac{4\pi r^3 g}{3E} \Rightarrow$$

$$N_e = \frac{q}{e} = \frac{4\pi r^3 g}{3eE} = \frac{4\pi \cdot 900 \text{ кг/м}^3 \cdot (1,38 \cdot 10^{-5} \text{ м})^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл}} \approx 3100.$$

Ответ: $N_e \approx 3100$.

№ 232.

Дано.

$$N_e = 2000;$$

$$m = 16 \text{ нг} = 1,6 \cdot 10^{-11} \text{ кг};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Найти E

Решение.

На капельку действуют две уравновешивающие друг друга силы: сила тяжести $F_t = mg$ и сила, действующая со стороны поля $F_{эл} = qE$, где q — заряд капельки.

$$mg = qE = EN_e \Rightarrow E = \frac{mg}{N_e e} = \frac{1,6 \cdot 10^{-11} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{2000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 500000 \text{ Н/Кл} = 500 \text{ кН/Кл.}$$

Ответ: $E = 500 \text{ кН/Кл.}$

№ 233.

Дано.

$$E = 1 \text{ мН/Кл} =$$

$$= 10^{-3} \text{ Н/Кл};$$

$$\varphi = 30^\circ;$$

$$q = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$m = 2 \cdot 10^{-5} \text{ кг.}$$

Найти T .

Решение. По теореме косинусов (см.

$$\text{рис. 74}): T^2 = (mg)^2 + (qE)^2 - 2mgqE \cos \varphi,$$

здесь mg — сила тяжести, qE — сила, действующая на шарик со стороны поля.

$$T = \sqrt{(mg)^2 + (qE)^2 - 2mgqE \cos \varphi} \approx 0,02 \text{ Н.}$$

Ответ: $T \approx 0,02 \text{ Н.}$



Рис. 74.

№ 234.

Дано:

$$q = 7 \text{ мкКл} = \\ = 7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл};$$

$$m = 25 \text{ мг} = \\ = 25 \cdot 10^{-6} \text{ кг};$$

$$E = 35 \text{ Н/Кл}.$$

Найти α .

Решение.

Из геометрических соображений (см. рис 75):

$$\lg \alpha = \frac{qE}{mg} = \frac{7 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot 35 \text{ Н/Кл}}{25 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 1 \Rightarrow \alpha \approx 45^\circ.$$

Ответ: $\alpha \approx 45^\circ$.

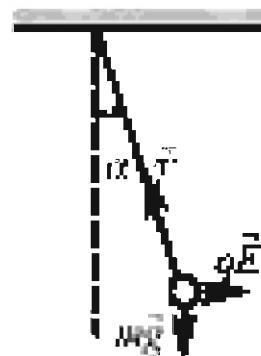


Рис. 75.

№ 235.

Дано: $v = 10^7$ м/с;

$B = 0,2$ Тл;

$|q| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;

$\sin \alpha = 1$.

Найти F_L .

Решение.

Для силы Лоренца.

$$F_L = |q|vB\sin \alpha = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^7 \text{ м/с} \cdot 0,2 \text{ Тл} = \\ = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н.}$$

Ответ: $F_L = 3,2 \cdot 10^{-13}$ Н.

№ 236.

Дано.

$$v = 3 \cdot 10^6 \text{ м/с};$$

$$F_L = 4,8 \cdot 10^{-14} \text{ Н};$$

$$\alpha = 90^\circ;$$

$$|q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Найти B .

Решение.

Для силы Лоренца. $F_L = |q|vB\sin\alpha \Rightarrow$

$$B = \frac{F_L}{|q|v\sin\alpha} = \frac{4,8 \cdot 10^{-14} \text{ Н}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 3 \cdot 10^6 \text{ м/с} \cdot \sin 90^\circ} = 0,1 \text{ Тл.}$$

Ответ. $B = 0,1 \text{ Тл.}$

№ 237.

См. рис. 76.

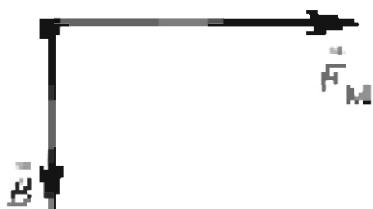


Сила направлена от нас.

Рис. 76.

№ 238.

См. рис. 77.



Скорость направлена к вам.

Рис. 77.

№ 239.

См. рис. 78.

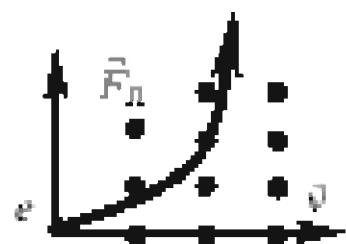


Рис. 78 а.



Рис. 78 б.

№ 240.

См. рис. 79.



Рис. 79 а.

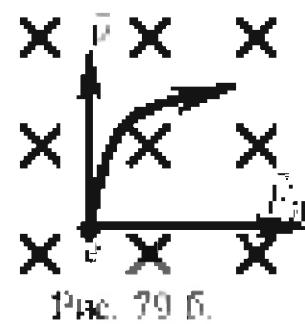


Рис. 79 б.

№ 241.

Дано: q/m ; B ; R .
Найти v .

Решение. $R = mv/qB \Rightarrow v = (q/m)BR$.
Ответ: $v = (q/m)BR$.

№ 242.

Дано:

$$v_e = v_p; \vec{B};$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг};$$

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Найти R_p/R_e .

Решение. $R = \frac{mv}{|q|B}$. Поскольку $v_e = v_p$, $|q_e| = |q_p|$,

$$\text{то } \frac{R_p}{R_e} = \frac{m_p}{m_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \approx 1,8 \cdot 10^3.$$

Ответ: $R_p/R_e \approx 1,8 \cdot 10^3$.

№ 243.

Дано:

$$W = 5 \text{ МэВ} = \\ = 5 \cdot 10^{-15} \text{ Дж}, \\ B = 1 \text{ Тл}$$

Найти R .

Решение. $R = \frac{mv}{|q|B}$; $W = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W}{m}}$ Таким об-

$$\text{разом: } R = \frac{\sqrt{2mW}}{|q|B} = \frac{\sqrt{2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot 8 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ кг} \cdot 1 \text{ Тл}} \approx 41 \text{ м.}$$

Ответ: $R \approx 41$ м.

№ 244.

Дано:

$$R = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м},$$

$$B = 20 \text{ мТл} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл};$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл},$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

Найти W .

Решение. $R = \frac{\sqrt{2mW}}{|q|B}$ (см. задачу № 243). Отсюда

$$W = \frac{R^2 q^2 B^2}{2m} = \frac{(10^{-2} \text{ м})^2 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})^2 \cdot (2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \approx$$

$$\approx 5,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж.}$$

Ответ: $W \approx 5,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж.}$

№ 245.

Дано.

$B; t; m_p; q_p$

Найти N .

Решение.

$$T = 2\pi m_p/q_p B, N = t/T = (q_p B/2\pi m_p)t.$$

Ответ: $N = (q_p B/2\pi m_p)t$.

№ 246.

Дано:

$$B = 4 \text{ мТл} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл};$$

$$q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Найти N .

Решение:

$$T = \frac{2\pi m_e}{q_e B} = \frac{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} \approx 8,9 \cdot 10^{-9} \text{ с} = \\ = 8,9 \text{ нс.}$$

Ответ: $T \approx 8,9 \text{ нс.}$

№ 247.

Дано:

B ; I ; v .

Найти: α .

Решение.

$$1) R = mv/eB.$$

2) Из геометрических соображений (см. рис. ВО): $\alpha = \pi/2 - \beta$.

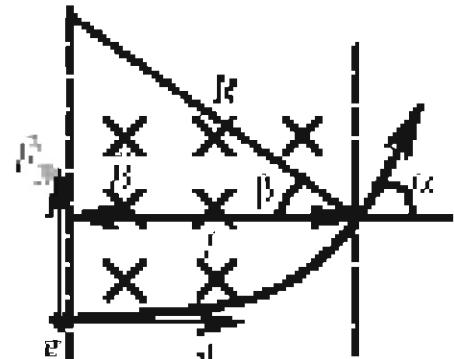


Рис. ВО.

$$3) \cos \beta = \frac{v}{R} = \frac{eBl}{mv} \Rightarrow \alpha = \beta = \begin{cases} \arcsin \frac{eBl}{mv}, & \text{если } \frac{eBl}{mv} < 1; \\ \frac{\pi}{2}, & \text{если } \frac{eBl}{mv} > 1. \end{cases}$$

$$\text{Ответ: } \alpha = \begin{cases} \arcsin \frac{eBl}{mv}, & \text{если } \frac{eBl}{mv} < 1, \\ \frac{\pi}{2}, & \text{если } \frac{eBl}{mv} > 1. \end{cases}$$

№ 248.

Дано:

$$B = 0,1 \text{ Тл};$$

$$R = 0,5 \text{ см} = \\ = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}.$$

Найти F_L .

Решение.

Сила Лоренца: $F_L = evB; v = \frac{eBR}{m} \Rightarrow F_L = \frac{e^2 B^2 R}{m} =$

$$= \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})^2 \cdot (0,1 \text{ Тл})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \approx 1,4 \cdot 10^{-12} \text{ Н.}$$

Ответ: $F_L \approx 1,4 \cdot 10^{-12} \text{ Н.}$

№ 249.

Дано:

$$B; 0 < \alpha < 90^\circ$$

Найти T .

Решение. По второму закону Ньютона

$$\frac{mv^2}{R} = evB \sin \alpha \Rightarrow v = \frac{eRB}{m} \sin \alpha. T = \frac{2\pi R \sin \alpha}{v} = \frac{2\pi m}{eB}.$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{2\pi m}{eB}$$

№ 250.

Дано:
 v, α, B .

Найти R, h .

Решение. $h = v_{\parallel}T; v_{\parallel} = v \cos \alpha; T = \frac{2\pi m}{eB} \Rightarrow h = \frac{2\pi m v}{eB} \cos \alpha;$

$$R = \frac{mv_{\perp}}{eB}; v_{\perp} = v \sin \alpha \Rightarrow R = \frac{mv}{eB} \sin \alpha.$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{2\pi m v}{eB} \cos \alpha; R = \frac{mv}{eB} \sin \alpha.$$

№ 251.

Дано:

v, α, E, R

Найти λ .

Решение.

Уравнение движения в проекции на ось x имеет вид

$$eE = ma \cos \alpha; a = \frac{v}{t}; eE = m \frac{v}{t} \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{mv \cos \alpha}{eE}, T = \frac{2\pi t}{\omega};$$

$$\lambda = \frac{t}{T} = \frac{mv \cos \alpha}{eE} \cdot \frac{\omega}{2\pi} = \frac{Bv \cos \alpha}{2\pi E}.$$

Ответ: $\lambda = \frac{Bv \cos \alpha}{2\pi E}$

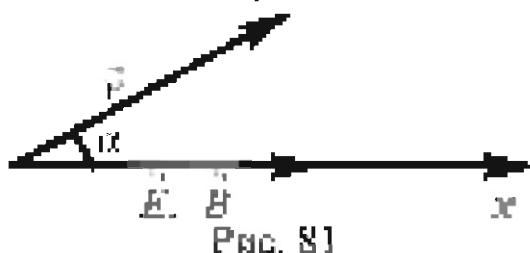


Рис. 81

№ 252.

Дано: v, E

Найти: B

Решение. $eE = evB \Rightarrow B = E/v$.

Ответ: $B = E/v$.

№ 253.

Дано: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг;
 $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг;
 $|q_e| = |q_p| = q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н · м² / кг²;
 $k = 9 \cdot 10^9$ Н · м² / Кл²

Найти $F_{\text{эл}}/F_{\text{пр}}$

Решение.

Закон Кулона: $F_{\text{эл}} = k \frac{q^2}{r^2}$; закон гравитации: $F_{\text{пр}} = G \frac{m_e m_p}{r^2}$. Отсюда:

$$\frac{F_{\text{эл}}}{F_{\text{пр}}} = \frac{kq^2}{Gm_e m_p} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} \text{Кл})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{кг} \cdot 1,7 \cdot 10^{-27} \text{кг}} \approx 2 \cdot 10^{39}$$

Ответ: $F_{\text{эл}}/F_{\text{пр}} \approx 2 \cdot 10^{39}$.

№ 254.

Дано: $r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$;
 $F = 0,23 \text{ мН} = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$;
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$;
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$.
Найти N_e .

Решение.

Закон Кулона: $F_{\text{эл}} = k \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q = r \sqrt{\frac{F_{\text{эл}}}{k}}$, где
 q — заряд шарика.

$$\text{Отсюда: } N_e = \frac{q}{e} = \frac{r \sqrt{\frac{F_{\text{эл}}}{k}}}{e} = \frac{0,1 \text{ м}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \sqrt{\frac{2,3 \cdot 10^{-4} \text{ Н}}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}} \approx 10^{11}$$

Ответ: $N_e \approx 10^{11}$.

№ 255.

Дано:

$$\begin{aligned}q_1 &= q, \quad q_2 = 5q, \\q'_1 &= q'_2 = 3q\end{aligned}$$

Найти F/F' .

Решение.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{5q^2}{r^2}; \quad F' = k \frac{q'_1 q'_2}{r'^2} = k \frac{9q^2}{r^2} \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{5}{9}$$

Ответ: $F/F' = 5/9$.

№ 256.

Дано:

$$r = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$$

$$q_1 = 9 \text{ нКл} = \\ = 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_2 = -1 \text{ нКл} = \\ = -10^{-9} \text{ Кл}.$$

Найти F_{12} , F_3 .

Решение.

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,4 \text{ м})^2} \approx$$

$$\approx 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 0,5 \text{ мкН}$$

$$q_3 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - 10^{-9} \text{ Кл}}{2} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

$$F_3 = k \frac{|q_3|^2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{(4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2}{(0,4 \text{ м})^2} \approx 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 0,9 \text{ мкН}$$

Ответ. $F_{12} \approx 0,5 \text{ мкН}$, $F_3 \approx 0,9 \text{ мкН}$.

№ 257.

Дано:

$$q_1 = -9 \text{ нКл},$$

$$q_2 = -36 \text{ нКл},$$

$$l = 3 \text{ м}.$$

Найти q_3, l_1 .

Отсюда $F_{12} = F_{13}$, $F_{21} = F_{23}$. Используя закон Кулона, составим систему:

$$\begin{cases} \frac{|q_2|}{l^2} = \frac{|q_3|}{l_1^2}, \\ \frac{|q_3|}{l^2} = \frac{|q_3|}{(l-l_1)^2}, \end{cases}$$

откуда имеем: $(|q_1| + |q_2|)l_1^2 - 2|q_1|l_1 + |q_1|l^2 = 0$.

$$\text{Решая это уравнение, получим: } l_1 = \frac{(|q_1| \pm \sqrt{|q_1 q_2|})}{(|q_1| + |q_2|)} l. \text{ Отсюда } l_1 = 1 \text{ м}$$

или $l_1 = -0,33 \text{ м}$. Второе значение не подходит, т.к. в этом случае система зарядов не уравновешена. Значит, $l_1 = 1 \text{ м}$.

$$q_3 = |q_3| = |q_2| \frac{l_1^2}{l^2} = 36 \text{ нКл} \cdot \frac{(1 \text{ м})^2}{(3 \text{ м})^2} = 4 \text{ нКл}.$$

Ответ. $l_1 = 1 \text{ м}$, $q_3 = 4 \text{ нКл}$.

Решение. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{13}$, $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{23}$ (см. рис. 82).



Рис. 82.

№ 258.

Дано:

$$q_1 = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}; \\ q_2 = 20 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$r = 1 \text{ м};$$

$$q_3 = -3 \text{ нКл} = \\ = -3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

Найти F_{23} .

Решение. $F_{23} = F_{21} - F_{12}$. По закону Кулона:

$$F_{21} = k \frac{q_2 q_3}{(r/2)^2}; F_{12} = k \frac{q_1 q_3}{(r/2)^2} \Rightarrow F_{23} =$$

$$= \frac{4kq_3(q_2 - q_1)}{r^2} = \frac{4 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{(1 \text{ м})^2} \times \\ \times (2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл} - 10^{-8} \text{ Кл}) \approx 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 1,1 \text{ мкН}$$

Ответ: $F_{23} \approx 1,1 \text{ мкН}$.

№ 259.

Дано:

$$T = 10 \text{ мН} = 10^{-2} \text{ Н}, \\ m = 0,6 \text{ г} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ кг};$$

$$q_1 = 11 \text{ нКл} = \\ = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл},$$

$$q_2 = -13 \text{ нКл} = \\ = -1,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$$

Найти r

Решение. На шарик действует три силы: сила Кулона, сила тяжести и сила натяжения нити. Нить порвется при условии:

$$T \leq F_{\text{ку}} + F_t = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} + mg \Rightarrow r_{\min} = \sqrt{\frac{k |q_1||q_2|}{T - mg}}.$$

$$= \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{10^{-2} \text{ Н} - 6 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}} \approx$$

$$\approx 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 1,8 \text{ см}.$$

Ответ: $r \approx 1,8 \text{ см}$.

№ 260.

Дано: $m = 0,2 \text{ г} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$;
 $|q_1| = |q_2| = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}$;

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2},$$

$$r = 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

а) $q_1 > 0, q_2 > 0$;

б) $q_1 > 0, q_2 < 0$.

Найти T_{01}, T_{12} .

Решение.

$$\text{а)} \begin{cases} T_{12} = mg + \frac{kq_1^2}{r^2}, \\ T_{01} = mg + T_{12} - \frac{kq_1^2}{r^2}. \end{cases}$$

$$T_{01} = 2mg = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 =$$

 $= 4 \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 4 \text{ мН}; T_{01} = mg + F_{\text{н}} =$

$$= mg + k \frac{q_1^2}{r^2} = 2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{(10^{-8} \text{ Кл})^2}{(3 \cdot 10^{-2} \text{ м})^2} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 3 \text{ мН}$$

$$\text{б)} \begin{cases} T_{12} = mg - \frac{kq_1^2}{r^2}, \\ T_{01} = mg + T_{12} + \frac{kq_1^2}{r^2}. \end{cases}$$

$$T_{01} = 2mg = 4 \text{ мН}; T_{12} = mg - F_{\text{н}} = mg - k \frac{q_1^2}{r^2} = 1 \text{ мН}.$$

Ответ: а) $T_{01} = 4 \text{ мН}, T_{12} = 3 \text{ мН};$ б) $T_{01} = 4 \text{ мН}, T_{12} = 1 \text{ мН}.$

№ 261.

Дано: I ; m ;
 $\varphi/2 = 45^\circ$;
 $q_1 = q_2 = q$.
Найти q .

Решение. Поскольку $\varphi/2 = 45^\circ$: $F_{\text{ин}} = mg \Rightarrow$

$$mg = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow q = r \sqrt{\frac{mg}{k}}, r = \sqrt{2}l \Rightarrow q = l \sqrt{\frac{2mg}{k}}.$$

Ответ: $q = l \sqrt{\frac{2mg}{k}}$.

№ 262.

Дано:

$$l = 2 \text{ м};$$

$$q_1 = q_2 = q = 20 \text{ мКл} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$r = 16 \text{ см} = 0,16 \text{ м},$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}.$$

Найти T .

$$\Rightarrow T = \frac{2kq^2l}{r^3} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot (2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл})^2 \cdot 2 \text{ м}}{(0,16 \text{ м})^3} \approx 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 3,6 \text{ мН.}$$

Ответ: $T \approx 3,6 \text{ мН.}$

Решение:

$$F_{\text{ку}} = T \sin \varphi \Rightarrow$$

$$\frac{kq^2}{r^2} = T \sin \varphi;$$

$$\sin \varphi = \frac{r}{2l} \Rightarrow$$

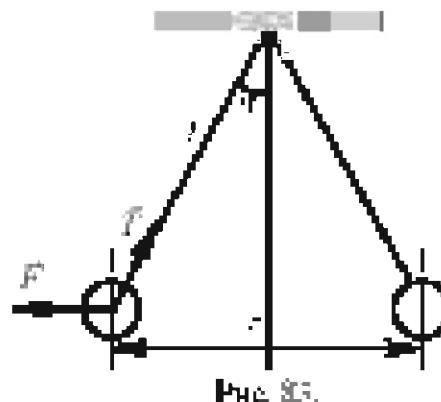


Рис. 85.

№ 263.

Дано:

$$q_1, q_2, q_3; l, k.$$

Найти F_{12}, F_{23} .

Решение.

$$F_{12} = F_{12} + F_{13} = k \frac{q_1 q_2}{l^2} + k \frac{q_1 q_3}{(2l)^2} = k \frac{(4q_2 + q_3)q_1}{4l^2};$$

$$F_{23} = F_{23} + F_{13} = k \frac{q_2 q_3}{l^2} + k \frac{q_1 q_3}{(2l)^2} = k \frac{(4q_2 + q_1)q_3}{4l^2}$$

$$\text{Ответ: } F_{12} = k \frac{(4q_2 + q_3)q_1}{4l^2}, F_{23} = k \frac{(4q_2 + q_1)q_3}{4l^2}.$$

№ 264.

Дано:

m, l, α

$q_1 = q_2 = q_3 = q$.

Найти q .

Решение.

Поскольку шарики находятся в равновесии (см. рис. 84), получаем:

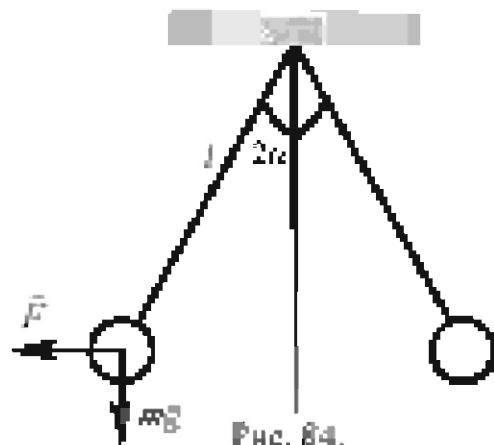


Рис. 84.

$$\begin{cases} T \cos \alpha = mg + k \frac{q^2}{l^2} \cos \alpha; \\ T \sin \alpha = k \frac{q^2}{l^2} \sin \alpha + k \frac{q^2}{(2l \sin \alpha)^2}; \\ mg \operatorname{tg} \alpha + k \frac{q^2}{l^2} \sin \alpha = k \frac{q^2}{l^2} \sin \alpha + k \frac{q^2}{(2l \sin \alpha)^2}, \end{cases}$$

$$mg \operatorname{tg} \alpha = k \frac{q^2}{(2l \sin \alpha)^2} \Rightarrow q = 2l \sin \alpha \sqrt{\frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{k}}.$$

$$\text{Ответ: } q = 2l \sin \alpha \sqrt{\frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{k}}.$$

№ 265.

Дано:

$$q_1 = q_2 = q_3 = \\ = 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}; \\ \alpha = 60^\circ;$$

Найти q .

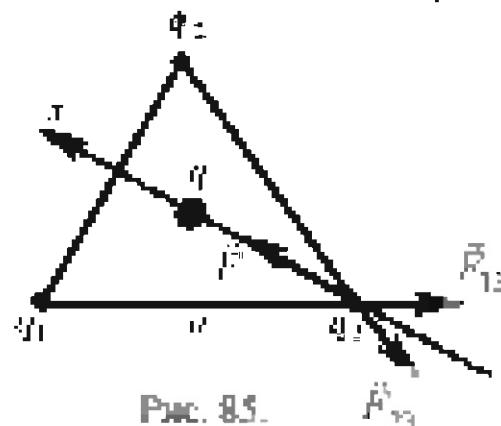


Рис. 85.

Решение.

См. рис. 85.

$$x: F = F_{13} \cos \frac{\alpha}{2} - F_{23} \cos \frac{\alpha}{2} = 0.$$

$$k \frac{q q_3}{r^2} - \frac{2 k q_3^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0. \text{ Здесь } r = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q = \frac{\sqrt{3}}{3} q_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \approx$$

$$\approx 5,1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 5,1 \text{ нКл}.$$

Ответ: $q = 5,1 \text{ нКл}$.

№ 266.

Дано:

a, q .

Найти Q .

Решение.

$$|F| = |F_1| + |F_2| \cos 45^\circ + |F_2| \cos 45^\circ.$$

$$k \frac{Qq}{r^2} = \frac{kq^2}{p^2} + \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2}; \text{ здесь } r = \frac{\sqrt{2}}{2}a, p = \sqrt{2}a \Rightarrow Q = \frac{4 + \sqrt{2}}{4\sqrt{2}}q.$$

$$\text{Ответ. } Q = \frac{4 + \sqrt{2}}{4\sqrt{2}}q.$$

№ 267.

Дано:

$$q_1 = 5 \text{ нКл} = \\ = 5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_2 = -2 \text{ нКл} = \\ = -2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$l = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}; \\ x = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}.$$

Найти E_{x1} , E_{x2} .

1) См. рис. 86 а.

Решение.



Рис. 86 а.



Рис. 86 б.

$$E_{x1} = \frac{k|q_1|}{x^2} + \frac{k|q_2|}{(l+x)^2} = k \left(\frac{|q_1|}{x^2} + \frac{|q_2|}{(l+x)^2} \right) =$$

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \left(\frac{5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,1 \text{ м})^2} + \frac{-2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,4 \text{ м} + 0,1 \text{ м})^2} \right) = 4,4 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}$$

2) См. рис. 86 б.

$$E_{x2} = E_1 - E_2 = \frac{k|q_1|}{x^2} - \frac{k|q_2|}{(l-x)^2} = k \left(\frac{|q_1|}{x^2} - \frac{|q_2|}{(l-x)^2} \right) =$$

$$= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \left(\frac{5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,1 \text{ м})^2} - \frac{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,4 \text{ м} - 0,1 \text{ м})^2} \right) = 4,7 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}$$

Ответ. $E_{x1} = 4,4 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}$; $E_{x2} = 4,7 \frac{\text{кН}}{\text{Кл}}$.

№ 268.

Дано:

$$q_1 = 9 \text{ нКл} =$$

$$= 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_2 = -4 \text{ нКл} =$$

$$= -4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$l = 20 \text{ см} =$$

$$= 0,2 \text{ м};$$

$$E_y = 0.$$

Найти x .

Решение.



Рис. 87.

$$E = k \frac{|q|}{r^2}, \text{ по принципу суперпозиции (см. рис. 87)}$$

$$E_x = E_1 - E_2 = 0 \Rightarrow \frac{k|q_2|}{(l+x)^2} - \frac{kq_1}{x^2} = 0 \Rightarrow x^2(q_1 - |q_2|) =$$

$-2|q_2|lx - |q_2|^2 = 0$. Решая получившееся квадратное уравнение, относительно x получим:

$$x_{1,2} = l \cdot \frac{q_2 \pm \sqrt{|q_2||q_1|}}{q_1 - |q_2|}, x_1 = 0,2 \text{ м} \cdot \frac{-4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} + \sqrt{4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}}{9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 0,08 \text{ м},$$

$$x_1 = 0,2 \text{ м} \cdot \frac{-4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} + \sqrt{4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}}{9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 0,08 \text{ м};$$

$$x_2 = 0,2 \text{ м} \cdot \frac{-4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - \sqrt{4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}}{9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = -0,4 \text{ м};$$

Ответ: $x_1 = 0,08 \text{ м}$; $x_2 = -0,4 \text{ м}$.

№ 269.

Дано: $a = 2 \text{ м}$;
 $q_1 = 20 \text{ нКл} =$
■ $= 20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$;
 $q_2 = 40 \text{ нКл} =$
■ $= 40 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$;
 $\alpha = 60^\circ$.

Найти E_3 .

Решение.

См. рис. 88.

$$\vec{E}_3 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2;$$

$$E_3^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 =$$

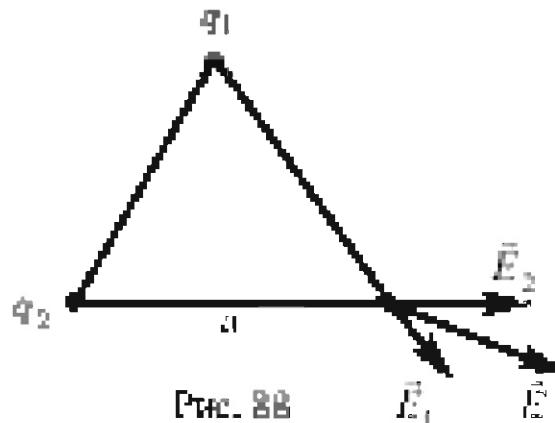


Рис. 88

$$\vec{E}_1$$

$$\vec{E}_2$$

$$= E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos\alpha = E_1^2 + E_2^2 + E_1E_2 \Rightarrow E_3 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_1E_2}$$

Поскольку $E = k \frac{q}{r^2}$, то имеем:

$$E_3 = \frac{k}{a^2} \sqrt{q_1^2 + q_1 \cdot q_2 + q_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2}}{(2 \text{ м})^2} \cdot$$

$$\sqrt{(20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2 + 800 \cdot 10^{-13} \text{ Кл}^2 + (40 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2} = 120 \text{ В/м.}$$

Ответ. $E_3 = 120 \text{ В/м}$.

№ 270.

Дано:

$$q_1 = 10 \text{ нКл} =$$

$$= 10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_2 = -20 \text{ нКл} =$$

$$= -20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$l = 5 \text{ м};$$

$$a = 4 \text{ м};$$

$$b = 3 \text{ м}.$$

Найти E_3 .

$$\vec{E}_3 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2, E_3^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \alpha.$$

Из геометрических соображений $\alpha = 90^\circ$ (см. рис. 89).

$$E_3 = k \sqrt{\frac{q_1^2}{a^4} + \frac{q_2^2}{b^4}} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}} \sqrt{\frac{(10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2}{(4 \text{ м})^4} + \frac{(-20 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})^2}{(3 \text{ м})^4}} = 64 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$$

Ответ: $E_3 = 64 \text{ Н/Кл}$.

Решение.

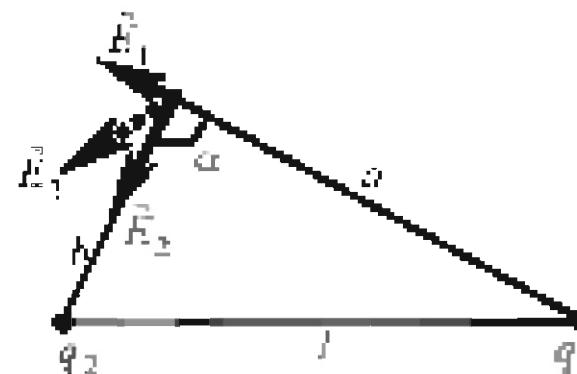


Рис. 89

№ 271.

Дано:

$$q_1 = q_2 = 1 \text{ нКл} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_3 = q_4 = -1 \text{ нКл} = -1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$l = 5 \text{ м};$$

$$a = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м};$$

$$\alpha = 45^\circ.$$

Найти E .

$$\Rightarrow E = 4\sqrt{2}k \frac{q_1}{a^2}, \text{ т.к. } \vec{E}_1 \perp \vec{E}_3. \text{ Здесь мы учли, что, поскольку:}$$

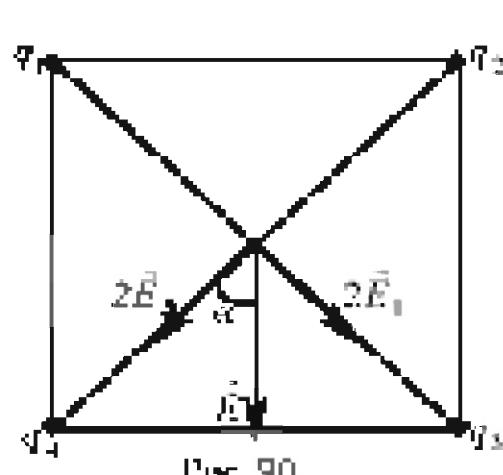


Рис. 90.

Решение. По принципу суперпозиции (см. рис. 90).

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4;$$

$$\vec{E} = 2\vec{E}_1 + 2\vec{E}_3;$$

$$E^2 = 4E_1^2 + 4E_3^2 + 2E_1 E_3 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$|E_1| = |E_3|, \text{ т.о. } |\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = |\vec{E}_3| = |\vec{E}_4| \text{ и}$$

$$E_1 = k \frac{q_1}{a^2} \cdot 2$$

$$E = \frac{4 \cdot \sqrt{2} \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,3 \text{ м})^2} \approx 560 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}.$$

$$\text{Ответ: } E \approx 560 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}},$$

№ 272.

Дано:

$$q_1 = q_2 = 10 \text{ нКл} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_3 = -10 \text{ нКл} = -10 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$a = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м},$$

$$\alpha = 60^\circ.$$

Найти E .

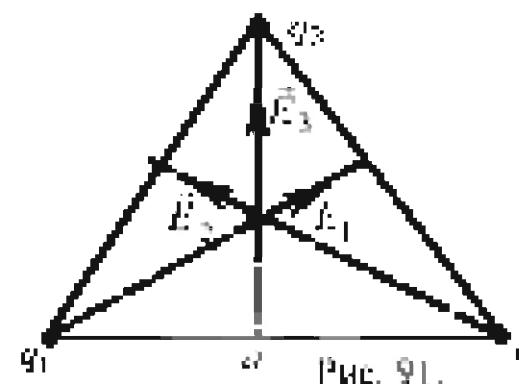


Рис. 91.

Решение. По принципу суперпозиции (см. рис. 91):

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3; \quad E = E_3 + E_{12}, \text{ где:}$$

$$E_{12}^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos 2\alpha \Rightarrow$$

$$E_{12} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_1E_2}.$$

Поскольку $E = k \frac{|q|}{r^2}$, где $r = \frac{a}{\sqrt{3}}$, то

$$E = \frac{3k|q_3|}{a^2} + \frac{3k}{a^2} \sqrt{q_1^2 + q_2^2 - q_1q_2},$$

$$|q_3| = q_1 = q_2 \Rightarrow$$

$$E = \frac{3k(|q_3| + q_1)}{a^2} = \frac{6kq_1}{a^2} = \frac{6 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot (0 \cdot 10^{-9} \text{ Кл})}{(0,3 \text{ м})^2} = 6000 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 6 \frac{\text{kН}}{\text{Кл}}.$$

Ответ: $E = 6 \frac{\text{kН}}{\text{Кл}}$.

№ 273.

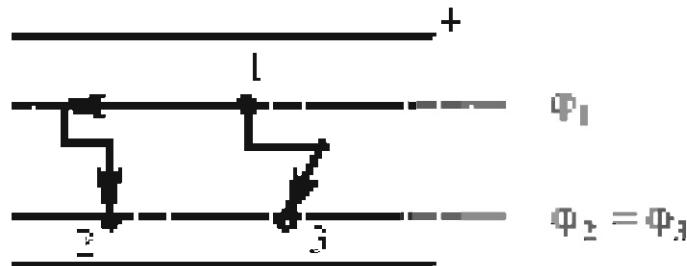


Рис. 92.

Работа поля на участках 1-2 и 1-3 одинакова (см. рис. 92), поскольку заряд прошел одну и ту же разность потенциалов ($\Phi_{12} = \Phi_{13}$).

№ 274.

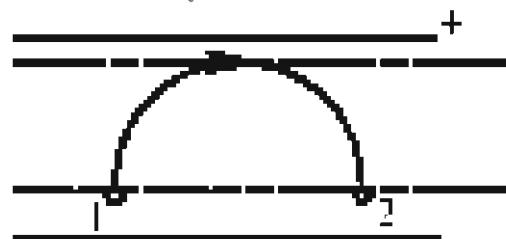


Рис. 93.

$$\Phi_1 = \Phi_2$$

Работа поля на участках 1 – 2 равна нулю (см. рис. 93), поскольку разность потенциалов между точками 1 и 2 равна нулю ($\Phi_2 = 0$).

№ 275.

Дано:

$$\vec{E} = 2\vec{i}; q = 2 \text{ Кл};$$

$$x_1 = 1 \text{ м}; x_2 = 3 \text{ м};$$

$$v_1 = 1 \text{ м}; v_2 = 2 \text{ м}.$$

Найти A

Решение.

См. рис. 94.

$$A = qEd = qE(x_2 - x_1) =$$
$$= 2 \text{ Кл} \cdot 2 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} (3 \text{ м} - 1 \text{ м}) = 8 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A = 8 \text{ Дж.}$

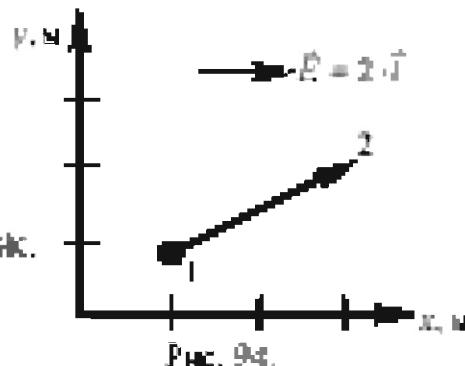


Рис. 94.

№ 276.

Дано:

$$\bar{E} = 5\bar{i}; q = 2 \text{ КН};$$

$$x_1 = 6 \text{ м}; x_2 = 2 \text{ м};$$

$$y_1 = 5 \text{ м}; y_2 = 2 \text{ м};$$

Найти A .

Решение.

См. рис. 95.

$$A = qEd = qE(x_2 - x_1) =$$
$$= 2 \text{ КН} \cdot 5 \frac{\text{Н}}{\text{КН}} (2 \text{ м} - 6 \text{ м}) =$$

$$= -40 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A = -40 \text{ Дж.}$

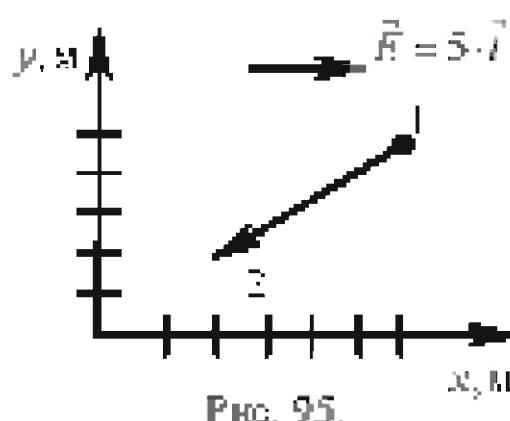


Рис. 95.

№ 277.

Дано:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q > 0;$$

а.

Найти A

Решение.

Согласно закону изменения энергии: $A = W_2 - W_1$.

$$W_1 = k \frac{q_1 q_2}{a} + k \frac{q_1 q_3}{2a} + k \frac{q_2 q_3}{a} = \frac{5}{2} k \frac{q^2}{a};$$

$$W_2 = k \frac{q_1 q_2}{a} + k \frac{q_1 q_3}{a} + k \frac{q_2 q_3}{a} = 3k \frac{q^2}{a}; \quad A = 3k \frac{q^2}{a} - \frac{5}{2} k \frac{q^2}{a} = k \frac{q^2}{2a}$$

Работа электрического поля $A' = -A = -k \frac{q^2}{2a}$.

Ответ: $A = k \frac{q^2}{2a}$, $A' = -k \frac{q^2}{2a}$.

№ 278.

Дано:

$$q_1 = q_2 = q;$$

$$r_1 = r;$$

$$r_2 = 0,5r.$$

Найти A

Решение.

Согласно закону изменения энергии $A = W_2 - W_1$.

$$W_1 = k \frac{q_1 q_2}{r_1} = k \frac{q^2}{r}; \quad W_2 = k \frac{q_1 q_2}{r_2} = 2k \frac{q^2}{r};$$

$$A = 2k \frac{q^2}{r} - k \frac{q^2}{r} = k \frac{q^2}{r}.$$

$$\text{Ответ: } A = k \frac{q^2}{r}$$

№ 279.

Дано:

$$q_1 = 3 \text{ нКл} = \\ = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$q_2 = -2 \text{ нКл} = \\ = -2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м.}$$

Найти x, E .

Решение.

$$\varphi = k \frac{q}{r} \Rightarrow \frac{kq_1}{x} + \frac{k|q_2|}{x-l} \Rightarrow x = \frac{q_1 l}{q_1 + |q_2|}$$

$$= \frac{|3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 0,2 \text{ м}}{3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} - 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 0,6 \text{ м.}$$

$$E = \frac{kq_1}{x^2} + \frac{kq_2}{(x-l)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,6 \text{ м})^2} -$$

$$- \frac{9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{(0,2 \text{ м} - 0,6 \text{ м})^2} = -37,5 \text{ Н/Кл.}$$

Ответ: $x = 0,6 \text{ м}; E = -37,5 \text{ Н/Кл.}$

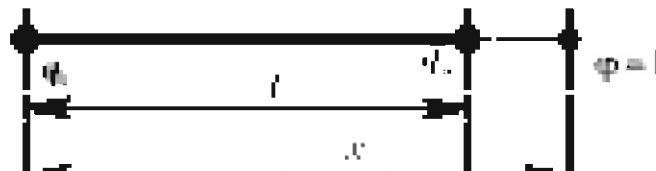


Рис. 96.

№ 280.

Дано:

$$d = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м};$$

$$U = 200 \text{ В};$$

$$q = 1 \text{ нКл} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

Найти F

Решение.

$$F = E \cdot q; E = \frac{U}{d} \Rightarrow F = \frac{U \cdot q}{d} = \frac{200 \text{ В} \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{0,4 \text{ м}} = \\ = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ Н} = 0,5 \text{ мкН.}$$

Ответ: $F = 0,5 \text{ мкН.}$

№ 281.

Дано.

$$U = 300 \text{ В};$$

$$m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг};$$

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Найти v_0 .

Решение.

Электрону надо преодолеть работу поля

$A_{\text{вн}} = W = eU$, обладая минимальной кинетической энергией $W_k = \frac{mv_0^2}{2}$.

Из закона сохранения энергии:

$$|e|U = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{|e|}{m} \cdot 2U} = \sqrt{2 \cdot 300 \text{ В} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx 10,3 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 \approx 10,3 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$

№ 282.

Дано:

$$U, m, e, v_0 = 0.$$

Найти v .

Решение.

Теорема о кинетической энергии частицы, движущейся в электрическом поле: $q = -e$.

$$qU = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow -eU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{-2U \frac{e}{m}}$$

Ответ: $v = \sqrt{-2U \frac{e}{m}}$.

№ 283.

Дано:

$$q_1 = 82e;$$

$$q_2 = 2e;$$

$$W_K = 0,4 \text{ МэВ} = \\ = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Найти d_{\min} .

Решение:

Из закона сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + q_1 Ed_{\min} = W_K, v = 0, \text{ поскольку в момент} \\ \text{столкновения электрон имеет нулевую скорость,}$$

$$E = \frac{kq_1}{d_{\min}^2} — \text{поле, создаваемое ядром свинца} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d_{\min} = 164k \frac{e^2}{W_K} = \frac{164 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Нм}^2}{\text{Кл}^2} \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}} \approx 9,4 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$$

Ответ: $d_{\min} \approx 9,4 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$

№ 284.

Дано:

$$q_1 = q_2 = q;$$

$$m; H, v_0.$$

Найти h .

Решение.

Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} + k \frac{q^2}{H} + mgh = k \frac{q^2}{h} + mgh.$$

Умножим левую и правую часть этого уравнения на $\frac{h}{mg}$, получим квадратное уравнение относительно h :

$$h^2 - h \left(\frac{v_0^2}{2g} + \frac{kq^2}{mgH} + H \right) + \frac{kq^2}{mg} = 0. \text{ Решая это уравнение, получим:}$$

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{v_0^2}{2g} + \frac{kq^2}{mgH} + H \right) \pm \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{v_0^2}{2g} + \frac{kq^2}{mgH} + H \right)^2 - \frac{kq^2}{mg}}.$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{1}{2} L \pm \sqrt{\frac{1}{4} L^2 - \frac{kq^2}{mg}}, \text{ где } L = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{kq^2}{mgH} + H$$

№ 285.

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 10^{-10} \text{ г} = \\&= 10^{-13} \text{ кг}; \\U &= 200 \text{ В}; \\ΔU &= 50 \text{ В}; \\d &= 1,6 \text{ см} = \\&= 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}\end{aligned}$$

Найти $q - q'$.

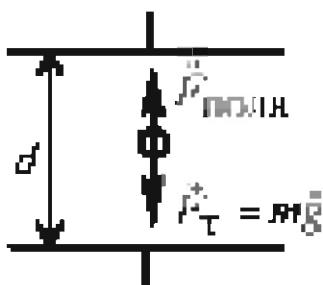


Рис. 97.

Решение.

На пылинку действуют две уравновешивающие друг друга силы (см. рис. 97): тяжесть F_T и сила со стороны поля конденсатора: $Uq/d = mg \Rightarrow q = mgd/U$. После потерян заряда: $q' \frac{(U + ΔU)}{d} = mg \Rightarrow q' = \frac{mgd}{U + ΔU}$.

Таким образом:

$$\begin{aligned}q - q' &= \frac{mgd}{U} - \frac{mgd}{U + ΔU} \approx \frac{10^{-13} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кН}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{200 \text{ В}} - \\&- \frac{10^{-13} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кН}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{200 \text{ В} + 50 \text{ В}} \approx 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Кл.}\end{aligned}$$

Ответ: $q - q' \approx 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Кл.}$

№ 286.

Дано:

$$U_1 = -5 \text{ кВ} = -5 \cdot 10^3 \text{ В};$$

$$l = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м};$$

$$d = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}.$$

Найти U_2 .

Решение. Электроны не вылетят из конденсатора в том случае, если они «упадут» на положительно заряженную пластину (см. рис. 98), т.е.

$$y = \frac{e}{2m} E \left(\frac{l}{v_0} \right)^2 = \frac{d}{2}, \text{ где } y \text{ — вертикальное смещение электрона (см. № 229).}$$

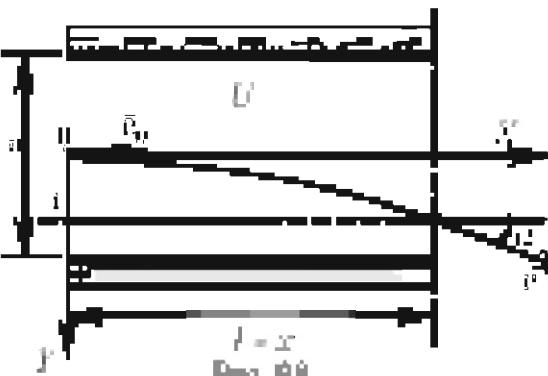


Рис. 98.

$$U_2 = Ed \Rightarrow E = \frac{U_2}{d}.$$

Из закона сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = eU_1 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}}.$$

Отсюда следует:

$$U_2 = -\frac{2d^2U_1}{l^2} = \frac{-2 \cdot (0,01 \text{ м})^2 \cdot (-5 \cdot 10^3 \text{ В})^2}{(0,05 \text{ м})^2} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ В.}$$

Ответ: $U_2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ В.}$

№ 187.

См. рис. 99.

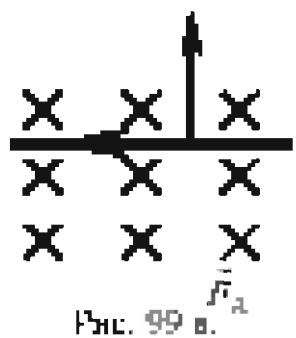
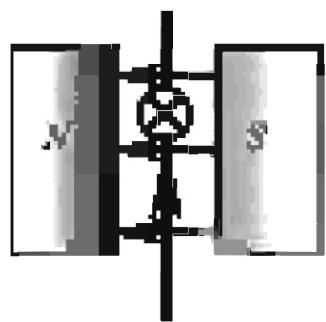


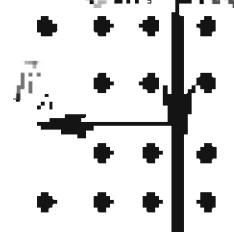
Рис. 99 а.



Сила направле-
ния от нас.
Рис. 99 б.

№ 288.

См. рис. 100.



Поле направ-
лено в нам.

Рис. 100 а.

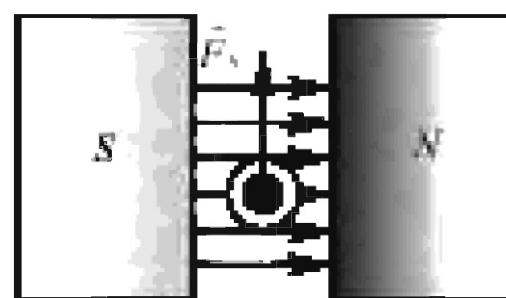


Рис. 100 б.

№ 289.

Дано:

$$I = 20 \text{ А};$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$F_A = 2,6 \text{ Тл};$$

$$\sin \alpha = 1.$$

Найти B .

Решение.

По закону Ампера: $F_A = BIl \sin \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow B = \frac{F_A}{Il \sin \alpha} = \frac{1 \text{ Н}}{20 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 1} = 0,25 \text{ Тл}$$

Ответ: $B = 0,25 \text{ Тл}$.

№ 290.

Дано:

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$B = 2,6 \text{ Тл};$$

$$I = 12 \text{ А};$$

$$\alpha = 30^\circ.$$

Найти F_A .

Решение.

$$\text{Согласно закону Ампера } F_A = IBl \sin \alpha = \\ = 0,1 \text{ м} \cdot 2,6 \text{ Тл} \cdot 12 \text{ А} \cdot \sin 30^\circ = 1,56 \text{ Н.}$$

Ответ: $F_A = 1,56 \text{ Н.}$

№ 291.

Дано:

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$B = 0,25 \text{ Тл};$$

$$I = 2 \text{ А};$$

$$m = 10 \text{ г} =$$

$$= 0,01 \text{ кг}.$$

Найти α .

Решение.

$$\frac{F_A}{F_T} = \operatorname{tg} \alpha. \text{ Согласно закону Ампера}$$

$$F_A = IBl \sin \alpha; F_T = mg; Ib = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{ctg} \alpha = \frac{mg}{IBl} = \frac{0,01 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ Тл}} = 1, \text{ откуда } \alpha = 45^\circ.$$

Ответ: $\alpha = 45^\circ$.

№ 292.

Дано: $l = 0,2 \text{ м}$;
 $B = 49 \text{ мТл} =$
 $4,9 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$,
 $m = 5 \text{ г} =$
 $= 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$;
 $T_{\max} = 39,2 \text{ мН} =$
 $= 3,92 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$;
 $\sin \alpha = 1$

Найти I_{\min} .

Решение.

$$2T_{\max} = F_A + mg \Rightarrow BI_{\max} = 2T_{\max} - mg \Rightarrow$$
$$\Rightarrow I_{\min} = \frac{2T_{\max} - mg}{BI} =$$
$$= \frac{2 \cdot 3,92 \text{ Н} - 3 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{4,9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,2 \text{ м}} \approx 2,9 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{\min} \approx 2,9 \text{ А.}$

№ 293.

Дано:

$$l = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м};$$

$$B = 0,25 \text{ Тл};$$

$$I = 50 \text{ А};$$

$$\mu = 0,2;$$

$$m = 0,5 \text{ кг};$$

$$\sin \alpha = 1$$

Найти B .

Решение.

$$F_A = F_B. \text{ Согласно закону Ампера } F_A = IBl \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow BI = \mu mg \Rightarrow B = \frac{\mu mg}{Il} = \frac{0,2 \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2}{50 \text{ А} \cdot 0,3 \text{ м}} \approx$$

$$\approx 0,067 \text{ Тл} = 67 \text{ мТл}.$$

Ответ: $B \approx 67 \text{ мТл}.$

№ 294.

Дано:

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$B = 10 \text{ Тл};$$

$$T_{\max} = 0,9 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,1;$$

$$m = 0,1 \text{ кг};$$

$$\sin \alpha = 1$$

Найти I_{\min} .

Решение.

Согласно закону Ампера $F_A = NI B \sin \alpha$,

$$F_F + T_{\max} = F_A \Rightarrow \mu mg + T_{\max} = BI_{\min} l \Rightarrow I_{\min} =$$

$$= \frac{\mu mg + T_{\max}}{Bl} = \frac{0,1 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 0,9 \text{ Н}}{10 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м}} = 1 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{\min} = 1 \text{ А.}$

№ 295.

Дано:

$$l_1 = 5 \text{ см};$$

$$l_2 = 10 \text{ см};$$

$$F_1 = 120 \text{ мкН};$$

$$F_2 = [5 \text{ мкН}].$$

Найти ε.

Решение.

Согласно закону Кулона:

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{l_1^2}, F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{l_2^2}, \frac{F_1}{F_2} = \frac{\epsilon l_2^2}{\epsilon_0 l_1^2} \Rightarrow$$

$$\epsilon = \frac{F_1}{F_2} \left(\frac{l_1}{l_2} \right)^2 = \frac{120 \text{ мкН}}{15 \text{ мкН}} \left(\frac{5 \text{ см}}{10 \text{ см}} \right)^2 = 2.$$

Ответ: ε = 2

№ 296.

Дано:

$$q_1 = q_2,$$

$$F_1 = F_2,$$

$$\epsilon = 3;$$

$$r_2 = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м.}$$

Найти r_1 .

Решение. Согласно закону Кулона: $F_{\text{ку}} = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\epsilon r_1^2} = \frac{1}{r_2^2} \Rightarrow r_1 = \frac{r_2}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{0,3 \text{ м}}{\sqrt{3}} \approx 0,18 \text{ м.}$$

Ответ: $r_1 \approx 0,18 \text{ м.}$

№ 297.

Дано:

$$\rho; \rho_{ж}$$

$$a_1 = a_2$$

$$\varphi_1 = \varphi_2$$

$$r = r_1 = r_2$$

Найти ε.

Решение.

Из геометрических соображений (см. рис 101):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{\text{внж}}}{gV\rho - F_A} = \frac{F_{\text{кл}}}{\rho g V}.$$

Согласно закону Архимеда, $F_A = \rho_{ж}gV$ и закону Кулона:

$F_A = \rho_{ж}gV$ и закону Кулона:

$$F_{\text{кл}} = k \frac{q^2}{\varepsilon r^2}, \text{ получаем: } \frac{1}{\varepsilon(\rho - \rho_{ж})} = \frac{1}{r} \Rightarrow \varepsilon = \frac{\rho}{\rho - \rho_{ж}}$$

Ответ: $\varepsilon = \frac{\rho}{\rho - \rho_{ж}}$.

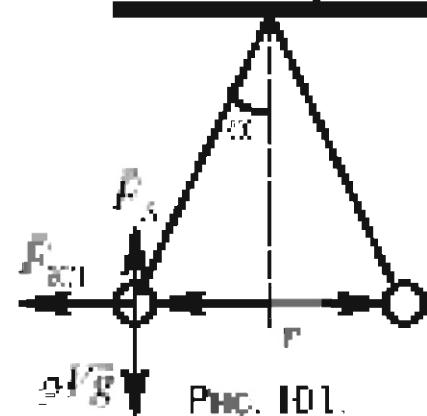


Рис. 101.

№ 298.

Дано:

$$\varepsilon = 2;$$

$$\rho_{\text{ж}} = 800 \text{ кг/м}^3.$$

Найти ρ .

Решение. Пользуясь ответом задачи № 297, получим:

$$\varepsilon = \frac{\rho}{\rho - \rho_{\text{ж}}} \Rightarrow \rho = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \rho_{\text{ж}} = \frac{2}{2 - 1} \cdot 800 \text{ кг/м}^3 = \\ = 1600 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$.

№ 299.

Дано:

$$\begin{aligned} R &= 3 \text{ см} = \\ &= 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}, \\ E &= 3 \text{ мВ/м} = \\ &= 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}. \end{aligned}$$

Найти ϕ .

Решение. $E = k \frac{|q_0|}{R^2} \Rightarrow k |q_0| = ER^2$.

$$\begin{aligned} \phi &= k \frac{|q_0|}{R} = \frac{ER^2}{R} = ER = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 9 \cdot 10^4 \text{ В} = \\ &= 90 \text{ кВ}. \end{aligned}$$

Ответ: $\phi = 90 \text{ кВ}$.

№ 300.

Дано:
 $R = 10\text{ см} = 0,1\text{ м}$;
 $l = 10\text{ м}$;
 $\phi_1 = 20\text{ В}$.

Найти ϕ_2 .

Решение. $\phi_1 = k \frac{|q_0|}{l+R} \Rightarrow k |q_0| = \phi_1(l+R)$.
 $\phi_2 = k \frac{|q_0|}{R} = \frac{\phi_1(l+R)}{R} = \frac{20\text{ В} \cdot (10\text{ м} + 0,1\text{ м})}{0,1\text{ м}} = 2020\text{ В}$.
Ответ: $\phi_2 = 2020\text{ В}$.

№ 301.

Дано:

$$N = 1000 = 10^3;$$

Φ_1 :

$$NV_1 = V_2.$$

Найти Φ_2 .

Решение. Поскольку объем шара равен:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3, \text{ то } \frac{4000}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{1}{10}.$$

$$\Phi_1 = k \frac{q_0}{r}; \Phi_2 = k \frac{Nq_0}{R} \Rightarrow \Phi_2 = \frac{Nq_0 r}{R} = \frac{1000 \Phi_1}{10} = 100\Phi_1.$$

Ответ: $\Phi_2 = 100\Phi_1$.

№ 302.

Дано:

R_1, Φ_1

R_2, Φ_2

Найти $\Phi, \Delta\varphi$.

Решение.

$$\Phi_1 = k \frac{q_1}{R_1} \Rightarrow q_1 = \frac{\Phi_1 R_1}{k}; \quad \Phi_2 = k \frac{q_2}{R_2} \Rightarrow q_2 = \frac{\Phi_2 R_2}{k}.$$

По закону сохранения заряда $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$.

Потенциал шаров одинаков, т.к. они соединены проводником:

$$k \frac{q'_1}{R_1} = k \frac{q'_2}{R_2} \Rightarrow q'_2 = \frac{R_2}{R_1} q'_1 \Rightarrow \frac{\Phi_1 R_1}{k} + \frac{\Phi_2 R_2}{k} = q'_1 + \frac{R_2}{R_1} q'_1 = q'_1 \frac{R_1 + R_2}{R_1}.$$

$$q'_1 = \frac{R_1}{k} \cdot \frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2}; \quad \Phi = k \frac{q'_1}{R_1} = \frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\Delta\varphi = q'_1 - q_1 = \frac{R_1}{k} \cdot \frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2} - \frac{\Phi_1 R_1}{k} = \frac{R_1}{k} \left(\frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2} - \Phi_1 \right)$$

$$\text{Ответ: } \Phi = \frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2}; \quad \Delta\varphi = \frac{R_1}{k} \left(\frac{\Phi_1 R_1 + \Phi_2 R_2}{R_1 + R_2} - \Phi_1 \right).$$

№ 303.

Дано:

$$R_1 = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м};$$

$$\varphi_1 = 20 \text{ В};$$

$$R_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$\varphi_2 = 30 \text{ В}.$$

Найти φ .

Решение. Поскольку все заряды распределены по поверхности проводника $Q = \frac{\varphi_1 R_1}{k} + \frac{\varphi_2 R_2}{k}$.

Внутри проводящей сферы потенциал постоянен.

$$\varphi = k \frac{Q}{R_2} = \frac{\varphi_1 R_1 + \varphi_2 R_2}{R_2} = \frac{20 \text{ В} \cdot 0,05 \text{ м} + 30 \text{ В} \cdot 0,1 \text{ м}}{0,1 \text{ м}} = 40 \text{ В}.$$

Ответ: $\varphi = 40 \text{ В}$.

№ 304.

Дано:
 $\varphi, R_1, R_2,$
 $k \cdot q_1 = \text{const.}$

Найти φ_2 .

Решение. Начальный потенциал шара:
 $\varphi = k \frac{|q|}{R_1} \Rightarrow k|q| = \varphi R_1;$

$$\varphi_2 = k \frac{|q|}{R_2} = \frac{R_1}{R_2} \varphi.$$

Ответ: $\varphi_2 = \frac{R_1}{R_2} \varphi.$

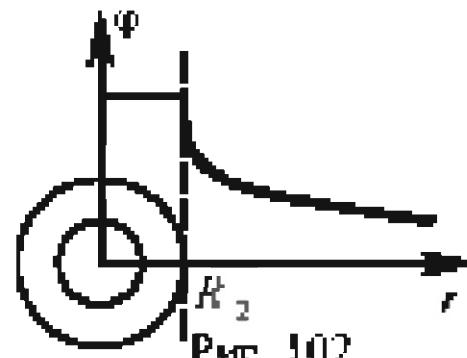


Рис. 102.

№ 305.

Задача решена в учебнике.

№ 306.

Дано:

$$l = 9 \text{ см} = 0,09 \text{ м};$$

$$Q = 2 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл};$$

$$R = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м};$$

$$q = -6 \text{ нКл} = -6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}.$$

Найти ϕ .

Решение. $\phi = \phi_1 = \phi_2$:

$$\phi = k \frac{Q}{R} + k \frac{q}{l} =$$

$$9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{0,03 \text{ м}} -$$

$$-9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{0,09 \text{ м}} = 0.$$

Ответ: $\phi = 0$.

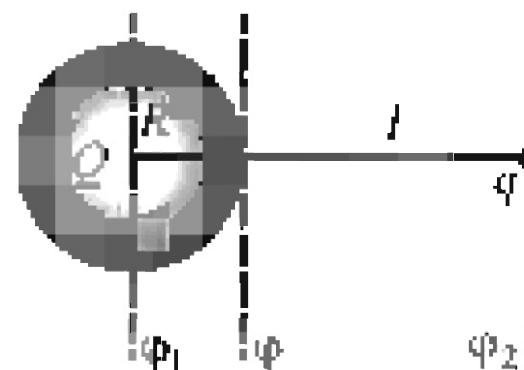


Рис. 103.

№ 307.

Дано: $C = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \Phi$;
 $U = 100 \text{ В} = 10^2 \text{ В}$.

Найти q .

Решение.

$$q = CU = 10^{-6} \Phi \cdot 10^2 \text{ В} = 10^{-4} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 10^{-4} \text{ Кл.}$

№ 308.

Дано:

$$U_1 = U_2;$$

$$q_2 = 3q_1;$$

$$C_1 = 10 \text{ пФ.}$$

Найти C_2 .

Решение. $C_1 = \frac{q_1}{U_1}$, $C_2 = \frac{q_2}{U_2} = \frac{q_2}{U_1} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{q_1}{q_2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow C_2 = 3C_1 = 3 \cdot 10 \text{ пФ} = 30 \text{ пФ.}$
Ответ: $C_2 = 30 \text{ пФ.}$

№ 309.

Дано:

$$D = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м};$$

$$\epsilon = 2,1.$$

Найти C .

Решение.

Для плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}; S = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow$$

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \pi D^2}{4d} \approx \frac{2,1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} \cdot 3,14 \cdot (0,2 \text{ м})^2}{4 \cdot 10^{-3} \text{ м}} \approx 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}.$$

Ответ: $C \approx 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$.

№ 310.

Дано:

$$\begin{aligned}S &= 520 \text{ см}^2 = \\&= 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2; \\C &= 46\pi\Phi = \\&= 4,6 \cdot 10^{-11} \Phi.\end{aligned}$$

Найти d .

Решение.

Для плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \Rightarrow d = \frac{\epsilon_0 S}{C} =$

$$= \frac{8.85 \cdot 10^{-12} \Phi/\text{м} \cdot 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2}{4,6 \cdot 10^{-11} \Phi} \approx 10^{-3} \text{ м} = 1 \text{ см}.$$

Ответ: $d \approx 1 \text{ см.}$

№ 311.

Дано:

$$q = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$m = 6 \text{ г} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ кг};$$

$$S = 0,1 \text{ м}^2;$$

$$\alpha = 45^\circ.$$

Найти Q .

$$\Rightarrow \frac{qQ}{mg\epsilon_0 S} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow Q = \frac{m}{q} \epsilon_0 g \operatorname{tg} \alpha =$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{10^{-8} \text{ Кл}} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 0,1 \text{ м}^2 \cdot \operatorname{tg} 45^\circ \approx 5,3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}.$$

Ответ: $Q \approx 5,3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

Решение.

Из геометрических соображений:

$$\frac{qE}{mg} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Для плоского конденсатора:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow$$

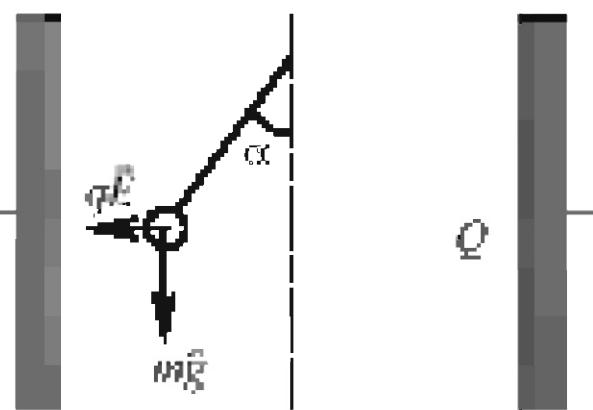


Рис. 104.

№ 312.

Дано: $q = 10 \text{ нКл} = 10^{-8} \text{ Кл}$;
 $R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$;
 $Q = 1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл}$;
 $2T_1 = T_2$.

Найти m .

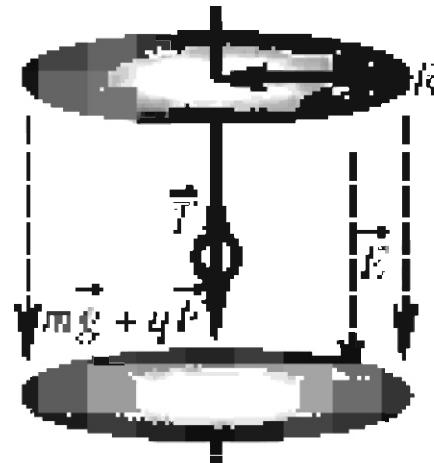


Рис. 105

Решение.

По второму закону Ньютона:

$$\begin{cases} T = mg; \\ 2T = mg + qE; \end{cases}$$

где qE — сила, действующая на шарик со стороны конденсатора. Из системы получаем:

$$mg = qE \Rightarrow m = \frac{qE}{g}.$$

Для плоского конденсатора:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 \pi R^2},$$

$$m = \frac{qQ}{g\epsilon_0 \pi R^2} = \frac{10^{-8} \text{ Кл} \cdot 10^{-6} \text{ Кл}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 3,14 \cdot (0,1 \text{ м})^2} \approx 3,6 \cdot 10^{-8} \text{ кг} = 3,6 \text{ г.}$$

Ответ: $m = 3,6 \text{ г.}$

№ 313.

Дано:
 C_1 ; C_2 , по-
следова-
тельное со-
единение.

Найти $C_{\text{об}}$.

Решение. $q_1 = q_2 = q$; $U = \frac{q}{C_{\text{об}}}$; $U_1 = \frac{q}{C_1}$.

$$U_2 = \frac{q}{C_2}; \Rightarrow C_{\text{об}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Ответ: $C_{\text{об}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.



Рис. 106.

№ 314.

Дано:
 C_1 ; C_2 ; параллельное соединение.
Найти $C_{\text{об}}$.

Решение.

$$\begin{aligned}U_1 &= U_2 = U; q = q_1 + q_2; \\q &= C_{\text{об}}U; q_1 = C_1U; q_2 = C_2U; \\UC_{\text{об}} &= U(C_1 + C_2) \Rightarrow C_{\text{об}} = C_1 + C_2.\end{aligned}$$

Ответ: $C = C_1 + C_2$.

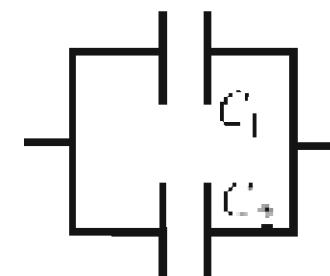


Рис. 107.

№ 315.

Дано:
 $C = 100 \text{ мкФ} =$
 $= 10^{-4} \Phi;$
 $W_E = 1 \text{ Дж.}$
Найти U .

Решение. Для энергии плоского конденсатора:

$$W_E = \frac{CU^2}{2}, \quad U = \sqrt{\frac{2W_E}{C}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \text{ Дж}}{10^{-4} \Phi}} \approx 144 \text{ В.}$$

Ответ: $U = 144 \text{ В.}$

№ 316.

Дано:

$$C = 10 \text{ пФ} = 10^{-11} \Phi;$$
$$q = 1 \text{ мкКл} = 10^{-8} \text{ Кл.}$$

Найти W_E .

Решение. Энергия плоского конденсатора:

$$W_E = \frac{q^2}{2C} = \frac{(10^{-8} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 10^{-11} \Phi} = 0,05 \text{ Дж} = 50 \text{ мДж.}$$

Ответ: $W_E = 50 \text{ мДж.}$

№ 3|7.

Дано:

$$C_1; U_1; q_1 = q_2;$$

$$2d_1 = d_2; S_1 = S_2.$$

Найти $\frac{C_2}{C_1}, \frac{q_2}{q_1},$

$$\frac{E_2}{E_1}, \frac{W_2}{W_1}, \frac{U_2}{U_1}.$$

Решение.

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon N}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}; q_1 = q_2 \Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = 1;$$

$$E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon N} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} = 1; W = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \frac{C_1}{C_2} = 2; C = \frac{q}{U} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1} = 2,$$

$$\text{Ответ: } \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}, \frac{q_2}{q_1} = 1, \frac{E_2}{E_1} = 1, \frac{W_2}{W_1} = 2, \frac{U_2}{U_1} = 2.$$

№ 3|8.

Дано:

$$U_1 = U_2$$

$$2d_1 = d_2$$

Найти $\frac{C_2}{C_1}, \frac{E_2}{E_1},$

$$\frac{W_2}{W_1}, \frac{q_2}{q_1}$$

Решение. $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{2}; q = C U \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}; E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon S} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2};$$

$$W = \frac{q^2}{2C} \Rightarrow \frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{q_2}{q_1} \right) \frac{C_1}{C_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}.$$

$$\text{Ответ: } \frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{2}, \frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}, \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{2}, \frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{2}.$$

№ 319.

Дано:

$$q = 30 \text{ нКл} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл};$$

$$S = 30 \text{ см}^2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$2d = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м};$$

$$\epsilon = 5.$$

Найти A .

Решение.

Согласно закону изменения энергии:

$$A = W_2 - W_1.$$

$$W_2 = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{q^2 2d}{2\epsilon_0 S} = \frac{q^2 d}{\epsilon_0 S},$$

$$W_1 = \frac{q^2}{2C_1} = \frac{q^2 2d}{2\epsilon\epsilon_0 S} = \frac{q^2 d}{\epsilon\epsilon_0 S},$$

$$A = \frac{q^2 d}{\epsilon_0 S} - \frac{q^2 d}{\epsilon\epsilon_0 S} = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \cdot \frac{q^2 d}{\epsilon_0 S} = \frac{4}{5} \cdot \frac{(3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{8.85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2} \approx 4520 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A \approx 4520 \text{ Дж.}$

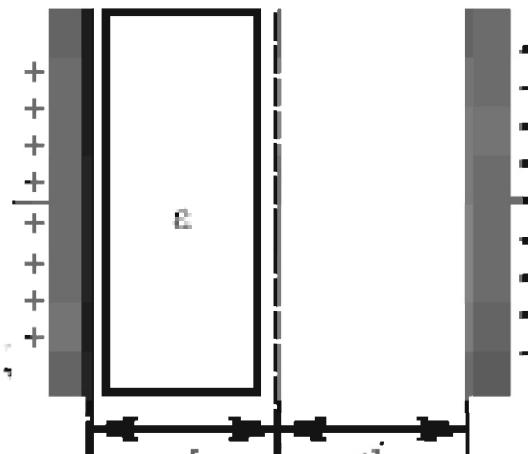


Рис. 108.

№ 320.

Дано:

$$\epsilon = 3;$$

$$U = 100 \text{ В};$$

$$C_1 = 3 \text{ мкФ} =$$

$$= 3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Найти A .

Решение. Согласно закону изменения энергии: $A = W_2 - W_1$.

$$W_2 = \frac{q^2}{2C_2}; q = C_2 U \Rightarrow W_2 = \frac{1}{2} C_2 U^2;$$

$$W_1 = \frac{q^2}{2C_1}; q = C_1 U \Rightarrow W_1 = \frac{1}{2} C_1 U^2;$$

Поскольку $C_2 = \frac{C_1}{\epsilon}$, то $W_2 = \frac{1}{2\epsilon} C_1 U^2$. Поэтому: $A = W_2 - W_1 = -\frac{1}{2\epsilon} C_1 U^2 - \frac{1}{2} C_1 U^2 = \left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right) \frac{C_1 U^2}{2} = \left(\frac{1}{3} - 1\right) \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot (100 \text{ В})^2}{2} = -0,01 \text{ Дж.}$

Ответ: $A = -0,01 \text{ Дж.}$

№ 321.

Дано:

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$
$$r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м};$$
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Найти I .

Решение.

По второму закону Ньютона $m \frac{v^2}{r} = k \frac{q^2}{r^2}$, откуда

$$v = q \sqrt{\frac{k}{mr}}, \quad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi r}{q} \sqrt{\frac{mr}{k}}.$$

$$I = \frac{q}{T} = \frac{q^2}{2\pi r} \sqrt{\frac{k}{mr}} \approx \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 3,14 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}}{9 \cdot 10^{-31} \text{ Кл} \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}}} \approx 10^{-8} \text{ А.}$$

Ответ: $I \approx 10^{-8} \text{ А.}$

№ 322.

Дано:

$$t = 10 \text{ с};$$

$$S = 5 \text{ мм}^2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2;$$

$$q = 100 \text{ Кл.}$$

Найти i .

Решение.

$$i = \frac{q}{t}. \text{ По определению } i = \frac{I}{S} = \frac{q}{t \cdot S} =$$
$$= \frac{100 \text{ Кл}}{10 \text{ с} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А/м}^2.$$

Ответ: $i = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А/м}^2$.

№ 323.

Дано:

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с};$$

$$R = 10 \text{ Ом};$$

$$q = 10 \text{ Кл}$$

$$I = 1 \text{ с}$$

Найти Q .

Решение.

По закону Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R t$;

$$I = \frac{q}{t} = 10 \text{ А} \Rightarrow Q = (10 \text{ А})^2 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 60 \text{ с} = \\ = 60000 \text{ Дж} = 60 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q = 60 \text{ кДж.}$

№ 324.

Дано:

$$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с};$$

$$Q = 12 \text{ кДж} = 12000 \text{ Дж};$$

$$R = 5 \Omega.$$

Найти I .

Решение.

По закону Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t \Rightarrow I = \sqrt{\frac{Q}{Rt}} = \sqrt{\frac{12000 \text{ Дж}}{5 \Omega \cdot 600 \text{ с}}} = 2 \text{ А.}$$

Ответ: $I = 2 \text{ А.}$

№ 325.

Дано:

I, Q, ρ, d, t .

Найти I .

Решение.

По закону Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t = \frac{I^2 \rho l t}{S} = \frac{4 \pi I^2 \rho l t}{\pi d^2} \Rightarrow I = \frac{\pi Q d^2}{4 l \rho l^2}.$$

Ответ: $I = \frac{\pi Q d^2}{4 l \rho l^2}$.

№ 326.

Дано:

$$D = 1,5 \text{ см} =$$

$$= 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с};$$

$$Q = 36 \text{ кДж} = 3,6 \cdot 10^4 \text{ Дж};$$

$$d = 0,2 \text{ мм} =$$

$$= 2 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$\rho = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$I = 2 \text{ А.}$$

Найти N .

Решение.

$N = \frac{l}{\pi d^2}$; l — длина проволоки из результа-

та задачи 325; $\Rightarrow N = \frac{Qd^2}{t\rho I^2 D^2}$

$$= \frac{3,6 \cdot 10^4 \text{ Дж} \cdot (2 \cdot 10^{-4})^2 \text{ м}^2}{600 \text{ с} \cdot 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 4 \text{ А}^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 1.$$

Ответ: $N = 1$.

№ 327.

Дано:

$$t = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с};$$

$$R = 10 \text{ Ом};$$

$$q = 120 \text{ Кл.}$$

Найти U .

Решение. По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$; $I = \frac{q}{t} \Rightarrow$
 $U = \frac{qR}{t} = \frac{120 \text{ Кл} \cdot 10 \text{ Ом}}{300 \text{ с}} = 4 \text{ В.}$

Ответ: $U = 4 \text{ В.}$

№ 328.

Дано:

$$\rho = 400 \text{ мкОм} \cdot \text{м} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$U = 6 \text{ В};$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$d = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Найти I .

Решение.

По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$; $R = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow I = \frac{US}{\rho l} =$

$$= \frac{U\pi d^2}{4\rho l} \approx \frac{6 \text{ В} \cdot 3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 \text{ м}^2}{4 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 0,2 \text{ м}} \approx 0,24 \text{ А.}$$

Ответ: $I \approx 0,24 \text{ А.}$

№ 329.

Дано: $t_1 = 10^\circ \text{C}$;
 $R_1 = 15 \Omega$;
 $R_2 = 18,25 \Omega$;
 $\alpha = 6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{°C}}$.

Найти t_2 .

Решение. Для металлов: $\rho_t = \rho_0(1 + \alpha t)$, где ρ_0 — удельное сопротивление при 0°C . Т.к. проволочка одна и та же ($J, S = \text{const}$) $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \Rightarrow$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{R_1}{(1 + \alpha t_1)} \Rightarrow R_2 = \frac{R_t}{1 + \alpha t_1} + \frac{R_1 \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{R_2(1 + \alpha t_1) - R_1}{R_1 \alpha} = \frac{18,25 \Omega \left(1 + 6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{°C}} \cdot 10^\circ \text{C}\right) - 15 \Omega}{15 \Omega \cdot 6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{°C}}} = 48^\circ \text{C}.$$

Ответ: $t_2 = 48^\circ \text{C}$.

№ 330.

Дано:

$$U = 220 \text{ В};$$

$$I = 0,68 \text{ А};$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C};$$

$$R_1 = 36 \text{ Ом};$$

$$\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}.$$

Найти t_2 .

$$\Rightarrow I_2 = \frac{\frac{U}{I}(1 + \alpha t_1) - R_1}{\alpha R_1} = \frac{\frac{220 \text{ В}}{0,68 \text{ А}}(1 + 4,6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C}) - 36 \text{ Ом}}{4,6 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 36 \text{ Ом}} = 1900^\circ\text{C}.$$

Ответ: $t_2 = 1900^\circ\text{C}$.

Решение.

Согласно задаче 329 $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \Rightarrow$

$$\Rightarrow R_0 = \frac{R_1}{(1 + \alpha t_1)} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}(1 + \alpha t_2).$$

По закону Ома: $I = \frac{U}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{U}{I} \Rightarrow$

№ 331.

Дано:

$$U = 3 \text{ кВ} = 3000 \text{ В};$$

$$v = 36 \text{ км/ч} = 10 \text{ м/с};$$

$$m = 300 \text{ т} = 3 \cdot 10^5 \text{ кг};$$

$$\sin \alpha = 0,01,$$

$$k = 3\%;$$

$$\eta = 80\%.$$

Найти I .

По второму закону Ньютона

$$0 = mg \sin \alpha + F - F_c;$$

$$F = F_c - mg \sin \alpha = mg \frac{k}{100\%} - mg \sin \alpha = mg \left(\frac{k}{100\%} - \sin \alpha \right);$$

$$F = \frac{\eta}{100\%} (U); I = \frac{100\%}{k} \cdot \frac{v}{U} mg \left(\frac{k}{100\%} - \sin \alpha \right) =$$

$$= \frac{100\%}{80\%} \cdot \frac{10 \text{ м/с}}{3000 \text{ В}} 3 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с} \cdot \left(\frac{3\%}{100\%} - 0,01 \right) = 25 \text{ А.}$$

Ответ: $I = 25 \text{ А.}$

Решение.

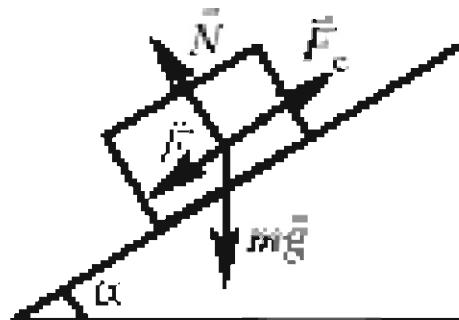


Рис. 109.

№ 332.

Дано:

$$U = 380 \text{ В};$$

$$I = 20 \text{ А};$$

$$m = 1 \text{ т} = 10^3 \text{ кг};$$

$$h = 19 \text{ м};$$

$$t = 50 \text{ с.}$$

Найти η .

Решение. Работа полезная: $A_{\Pi} = mgh$.

Работа затраченная: $A_3 = UIt$.

$$\eta = \frac{A_{\Pi}}{A_3} \cdot 100\% = \frac{mgh}{U/I} \cdot 100\% \approx$$

$$\approx \frac{10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 19 \text{ м}}{20 \text{ А} \cdot 380 \text{ В} \cdot 50 \text{ с}} \cdot 100\% = 50\%.$$

Ответ: $\eta = 50\%$.

№ 333.

Дано:

$$\mathcal{E} = 6 \text{ В}$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$R = 17 \text{ Ом}$$

Найти I

Решение.

По закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{6 \text{ В}}{1 \text{ Ом} + 17 \text{ Ом}} \approx 0,33 \text{ А.}$$

Ответ: $I \approx 0,33 \text{ А.}$

№ 334.

Дано:

$$I = 2 \text{ А.}$$

$$r = 2 \text{ Ом.}$$

$$R = 13 \text{ Ом.}$$

Найти \mathcal{E}

Решение.

По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \mathcal{E} = I(R+r) = 2 \text{ А}(2 \text{ Ом} + 13 \text{ Ом}) = 30 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 30 \text{ В.}$

№ 335

Дано:

$$R_1 = 14 \text{ Ом};$$

$$U_1 = 28 \text{ В};$$

$$R_2 = 29 \text{ Ом};$$

$$U_2 = 29 \text{ В}.$$

Найти \mathcal{E} , r .

Решение.

По закону Ома для замкнутой цепи и по закону Ома для участка цепи:

$$\mathcal{E} = I_1(r + R_1);$$

$$\mathcal{E} = I_2(r + R_2);$$

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1};$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2};$$

$$\mathcal{E} = \frac{U_1}{R_1}(r + R_1);$$

$$\mathcal{E} = \frac{U_2}{R_2}(r + R_2);$$

$$U_1 + U_1 \frac{r}{R_1}; \quad U_2 + U_2 \frac{r}{R_2}; \quad r = \frac{U_2 - U_1}{\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{R_2}} = \frac{\frac{29 \text{ В} - 28 \text{ В}}{28 \text{ В}}}{\frac{14 \text{ Ом}}{29 \text{ Ом}}} = 1 \text{ Ом};$$

$$\mathcal{E} = \frac{U_1}{R_1}(r + R_1) = \frac{28 \text{ В}}{14 \text{ Ом}}(1 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}) = 30 \text{ В}.$$

Ответ: $\mathcal{E} = 30 \text{ В}$, $r = 1 \text{ Ом}$

№ 336.

Дано:

$$r = \frac{R}{k}.$$

Решение.

Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = IR$.

Найти $\frac{\mathcal{E}}{U}$.

Закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \mathcal{E} = I(R+r)$.

$$\text{Отсюда: } \frac{\mathcal{E}}{U} = \frac{r+R}{R} = \frac{R/k+R}{R} = \frac{1+k}{k}.$$

$$\text{Ответ: } \frac{\mathcal{E}}{U} = \frac{1+k}{k}.$$

№ 337.

Дано:

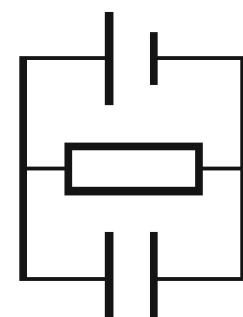
$$R = 20 \text{ Ом};$$

$$C = 5 \text{ мкФ} = 5 \cdot 10^{-6} \Phi;$$

$$r = 2 \text{ Ом};$$

$$q = 10 \text{ мкКл} = 10^{-5} \text{ Кл.}$$

Найти \mathcal{E} .



Решение.

Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \Rightarrow \mathcal{E} = I(R+r).$$

Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U_R}{R}$. Но, поскольку соединение параллельное, $U_R = U_C$.

$$U_C = \frac{q}{C} \Rightarrow I = \frac{q}{CR} \Rightarrow$$

$$\mathcal{E} = \frac{q}{CR}(R+r) = \frac{10^{-5} \text{ Кл}}{5 \cdot 10^{-6} \Phi \cdot 20 \text{ Ом}} \cdot (20 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}) = 2,2 \text{ В.}$$

Рис. 110. Ответ: $\mathcal{E} = 2,2 \text{ В.}$

№ 338

Дано: $\mathcal{E} = 15 \text{ В}$;

$r = 5 \Omega$;

$R = 10 \Omega$;

$C = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \Phi$;

Найти q .

Решение. Из результата задачи № 337 получаем:

$$\mathcal{E} = \frac{q}{CR} (R + r) \Rightarrow$$

$$q = \frac{\mathcal{E}CR}{R + r} = \frac{15 \text{ В} \cdot 10^{-6} \Phi \cdot 10 \Omega}{10 \Omega + 5 \Omega} = 10^{-5} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 10^{-5} \text{ Кл.}$

№ 339.

Дано:

$$C = 20 \text{ пФ} = 2 \cdot 10^{-11} \Phi;$$

$$\mathcal{E} = 5 \text{ В.}$$

Найти q .

Решение.

$$\mathcal{E} = \frac{q}{C} \Rightarrow q = \mathcal{E}C = 5 \text{ В} \cdot 2 \cdot 10^{-11} \Phi = 10^{-10} \text{ Кл.}$$

Ответ: $q = 10^{-10} \text{ Кл.}$

№ 340.

Дано:

$$\mathcal{E} = 20 \text{ В;}$$

$$r = 1,5 \text{ Ом.}$$

Найти $I_{\text{кз}}$.

Решение.

При коротком замыкании ЭДС источника замыкается на его внутреннем сопротивлении. Согласно закону Ома:

$$I_{\text{кз}} = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{20 \text{ В}}{1,5 \text{ Ом}} \approx 13,3 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{\text{кз}} \approx 13,3 \text{ А.}$

№ 341

а) Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 6 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом}.$$

Найти $R_{\text{об}}$.

Рис. 111.

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 2 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} = 8 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{об}} = \frac{R_{12} R_3}{R_{12} + R_3} = \frac{8 \text{ Ом} \cdot 2 \text{ Ом}}{8 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}} = 1,6 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{\text{об}} = 1,6 \text{ Ом}$.

б) Дано:

$$R_1 = 2,6 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 4 \text{ Ом}.$$

Найти $R_{\text{об}}$.

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 1 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом}.$$

$$R_{234} = \frac{R_{23} R_4}{R_{23} + R_4} = \frac{6 \text{ Ом} \cdot 4 \text{ Ом}}{6 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{об}} = R_1 + R_{234} = 2,6 \text{ Ом} + 2,4 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{\text{об}} = 5 \text{ Ом}$.

в) Дано:

$$R_1 = 5 \text{ Ом},$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом},$$

$$R_3 = 1 \text{ Ом},$$

$$R_4 = 0,1 \text{ Ом},$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом}.$$

Найти $R_{\text{об}}$.

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 5 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 9 \text{ Ом}.$$

$$R_{123} = \frac{R_{12} R_3}{R_{12} + R_3} = \frac{9 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ Ом}}{9 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 0,9 \text{ Ом}.$$

$$R_{1234} = R_{123} + R_4 = 0,9 \text{ Ом} + 0,1 \text{ Ом} = 9 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{об}} = \frac{R_{1234} R_5}{R_{1234} + R_5} = \frac{1 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ Ом}}{1 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{\text{об}} = 0,5 \text{ Ом}$.

г) Дано: $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R$.

Найти $R_{\text{об}}$.

Решение.



Решение.

$R_{235} = R_{23} + R_5 = 0,5R + R = 1,5R$.

$$R_{2345} = \frac{R_{235} R_4}{R_{235} + R_4} = \frac{1,5R \cdot R}{1,5R + R} = 0,6R.$$

$R_{\text{об}} = R_1 + R_{2345} + R_6 = R + 0,6R + R = 2,6R$.

Ответ: $R_{\text{об}} = 2,6R$.



Решение.

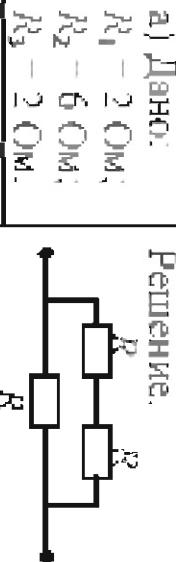
$R_{235} = R_{23} + R_5 = 0,5R + R = 1,5R$.

$R_{2345} = \frac{R_{235} R_4}{R_{235} + R_4} = \frac{1,5R \cdot R}{1,5R + R} = 0,6R$.

$R_{\text{об}} = R_1 + R_{2345} + R_6 = R + 0,6R + R = 2,6R$.

Ответ: $R_{\text{об}} = 2,6R$.

решение.



Решение.

$$R_{235} = R_{23} + R_5 = 0,5R + R = 1,5R$$

$$R_{2345} = \frac{R_{235} R_4}{R_{235} + R_4} = \frac{1,5R \cdot R}{1,5R + R} = 0,6R$$

$R_{\text{об}} = R_1 + R_{2345} + R_6 = R + 0,6R + R = 2,6R$.

Ответ: $R_{\text{об}} = 2,6R$.

№ 342

a) Дано:	Решение.
$R_1 = 3 \text{ Ом},$	$R_{12} = R_1 + R_2 = 3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом} = 7 \text{ Ом}.$
$R_2 = 4 \text{ Ом},$	$R_{34} = R_2 + R_4 = 4 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 6 \text{ Ом}.$
$R_3 = 1 \text{ Ом},$	$R_{65} = \frac{R_{12} R_{34}}{R_{12} + R_{34}} = \frac{7 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ Ом}}{7 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом}} = 2,1 \text{ Ом}.$
$R_4 = 2 \text{ Ом}.$	

Найти R_{65} .

Ответ: $R_{65} = 2,1 \text{ Ом}.$

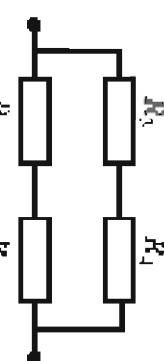


Рис. 115.

б) Дано:

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ Ом}, \\ R_2 &= 1,6 \text{ Ом}, \\ R_3 &= 4 \text{ Ом}, \\ R_4 &= 6 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Найти R_{65} .

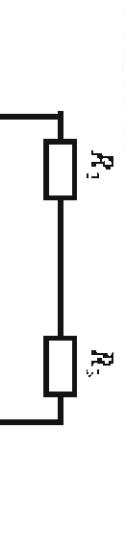
$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4 \text{ Ом} \cdot 6 \text{ Ом}}{4 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ Ом}.$$

$$R_{65} = R_1 + R_2 - R_{34} = 1 \text{ Ом} + 1,6 \text{ Ом} + 2,4 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{65} = 5 \text{ Ом}.$

в) Дано:

$$\begin{aligned} R_1 &= 2,8 \text{ Ом}, \\ R_2 &= 1 \text{ Ом}, \\ R_3 &= 2 \text{ Ом}, \\ R_4 &= 1 \text{ Ом}, \\ R_5 &= 1 \text{ Ом}, \\ R_6 &= 1 \text{ Ом}. \end{aligned}$$



Решение.

Рис. 117.

$$\begin{aligned} R_{23} &= R_2 + R_3 = 1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 3 \text{ Ом}, \\ R_{456} &= R_4 + R_5 + R_6 = 1 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

$$R_{12345} = \frac{R_{23} R_{456}}{R_{23} + R_{456}} = \frac{3 \text{ Ом} \cdot 4 \text{ Ом}}{3 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ Ом}.$$

$$R_{65} = R_1 + R_{12345} + R_4 = 2,8 \text{ Ом} + 1,2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом} = 5 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{65} = 5 \text{ Ом}.$

г) Дано: $R.$

Найти R_{65} .

$$\text{Решение. } R_1 = \frac{R^2}{R+R} = 0,5R. R_2 = R_1 + R = 0,5R + R = \frac{3}{2}R.$$

$$R_2 = R + R = 2R \Rightarrow R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{\frac{3}{2}R \cdot 2R}{\frac{3}{2}R + 2R} = \frac{6}{7}R.$$

$$R_5 = R + R_4 = \frac{6}{7}R + R = \frac{13}{7}R. R_6 = R + R = 2R.$$

$$R_7 = \frac{R_5 R_6}{R_5 + R_6} = \frac{\frac{13}{7}R \cdot 2R}{\frac{13}{7}R + 2R} = \frac{39}{34}R. R_{65} = R_7 + R = \frac{39}{34}R + R = \frac{73}{34}R.$$

Ответ: $R_{65} = \frac{73}{34}R.$

№ 343

Дано:

$$R = 360 \text{ Ом},$$

$$R_0 = 1 \text{ Ом}.$$

Найти n .

Решение.

По закону последовательного соединения проводников $R = nR_1 \Rightarrow R_1 = R/n$. По закону параллельного соединения

$$\frac{1}{R_0} = \frac{n}{R_1} = \frac{n^2}{R} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{R}{R_0}} = \sqrt{\frac{360 \text{ Ом}}{1 \text{ Ом}}} = 6.$$

Ответ: $n = 6$.

№ 344

Дано:
 $R = 10 \text{ Ом}$
 $R_b = 1 \text{ Ом}$

Найти $\frac{d}{b}$.

$$R_b \sim b, \frac{d}{b} = \frac{R_a}{R_b}, \text{ кроме того имеем}$$

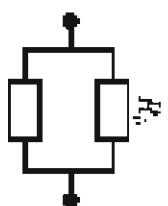


Рис. 118.

Решение. Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 118. Покольку кольцо однородное $R_a \sim d$,

$$\begin{cases} R_a + R_b = R; \\ \frac{R_a R_b}{R_a + R_b} = R_0. \end{cases}$$

Выражая из первого уравнения $R_b = R - R_a$ и подставляя во второе, получим $R_b^2 - RR_b + RR_0 = 0$. Решением этого уравнения будет:

$$R_a^{(1)} = \frac{R - \sqrt{R^2 - 4RR_0}}{2}, \quad R_a^{(2)} = \frac{R + \sqrt{R^2 - 4RR_0}}{2}.$$

Поскольку $R_a^{(1)} + R_a^{(2)} = R$, для поиска окончательного решения мы можем выбрать любое из решений. Пусть $R_a = R_a^{(1)} = \frac{R - \sqrt{R^2 - 4RR_0}}{2}$,

тогда получаем

$$R_b = R - R_a = R - \frac{R - \sqrt{R^2 - 4RR_0}}{2} = \frac{R + \sqrt{R^2 - 4RR_0}}{2}$$

$$R_a = \frac{10 \text{ Ом} - \sqrt{(10 \text{ Ом})^2 - 4 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ Ом}}}{2} = (5 - \sqrt{15}) \text{ Ом.}$$

$$R_b = \frac{|10 \text{ Ом} + \sqrt{(10 \text{ Ом})^2 - 4 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ Ом}}|}{2} = (5 + \sqrt{15}) \text{ Ом.}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{R_a}{R_b} = \frac{(5 - \sqrt{15}) \text{ Ом}}{(5 + \sqrt{15}) \text{ Ом}} = \frac{(5 - \sqrt{15})}{(5 + \sqrt{15})}.$$

$$\text{Ответ: } \frac{a}{b} = \frac{(5 - \sqrt{15})}{(5 + \sqrt{15})}.$$

№ 345

Дано:

$$\mathcal{E} = 24 \text{ В;}$$

$$r = 2 \Omega\text{м;}$$

$$R_1 = 2 \Omega\text{м;}$$

$$R_2 = 9 \Omega\text{м;}$$

$$R_3 = 9 \Omega\text{м;}$$

$$R_4 = 9 \Omega\text{м;}$$

$$R_5 = 5 \Omega\text{м.}$$

Решение.

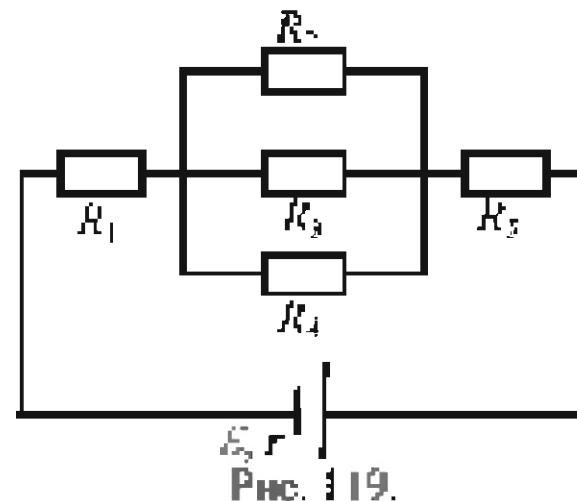


Рис. 119.

Найти $I_{об}$.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 119.

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{9 \Omega\text{м}} + \frac{1}{9 \Omega\text{м}} + \frac{1}{9 \Omega\text{м}} = \frac{1}{3 \Omega\text{м}} \Rightarrow R_{234} = 3 \Omega\text{м.}$$

$$R_{об} = R_1 + R_{234} + R_5 = 2 \Omega\text{м} + 3 \Omega\text{м} + 5 \Omega\text{м} = 10 \Omega\text{м.}$$

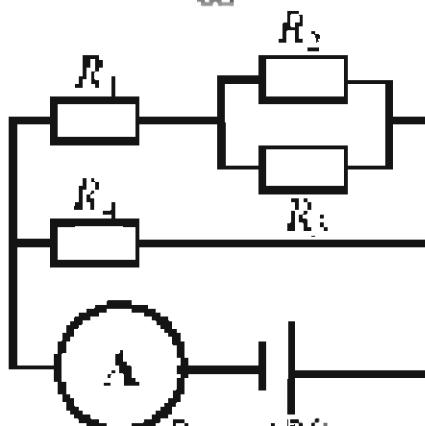
Согласно закону Ома для полной цепи $I_{об} = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{об}} = \frac{24 \text{ В}}{2 \Omega\text{м} + 10 \Omega\text{м}} = 2$

Ответ: $I_{об} = 2 \text{ А.}$

№ 346

Дано: $\mathcal{E} = 2,8 \text{ В}$;
 $R_1 = 1,25 \Omega$;
 $R_2 = 1 \Omega$;
 $R_3 = 3 \Omega$;
 $R_4 = 7 \Omega$;
 $r \rightarrow 0$.

Найти I_{ab} .



Решение.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 120.

$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{1 \Omega \cdot 3 \Omega}{1 \Omega + 3 \Omega} = 0,75 \Omega.$$

$$R_{123} = R_1 + R_{23} = 1,25 \Omega + 0,75 \Omega = 2 \Omega.$$

$$R_{ab} = \frac{R_{123} R_4}{R_{123} + R_4} = \frac{2 \Omega \cdot 7 \Omega}{2 \Omega + 7 \Omega} = \frac{14}{9} \Omega.$$

$$I_{ab} = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{ab}} = \frac{2,8 \text{ В}}{\frac{14}{9} \Omega} = 1,8 \text{ А.}$$

Ответ: $I_{ab} = 1,8 \text{ А.}$

Рис. 120.

№ 347.

Дано:

$$\frac{R}{\text{Найти } R_{\text{об}}}$$

Решение. $R = 2R + R_1;$

$$R_1 = \frac{2R^2 + RR_2}{3R + R_2}; \quad R_2 = \frac{2R^2 + RR_3}{3R + R_3}; \quad R_3 = \frac{2R^2 + RR_{n+1}}{3R + R_{n+1}}.$$

Проводя суммирование, находим $R_{\text{об}} = R(1 + \sqrt{3})$

Ответ: $R_{\text{об}} = R(1 + \sqrt{3})$

№ 348.

Дано:

R .

Найти $R_{об}$.

Решение.

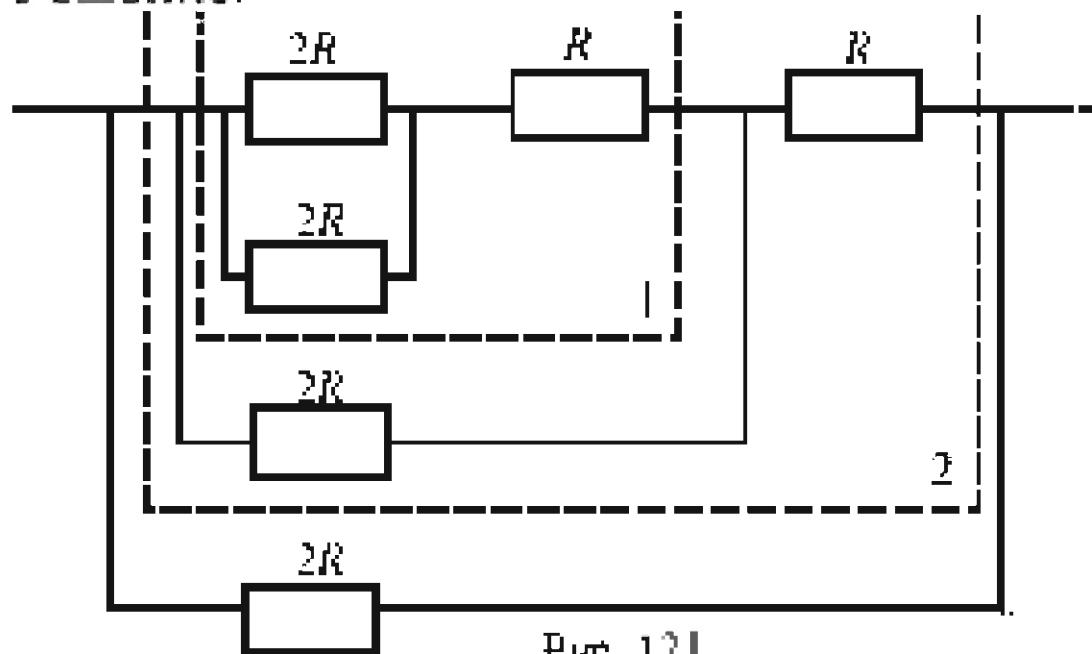


Рис. 121.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 121.

$$R_1 = R + \frac{2R}{2} = 2R; \quad R_2 = R + \frac{2R_1}{2} = 2R. \text{ Аналогично } R_{об} = 2R$$

Ответ: $R_{об} = 2R$.

№ 349.

Дано:

$$R_1 = R_2 = R;$$

$$R_3 = R_4 = 3R;$$

$$R_5 = R;$$

Найти $R_{\text{об}}$.

Решение.

1) Система резисторов не изменится, если мы заменим R_1 на R_2 , R_3 на R_4 . При этом точка A перейдет в точку B , а B в A . Таким образом потенциалы в точках A и B равны.

2) Потенциалы в точках A и B равны, значит, через резистор R_5 ток не течет, т.е. мы можем убрать его или закоротить точки A и B .

3) Убирая резистор R_5 находим

$$R_{13} = R_1 + R_3 = R + 3R = 4R;$$

$$R_{24} = R_2 + R_4 = R + 3R = 4R;$$

$$R_{\text{об}} = \frac{R_{13} R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \frac{4R \cdot 4R}{4R + 4R} = 2R.$$

Ответ: $R_{\text{об}} = 2R$.

№ 350.

Дано:

R

Найти R_{06}

Решение.

В точку A входят токи I_1 и I_2 , а выходят I_3 и I_4 . Поскольку система резисторов симметрична относительно прямой OY (см. рис. 122), то $|I_1| = |I_2| = |I_3| = |I_4|$. Таким образом мы можем разорвать цепь в точке A , и перейти к эквивалентной схеме (см. рис. 123).

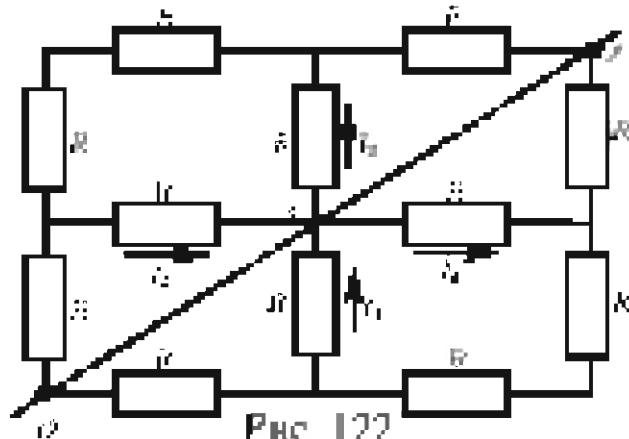


Рис. 122

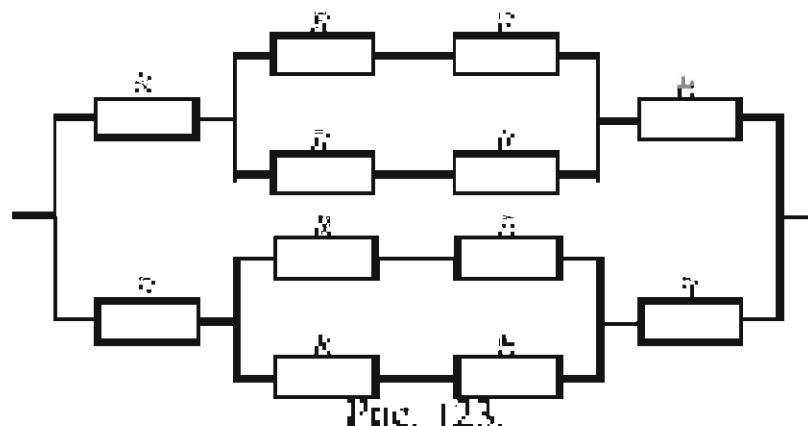


Рис. 123

$$R_0 = R + \frac{R+R}{2} + R = 3R; R_{06} = \frac{R_0}{2} = \frac{3R}{2}.$$

Ответ: $R_{06} = \frac{3R}{2}$.

№ 351.

Дано: R .

Найти $R_{об}$.

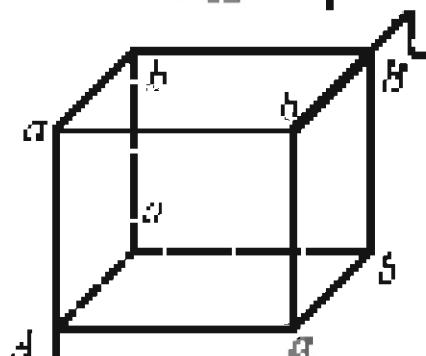


Рис. 124.

Решение. См. рис. 124. На участках Aa и bB ввиду равенства сопротивлений и их одинакового включения, ток I

равномерно разветвляется по трем ветвям и в каждой из них равен $I/3$. На участках ab ток равен $I/6$, т.к. в каждой точке a ток вновь разветвляется по двум ребрам с равными сопротивлениями, и все эти ребра включены одинаково. Падение напряжения $U_{AB} = IR$ между точками A и B складывается из падения напряжения $U_{Aa} = IR/3$ на Aa , падения напряжения $U_{ab} = IR/6$ на ab и падения напряжения $U_{bB} = IR/3$, т.е. $IR_{об} = IR/3 + IR/6 + IR/3 \Rightarrow R_{об} = 5R/6$.

Ответ: $R_{об} = 5R/6$.

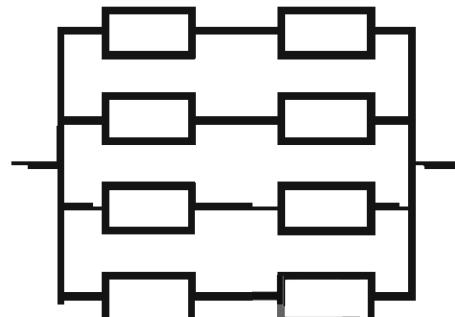
№ 352.

Дано:

d, ρ, r

Найти $R_{об}$.

Решение.



R — сопротивление
каждого проводника

Рис. 125.

Эквивалентная схема данной цепи приведена на рис. 125.

$$R_{об} = \frac{R}{2} = \frac{\rho l}{2S}; l = \frac{C}{4} = \frac{2\pi r}{4} = \frac{\pi r}{2}; S = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow R_{об} = \rho \frac{r}{d^2}.$$

Ответ: $R_{об} = \rho \frac{r}{d^2}$.

№ 353.

Дано:

$$U_0 = 3,2 \text{ В}$$

$$R_{\text{общ}} = 1,6 \text{ Ом}$$

Найти I_0, I_1 .

Решение.

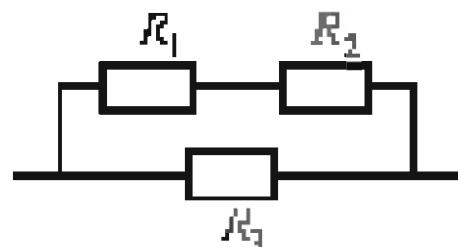


Рис. 126.

Закон Ома для участка цепи: $I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{3,2 \text{ В}}{1,6 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$.

$I_1 R_1 + I_2 R_2 = U_0$. Поскольку $I_1 = I_2$, то $I_1 = \frac{U_0}{R_1 + R_2} = \frac{3,2 \text{ В}}{2 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом}} = 0,4 \text{ А}$.

Ответ: $I_0 = 2 \text{ А}$, $I_1 = 0,4 \text{ А}$.

№ 354.

Дано:

$$U_0 = 4,2 \text{ В.}$$

$$R_{\text{общ}} = 2,1 \text{ Ом.}$$

Найти I_0, I_3 .

Решение.

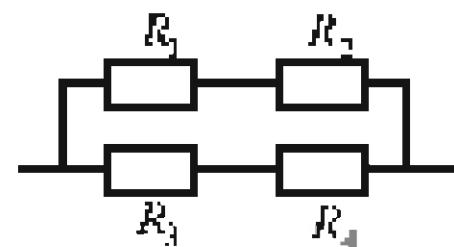


Рис. 127.

По закону Ома для участка цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{4,2 \text{ В}}{2,1 \text{ Ом}} = 2 \text{ А. } I_3 R_3 + I_4 R_4 = U_0.$$

$$\text{Поскольку } I_3 = I_4, \text{ то } I_3 = \frac{U_0}{R_3 + R_4} = \frac{4,2 \text{ В}}{2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 1,4 \text{ А.}$$

Ответ: $I_0 = 2 \text{ А}, I_3 = 1,4 \text{ А.}$

№ 355

Дано: $E = 30 \text{ В}$;

$r = 1 \text{ Ом}$;

$R_1 = 2,6 \text{ Ом}$;

$R_2 = 1 \text{ Ом}$;

$R_3 = 5 \text{ Ом}$;

$R_4 = 4 \text{ Ом}$.

Найти I_4 , U_2 .

Решение.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 128. Из задачи 341 б следует, что $R_{\text{об}} = 5 \text{ Ом}$. Согласно закону Ома для полной цепи

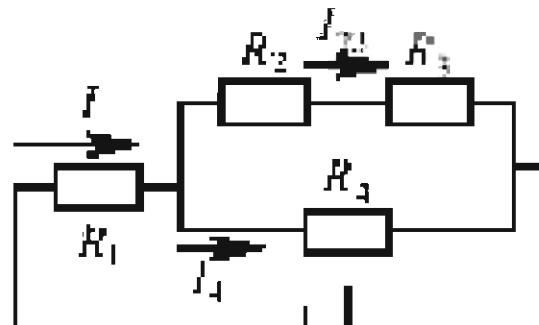


Рис. 128.

$$I_{\text{об}} = \frac{E}{r + R_{\text{об}}} = \frac{30 \text{ В}}{5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 5 \text{ А.}$$

Используя правила Кирхгофа, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} IR_1 + I_{23}R_2 + I_{23}R_3 = E; \\ IR_1 + I_4R_4 = E; \\ I = I_{23} + I_4; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{23}(R_2 + R_3) = I_4R_4; \\ I = I_{23} + I_4. \end{cases}$$

$$I_4 = I \frac{R_2 + R_3}{R_2 + R_3 + R_4} = 5 \text{ А} \cdot \frac{10 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2 \text{ А.}$$

$$I_{23} = \frac{I_4 R_4}{R_2} \Rightarrow I_{23} = I_4 R_2 = 2 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 2 \text{ В.}$$

Ответ: $I_4 = 2 \text{ А}$, $U_2 = 2 \text{ В}$.

№ 356

Дано: $\mathcal{E} = 21 \text{ В}$;
 $r = 2 \Omega$;
 $R_1 = 1 \Omega$;
 $R_2 = 1.6 \Omega$;
 $R_3 = 4 \Omega$;
 $R_4 = 6 \Omega$.

Найти I_3 , I_1

$$I_{\text{об}} = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{\text{об}}} = \frac{21 \text{ В}}{5 \Omega + 2 \Omega} = 3 \text{ А.}$$

Решение.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 129. Из задачи 342 б следует, что $R_{\text{об}} = 5 \Omega$. Согласно закону Ома для полной цепи



Рис. 129.

Используя правила Кирхгофа, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} IR_1 + IR_2 + I_4 R_4 = \mathcal{E}; \\ IR_1 + IR_2 + I_3 R_3 = \mathcal{E}; \\ I = I_3 + I_4; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{23}(R_2 + R_3) = I_4 R_4; \\ I = I_{23} + I_4. \end{cases}$$

$$R_4 I - R_4 I_3 - R_3 I_3; I_3 = I \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 3 \text{ А} \cdot \frac{6 \Omega}{6 \Omega + 4 \Omega} = 1.8 \text{ А.}$$

Согласно закону Ома для участка цепи $I = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow U_1 = I R_1 = 3 \text{ А} \cdot 1 \Omega = 3 \text{ В.}$

Ответ: $I_3 = 1.8 \text{ А}$, $U_1 = 3 \text{ В.}$

№ 357

Дано:

$$\mathcal{E} = 10 \text{ В};$$

$$r = 0,5 \text{ Ом};$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 1 \text{ Ом};$$

$$R_4 = 0,1 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 1 \text{ Ом};$$

Найти I_S ,

$$U_3, U_1.$$

Решение.

Из задачи 341 б следует, что $R_{\text{об}} = 0,5 \text{ Ом}$, $R_{1234} = 1 \text{ Ом}$, $R_{123} = 0,9 \text{ Ом}$. Согласно закону

$$\text{Ома для полной цепи: } I_{\text{об}} = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{\text{об}}} = \frac{10 \text{ В}}{0,5 \text{ Ом} + 0,5 \text{ Ом}} = 10 \text{ А.}$$

$$I_{\text{об}} = I_{1234} + I_S.$$

$$U_{1234} = U_S = \mathcal{E} - I_{\text{об}}r = 10 \text{ В} - 0,5 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ А} = 5 \text{ В}$$

$$I_S = \frac{U_S}{R_5} = \frac{\mathcal{E} - I_{\text{об}}r}{R_5} = \frac{10 \text{ В} - 0,5 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ А}}{1 \text{ Ом}} = 5 \text{ А.}$$

$$I_{1234} = I_{\text{об}} - I_S = 10 \text{ А} - 5 \text{ А} = 5 \text{ А}; I_{1234} = I_3 + I_{12},$$

$$U_{12} = U_3 = U_{1234} - I_{1234}R_4 = 5 \text{ В} - 5 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ Ом} = 4,5 \text{ В.}$$

$$I_{12} = \frac{U_{12}}{R_1 + R_2}; U_1 = I_{12}R_1 = U_{12} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 4,5 \text{ В} \cdot \frac{5 \text{ Ом}}{5 \text{ Ом} + 4 \text{ Ом}} = 2,5 \text{ В.}$$

Ответ: $I_S = 5 \text{ А}$, $U_3 = 4,5 \text{ В}$, $U_1 = 2,5 \text{ В}$.

№ 358

Дано:

$$\mathcal{E} = 24 \text{ В};$$

$$r = 1 \text{ Ом};$$

$$R_1 = 2,8 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_4 = R_5 = R_6 = 1 \text{ Ом}.$$

Найти I_{45} , U_1 , U_5 .

Решение.

Эквивалентная схема данного соединения приведена на рис. 117. Из задачи 342 в следует, что $R_{\text{об}} = 5 \text{ Ом}$. Согласно закону Ома для полной цепи

$$I_{\text{об}} = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{\text{об}}} = \frac{24 \text{ В}}{5 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 4 \text{ А.}$$

Используя правила Кирхгофа, составим систему уравнений:

$$\begin{cases} IR_1 + I_{23}R_2 + I_{23}R_3 + IR_6 = \mathcal{E}; \\ IR_1 + I_{45}R_5 + I_{45}R_4 + IR_6 = \mathcal{E}; \\ I = I_{23} + I_{45}; \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{45} = I_{23} \frac{R_2 + R_3}{R_4 + R_5}; \\ I_{23} = I - I_{45}. \end{cases}$$

$$R_2I - R_2I_{45} + R_3I - R_3I_{45} - R_5I_{45} - R_4I_{45};$$

$$I_{45} = I_{23} \frac{R_2 + R_3}{R_2 + R_3 + R_4 + R_5} = 4 \text{ А} \cdot \frac{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом}}{1 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом} + 1 \text{ Ом}} = 2,4 \text{ А.}$$

Согласно закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow U_1 = IR_1 = 4 \text{ А} \cdot 2,8 \text{ Ом} = 11,2 \text{ В},$$

$$I_{45} = \frac{U_5}{R_5} \Rightarrow U_5 = I_{45}R_5 = 4 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} = 4 \text{ В.}$$

Ответ: $I_{45} = 2,4 \text{ А}$, $U_1 = 11,2 \text{ В}$, $U_5 = 4 \text{ В}$.

№ 359

Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_4 = 40 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 10 \text{ Ом};$$

$$I_4 = 0,5 \text{ А.}$$

Решение.

1) По правилам Кирхгофа:

$$\begin{cases} E = I_1 R_1 + I_3 R_3; \\ E = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_4 R_4; \\ E = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_5 R_5; \\ I_1 = I_3 + I_5; \\ I_2 = I_4 + I_5. \end{cases}$$

Найти E .

2) Вычитая третье уравнение из второго, получим:

$$I_4 R_4 - I_5 R_5 \Rightarrow I_5 = I_4 - \frac{R_4}{R_5} = 0,5 \text{ А.} \cdot \frac{40 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом}} = 2 \text{ А.}$$

3) $I_2 = I_4 + I_5 = 0,5 \text{ А.} + 2 \text{ А.} = 2,5 \text{ А.}$

4) Вычитая первое уравнение из третьего, получим:

$$I_3 R_3 = I_2 R_2 + I_4 R_4 = 2,5 \text{ А.} \cdot 2 \text{ Ом} + 0,5 \text{ А.} \cdot 40 \text{ Ом} = 25 \text{ В.}$$

$$\frac{I_2 R_2 + I_4 R_4}{R_3} = \frac{25 \text{ В.}}{5 \text{ Ом}} = 5 \text{ А.}$$

5) $I_1 = I_2 + I_3 = 2,5 \text{ А.} + 5 \text{ А.} = 7,5 \text{ А.}$

6) $E = I_1 R_1 = I_3 R_3 = 7,5 \text{ А.} \cdot 2 \text{ Ом} = 25 \text{ В.} = 40 \text{ В.}$

Ответ: $E = 40 \text{ В.}$

№ 360.

Дано:

$$R_1 = 40 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом};$$

$$\mathcal{E} = 10 \text{ В};$$

$$I = 1 \text{ А.}$$

Найти I_r .

Решение.

Согласно закону Ома: $I_r = \frac{\mathcal{E}}{r}$, где r — внутреннее сопротивление источника. Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I} - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} =$$

$$= \frac{10 \text{ В}}{1 \text{ А}} - \frac{40 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{40 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 2 \text{ Ом};$$

$$I_r = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{10 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 5 \text{ А.}$$

Ответ: $I_r = 5 \text{ А.}$

№ 361.

Дано:

$$\begin{aligned}I_0 &= 25 \text{ мА} = \\&= 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ А}; \\I &= 5 \text{ А}; \\r &= 10 \text{ Ом.}\end{aligned}$$

Найти $R_{ш}$.

Решение. Поскольку шунт включен параллельно, то

$$U_0 = U_{ш} \Rightarrow R_{ш}I = I_0r + I_0R_{ш} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{ш} = \frac{I_0r}{I - I_0} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \text{ А} \cdot 10 \text{ Ом}}{5 \text{ А} - 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ А}} \approx 0,05 \text{ Ом}.$$

Ответ: $R_{ш} \approx 0,05 \text{ Ом}$.

№ 362.

Дано:

$$U_0 = 30 \text{ В};$$

$$U = 150 \text{ В};$$

$$r = 3 \text{ кОм} = 3000 \text{ Ом.}$$

Найти R_d .

$$\Rightarrow R_d = \frac{r(U - U_0)}{U_0} = \frac{3000 \text{ Ом} \cdot (150 \text{ В} - 30 \text{ В})}{30 \text{ В}} = 12000 \text{ Ом} = 12 \text{ кОм.}$$

Ответ: $R_d = 12 \text{ кОм.}$

Решение. Поскольку добавочное сопротивление включено последовательно, то $I_0 = I_d \Rightarrow$

$$\frac{U}{R_d} = \frac{U_0}{r} + \frac{U_0}{R_d} \Rightarrow \frac{U - U_0}{R_d} = \frac{U_0}{r}$$

№ 363.

Дано: $R_a = 240 \text{ Ом}$;

$U_a = 120 \text{ В}$;

$U_0 = 220 \text{ В}$;

$S = 0,5 \text{ мм}^2 = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$;

$\rho = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Найти L .

Решение.

Для того, чтобы питать лампу от сети 220 В, последовательно с ней нужно включить добавочное сопротивление (см. задачу № 362).

$$R_d = \frac{R_a(U_0 - U_a)}{U_d}; R_d = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l = \frac{SR_d(U_0 - U_a)}{U_d \rho} = \frac{0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 240 \text{ Ом} \cdot (220 \text{ В} - 120 \text{ В})}{120 \text{ В} \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}} \approx 91 \text{ м.}$$

Ответ: $l \approx 91 \text{ м.}$

№ 364.

Дано:

$$U_1 = 120 \text{ В;}$$

$$P_1 = 25 \text{ Вт;}$$

$$U_2 = 60 \text{ В;}$$

$$R_1 = R_2.$$

Найти P_2 .

Решение. Для мощности: $P = \frac{U^2}{R}$;

$$R_1 = R_2 \Rightarrow P_2 = \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 P_1 = \left(\frac{60 \text{ В}}{120 \text{ В}} \right)^2 \cdot 25 \text{ Вт} = 6,25 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P_2 = 6,25 \text{ Вт}$.

№ 365.

Дано:

$$r = 1 \text{ Ом};$$

$$R_1 = R_2 = R = 0,5 \text{ Ом};$$

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$$

Найти $\frac{P_{\text{пос}}}{P_{\text{пар}}}$.

Решение.

$$\text{Для мощности: } P = I^2 R_{\text{об}} = \frac{U^2}{R_{\text{об}}}.$$

Для последовательного соединения: $R_{\text{об}} = r + 2R$,
для параллельного соединения: $R_{\text{об}} = r + R/2$. Отсюда:

$$\frac{P_{\text{пос}}}{P_{\text{пар}}} = \frac{I_{\text{пос}}^2}{I_{\text{пар}}^2} = \frac{\mathcal{E}_1^2 (r + R/2)^2}{\mathcal{E}_2^2 (r + 2R)^2} = \left(\frac{r + R/2}{r + 2R} \right)^2 = \left(\frac{1 \text{ Ом} + 0,5 \text{ Ом}/2}{1 \text{ Ом} + 2 \cdot 0,5 \text{ Ом}} \right)^2 \approx 0,8.$$

Ответ: $\frac{P_{\text{пос}}}{P_{\text{пар}}} \approx 0,8$.

№ 366.

Дано:

$$I_1 = I_2 = I;$$

$$S_1 = S_2 = S;$$

$$l_1 = l_2 = l;$$

$$\rho_1 = 0,12 \text{ мкОм} \cdot \text{м};$$

$$\rho_2 = 0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м};$$

Найти $\frac{Q_1}{Q_2}$.

Решение.

$$1) R_{01} = R_1 + R_2; Q_1 = I^2 R_{01} l = I^2 (R_1 + R_2) l;$$

$$2) R_{01} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}; Q_2 = \frac{I^2}{R_{02}} l = \frac{I^2 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} l;$$

$$U = IR_1; Q_2 = \frac{I^2 R_1^2 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} l = \frac{I^2 R_1 (R_1 + R_2)}{R_2} l;$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = I^2 (R_1 + R_2) \cdot \frac{R_2}{I^2 R_1 (R_1 + R_2)} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}}{0,12 \text{ мкОм} \cdot \text{м}} \approx 0,14.$$

Ответ: $\frac{Q_1}{Q_2} \approx 0,14$.

№ 367.

Дано: $I_1 = 15 \text{ A}$;
 $P_1 = 135 \text{ Вт}$;
 $I_2 = 6 \text{ A}$;
 $P_2 = 64,8 \text{ Вт}$.

Найти \mathcal{E}, r .

Решение.

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} P_1 = I_1 \mathcal{E} - I_1^2 r; \\ P_2 = I_2 \mathcal{E} - I_2^2 r. \end{cases}$$

Решая ее, получим:

$$\mathcal{E} = \frac{P_2 I_1^2 - P_1 I_2^2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = \frac{64,8 \text{ Вт} \cdot (15 \text{ A})^2 - 135 \text{ Вт} \cdot (6 \text{ A})^2}{15 \text{ A} \cdot 6 \text{ A} \cdot (15 \text{ A} - 6 \text{ A})} \approx 9,2 \text{ В};$$

$$r = \frac{P_2 I_1 - P_1 I_2}{I_1 I_2 (I_1 - I_2)} = \frac{64,8 \text{ Вт} \cdot 15 \text{ A} - 135 \text{ Вт} \cdot 6 \text{ A}}{15 \text{ A} \cdot 6 \text{ A} \cdot (15 \text{ A} - 6 \text{ A})} = 0,2 \text{ Ом}.$$

Ответ: $\mathcal{E} \approx 9,2 \text{ В}, r = 0,2 \text{ Ом}$.

№ 368.

Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом};$$

$$I_1 = 1,6 \text{ А};$$

$$R_2 = 1 \text{ Ом};$$

$$I_2 = 2 \text{ А}.$$

Найти ΔP_2 .

Решение.

Применив закон Ома для полной цепи, составим система уравнений:

$$\begin{cases} I_1(R_1 + r) = E; \\ I_2(R_2 + r) = E. \end{cases}$$

$$\text{Отсюда: } I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r; \quad r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}.$$

Потери мощности:

$$\Delta P_2 = I_2^2 r = \frac{I_2^2 (I_2 R_2 - I_1 R_1)}{I_1 - I_2} = \frac{(2 \text{ А})^2 \cdot (2 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} - 1,6 \text{ А} \cdot 2 \text{ Ом})}{1,6 \text{ А} - 2 \text{ А}} = 12 \text{ Вт}.$$

Ответ: $\Delta P_2 = 12 \text{ Вт}$.

№ 369.

Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 0,1 \text{ Ом};$$

$$P_1 = P_2.$$

Найти r .

Решение. По закону Ома для полной цепи:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}, \quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}.$$

По закону Джоуля-Ленца

$$P_1 = I_1^2 R_1 = \frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(R_1 + r)^2}, \quad P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_2 + r)^2}, \quad P_1 = P_2; \quad \frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_2 + r)^2};$$

$$\frac{R_1 + r}{\sqrt{R_1}} = \frac{R_2 + r}{\sqrt{R_2}}; \quad r = \sqrt{R_1 R_2} = \sqrt{2 \text{ Ом} \cdot 0,1 \text{ Ом}} \approx 0,45 \text{ Ом}.$$

Ответ: $r \approx 0,45 \text{ Ом}$.

№ 370.

Дано:

$$R_1 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 5 \text{ Ом};$$

$$r = 0,5 \text{ Ом}.$$

Найти η .

Решение.

$$\eta = \frac{R}{R+r}, \text{ где } R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \text{ --- внешнее сопротивление цепи.}$$

Отсюда:

$$\eta = \frac{R_1 R_2}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) r} = \frac{2 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом}}{2 \text{ Ом} \cdot 5 \text{ Ом} + (2 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}) \cdot 0,5 \text{ Ом}} \approx 0,74.$$

Ответ: $\eta \approx 0,74$.

№ 371.

Задача решена в учебнике.

№ 372.

Дано:

$$I_1 = 4 \text{ А};$$

$$U_1 = 12,6 \text{ В};$$

$$I_2 = 6 \text{ А};$$

$$U_2 = 11,1 \text{ В}.$$

Найти $I_{\text{вн}}$.

Решение. $I_1 = \frac{U_1 - U_2}{r}$; $I_2 = \frac{U_1 - U_2}{R_{\text{вн}}}$.

$$I_{\text{вн}} = \frac{U_1}{r} + \frac{U_1}{r} = \frac{I_2 U_1 + I_1 U_2}{U_1 - U_2} = \frac{6 \text{ А} \cdot 12,6 \text{ В} + 4 \text{ А} \cdot 11,1 \text{ В}}{12,6 \text{ В} - 11,1 \text{ В}} = 80 \text{ А}.$$

Ответ: $I_{\text{вн}} = 80 \text{ А}$

№ 373

Дано:

$$R = 1 \text{ кОм} = 1000 \Omega;$$

$$I_1 = 5 \text{ мА} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ А};$$

$$I_2 = 10 \text{ мА} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ А};$$

$$U = 20 \text{ В.}$$

Найти $\frac{r_1}{r_2}$.

Решение. Схема данного соединения приведена на рис. 130.

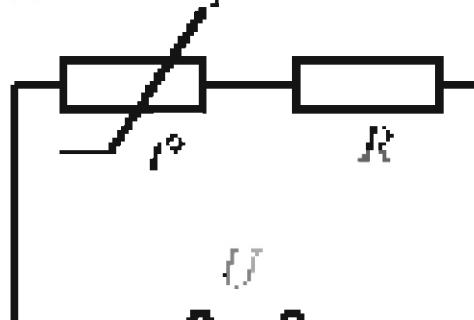


Рис. 130.

Согласно закону Ома: $I_1 = \frac{U}{r_1 + R}$, $I_2 = \frac{U}{r_2 + R}$, $r_1 = \frac{U}{I_1} - R$, $r_2 = \frac{U}{I_2} - R \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{(U - RI_1)I_2}{(U - RI_2)I_1} = \frac{(20 \text{ В} - 10^3 \Omega \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ А}) \cdot 10^{-2} \text{ А}}{(20 \text{ В} - 10^3 \Omega \cdot 10^{-2} \text{ А}) \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = \frac{3}{1}$$

Ответ: $\frac{r_1}{r_2} = \frac{3}{1}$.

№ 374

Дано:

$$R_1 = 25 \text{ кОм} = 25000 \Omega; \\ R = 5 \text{ кОм} = 5000 \Omega;$$

$$I_1 = \frac{1}{4} I_2;$$

$$U_1 = U_2 = U.$$

Решение.

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2 + R};$$

$$4I_1 = I_2 = \frac{4U}{R_1 + R};$$

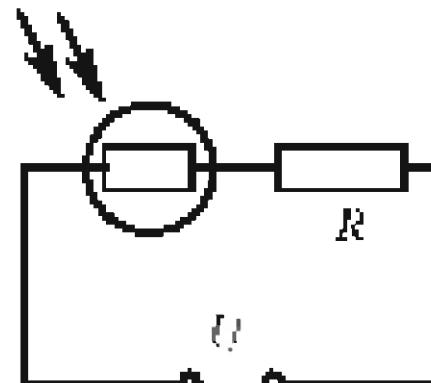


Рис. (3).

Найти $\frac{R_1}{R_2}$.

$$\frac{4U}{R_1 + R} = \frac{U}{R_2 + R} \Rightarrow R_2 = \frac{R_1 + 3R}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{4R_1}{R_1 + 3R} = \frac{4 \cdot 25000 \Omega}{25000 \Omega + 3 \cdot 5000 \Omega} = \frac{10}{1}.$$

Ответ: $\frac{R_1}{R_2} = \frac{10}{1}$.

№ 375

Дано:

$$d = 1 \text{ мм} = \\ = 10^{-3} \text{ м};$$

$$U = 440 \text{ В};$$

$$v_0 = 0 \text{ м/с.}$$

Найти t .

Решение. Работа по перемещению электрона $A = eU = Fd$.

По второму закону Ньютона $F = ma \Rightarrow eU = mad$.

$$\text{Из кинематики } d = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2d}{t^2}.$$

Таким образом, получаем

$$eU = \frac{2d^2 m}{t^2} \Rightarrow t = d \sqrt{\frac{2m}{eU}} = 10^{-3} \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{2}{1,76 \text{ Кл/кг} \cdot 440 \text{ В}}} \approx 5 \cdot 10^{-5} \text{ с} = 50 \text{ мкс.}$$

Ответ: $t \approx 50 \text{ мкс.}$

№ 376

Дано:

v_0, I, d

I, U

Найти y .

Решение.

Время пролета электрона между пластинами: $t_1 = l/v_0$.

Время пролета электрона от пластин до экрана: $t_2 = \frac{l}{v_0}$.

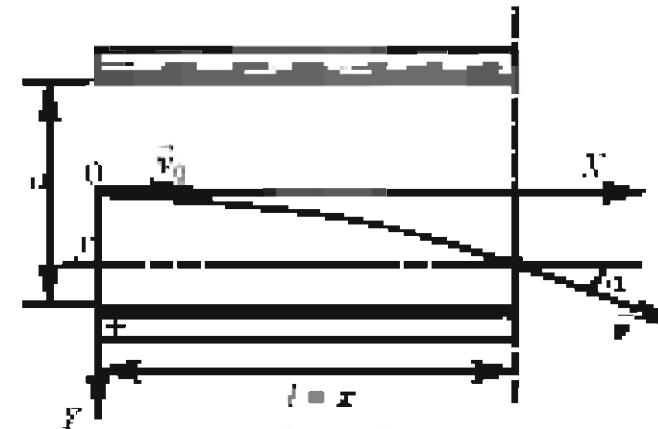


Рис. 132.

За время пролета между пластинами электрон получит вертикальное

$$\text{смещение: } s_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{Ft_1^2}{2m} = \frac{eU/l_1^2}{2dm} = \frac{eUl^2}{2dmv_0^2}.$$

Вертикальное смещение электрона за время полета от пластин к экрану:

$$s_2 = v_y t_2 = at_1 t_2 = \frac{eUl}{dmv_0^2}. \text{ Полное смещение электрона}$$

$$y = s_1 + s_2 = \frac{eUl^2}{2dmv_0^2} + \frac{eUlL}{dmv_0^2} = \frac{eUl}{dmv_0^2} \left(L + \frac{l}{2} \right).$$

$$\text{Ответ: } y = \frac{eUl}{dmv_0^2} \left(L + \frac{l}{2} \right)$$

№ 377

Дано:

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &= 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж;} \\ l &= 5 \text{ мкм} = \\ &= 5 \cdot 10^{-6} \text{ м.} \end{aligned}$$

Найти $E_{\text{пр}}$, v .

$$E_i = \frac{m_e v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_i}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}}{9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \approx 2,4 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Ответ: $E_{\text{пр}} \approx 3 \cdot 10^6 \text{ В/м}$, $v \approx 2,4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$

Решение. $\varepsilon_i = E_{\text{пр}} e l \Rightarrow$

$$E_{\text{пр}} = \frac{\varepsilon_i}{el} = \frac{2,4 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \approx 3 \cdot 10^6 \text{ В/м. Энергия}$$

ионизации равна кинетической энергии электрона.

№ 378

Дано:

$$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$U = 600 \text{ В};$$

$$\varepsilon = 1,7 \cdot 10^{-18} \text{ Дж.}$$

Найти I .

Решение. $\varepsilon = Eet;$

$$E = \frac{U}{d} \Rightarrow t = \frac{\varepsilon d}{Ue} = \frac{1,7 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} \cdot 0,1 \text{ м}}{600 \text{ В} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 0,0018 \text{ м} = 1,8 \text{ мм.}$$

Ответ: $t \approx 1,8 \text{ мм.}$

№ 379

Дано:

$$m = 3,8 \cdot 10^{-26} \text{ кг}; \\ e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Найти k .

Решение. Согласно первому закону Фарадея $m=ke \Rightarrow$

$$k = \frac{m}{e} = \frac{3,8 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

Ответ: $k \approx 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$

№ 380

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 5 \text{ г} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; \\I &= 2 \text{ А}; \\k &= 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}\end{aligned}$$

Найти t .

Решение. По первому закону Фарадея $m=kq=ktI \Rightarrow$

$$\Rightarrow t = \frac{m}{kI} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{3,4 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл} \cdot 2 \text{ А}} \approx 7350 \text{ с} \approx 2 \text{ ч.}$$

Ответ: $t \approx 2$ ч.

№ 381

Дано:

$$v = 1 \text{ мм/ч} \approx$$

$$\approx 2,8 \cdot 10^7 \text{ м/с};$$

$$k = 11,18 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл};$$

$$\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3.$$

Найти j .

Решение.

Плотность тока по определению: $j = \frac{I}{S}$, где S

— площадь электрода. Согласно первому за-

кону Фарадея $m = kIt = kjSt \Rightarrow j = \frac{m}{kS}$.

Масса серебра, выделившегося на электроде: $m = \rho V$; $V = vS t \Rightarrow m = \rho v S t$.

Таким образом: $j = \frac{\rho v}{k} = \frac{10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3 \cdot 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}}{11,18 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}} \approx 2600 \text{ А/м}^2$.

Ответ: $j \approx 2600 \text{ А/м}^2$.

№ 382

Дано: $j = 100 \text{ А/м}^2$;
 $d = 0,05 \text{ мм} =$
 $= 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$;
 $k = 3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$;
 $\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Найти t .

Решение.

Плотность тока по определению $j = \frac{I}{S}$, где S —
площадь электрода. По первому закону Фарадея:
 $m = kIt = kjS \Rightarrow t = \frac{m}{kjS}$.

Масса никеля выделившегося на электроде:

$$m = \rho V = \rho Sd \Rightarrow t = \frac{\rho d}{Rj} = \frac{8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}}{3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot 100 \frac{\text{А}}{\text{м}^2}} = 15000 \text{ с.}$$

Ответ: $t = 15000 \text{ с.}$

№ 383

Дано:

$$A = 2 \text{ кВт}\cdot\text{ч} =$$
$$= 2000 \text{ Вт}\cdot\text{ч};$$

$$U = 6 \text{ В};$$

$$k = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

Найти m .

Решение.

По первому закону Фарадея: $m = kIt$. Работа то-

ка: $A = ItU$, следовательно: $\frac{m}{k} = \frac{A}{U} \Rightarrow m =$

$$= \frac{kA}{U} = \frac{3,3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot \frac{2000 \text{ Вт}}{3600 \text{ с}}}{6 \text{ В}} \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ кг.}$$

Ответ: $m \approx 3 \cdot 10^{-8} \text{ кг.}$

№ 384.

Дано: $t = 2$ с — 7200 с;
 $R = 5$ Ом;
 $U = 2$ В;
 $k = 11,18 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл.
[Найти m .]

Решение.

По закону Ома: $I = \frac{U}{R}$.

По закону Фарадея: $m = kI \Rightarrow$

$$\Rightarrow m = \frac{kU}{R} = \frac{11,18 \cdot 10^{-7} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} \cdot 2 \text{ В} \cdot 7200 \text{ с}}{5 \text{ Ом}} \approx 0,0032 \text{ кг} = 3,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m = 3,2$ г.

№ 385.

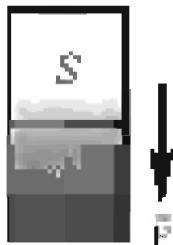


Рис. 133.



Рис. 134.

№ 386.

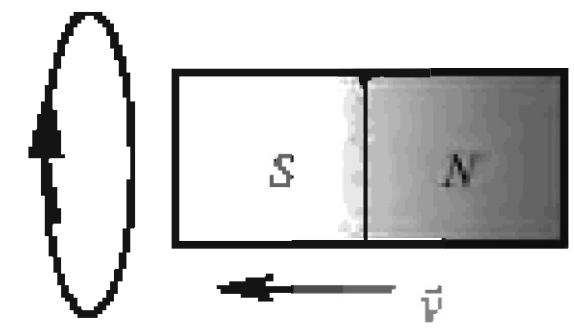


FIG. 135.

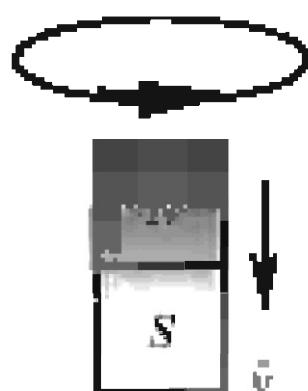


FIG. 136.

№ 387.

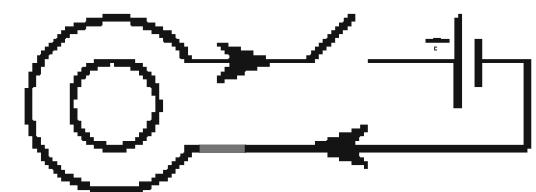
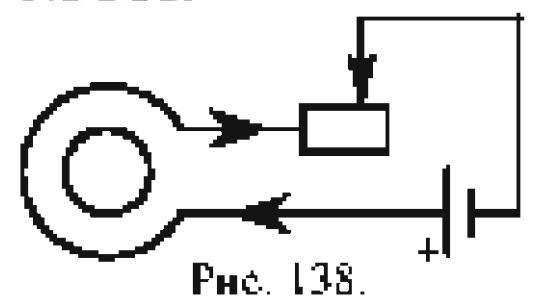


Рис. 137.

Nº 388.



№ 389.

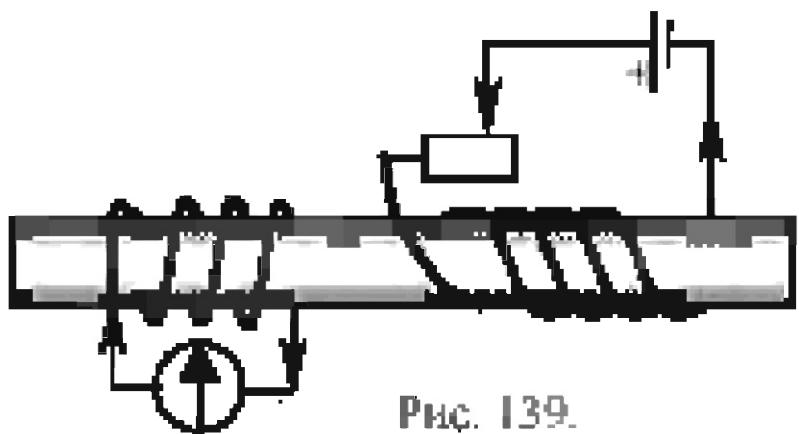


Рис. 139.

Nº 390.

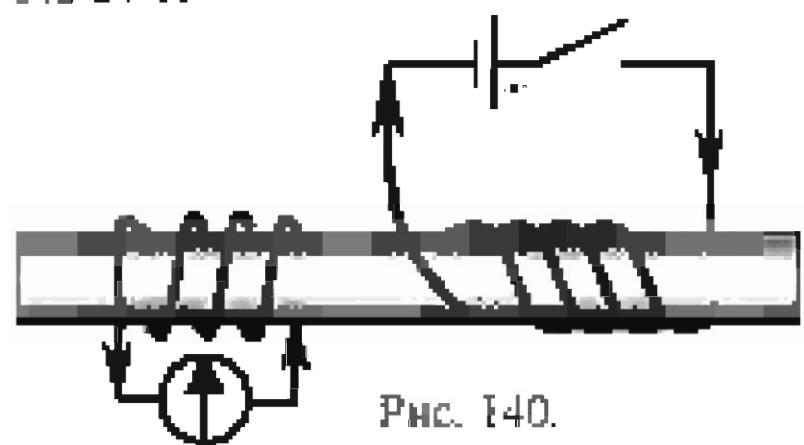


FIG. 140.

№ 39].

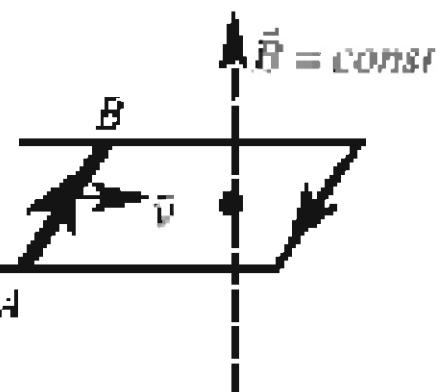


Рис. 141.

№ 392.

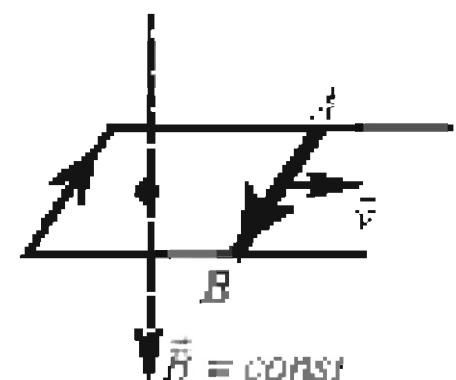


Рис. 142.

№ 393.

Дано:

$$S = 0,01 \text{ м}^2;$$

$$B_1 = 0,5 \text{ Тл};$$

а) $\alpha_2 = 0^\circ$;

б) $B_2 = 0,1 \text{ Тл}$;

$\alpha_1 = 90^\circ$.

Найти $\Delta\Phi_s$, $\Delta\Phi_b$.

Решение.

а) $\Delta\Phi_s = BS(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) = 0,5 \text{ Тл} \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 1 = -0,005 \text{ Вб} = 5 \text{ мВб}.$

б) $\Delta\Phi_b = S \cos \alpha_1 (-B_1 + B_2) = 0,01 \text{ м}^2 \cdot 1 \cdot (-0,5 \text{ Тл} + 0,1 \text{ Тл}) = 0,01 \text{ м}^2 \cdot (-0,4 \text{ Тл}) = -0,004 \text{ Вб} = -4 \text{ мВб}.$

Ответ: $\Delta\Phi_s = 5 \text{ мВб}$; $\Delta\Phi_b = -4 \text{ мВб}$.

№ 394.

Дано: $S = 0,02 \text{ м}^2$;
 $B_1 = 0,1 \text{ Тл}$;
а) $\alpha_2 = 30^\circ$;
б) $B_2 = 0,6 \text{ Тл}$;
 $\alpha_1 = 0^\circ$.

Найти $\Delta\Phi_a$, $\Delta\Phi_b$.

Решение.

а) $\Delta\Phi_a = B_2 S (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) = 0,02 \text{ м}^2 \cdot 0,1 \text{ Тл} \cdot \frac{1}{2} =$
 $= 0,001 \text{ Вб} = 1 \text{ мВб}.$

б) $\Delta\Phi_b = S \cos \alpha_1 (B_2 - B_1) = 0$. Т.к. $\cos 0 = 1$.

Ответ: $\Delta\Phi_a = 1 \text{ мВб}$; $\Delta\Phi_b = 0$.

№ 395

Дано:

$$\Delta t = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$N = 500;$$

$$\Phi_1 = 9 \text{ мВб} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб};$$

$$\Phi_2 = 7 \text{ мВб} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ Вб};$$

$$R = 20 \Omega\text{м.}$$

Найти \mathcal{E}, I_e .

Решение. $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi N}{\Delta t} = -\frac{(\Phi_1 - \Phi_2)N}{\Delta t} =$

$$\frac{(9 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} - 7 \cdot 10^{-3} \text{ Вб})500}{5 \cdot 10^{-3} \text{ с}} = 200 \text{ В.}$$

По закону Ома: $I_e = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{200 \text{ В}}{20 \Omega\text{м}} = 10 \text{ А.}$

Ответ: $\mathcal{E} = 200 \text{ В}; I_e = 10 \text{ А.}$

№ 396

Дано:

$$\Phi_1 = 1 \text{ Вб};$$

$$\Phi_2 = 0,4 \text{ Вб};$$

$$e = 1,2 \text{ В};$$

$$R = 0,24 \text{ Ом}.$$

Найти $\Delta t, I_e$.

Решение.

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = -\frac{\Delta\Phi}{\mathcal{E}} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\mathcal{E}} = \frac{1 \text{ Вб} - 0,4 \text{ Вб}}{1,2 \text{ В}} = 0,5 \text{ с.}$$

По закону Ома: $I_e = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{1,4 \text{ В}}{0,24 \text{ Ом}} = 5 \text{ А.}$

Ответ: $\Delta t = 0,5 \text{ с}, I_e = 5 \text{ А.}$

№ 397

Дано:

$$S = 50 \text{ см}^2 = 0,005 \text{ м}^2,$$

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$\Delta t = 0,02 \text{ с} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ с};$$

$$B = 0,2 \text{ Тл};$$

$$B_0 = 0 \text{ Тл}.$$

Найти \mathcal{E} .

Решение. $\Phi = B s \cos \alpha = 0,005 \text{ м}^2 \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot \frac{1}{2} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}.$

$$\mathcal{E} = \frac{\Phi - \Phi_0}{\Delta t} = \frac{\Phi}{\Delta t} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ Вб}} = 0,025 \text{ В} = 25 \text{ мВ.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 25 \text{ мВ.}$

№ 398

Дано:

$$S = 50 \text{ см}^2 = 0,005 \text{ м}^2;$$

$$\alpha = 90^\circ;$$

$$\Delta t = 5 \text{ мс} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$B_1 = 0,1 \text{ Тл};$$

$$B_2 = 1,1 \text{ Тл};$$

$$\varepsilon = -100 \text{ В.}$$

Найти N .

Решение.

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot N \Rightarrow N = -\frac{\mathcal{E} \cdot \Delta t}{\Delta\Phi}.$$

$$\Delta\Phi = (B_2 - B_1) \cdot S \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = -\frac{\mathcal{E} \cdot \Delta t}{(B_2 - B_1) \cdot S} = -\frac{-100 \text{ В} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ с}}{(1,1 \text{ Тл} - 0,1 \text{ Тл}) \cdot 0,005 \text{ м}^2} = 100.$$

Ответ: $N = 100$.

№ 399

Дано:

$$S = 10 \text{ см}^2 = 0,001 \text{ м}^2;$$

$$R = 1 \text{ Ом};$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0,01 \text{ Тл/с};$$

$$\cos \alpha = 1.$$

Найти I .

Решение.

Согласно закону Фарадея: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ и закону Ома

$\mathcal{E} = IR$, и, учитывая, что $\Phi = \Delta \Phi S$, получаем

$$-\frac{\Delta \Phi S}{\Delta t} = IR. \text{ Отсюда } I = -\frac{\Delta \Phi S}{\Delta t R} =$$

$$= -0,01 \text{ Тл} \cdot \frac{0,001 \text{ м}^2}{1 \text{ Ом}} = 10^{-5} \text{ А} = 10 \text{ мкА.}$$

Ответ: $I = 10 \text{ мкА.}$

№ 400

Дано:

$$D = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м};$$

$$d = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$I = 10 \text{ А};$$

$$\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Найти $\frac{\Delta B}{\Delta t}$.

Решение.

Воспользуемся соотношением, полученным в

$$\text{№ 399: } -\frac{\Delta BS}{\Delta t} = IR. \text{ Отсюда: } \frac{\Delta B}{\Delta t} = -\frac{IR}{S}.$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{\pi D}{\pi d^2 / 4} = 4\rho \frac{D}{d^2}, S = \frac{\pi D^2}{4}.$$

$$\text{Отсюда: } \frac{\Delta B}{\Delta t} = -I \frac{4\rho D}{d^2} \cdot \frac{4}{\pi D^2} = -\frac{16I\rho}{\pi d^2 D} = -\frac{16 \cdot 10 \text{ А} \cdot 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2 \cdot 0,2 \text{ м}} \approx -1,1 \text{ Тл/с.}$$

Ответ: $\Delta B/\Delta t \approx -1,1 \text{ Тл/с.}$

№ 401

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ м}^2;$$

$$C = 10 \text{ мкФ} = 10^{-9} \text{ Ф};$$

$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -0,005 \text{ Тл/с.}$$

Найти q .

Решение.

$$q = C \mathcal{E}, \mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta BS}{\Delta t} \Rightarrow q = -\frac{\Delta BS}{\Delta t} C =$$
$$= (-0,005 \text{ Тл/с}) \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} = 0,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 0,5 \text{ нКл.}$$

Ответ: $q = 0,5 \text{ нКл.}$

№ 402

Дано:

$$\Phi_1 = 2 \text{ мВб} = -2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб};$$

$$\Phi_2 = 10 \text{ мВб} = -10^{-2} \text{ Вб};$$

$$R = 0,5 \text{ Ом.}$$

Найти Δq .

Решение.

Согласно законам Ома и Фарадея, запишем:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}; \quad \mathcal{E} = \frac{-(\Phi_2 - \Phi_1)}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \Delta t = \frac{-(\Phi_2 - \Phi_1)}{R} = -\frac{(10 \cdot 10^{-3} \text{ Вб} - 2 \cdot 10^{-3} \text{ Вб})}{0,5 \text{ Ом}} = -16 \cdot 10^{-3} \text{ Кл.}$$

Ответ: $\Delta q = -16 \cdot 10^{-3} \text{ Кл.}$

№ 403

Дано:

$$D, N, B, S, \rho;$$
$$\alpha_1 = 0^\circ;$$
$$\alpha_2 = 180^\circ.$$

Найти $\Delta\varphi$.

Решение. $\Delta\varphi = -\frac{\Delta\Phi N}{R}$ (см. задачу № 402).

$$\Delta\Phi = B \frac{\pi D^2}{4} (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) = -2B \frac{\pi D^2}{4} = -\frac{B\pi D^2}{2}.$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{\pi D N}{S} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{B\pi D^2}{2} \cdot \frac{\rho S}{\pi D N} N = \frac{BSD}{2\rho}.$$

Ответ: $\Delta\varphi = BSD/(2\rho)$.

№ 404

Дано:

$$S = 10^3 \text{ см}^2 =$$

$$= 0,1 \text{ м}^2;$$

$$R = 2 \Omega\text{м};$$

$$\alpha_1 = 0^\circ;$$

$$\Delta q = 2,5 \text{ мКл} =$$

$$= 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Кл};$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}.$$

Найти α_2 .

Решение. $\Delta q = \frac{-\Delta\Phi}{R}$ (см. задачу № 402).

$$\Delta\Phi = BS(\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) = BS(\cos \alpha_2 - 1);$$

$$\Delta q = \frac{BS}{R}(1 - \cos \alpha_2); \cos \alpha_2 = 1 - \frac{R\Delta q}{BS} =$$

$$= 1 - \frac{2 \Omega\text{м} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}}{0,1 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м}^2} = 0,5; \alpha_2 = 60^\circ.$$

Ответ: $\alpha_2 = 60^\circ$.

№ 405

Дано:

$$S = 1 \text{ см}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$R = 1 \text{ мОм} = 10^{-3} \text{ Ом};$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = 10^{-2} \text{ Тл/с}$$

$$\Delta t = 1 \text{ с.}$$

Найти Q .

Решение.

По закону Джоуля-Ленца: $Q = I^2 R \Delta t$.

$E = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta BS}{\Delta t}$. По закону Ома:

$$I = \frac{E}{R} \Rightarrow I = -\frac{\Delta BS}{R \Delta t} \Rightarrow Q = \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)^2 \frac{S^2 \Delta t}{R},$$

$$= \frac{(10^{-2} \text{ Тл/с})^2 \cdot (10^{-4} \text{ м}^2)^2 \cdot 1 \text{ с}}{10^{-3} \text{ Ом}} = 10^{-9} \text{ Дж.}$$

Ответ: $Q = 10^{-9} \text{ Дж.}$

№ 406

Дано:

$$l = 2 \text{ м};$$

$$B_x = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл};$$

$$R = 1 \text{ Ом};$$

$$\cos \alpha = 1.$$

Найти Δq .

Решение.

$$\Delta q = \frac{-\Delta\Phi}{R} \quad (\text{см. задачу № 402}).$$

Площадь получившегося контура:

$$S = \left(\frac{1}{4} l \right)^2 = \frac{1}{16} l^2; \quad \Delta\Phi = B_x S \cos \alpha = \frac{B_x l^2}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta q = -\frac{B_x l^2}{16 R} = -\frac{2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} \cdot 4 \text{ м}^2}{16 \cdot 1 \text{ Ом}} = -5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}.$$

Ответ: $Q = -5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$.

№ 407.

Задача решена в учебнике.

№ 408

Дано:

$$L = 50 \text{ м};$$

$$v = 792 \text{ км/ч} =$$

$$= 220 \text{ м/с};$$

$$B = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$$

$$\sin \alpha = 1.$$

Найти \mathcal{E} .

Решение.

$$\mathcal{E} = Blv \sin \alpha \text{ (см. задачу № 407).}$$

$$\mathcal{E} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 50 \text{ м} \cdot 220 \text{ м/с} = 0,55 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 0,55 \text{ В.}$

№ 409.

Дано:

$$l = 1 \text{ м};$$

$$B = 0,1 \text{ Тл};$$

$$\mathcal{E} = 1 \text{ В},$$

$$\sin \alpha = 1.$$

Найти v .

Решение.

$$\mathcal{E} = Blv \sin \alpha \text{ (см. задачу № 407).}$$

$$\text{Отсюда: } v = \frac{\mathcal{E}}{Bl \sin \alpha} = \frac{1 \text{ В}}{0,1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м} \cdot 1} = 10 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 10 \text{ м/с.}$

№ 410.

Дано:

$$l = 1 \text{ м};$$

$$B = 0,01 \text{ Тл};$$

$$v = 10 \text{ м/с};$$

$$R = 2 \Omega\text{м};$$

$$t = 1 \text{ с};$$

$$\sin \alpha = 1.$$

Найти \underline{Q} .

Решение.

Закон Джоуля – Ленца: $\underline{Q} = I^2 R t$; Закон Ома: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$,

$\mathcal{E} = Blv \sin \alpha = Blv$ (см. задачу № 407). Отсюда: $I = \frac{Blv}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \underline{Q} = \frac{B^2 l^2 v^2 \cdot t}{R} = \frac{(0,01 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м} \cdot 10 \text{ м/с})^2 \cdot 1 \text{ с}}{2 \Omega\text{м}} = 0,005 \text{ Дж} = 5 \text{ мДж}$$

Ответ: $\underline{Q} = 5 \text{ мДж}$.

№ 411.

Дано:

$$I = 0,5 \text{ см} =$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$m = 1 \text{ г} =$$

$$= 10^{-3} \text{ кг};$$

$$v = 1 \text{ м/с};$$

$$B = 0,01 \text{ Тл};$$

$$\sin \alpha = 1.$$

Найти R .

$$R = \frac{Bh}{I} = \frac{B^2 I^2 v}{mg} = \frac{(0,01 \text{ Тл} \cdot 5 \text{ м} \cdot 10^{-3} \text{ м})^2 \cdot 1 \text{ м/с}}{10^{-3} \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2} \approx 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}.$$

Ответ: $R \approx 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}$.

Решение:

На проводник действуют две уравновешивающие друг друга сила Ампера $F_A = BI \sin \alpha$ и сила тяжести $F_t = mg$, т.е. $F_A = F_t$; $BI = mg$; $I = \frac{mg}{Bh}$.

Согласно закону Ома и результату задачи № 407, получаем: $R = \frac{\mathcal{E}}{I}$; $\mathcal{E} = Blv \sin \alpha$;

№ 412.

Дано:

$$I, B, v, R, \\ \sin \alpha = 1.$$

Найти F .

Решение.

На проводник AB действует сила Ампера, которая равна компенсирующей её силе H : $F_A = BH\sin \alpha = H$.

Согласно закону Ома и результату задачи № 407, получаем:

$$I = \frac{E}{R} - \frac{BH\sin \alpha}{R} = \frac{Bv}{R} \Rightarrow I = \frac{B^2 l^2 v}{R}.$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{B^2 I^2 v}{R}.$$

№ 413.

Дано:

$$\Delta I / \Delta t = 2 \text{ А/с};$$

$$L = 200 \text{ мГн} = 0,2 \text{ Гн}.$$

Найти \mathcal{E}_t .

Решение.

$$\mathcal{E}_t = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -0,2 \text{ Гн} \cdot 2 \text{ А/с} = -0,4 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E}_t = -0,4 \text{ В.}$

№ 414.

Дано:

$$\Delta t = 0,1 \text{ с}; \Delta I = -10 \text{ А};$$

$$\mathcal{E}_s = 60 \text{ В}.$$

Найти I_s .

Решение.

$$\mathcal{E}_s = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow L = -\mathcal{E}_s \frac{\Delta t}{\Delta I} = -60 \text{ В} \cdot \frac{0,1 \text{ с}}{-10 \text{ А}} = 0,6 \text{ Гн.}$$

Ответ: $L = 0,6 \text{ Гн.}$

№ 415.

Дано:

$$\begin{aligned}L &= 0,1 \text{ мГн} = \\&= 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}; \\W_m &= 0,2 \text{ мДж} = \\&= 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}\end{aligned}$$

Найти I .

Решение.

$$W_m = \frac{LI^2}{2} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{2W_m}{L}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}}} = 2 \text{ А.}$$

Ответ: $I = 2 \text{ А.}$

№ 416.

Дано:

$$I = 10 \text{ А};$$

$$\Phi = 0,5 \text{ Вб}.$$

Найти W_u .

Решение.

$$W_u = \frac{LI^2}{2}, \Phi = LI \Rightarrow W_u = \frac{\Phi I}{2} = \frac{10 \text{ А} \cdot 0,5 \text{ Вб}}{2} = 2,5 \text{ Дж}.$$

Ответ: $W_u = 2,5 \text{ Дж}$.

№ 417.

Дано:

$$x = 0,5 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$$

Найти x_0 , ω , v , T ,

φ_0 , φ , $v_x = x'$, v_m ,

$a_x = v'_x$, a_m .

Решение.

По определению $x(t) = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0) = x_0 \cos \varphi$,

т.е. $x_0 = 0,5$ м; $\omega = 4\pi \text{ с}^{-1}$; $\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$; $\varphi = 4\pi t + \pi/3$.

$\omega = 2\pi v \Rightarrow v = \omega/2\pi = 2 \text{ Гц}$; $T = t/v = 0,5 \text{ с}$.

$$v_x = x' = 0,5 \left(\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \right)' = -2\pi \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$\text{По определению } v_m = -2\pi; a_x = v'_x = -2\pi \left(\sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \right)' = -8\pi^2 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right).$$

По определению $a_m = -8\pi^2$.

Ответ: $x_0 = 0,5$ м; $\omega = 4\pi \text{ с}^{-1}$; $\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$; $\varphi = 4\pi t + \pi/3$; $v = 2 \text{ Гц}$; $T = 0,5 \text{ с}$.

$$v_x = -2\pi \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right); v_m = -2\pi; a_x = -8\pi^2 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right); a_m = -8\pi^2.$$

№ 418.

Дано:

$$x = 2 \sin 5\pi t$$

Найти x_0 , ω , v ,

T , φ , φ_0 .

Решение.

По определению $x(t) = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0) = x_0 \cos \varphi$, т.е.

$x_0 = 2$ м; $\omega = 5\pi$ с⁻¹; $\varphi = 5\pi t$; $\varphi_0 = 0$;

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = 2,5 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{2}{5} = 0,4 \text{ с.}$$

Ответ: $x_0 = 2$; $\omega = 5\pi$; $\varphi = 5\pi t$; $\varphi_0 = 0$; $v = 2,5$; $T = 0,4$.

№ 419.

Дано:

$$S = 200 \text{ см}^2 = 0,02 \text{ м}^2;$$

$$\omega = 50 \text{ Гц};$$

$$B = 0,4 \text{ Тл.}$$

Найти $\Phi(t)$, $\mathcal{E}(t)$.

Решение. Магнитный поток будет изменяться по закону косинуса : $\Phi(t) = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$, где $\Phi_0 = BS = 0,4 \text{ Тл} \cdot 0,02 \text{ м}^2 = 0,008 \text{ Вб}$ — амплитуда магнитного потока; $\omega = 50 \text{ Гц}$ — циклическая частота;

$\varphi_0 = 0$ — начальная фаза $\Rightarrow \Phi(t) = 0,008 \cos(50t)$. ЭДС меняется по закону: $\mathcal{E}(t) = -\Phi'(t) = BS\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$; где $BS\omega = 0,4 \text{ Тл} \cdot 0,02 \text{ м}^2 \cdot 50 \text{ Гц} = 0,4 \text{ В}$ — амплитуда ЭДС; $\omega = 50 \text{ Гц}$ — циклическая частота; $\varphi_0 = 0$ — начальная фаза колебаний $\Rightarrow \mathcal{E}_i(t) = 0,4 \sin(50t)$.

Ответ: $\Phi(t) = 0,008 \cos(50t)$; $\mathcal{E}(t) = 0,4 \sin(50t)$.

№ 420.

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 = 0,01 \text{ м}^2;$$

$$\nu = 50 \text{ Гц};$$

$$B = 0,2 \text{ Тл.}$$

Найти \mathcal{E}_m .

Решение.

$\mathcal{E}_t = BS\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$, где $BS\omega = \mathcal{E}_m$ — амплитуда ЭДС колебаний. $\omega = 2\pi\nu \Rightarrow \mathcal{E}_m = 2\pi\nu BS \approx 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 0,01 \text{ м}^2 \approx 0,63 \text{ В.}$

Ответ: $\mathcal{E}_m \approx 0,63 \text{ В.}$

№ 421.

Дано:

$$\mathcal{E}(t) = 2 \cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right).$$

Найти \mathcal{E}_m , ω , v , T , ϕ , ϕ_0 .

Решение.

Перепишем закон изменения ЭДС в стандартном виде: $\mathcal{E}(t) = 2 \sin\left(40\pi t + \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2}\right) = 2 \sin(40\pi t + 2\pi/3).$

Здесь $\mathcal{E}_m = 2$ В — амплитуда ЭДС; $\omega = 40\pi \text{ с}^{-1}$ — циклическая частота; $\phi = 40\pi t + 2\pi/3$ — фаза; $\phi_0 = 2\pi/3$ — начальная фаза, $v = \omega/2\pi = 20$ Гц, $T = 1/v = 1/20\text{Гц} = 0,05$ с.

Ответ: $\mathcal{E}_m = 2$ В, $\omega = 40\pi \text{ с}^{-1}$; $\phi = 40\pi t + 2\pi/3$; $\phi_0 = 2\pi/3$; $v = 20$ Гц; $T = 0,05$ с.

№ 422.

Дано:

$$I(t) = 0,5 \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$$

Найти I_m , ω , v , T , φ , φ_0 .

Решение.

$$I(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi_0), \text{ где } I_m = 0,5 \text{ А}$$

— амплитуда колебаний; $\omega = 100\pi \text{ с}^{-1}$ — циклическая частота;

$\varphi = 100\pi t + \frac{\pi}{6}$ — фаза; $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$ — начальная фаза.

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = 50 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{50 \text{ Гц}} = 0,02 \text{ с.}$$

Ответ: $I_m = 0,5 \text{ А}$; $\omega = 100\pi$; $\varphi = 100\pi t + \frac{\pi}{6}$; $\varphi_0 = \frac{\pi}{6}$; $v = 50 \text{ Гц}$; $T = 0,02 \text{ с.}$

№ 423.

Дано:

$$q(t) = 10^{-6} \sin 500t$$

Найти q_m , ω , v , T , Φ ,

$$\varphi_0, I = q' = \frac{dq}{dt}, I_m$$

$$I = q'(t) = 10^{-6} \cdot 500 \cos 500t = 5 \cdot 10^{-4} \cos 500t, \text{ здесь } I_m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ А.}$$

Ответ: $q_m = 10^{-6}$ Кл; $\omega = 500 \text{ с}^{-1}$; $\varphi = 500t$; $\varphi_0 = 0$; $v \approx 80 \text{ Гц}$; $T = 1/80\text{с}$; $I = 5 \cdot 10^{-4} \cos 500t$;

$$I_m = 5 \cdot 10^{-4} \text{ А.}$$

Решение. $q(t) = 10^{-6} \sin 500t$, здесь $q_m = 10^{-6}$ Кл;
 $\omega = 500 \text{ Гц}$; $\varphi = 500t$; $\varphi_0 = 0$.

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{500 \text{ с}^{-1}}{2\pi} \approx 80 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{80 \text{ Гц}} = \frac{1}{80} \text{ с.}$$

№ 424.

Дано:

$$U(t) = 10 \sin 200t$$

Найти U_m , ω , v , T , φ , φ_0 .

Решение.

$U(t) = 10 \sin 200t$, здесь $U_m = 10$ В — амплитуда напряжения; $\omega = 200 \text{ c}^{-1}$, $\varphi = 200t$; $\varphi_0 = 0$.

$$v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{200 \text{ Гц}}{2\pi} \approx 30 \text{ Гц}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{30 \text{ Гц}} \approx 0,33 \text{ с.}$$

Ответ: $U_m = 10$; $\omega = 200 \text{ Гц}$; $\varphi = 200t$; $\varphi_0 = 0$; $v \approx 30 \text{ Гц}$; $T \approx 0,33 \text{ с.}$

№ 425.

По графику (рис 288 учебника), определяем. $I_m = 2\text{A}$; $T = 8 \text{ мс} = 0,008 \text{ с}$; $v = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,008 \text{ с}} = 125 \text{ Гц}$. Циклическая частота $\omega = 2\pi v = 250\pi \text{ с}^{-1}$. Ток изменяется по закону косинуса: $I(t) = I_m \cos(\omega t + \phi_0)$, где $\phi_0 = 0 \Rightarrow I(t) = 2 \cos(250\pi t)$.

№ 426.

По графику (рис 289 учебника), определяем: $E_m = 4$ В; $T = 4 \cdot 10^{-2}$ с;

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-2}} = 25 \text{ Гц. Циклическая частота: } \omega = 2\pi v = 50\pi \text{ с}^{-1}. \text{ ЭДС изменяется по закону синуса: } E(t) = E_m \sin(\omega t + \varphi_0), \text{ где } \varphi_0 = 0 \Rightarrow E(t) = 4 \sin(50\pi t).$$

№ 427.

Дано:

$$I_m = 0,14 \text{ А.}$$

$$U_m = 28 \text{ В.}$$

Найти R , I_d , \bar{P} .

Решение.

В соответствии с законом Ома:

$$I_m = \frac{U_m}{R} \Rightarrow R = \frac{U_m}{I_m} = \frac{28 \text{ В}}{0,14 \text{ А}} = 200 \text{ Ом.}$$

$$I_d = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{0,14 \text{ А}}{\sqrt{2}} \approx 0,1 \text{ А}; U_d = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{28 \text{ В}}{\sqrt{2}} \approx 20 \text{ В.}$$

$$\bar{P} = I_d^2 R = (0,1 \text{ А})^2 \cdot 200 \text{ Ом} = 2 \text{ Вт.}$$

Ответ: $R = 200 \text{ Ом}$; $I_d \approx 0,1 \text{ А}$; $U_d \approx 20 \text{ В}$; $\bar{P} = 2 \text{ Вт.}$

№ 428.

Дано:

$$U_{\text{д}} = 10 \text{ В};$$

$$I_{\text{д}} = 0,5 \text{ А}.$$

Найти R , U_m , I_m , \overline{P} .

Решение.

В соответствии с законом Ома:

$$I_{\text{д}} = \frac{U_{\text{д}}}{R} \Rightarrow R = \frac{U_{\text{д}}}{I_{\text{д}}} = \frac{10 \text{ В}}{0,5 \text{ А}} = 20 \text{ Ом}.$$

$$I_m = \sqrt{2} I_{\text{д}} = \sqrt{2} \cdot 0,5 \text{ А} \approx 0,7 \text{ А}; U_m = \sqrt{2} U_{\text{д}} = \sqrt{2} \cdot 10 \text{ В} \approx 14,1 \text{ В}.$$

$$\overline{P} = I_{\text{д}}^2 R = (0,5 \text{ А})^2 \cdot 20 \text{ Ом} = 5 \text{ Вт}.$$

Ответ: $R = 20 \text{ Ом}$; $I_m \approx 0,7 \text{ А}$; $U_m \approx 14,1 \text{ В}$; $\overline{P} = 5 \text{ Вт}$.

№ 429.

Дано:

$$\Phi = \pi/6; \\ I = 6 \text{ А.}$$

Найти I_d .

Решение.

$$I = I_m \sin \varphi; I_d = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_d = \frac{I}{\sqrt{2 \sin \varphi}} = \frac{6 \text{ А}}{\sqrt{2 \cdot 0,5}} \approx 8,5 \text{ А.}$$

Ответ: $I_d \approx 8,5 \text{ А.}$

№ 430.

Дано:

$$\varphi_2 = \frac{\pi}{4};$$

$$\mathcal{E}_1 = 50 \text{ В};$$
$$t = T/6.$$

Решение.

$$\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_m \sin(\omega t + \varphi_0); \quad \varphi_0 = 0; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_m \sin \frac{2\pi}{T} t;$$

$$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_m \sin \varphi_2 = \frac{\mathcal{E}_1 \sin \varphi_2}{\sin(2\pi t/T)} = \frac{50 \text{ В} \cdot \sin(\pi/4)}{\sin(\pi/3)} \approx 41 \text{ В}.$$

Найти \mathcal{E}_2 .

Ответ: $\mathcal{E}_2 \approx 41 \text{ В}$.

№ 431.

Дано:

$$U_d; v = 50 \text{ Гц};$$

$U \geq U_d$ — лампа горит;

$U \leq U_d$ — лампа не горит.

Найти I_d .

$$2\pi v t_1 = \frac{\pi}{4}; 2\pi v t_2 = \frac{3\pi}{4}; t_1 = \frac{1}{8v}; t_2 = \frac{3}{8v};$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{3}{8v} - \frac{1}{8v} = \frac{1}{4v} = \frac{1}{4 \cdot 50 \text{ Гц}} = 0,005 \text{ с} = 5 \text{ мс.}$$

Ответ: $\Delta t = 5 \text{ мс.}$

Решение.

$U = U_0 \sin \omega t; U_d = U_0 \sin \omega t_{1,2}$, т.к. на полупериоде $\sin \omega t = \frac{U_d}{U_0}$ два раза.

$$U_d = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \Rightarrow \sin \omega t_{1,2} = \frac{1}{\sqrt{2}}; \omega t_1 = \frac{\pi}{4}; \omega t_2 = \frac{3\pi}{4}$$

№ 432.

Дано: $U_d = 71$ В;

$T = 0,02$ с;

$U_3 = U_T = 86,7$ В.

Найти Δt .

Решение. $U_0 = U_d \sqrt{2}$; $\Phi_0 = 0$;

$$U = U_0 \sin \omega t = U_d \sqrt{2} \sin \frac{\pi}{T} t;$$

Зажигание и гашение происходит в моменты времени t_n , когда модуль мгновенного значения напряжения равен U_3 и U_T соответственно, т.е.

$$\left| \sin \frac{2\pi}{T} t_n \right| = \frac{U_3}{\sqrt{2} U_d} \approx 0,867 \approx \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \frac{2\pi}{T} t_n \approx \pi n \pm \frac{\pi}{3}; \quad t_n = \frac{nT}{2} \pm \frac{T}{6}.$$

В точке $t_0 = \frac{0 \cdot T}{2} + \frac{T}{6} = \frac{T}{6}$ происходит зажигание, в точке

$$t_1 = \frac{1 \cdot T}{2} - \frac{T}{6} = \frac{T}{3} — \text{гашение. Отсюда: } \Delta t = t_1 - t_0 = \frac{T}{3} - \frac{T}{6} = \frac{T}{6}.$$

Ответ: $\Delta t = \frac{T}{6}$.

№ 433.

Дано:

$v = 200$ Гц,

$L = 2$ Гн;

$I_m = 10$ А.

Найти U_d .

Решение. Закон Ома: $I_d = \frac{U_d}{X_L} \Rightarrow U_d = I_d X_L$; $X_L = \omega L$;

$$U_d = I_d \omega L; I_d = \frac{I_m}{\sqrt{2}}; \omega = 2\pi v \Rightarrow U_d = \sqrt{2}\pi v L I_m =$$

$$= \sqrt{2} \cdot \pi \cdot 200 \text{ Гц} \cdot 2 \text{ Гн} \cdot 10 \text{ А} = 1800 \text{ В.}$$

Ответ. $U_d = 1800$ В.

№ 434.

Дано:

$$v = 50 \text{ Гц},$$

$$L = 1,27 \text{ Гн},$$

$$I_m = 0,5 \text{ А},$$

$$U_d = 1,4 \text{ В}.$$

Найти L'/L .

Решение.

$$U_d = \sqrt{2\pi v L I_m} \quad (\text{см. задачу } 433) \Rightarrow L = \frac{U_d}{\sqrt{2\pi v I_m}} \Rightarrow$$

$$\frac{L'}{L} = \frac{\sqrt{2} L' \pi v I_m}{U_d} = \frac{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 1,27 \text{ Гн} \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 0,5 \text{ А}}{1,4 \text{ В}} \approx 100.$$

Ответ: $L'/L \approx 100$.

№ 435.

Дано:

$$C = 2 \Phi;$$

$$T = 0,1 \text{ с};$$

$$I_d = 0,5 \text{ А.}$$

Найти U_m .

Решение.

$$I_m = U_m \omega C; \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow U_m = \frac{I_m T}{2\pi C}, I_m = \sqrt{2} I_d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_m = \frac{I_d T}{\sqrt{2}\pi C} = \frac{0,5 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ с}}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 2 \Phi} \approx 0,006 \text{ В.}$$

Ответ: $U_m \approx 0,006 \text{ В.}$

№ 436.

Дано:

$$v = 100 \text{ Гц};$$

$$I_d = 0,2 \text{ А};$$

$$U_m = 200 \text{ В}.$$

Найти C .

Решение.

$$U_m = \frac{I_d T}{\sqrt{2}\pi C} \quad (\text{см. задачу 435}); \quad T = \frac{1}{v} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{I_d}{\sqrt{2}U_m \pi v} = \frac{0,2 \text{ А}}{\sqrt{2} \cdot 200 \text{ В} \cdot 3,14 \cdot 100 \text{ Гц}} \approx 2,2 \text{ мкФ}.$$

Ответ: $C \approx 2,2 \text{ мкФ}$.

№ 437.

Дано:

$$\begin{aligned}C &= 800 \text{ пФ} = \\&= 8 \cdot 10^{-9} \Phi; \\L &= 2 \text{ мкГн} = \\&= 2 \cdot 10^{-6} \text{ Гн.}\end{aligned}$$

Найти T .

Решение.

$$\begin{aligned}\text{Согласно формуле Томсона: } T &= 2\pi \sqrt{LC} \\&= 2\pi \sqrt{0.8 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} \cdot \Phi} \approx 251 \cdot 10^{-9} = 251 \text{ нс.}\end{aligned}$$

Ответ. $T = 251$ нс.

№ 438.

Дано:

$$L = 3 \text{ мГн}$$

$$= 3 \cdot 10^{-3} \text{ Гн},$$

$$d = 0,3 \text{ мм} =$$

$$= 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$R = 1,2 \text{ см} =$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$\varepsilon = 4.$$

Найти T ; $\frac{T_2}{T_1}$.

Решение.

Согласно формуле Томсона: $T = 2\pi \sqrt{L/C}$.

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon N}{d} = \frac{\varepsilon_0 \pi R^2}{d}; T_1 = 2\pi R \sqrt{\frac{L \varepsilon_0 \pi}{d}}$$

$$= 2\pi \cdot 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} \cdot 8,85 \text{ Кл}^2 / (\text{Дж} \cdot \text{м}^2) \cdot \pi}{0,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}}} \approx$$

$$\approx 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 1,26 \text{ мкс.}$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon N}{d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \pi R^2}{d}; T_2 = 2\pi R \sqrt{\frac{L \varepsilon_0 \varepsilon \pi}{d}}; \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{c} = \sqrt{4} = 2.$$

Ответ: $T \approx 1,26 \text{ мкс}; \frac{T_2}{T_1} = 2$.

№ 439.

Дано: $L_1 = 0,1 \text{ мкГн} = 10^{-7} \text{ Гн}$;
 $L_2 = 10 \text{ мкГн} = 10^{-5} \text{ Гн}$;
 $C_1 = 40 \text{ пФ} = 4 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}$;
 $C_2 = 4000 \text{ пФ} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$.

Найти v_1 , v_2 .

Решение.

Согласно формуле Томсона:

$$T = 2\pi \sqrt{LC}, v = \frac{1}{T} \Rightarrow v = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$v_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{10^{-7} \text{ Гн} \cdot 4 \cdot 10^{-11} \text{ Ф}}} \approx 8 \cdot 10^7 \text{ Гц} = 80 \text{ МГц};$$

$$v_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{10^{-5} \text{ Гн} \cdot 4 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}}} \approx 8 \cdot 105 \text{ Гц} = 0,8 \text{ МГц}.$$

Ответ: диапазон частот свободных колебаний в данном контуре от $v_2 = 0,8 \text{ МГц}$ до $v_1 = 80 \text{ МГц}$.

№ 440.

Дано:

$$C = 10 \text{ мкФ} = 10^{-5} \Phi;$$

$$\nu_1 = 400 \text{ Гц}; \nu_2 = 500 \text{ Гц}.$$

Найти L_1, L_2 .

Решение.

Согласно формуле Томсона:

$$T = 2\pi \sqrt{LC}, \nu = \frac{1}{T} \Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 \nu^2 C}.$$

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (400 \text{ Гц})^2 \cdot 10^{-5} \Phi} \approx 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Гн} = 16 \text{ мГн};$$

$$L_2 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (500 \text{ Гц})^2 \cdot 10^{-5} \Phi} \approx 10^{-2} \text{ Гн} = 10 \text{ мГн};$$

Ответ: диапазон индуктивности катушки в данном контуре от $L_2 = 10$ мГн до $L_1 = 16$ мГн.

№ 441.

Дано:

$$L = 0,2 \text{ Гн},$$

$$I_m = 40 \text{ мА} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-2} \text{ А.}$$

$$U = 2I.$$

Найти W_C, W_L .

Решение.

$$W = \frac{LI^2}{2}, \quad W_L = \frac{LI^2}{2} - \frac{L\left(\frac{I_m}{2}\right)^2}{2\left(\frac{I_m}{2}\right)} = \frac{LI^2}{8} =$$
$$= \frac{0,2 \text{ Гн} \cdot (4 \cdot 10^{-2} \text{ А})^2}{8} = 4 \cdot 10^{-5} = 40 \text{ мкДж.}$$

$$W_C = W - W_L = \frac{LI^2}{2} - \frac{LI_m^2}{8} = \frac{3LI_m^2}{8} = \frac{3 \cdot 0,2 \text{ Гн} \cdot (4 \cdot 10^{-2} \text{ А})^2}{8} =$$

$$= 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 120 \text{ мкДж.}$$

Ответ: $W_L = 40 \text{ мкДж}, W_C = 120 \text{ мкДж.}$

№ 442.

Дано:

$$C = 0,01 \text{ мкФ} = 10^{-8} \Phi;$$

$$q = 1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл.}$$

Найти Q .

Решение.

Согласно закону сохранения энергии:

$$Q = W_C = \frac{q^2}{2C}, \text{ где } W_C — \text{ общая энергия системы в начальный момент времени (энергия на конденсаторе).}$$

$$Q = \frac{(10^{-6} \text{ Кл})^2}{2 \cdot 10^{-8} \Phi} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 50 \text{ мкДж.}$$

Ответ: $Q = 50 \text{ мкДж.}$

№ 443.

Дано:

$$P = 100 \text{ кВт} = 10^5 \text{ Вт};$$

$$R = 10 \Omega;$$

$$U = 5 \text{ кВ} = 5 \cdot 10^3 \text{ В.}$$

Найти $\frac{P - \Delta P}{P}$.

Решение.

$P = P - \Delta P$, где $\Delta P = Q/R$ — потери мощности на нагревание проводов. Согласно закону Джоуля — Ленца: $Q = I^2 R t$. По закону Ома: $I = U/R$. Отсюда:

$$Q = \frac{U^2 t}{R} \Rightarrow \Delta P = \frac{U^2}{R};$$

$$\frac{P - \Delta P}{P} = 1 - \frac{\Delta P}{P} = 1 - \frac{U^2}{RP} = 1 - \frac{5 \cdot 10^3 \text{ В}}{10 \Omega \cdot 10^5 \text{ Вт}} = 0,995 \text{ или } 99,5\%.$$

Ответ: $\frac{P - \Delta P}{P} = 0,995$ или 99,5 %.

№ 444.

Дано:

$$U = 30 \text{ В};$$

$$U' = 120 \text{ В};$$

$$N_2 = 1200.$$

Найти N_1 .

Решение.

Пусть напряжение в сети U' , тогда:

$$\frac{U'}{U} = \frac{N_1}{N_2}; \quad \frac{U'}{U} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{N_1^2}{N_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N_1 = N_2 \sqrt{\frac{U'}{U}} = 1200 \cdot \sqrt{\frac{120 \text{ В}}{30 \text{ В}}} = 2400.$$

Ответ: $N_1 = 2400$.

№ 445.

Дано:

$$\lambda = 628 \text{ нм} = 6,28 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Найти k .

Решение.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6,28 \cdot 10^{-7} \text{ м}} \approx 10^7 \text{ м}^{-1}.$$

Ответ: $k \approx 10^7 \text{ м}^{-1}$.

№ 446.

Дано:

$$k = 628 \text{ м}^{-1}$$

Найти n .

Решение.

$$k = 2\pi n \Rightarrow n = \frac{k}{2\pi} = \frac{628 \text{ м}^{-1}}{2\pi} = 100 \text{ м}^{-1}.$$

Ответ: $n = 100 \text{ м}^{-1}$.

№ 447.

Дано:

$$\lambda = 2 \text{ м.}$$

$$\Delta x = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м.}$$

Найти $|\Delta\phi|$.

Решение.

$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi}{2 \text{ м}} \cdot 0,5 \text{ м} = \frac{\pi}{2}.$$

Ответ: $|\Delta\phi| = \frac{\pi}{2}$.

№ 448.

Дано:

$v, v, \Delta x$.

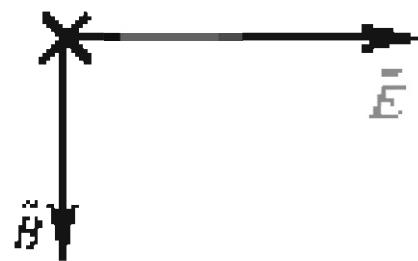
Найти $|\Delta\phi|$.

Решение.

$$|\Delta\phi| = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x; \lambda = \frac{v}{v} \Rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi v}{v} \cdot \Delta x.$$

Ответ: $|\Delta\phi| = \frac{2\pi v}{v} \cdot \Delta x$.

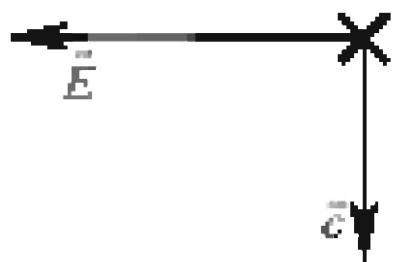
449.



Скорость направлена от нас.

Рис. 143.

450.



Вектор направлен от нас.

Рис. 144.

№ 451.

Дано:

$$\begin{aligned}L &= 1,34 \text{ нГн} = \\&= 1,34 \cdot 10^{-9} \text{ Гн}; \\C &= 750 \text{ пФ} = \\&= 7,5 \cdot 10^{-10} \text{ Ф.}\end{aligned}$$

Найти λ .

Решение.

Согласно формуле Томсона:

$$\begin{aligned}T &= 2\pi \sqrt{LC}, \quad T = \frac{1}{v}; \quad v = \frac{\lambda}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 2\pi v \cdot \sqrt{LC} = \\&= 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot \sqrt{7,5 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} \cdot 1,34 \cdot 10^{-9} \text{ Гн}} \approx \\&\approx 18,9 \text{ м.}\end{aligned}$$

Ответ: $\lambda = 18,9 \text{ км.}$

№ 452.

Дано:

$$\lambda_1 = 25 \text{ м.}$$

$$\lambda_2 = 200 \text{ м.}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_2;$$

$$S_1 = S_2.$$

Найти $\frac{d_1}{d_2}$.

Решение.

$\lambda = 2\pi\nu \cdot \sqrt{4C}$ (см. задачу 451). Для плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2} = \frac{(200 \text{ м})^2}{(25 \text{ м})^2} = 64.$$

Ответ: $\frac{d_1}{d_2} = 64$.