

---

---

# ФИЗИКА

Решение упражнений к учебнику

В. А. Касьянова



# ГЛАВА 1

## § 7

$$1. \bar{v} = \frac{S}{t}; t = t_1 + t_2; t_1 = \frac{S}{2v_1}; t_2 = \frac{S}{2v_2}; \bar{v} = \frac{S}{\frac{S}{2}\left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}\right)} = \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2};$$

$$\frac{v_1 + v_2}{2} - \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2} = \frac{(v_1 + v_2)^2 - 4v_1v_2}{2(v_1 + v_2)} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2(v_1 + v_2)} \geq 0.$$

Значит,  $\frac{v_1 + v_2}{2} \geq \frac{2v_1v_2}{v_1 + v_2}.$

2. Дано:

$$S_1 = \frac{S}{3};$$

$$v_1 = 1100 \text{ км/ч};$$

$$S_2 = \frac{2S}{3};$$

$$v_2 = 800 \text{ км/ч}$$

$$\bar{v} - ?$$

Решение:

$$\bar{v} = \frac{S}{t}; t = t_1 + t_2; t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{S}{3v_1}; t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{2S}{3v_2};$$

$$\bar{v} = \frac{S}{\frac{S}{3v_1} + \frac{2S}{3v_2}} = \frac{3v_1v_2}{v_2 + 2v_1}$$

$$= \frac{3 \cdot 1100 \cdot 800}{800 + 2200} = 880 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ:  $\bar{v} = 880 \text{ км/ч}.$

3. Дано:

$$x_1 = 6 \text{ см};$$

$$y_1 = 5 \text{ см};$$

$$x_2 = 2 \text{ см};$$

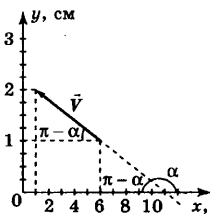
$$y_2 = 9 \text{ см};$$

$$t = 2 \text{ с}$$

$$\alpha - ?$$

$$v - ?$$

Решение:



$$\operatorname{tg}(\pi - \alpha) =$$

$$= \frac{y_2 - y_1}{x_1 - x_2} = \frac{4}{4} = 1;$$

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

$$\alpha = 135^\circ;$$

$$v = \frac{(y_2 - y_1)}{t} \cdot \sqrt{2} =$$

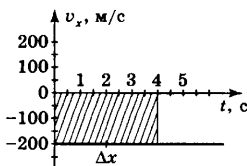
$$= \frac{4}{2} \cdot \sqrt{2} = 2,83 \text{ (см/с)} =$$

$$= 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}.$$

Ответ:  $\alpha = 135^\circ; v = 2,83 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}.$

## § 8

1.



$$\Delta x = v_x \cdot t = -200 \cdot 4 = -800 \text{ (м)}.$$

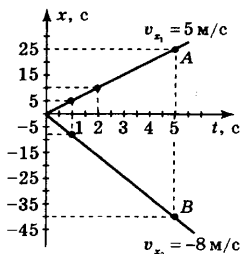
Ответ:  $\Delta x = -800 \text{ м}.$

2. Дано:

$$\begin{aligned} v_{x_1} &= 5 \text{ м/с}; \\ v_{x_2} &= -8 \text{ м/с}; \\ t &= 5 \text{ с} \end{aligned}$$

$S = ?$

Решение:



$$S = AB = 25 + 40 = 65 \text{ (м)}.$$

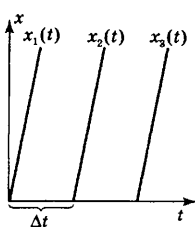
Ответ:  $S = 65 \text{ м}$ .

3. Дано:

$$\begin{aligned} \Delta t &= \text{const}; \\ v &= \text{const} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1(t) &- ? \\ x_2(t) &- ? \\ x_3(t) &- ? \end{aligned}$$

Решение:



$$\begin{aligned} x_1 &= v \cdot t; \\ x_2 &= v \cdot (t - \Delta t); \\ x_3 &= v \cdot (t - 2\Delta t). \end{aligned}$$

### § 10

1. Дано:

$$\begin{aligned} a &= 5 \text{ м/с}^2; \\ v &= 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}; \\ v_0 &= 0 \end{aligned}$$

$t = ?$   
 $S = ?$

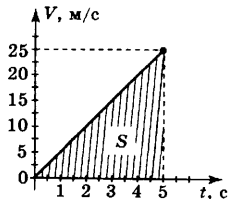
Решение:

$$v = v_0 + at = at; \quad t = \frac{v}{a} = \frac{25}{5} = 5 \text{ (с)};$$

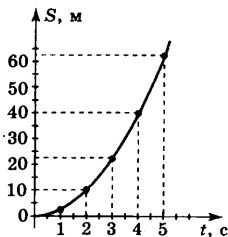
$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2}; \quad S = \frac{5 \cdot 5^2}{2} = 62,5 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $t = 5 \text{ с}; S = 62,5 \text{ м}$ .

2.



$$S = \frac{25 \cdot 5}{2} = 62,5 \text{ (м)}.$$



3. Дано:

$$\bar{v}_0 = 90 \text{ км/ч} = \\ = 25 \text{ м/с};$$

$$t = 4 \text{ ч};$$

$$\bar{v} = 0$$

$$\bar{a} - ?$$

$$S_T - ?$$

Решение:

$$\bar{v} = \bar{v}_0 + \bar{a}t; \quad \bar{a} = -\frac{\bar{v}_0}{t};$$

$$|\bar{a}| = a = \frac{v_0}{t} = \frac{25}{4} = 6,25 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

$$S_T = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{v_0 t}{2} = \frac{25 \cdot 4}{2} = 50 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $\bar{a}$  направлен на юг;  $a = 6,25 \text{ м/с}^2$ ;  
 $S_T = 50 \text{ м}$ .

## § 12

1. Дано:

$$r = 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$$

$$T = 365 \text{ сут.}$$

$$v - ?$$

Решение:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,5 \cdot 10^8}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 29,9 \text{ (км/с)}.$$

Ответ:  $v = 29,9 \text{ км/с}$ .

2. Дано:

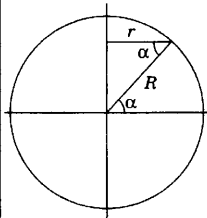
$$\alpha = 55^\circ 45'$$

$$R = 6400 \text{ км}$$

$$T = 24 \text{ ч}$$

$$v - ?$$

Решение:



$$v = \frac{2\pi r}{T};$$

$$r = R \cos \alpha = \\ = 6400 \cdot 0,56 = 3556 \text{ (км)};$$

$$v = \frac{2\pi \cdot 3556}{24} \approx 931 \text{ (км/ч)}.$$

Ответ:  $v = 931 \text{ км/ч}$ .

3. Дано:

$$r_1 = 1,5 \text{ см} = 0,015 \text{ м};$$

$$T_1 = 60 \text{ с};$$

$$r_2 = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м};$$

$$T_2 = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с};$$

$$r_3 = 0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м};$$

$$T_3 = 12 \text{ ч} = 43200 \text{ с}$$

$$a_1 - ?$$

$$a_2 - ?$$

$$a_3 - ?$$

Решение:

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2};$$

$$a_1 = \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,015}{60^2} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ (м/с}^2\text{)};$$

$$a_2 = \frac{4\pi^2 r_2}{T_2^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,01}{3600^2} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ (м/с}^2\text{)};$$

$$a_3 = \frac{4\pi^2 r_3}{T_3^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 0,005}{43200^2} = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ:  $a_1 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$ ;  $a_2 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ м/с}^2$ ;  
 $a_3 = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ м/с}^2$ .

## ГЛАВА 3

## § 15

1. Дано:

$$m = 2 \text{ кг};$$

$$\vec{F} = -10 \text{ Н}$$


---


$$\vec{a} \text{ — ?}$$

Решение:

$$\rightarrow \vec{v} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m};$$

$$\leftarrow \vec{F} \quad \leftarrow \vec{a} \quad a = \frac{10}{2} = 5 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

 Ответ:  $a = 5 \text{ м/с}^2$ ;  $\vec{a} \uparrow \vec{F}$ .

2. Дано:

$$m = 10 \text{ кг};$$

$$\vec{F}_1 = 25 \text{ Н};$$

$$\vec{a} = 0,5 \text{ м/с}^2$$


---


$$\vec{F}_2 \text{ — ?}$$

Решение:

$$\vec{a} \uparrow \vec{F}_1; \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a}; \vec{F}_2 = m\vec{a} - \vec{F}_1;$$

$$F_2 = 10 \cdot 0,5 - 25 = -20 \text{ (Н)}; \vec{F}_2 \updownarrow \vec{F}_1.$$

 Ответ:  $F_2 = 20 \text{ Н}$ , направлен на север.

3. Дано:

$$m = 5 \text{ кг};$$

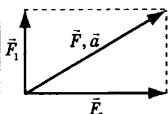
$$F_1 = 9 \text{ Н (север)};$$

$$F_2 = 12 \text{ Н (восток)}$$


---


$$\vec{a} \text{ — ?}$$

Решение:



$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{m};$$

$$a = \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2}}{m} = \frac{15}{5} = 3 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

 Ответ:  $a = 3 \text{ м/с}^2$ , направлен на северо-восток.

## § 17

1. Дано:

$$m_1 = m_2 = 1 \text{ кг};$$

$$r = 1 \text{ м}$$


---


$$\frac{F_1}{F_2} \text{ — ?}$$

Решение:

$$F_1 = \frac{Gm_1m_2}{r^2} = \frac{Gm_1^2}{r^2}; \quad F_2 = m_1g;$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{gr^2}{m_1G} = \frac{9,8}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 1,47 \cdot 10^{11}.$$

 Ответ: в  $1,47 \cdot 10^{11}$  раз.

2. Дано:

$$m_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$r_3 = 3,8 \cdot 10^8 \text{ м}$$

$$m_c = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$r_c = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$$


---


$$\frac{F_3}{F_c} \text{ — ?}$$

Решение:

$$F_3 = \frac{Gm_a \cdot m_3}{r_3^2}; \quad F_c = \frac{Gm_a \cdot m_a}{r_c^2};$$

$$\frac{F_3}{F_c} = \frac{m_3}{m_c} \cdot \left(\frac{r_c}{r_3}\right)^2 = \frac{6 \cdot 10^{24}}{2 \cdot 10^{30}} \cdot \left(\frac{1,5 \cdot 10^{11}}{3,8 \cdot 10^8}\right)^2 = 0,47.$$

Ответ: 0,47.

3. Дано:

$$R = 6950 \text{ км};$$

$$M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$T - ?$$

Решение:

$$T = \frac{2\pi R}{v}; \quad v^2 = a = \frac{GM}{R^2};$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{6,95 \cdot 10^6}} = 7588 \text{ (м/с)};$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 6,95 \cdot 10^6}{7588} = 5755 \text{ (с)} = 1 \text{ ч } 36 \text{ мин.}$$

Ответ:  $T = 1 \text{ ч } 36 \text{ мин.}$ 

## § 18

1. Дано:

$$g_m = 3,7 \text{ м/с}^2;$$

$$g_a = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{F_a}{F_m} - ?$$

Решение:

$$F = mg;$$

$$\frac{F_a}{F_m} = \frac{g_a}{g_m} = \frac{9,8}{3,7} = 2,65.$$

Ответ: в 2,65 раза.

2. Дано:

$$M = M_3;$$

$$\frac{R}{R_3} = 0,5;$$

$$g_a = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$g - ?$$

Решение:

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2} = G \cdot \frac{M_3 \cdot 4}{R_3^2} = 4g_a = 4 \cdot 9,8 = 39,2 \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ:  $g = 39,2 \text{ м/с}^2$ .

3. Дано:

$$D = 1,21 \cdot 10^4 \text{ км};$$

$$\rho = 5,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3;$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$S - ?$$

Решение:

$$S = \frac{gt^2}{2};$$

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2} = G \cdot \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{R^2} = \frac{4}{3}\pi R \rho G;$$

$$R = 0,605 \cdot 10^4 \text{ км} = 0,605 \cdot 10^7 \text{ м};$$

$$g = \frac{4}{3}\pi \cdot 0,605 \cdot 10^7 \cdot 5,2 \cdot 10^3 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} =$$

$$= 8,79 \text{ (м/с}^2\text{)}; \quad S = \frac{8,79}{2} \approx 4,4 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $S = 4,4 \text{ м.}$ 

## § 19

1. Дано:

$$l_0 = 70 \text{ см}$$

$$\Delta a = 1 \%$$

$$\Delta l - ?$$

Решение:

$$\Delta l = l_0 \cdot \Delta a = 70 \text{ см} \cdot 0,01 = 0,7 \text{ см.}$$

Ответ:  $\Delta l = 0,7 \text{ см.}$

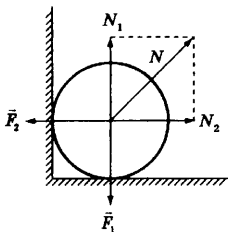
2. Дано:

$$F_1 = F_2 = F;$$

$$\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$$

$$N = ?$$

Решение:



$$N_1 = N_2;$$

$$N_1 = F_1 = F; N_2 = F_2 = F;$$

$$N = N_1 \sqrt{2} = F \sqrt{2}.$$

$$\text{Ответ: } N = F \sqrt{2}.$$

3. Дано:

$$m = 70 \text{ кг};$$

$$n = 4;$$

$$\Delta x = 2,5 \text{ см}$$

$$k = ?$$

Решение:

$$F = mg \text{ (на 1 пружину); } F = k \Delta x; k \cdot \Delta x = mg;$$

$$k = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{70 \cdot 9,8}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ (Н/м)}.$$

$$\text{Ответ: } k = 2,7 \cdot 10^3 \text{ Н/м}.$$

## § 20

1. Сила трения скольжения не зависит от площади соприкосновения поверхностей тел, поэтому на всех гранях ластика она будет одинаковой.

2. Дано:

$$F = 20 \text{ Н};$$

$$\mu = 0,4$$

$$m = ?$$

Решение:

$$F = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg;$$

$$m = \frac{F}{\mu g} = \frac{20}{0,4 \cdot 9,8} = 5,1 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Ответ: } m = 5,1 \text{ кг}.$$

3. Дано:

$$m = 250 \text{ кг};$$

$$\mu = 0,1$$

$$F = ?$$

Решение:

$$F = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg;$$

$$F = 0,1 \cdot 250 \cdot 9,8 = 245 \text{ (Н)}.$$

$$\text{Ответ: } F = 245 \text{ Н}.$$

## § 21

1. Дано:

$$m = 100 \text{ кг};$$

$$F = 149 \text{ Н};$$

$$S = 200 \text{ м};$$

$$\mu = 0,05$$

$$t = ?$$

Решение:

$$S = \frac{at^2}{2}; t = \sqrt{\frac{2S}{a}};$$

$$F - F_{\text{тр}} = ma; F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg;$$

$$a = \frac{F - \mu mg}{m};$$

$$t = \sqrt{\frac{2Sm}{F - \mu mg}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 100}{149 - 0,05 \cdot 100 \cdot 9,8}} = 20 \text{ (с)}.$$

$$\text{Ответ: } t = 20 \text{ с}.$$

2. Дано:

$m$ ;  
 $M$ ;  
 $k$ ;  
 $F$

$a$  — ?  
 $x$  — ?

Решение:

$$F = (m + M)a; a = \frac{F}{m + M}; F - F_{\text{упр}} = Ma;$$

$$F_{\text{упр}} = F - Ma = F - \frac{MF}{m + M} = \frac{mF}{m + M};$$

$$F_{\text{упр}} = kx; x = \frac{F_{\text{упр}}}{k} = \frac{mF}{k(m + M)}.$$

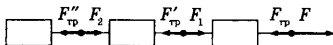
Ответ:  $a = \frac{F}{m + M}; x = \frac{mF}{k(m + M)}.$

3. Дано:

$m = 50$  т;  
 $n = 3$ ;  
 $F = 17940$  Н;  
 $\mu_{\text{кач}} = 0,002$

$a$  — ?  
 $F_1$  — ?  
 $F_2$  — ?

Решение:



$$F - F_{\text{тр}} = 3ma; a = \frac{F - F_{\text{тр}}}{3m};$$

$$F_{\text{тр}} = \mu_{\text{кач}} \cdot N = \mu_{\text{кач}} \cdot 3mg; a = \frac{F}{3m} - \mu_{\text{кач}} \cdot g =$$

$$= \frac{17940}{3 \cdot 50000} - 0,002 \cdot 9,8 = 0,1 \text{ (м/с}^2\text{);}$$

$$F_1 - F'_{\text{тр}} = 2ma; F'_{\text{тр}} = \mu_{\text{кач}} \cdot N' = \mu_{\text{кач}} \cdot 2mg;$$

$$F_1 = 2m(a + \mu_{\text{кач}} \cdot g) = 2 \cdot 50000 \cdot (0,1 + 0,002 \cdot 9,8) = 11960 \text{ (Н);}$$

$$F_2 - F''_{\text{тр}} = ma; F''_{\text{тр}} = \mu_{\text{кач}} \cdot N'' = \mu_{\text{кач}} \cdot mg;$$

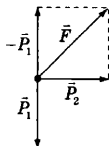
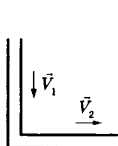
$$F_2 = m(a + \mu_{\text{кач}} \cdot g) = \frac{F_1}{2} = 5980 \text{ (Н).}$$

Ответ:  $a = 0,1$  м/с<sup>2</sup>;  $F_1 = 11960$  Н;  $F_2 = 5980$  Н.

## ГЛАВА 4

### § 22

1.



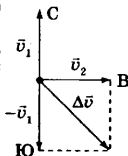
$$\bar{P} \cdot \Delta t = \bar{P}_2 - \bar{P}_1 = \Delta \bar{P}.$$

2. Дано:

$m = 2000$  кг;  
 $v = 90$  км/ч =  $25$  м/с

$\Delta \bar{p}$  — ?

Решение:



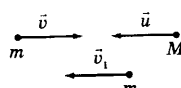
$$\Delta \bar{p} = m \Delta \bar{v} = m(\bar{v}_2 - \bar{v}_1);$$

$$\Delta p = mv \cdot \sqrt{2} = 2000 \cdot 25 \cdot \sqrt{2} =$$

$$= 7,07 \cdot 10^4 \text{ (кг} \cdot \text{м/с).}$$

Ответ: юго-восток;  
 $7,07 \cdot 10^4$  кг·м/с.



3.  
$$\begin{cases} mv - Mu = -mv_1 + Mu_1; \\ mv^2 + Mu^2 = mv_1^2 + Mu_1^2; \end{cases} v_1 = \frac{(m - M)v - 2Mu}{m + M};$$
  
 $t \ll M;$

$$v_1 = \frac{-Mv - 2Mu}{M} = -v - 2u.$$

Ответ: мяч отлетит со скоростью  $v + 2u$ .

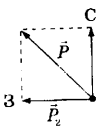
§ 23

1. Дано:

$$\begin{aligned} m_1 &= 1 \text{ кг}; \\ m_2 &= 2 \text{ кг}; \\ v_1 &= 10 \text{ м/с}; \\ v_2 &= 5 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$\vec{P}$  — ?

Решение:



$$\begin{aligned} \vec{P} &= \vec{P}_1 + \vec{P}_2; \\ P_1 &= m_1 v_1 = 10 \text{ (кг·м/с)}; \\ P_2 &= m_2 v_2 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ (кг·м/с)}; \\ P &= \sqrt{P_1^2 + P_2^2} = \\ &= 10\sqrt{2} = 14,14 \text{ (кг·м/с)}. \end{aligned}$$

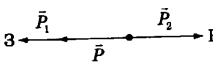
Ответ: северо-запад; 14,14 кг·м/с.

2. Дано:

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ кг}; \\ v &= 20 \text{ м/с}; \\ m_1 &= 0,2 \text{ кг}; \\ v_1 &= 500 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$\vec{v}_2$  — ?

Решение:



$$\begin{aligned} \vec{P} &= \vec{P}_1 + \vec{P}_2; \quad \vec{P}_2 = \vec{P} - \vec{P}_1; \\ P_2 &= P - P_1; \quad m_2 v_2 = mv - m_1 v_1; \\ v_2 &= \frac{mv - m_1 v_1}{m_2}; \quad m_2 = m - m_1 = 0,8 \text{ (кг)}; \\ v_2 &= \frac{1 \cdot 20 - 0,2 \cdot 500}{0,8} = -100 \text{ (м/с)}. \end{aligned}$$

Ответ: восток;  $v = 100$  м/с.

3. Дано:

$$\begin{aligned} m &= 20 \text{ кг}; \\ v_0 &= 200 \text{ м/с}; \\ \alpha &= 30^\circ; \\ M &= 2000 \text{ кг} \end{aligned}$$

$v$  — ?

Решение:

$$\begin{aligned} \vec{P}_1 &= \vec{P}_2; \quad P_{1x} = P_{2x}; \\ P_{1x} &= m v_0 \cdot \cos \alpha; \quad P_2 = Mv; \quad m v_0 \cos \alpha = Mv; \\ v &= \frac{m}{M} v_0 \cos \alpha = \frac{20}{2000} \cdot 200 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1,73 \text{ (м/с)}. \end{aligned}$$

Ответ:  $v = 1,73$  м/с.

§ 24

1. Дано:

$$\begin{aligned} l &= 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}; \\ F &= 40 \text{ Н} \end{aligned}$$

$A$  — ?

Решение:

$$\begin{aligned} A &= F \cdot l = 40 \cdot 0,15 = 6 \text{ (Дж)}. \\ \text{Ответ: } A &= 6 \text{ Дж}. \end{aligned}$$

2. Дано:

$$m = 200 \text{ кг};$$

$$l = 5 \text{ м};$$

$$\mu = 0,5$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = F_{\text{тр}} \cdot l = \mu mgl =$$

$$= 0,5 \cdot 200 \cdot 9,8 \cdot 5 = 49\,000 \text{ (Дж)}.$$

Ответ:  $A = 49 \text{ кДж}$ .

3. Дано:

$$v = 160 \text{ см}^2;$$

$$n_1 = 70;$$

$$A_1 = 1 \text{ Дж}$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = A_1 \cdot n \cdot 24 \cdot 60 =$$

$$= 70 \cdot 24 \cdot 60 = 100\,800 \text{ (Дж)} = 100,8 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $A = 100,8 \text{ кДж}$ .

## § 25

1. Дано:

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$E_p = 9,8 \text{ Дж}$$

$$h - ?$$

Решение:

$$E_p = mgh; h = \frac{E_p}{mg} = \frac{9,8}{9,8} = 1 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $h = 1 \text{ м}$ .

2. Дано:

$$m = 200 \text{ кг};$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = mgh = 200 \cdot 9,8 \cdot 2 = 3920 \text{ (Дж)} = 3,92 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $A = 3,92 \text{ кДж}$ .

3. Дано:

$$m = 200 \text{ л}$$

$$h = 1 \text{ м}$$

$$g_1 = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$g_2 = 1,6 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta E_{p_1} - ?$$

$$\Delta E_{p_2} - ?$$

Решение:

Рассмотрим бочку с водой как материальное тело с массой  $m$ , находящейся на высоте  $\frac{h}{2}$  над поверхностью планеты. Тогда

$$\Delta E_p = 0 - mg \cdot \frac{h}{2} = -mg \frac{h}{2}.$$

$$\Delta E_{p_1} = -mg_1 \cdot \frac{h}{2} = -200 \cdot 9,8 \cdot 0,5 = -980 \text{ (Дж)};$$

$$\Delta E_{p_2} = -mg_2 \cdot \frac{h}{2} = -200 \cdot 1,6 \cdot 0,5 = -160 \text{ (Дж)}.$$

Ответ:  $\Delta E_{p_1} = -980 \text{ Дж}$ ;  $\Delta E_{p_2} = -160 \text{ Дж}$ .

## § 26

1. Дано:

$$v_1;$$

$$v_2 = 2v_1;$$

$$m_1;$$

$$m_2 = 0,5m_1$$

$$\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} - ?$$

Решение:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}; E_{k_1} = \frac{m_1 v_1^2}{2};$$

$$E_{k_2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{0,5m_1 (2v_1)^2}{2} = \frac{2m_1 v_1^2}{2}; \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = 2.$$

Ответ:  $\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = 2$ .

2. Дано:

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$v = 4 \text{ м/с}$$

$$E_{\text{max}} - ?$$

Решение:

$$E_{\text{max}} = E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1 \cdot 16}{2} = 8 \text{ (Дж)}.$$

Ответ:  $E_{\text{max}} = 8 \text{ Дж}$ .

3. Дано:

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$v = 60 \text{ км/с} =$$

$$= 60 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

$$E_k - ?$$

Решение:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} =$$

$$= \frac{1 \cdot (60 \cdot 10^3)^2}{2} = 1,8 \cdot 10^9 \text{ (Дж)} = 1,8 \text{ ГДж}.$$

Ответ:  $E_k = 1,8 \text{ ГДж}$ .

## § 27

1. Дано:

$$m = 100 \text{ кг};$$

$$h = 20 \text{ м};$$

$$t = 9,8 \text{ с}$$

$$P - ?$$

Решение:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} =$$

$$= \frac{100 \cdot 9,8 \cdot 20}{9,8} = 2000 \text{ (Вт)} = 2 \text{ кВт}.$$

Ответ:  $P = 2 \text{ кВт}$ .

2. Дано:

$$v = 40 \text{ м/мин} =$$

$$= 0,67 \text{ м/с};$$

$$F = 30 \text{ Н}$$

$$P - ?$$

Решение:

$$P = \frac{A}{t}; A = F \cdot S = F \cdot v \cdot t;$$

$$P = F \cdot v = 30 \cdot 0,67 = 20 \text{ (Вт)}.$$

Ответ:  $P = 20 \text{ Вт}$ .

3. Дано:

$$m = 9 \cdot 10^7 \text{ кг};$$

$$h = 100 \text{ м};$$

$$t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

$$P - ?$$

Решение:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{mgh}{t} =$$

$$= \frac{9 \cdot 10^7 \cdot 9,8 \cdot 100}{60} = 1,47 \cdot 10^9 \text{ (Вт)} = 1,47 \text{ ГВт}.$$

Ответ:  $P = 1,47 \text{ ГВт}$ .

## § 28

1. Дано:

$$v_0 = 20 \text{ м/с};$$

$$h - ?$$

Решение:

$$E_k = E_p; \frac{mv_0^2}{2} = mgh;$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 9,8} = 20,4 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $h = 20,4 \text{ м}$ .

2. Дано:

$$\begin{aligned} h_1 &= 18 \text{ м}; \\ g_1 &= 9,8 \text{ м/с}^2; \\ g_2 &= 3,7 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

$$h_2 = ?$$

Решение:

$$E_k = E_p; \quad \frac{mv_0^2}{2} = mg_1 h_1 = mg_2 h_2; \quad g_1 h_1 = g_2 h_2;$$

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{g_1}{g_2} = 18 \cdot \frac{9,8}{3,7} = 47,7 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $h_2 = 47,7 \text{ м}$ .

3. Дано:

$$\begin{aligned} h &= 5 \text{ м}; \\ v_0 &= 5 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$v_1 = ?$$

Решение:

$$E_1 = E_2; \quad mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2};$$

$$v_1 = \sqrt{2gh + v_0^2} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 5 + 5^2} = 11,1 \text{ (м/с)}.$$

Ответ:  $v_1 = 11,1 \text{ м/с}$ .

## § 29

1. Если предположить, что легкий и тяжелый молотки движутся с одинаковой скоростью к наковальне, где происходит абсолютно неупругий удар, то задача аналогична столкновению автомобилей, рассмотренному на стр. 112. Тогда потеря кинетической энергии составляет  $\frac{m_2}{m_1 + m_2}$ ,

где  $m_1$  — масса молотка.

Отсюда следует, что более легкий молоток потеряет большую часть энергии, чем более тяжелый.

2. Дано:

$$\begin{aligned} m_1 &= 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}; \\ v_1 &= 5 \text{ м/с}; \\ m_2 &= 150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}; \\ v_2 &= 0 \end{aligned}$$

$$v = ?$$

Решение:

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

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{0,1 \cdot 5}{0,1 + 0,15} = 2 \text{ (м/с)}.$$

Ответ:  $v = 2 \text{ м/с}$ .

3. Закон сохранения импульсов для системы из 3 шаров (одинаковой массы) при не упругом ударе:

$$2mv_0 = (2m + m)v_u; \quad 2mv_0 = 3mv_u; \quad v_u = \frac{2}{3}v_0;$$

то же при упругом ударе:

$$2mv_0 = 2mv_1 + mv_2; \quad 2v_0 = 2v_1 + v_2.$$

Закон сохранения кинетической энергии при упругом ударе:

$$2 \cdot \frac{mv_0^2}{2} = 2 \cdot \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}; \quad v_0^2 = v_1^2 + \frac{v_2^2}{2}.$$

Из системы уравнений, описывающих упругий удар:

$$\begin{cases} 2v_0 = 2v_1 + v_2; \\ v_0^2 = v_1^2 + \frac{v_2^2}{2}; \end{cases} \quad \text{находим } v_2 = \frac{4}{3}v_0; \quad \frac{v_2}{v_u} = 2.$$

Ответ: в 2 раза.

## ГЛАВА 5

## § 30

1. Дано:

$R = 6400 \text{ км}$

$T - ?$

Решение:

$v = v_1 = 7,9 \text{ км/с};$

$T = \frac{2\pi R}{v} = 5090 \text{ (с)} = 1 \text{ ч } 25 \text{ мин.}$

Ответ:  $T = 1 \text{ ч } 25 \text{ мин.}$ 

2. Дано:

$T;$

$v_1$

$\rho - ?$

Решение:

$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}; M = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho;$

$v_1^2 = G \frac{M}{R} = \frac{4G\rho\pi R^3}{3R} = \frac{4\pi G\rho R^2}{3};$

$T = \frac{2\pi R}{v_1}; v_1 = \frac{2\pi R}{T}; v_1^2 = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2};$

$\frac{4\pi^2 R^2}{T^2} = \frac{4\pi G\rho R^2}{3}; \rho = \frac{3\pi}{GT^2}.$

Ответ:  $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}.$ 

3. Дано:

$R_1;$

$R_2;$

$T_1$

$T_2 - ?$

Решение:

$v_1 = v_1; v_2 = v_2; T = \frac{2\pi R}{v_1};$

$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}; T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}};$

$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{R_1^3}{GM}}; T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{R_2^3}{GM}}; T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}}.$

Ответ:  $T_2 = T_1 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}}.$ 

## § 31

1. Дано:

$m;$

$2m$

$\frac{T_1}{T_2} - ?$

Решение:

$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}; T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}; \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{2}.$

Ответ:  $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{2}.$

2. Дано:

$$x = 0,4 \sin\left(\frac{\pi}{4}t\right)$$

v — ?

Решение:

$$x = A \sin 2\pi\nu t; 2\pi\nu = \frac{\pi}{4}; \nu = \frac{1}{8}(\text{с}^{-1}) = 0,125 \text{ Гц.}$$

Ответ:  $\nu = 0,125 \text{ Гц.}$ 

3. Дано:

 $v_0;$  $v_0$ 

A — ?

Решение:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}; A = v_0\sqrt{\frac{m}{k}}; T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}};$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{T}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\nu_0}; A = \frac{v_0}{2\pi\nu_0}.$$

Ответ:  $A = \frac{v_0}{2\pi\nu_0}.$ 

## § 32

1. Дано:

 $k = 245 \text{ Н/м};$  $m = 0,5 \text{ кг}$ 

x — ?

Решение:

$$mg = kx; x = \frac{mg}{k} = \frac{0,5 \cdot 9,8}{245} = 0,02 \text{ (м)} = 2 \text{ см.}$$

Ответ:  $x = 2 \text{ см.}$ 

2. Дано:

 $m = 2 \text{ кг};$  $x = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$ 

k — ?

T — ?

Решение:

$$mg = kx; k = \frac{mg}{x} = \frac{2 \cdot 9,8}{0,02} = 980 \text{ (Н/м)};$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{980}} = 0,28 \text{ (с).}$$

Ответ:  $k = 980 \text{ Н/м}; T = 0,28 \text{ с.}$ 

3. Дано:

 $T = 0,4 \text{ с}$ 

x — ?

Решение:

$$mg = kx; x = \frac{mg}{k}; T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}; \frac{m}{k} = \frac{T^2}{4\pi^2};$$

$$x = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9,8 \cdot 0,4^2}{4\pi^2} = 0,04 \text{ (м)} = 4 \text{ см.}$$

Ответ:  $x = 4 \text{ см.}$ 

## ГЛАВА 6

## § 35

1. Дано:

 $v = 2,6 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  $\gamma$  — ?

Решение:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{2,6 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8}\right)^2}} = 2.$$

Ответ:  $\gamma = 2.$

2. Дано:

$$\gamma = 2$$

$$v - ?$$

Решение:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{\gamma^2}; \quad v^2 = \left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right) c^2;$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 3 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = 2,6 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}.$$

 Ответ:  $v = 2,6 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ .

3. Дано:

$$v_1 = 7,9 \text{ км/с} =$$

$$= 7900 \text{ м/с};$$

$$\Delta t = 1 \text{ год} =$$

$$= 3,15 \cdot 10^7 \text{ с}$$

$$\Delta t - \Delta t' - ?$$

Решение:

$$\Delta t' = \Delta t \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad \Delta t - \Delta t' = \Delta t \left(1 - \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\right) =$$

$$= 3,15 \cdot 10^7 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{7,9 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8}\right)^2}\right) = 0,0109$$

$$= 0,0109 \text{ (с)} = 10,9 \text{ мс}.$$

 Ответ:  $\Delta t - \Delta t' = 10,9 \text{ мс}$ .

## § 37

1. Дано:

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

$$E_{0e} - ?$$

Решение:

$$E_0 = m_e \cdot c^2 = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8,2 \cdot 10^{-14} \text{ (Дж)}.$$

 Ответ:  $E_{0e} = 8,2 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$ .

2. Дано:

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж};$$

$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$m_e \text{ (эВ)} - ?$$

$$m_p \text{ (эВ)} - ?$$

Решение:

$$m_e \text{ (эВ)} = \frac{E_{0e} \text{ (Дж)}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/эВ}} =$$

$$= \frac{8,2 \cdot 10^{-14}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,1 \cdot 10^5 \text{ (эВ)} = 0,51 \text{ МэВ};$$

$$m_p \text{ (эВ)} = \frac{E_{0p} \text{ (Дж)}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/эВ}} =$$

$$= \frac{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 9,41 \cdot 10^8 \text{ (эВ)} =$$

$$= 941 \text{ МэВ}.$$

 Ответ:  $m_e = 0,51 \text{ МэВ}$ ;  $m_p = 941 \text{ МэВ}$ .

3. Дано:

$$\Delta t = 3,965 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$$

$$\Delta E - ?$$

Решение:

$$\Delta E = c^2 \cdot \Delta t =$$

$$= \frac{9 \cdot 10^{16} \cdot 3,965 \cdot 10^{-30}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ (эВ)} = 2,2 \text{ МэВ}.$$

 Ответ:  $\Delta E = 2,2 \text{ МэВ}$ .

## ГЛАВА 7

### § 38

1. Дано:



$$m_8^{16}\text{O} - ?$$

$$m_8^{16}\text{O}_2 - ?$$

Решение:

$$Z = 8; N_p = Z = 8; N_n = A - Z = 8;$$

16 нуклонов в одном атоме;

$$m_8^{16}\text{O} = 16 \text{ а.е.м.} = 16 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ (кг);}$$

$$m_8^{16}\text{O}_2 = 2m_8^{16}\text{O} = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

Ответ:  $m_8^{16}\text{O} = 2,7 \cdot 10^{-26} \text{ кг;}$

$$m_8^{16}\text{O}_2 = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

2. Дано:



$$\frac{m_{\text{эл.-нов}}}{m_6^{12}\text{C}} - ?$$

Решение:

$$Z = 6; m_{\text{эл.-нов}} = 6 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ (кг); } m_6^{12}\text{C} = 12$$

$$\text{а.е.м.}; \frac{m_{\text{эл.-нов}}}{m_6^{12}\text{C}} = \frac{6 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{12 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 2,74 \cdot 10^{-4}.$$

Ответ:  $\frac{m_{\text{эл.-нов}}}{m_6^{12}\text{C}} = 2,74 \cdot 10^{-4}.$

3.  ${}^9_4\text{Be}; Z = 4; N_p = 4; N_n = 5. N'_p = 5; N'_n = 4; Z' = 5 \Rightarrow {}^9_5\text{B}.$

${}^{13}_7\text{N}; Z = 7; N_p = 7; N_n = 6. N'_p = 6; N'_n = 7; Z' = 6 \Rightarrow {}^{13}_6\text{C}.$

${}^{23}_{11}\text{Na}; Z = 11; N_p = 11; N_n = 12. N'_p = 12; N'_n = 11; Z' = 12 \Rightarrow {}^{23}_{12}\text{Mg}.$

Ответ:  ${}^9_5\text{B}; {}^{13}_6\text{C}; {}^{23}_{12}\text{Mg}.$

## ГЛАВА 8

### § 42

1. Дано:

$$T_1 = 312 \text{ К;}$$

$$T_2 = 437 \text{ К}$$

$$\Delta t \text{ }^\circ\text{C} - ?$$

Решение:

$$\Delta t \text{ }^\circ\text{C} = \Delta T = 437 - 312 = 125^\circ.$$

Ответ:  $\Delta t = 125 \text{ }^\circ\text{C}.$

2. Дано:

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C;}$$



$$v_{\text{ср.кв.}} - ?$$

Решение:

$${}^4_2\text{He}; Z = 2; N_p = 2; N_n = 2;$$

$$m_a = 4 \text{ а.е.м.} = 4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ (кг);}$$

$$M = m_a \cdot N_a = 6,64 \cdot 10^{-27} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль); } T = 293 \text{ К;}$$

$$v_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,31 \cdot 293}{4 \cdot 10^{-3}}} = 1351 \text{ (м/с)} =$$

$$= 1,35 \text{ км/с.}$$

Ответ:  $v_{\text{ср.кв.}} = 1,35 \text{ км/с.}$



3. Дано:

$$\begin{array}{l} {}^1_1\text{H}_2; \\ v_{\text{ср.кв.}} = 1,9 \text{ км/с} \\ \hline T - ? \end{array}$$

Решение:

$$v_{\text{ср.кв.}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; \quad T = \frac{Mv_{\text{ср.кв.}}^2}{3R};$$

$$M = 2 \cdot 1 \text{ а.е.м.} \cdot N_A = 2 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)};$$

$$T = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot (1,9 \cdot 10^3)^2}{3 \cdot 8,31} = 290 \text{ К.}$$

Ответ:  $T = 290 \text{ К.}$ 

## § 43

2. Дано:

$$\begin{array}{l} P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па;} \\ v_{\text{ср.кв.}} = 500 \text{ м/с} \\ \hline \rho - ? \end{array}$$

Решение:

$$P = \frac{1}{3} n m_a \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}; \quad \overline{v^2} = v_{\text{ср.кв.}}^2; \quad P = \frac{1}{3} \rho \cdot v_{\text{ср.кв.}}^2;$$

$$\rho = \frac{3P}{v_{\text{ср.кв.}}^2} = \frac{3 \cdot 1,01 \cdot 10^5}{500^2} = 1,21 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Ответ:  $\rho = 1,21 \text{ кг/м}^3$ .

3. Дано:

$$\begin{array}{l} v_{\text{ср.кв.}} = 550 \text{ м/с;} \\ n = 10^{25} \text{ м}^{-3}; \\ {}^{16}_8\text{O}_2 \\ \hline P - ? \end{array}$$

Решение:

$$P = \frac{1}{3} n m_a \overline{v^2} = \frac{1}{3} n m_a v_{\text{ср.кв.}}^2;$$

$$m_a = 16 \cdot 2 \text{ а.е.м.} = 32 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 5,3 \cdot 10^{-26} \text{ (кг)};$$

$$P = \frac{1}{3} \cdot 10^{25} \cdot 5,3 \cdot 10^{-26} \cdot 550^2 =$$

$$= 53 \, 442 \text{ (Па)} = 53,4 \text{ кПа.}$$

Ответ:  $P = 53,4 \text{ кПа.}$ 

## § 44

1. Дано:

$$\begin{array}{l} \frac{T_2}{T_1} = 1,5; \\ \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{4} \\ \hline \frac{P_2}{P_1} - ? \end{array}$$

Решение:

$$PV = \frac{m}{M} RT; \quad P_1 V_1 = \frac{m}{M} RT_1;$$

$$P_2 V_2 = \frac{m}{M} RT_2;$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} = 1,5 \cdot 4 = 6.$$

Ответ: увеличится в 6 раз.

2. Дано:

$$\begin{array}{l} P = 10^3 \text{ Па;} \\ t = 42 \text{ }^\circ\text{C} \\ \hline n - ? \end{array}$$

Решение:

$$n = \frac{P}{kT} = \frac{10^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (273 + 42)} = 2,3 \cdot 10^{23} \text{ (м}^{-3}\text{)}.$$

Ответ:  $n = 2,3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .

3. Дано:

$$P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$N - ?$

Решение:

$$N = n \cdot V;$$

$$n = \frac{P}{kT} = \frac{10^5}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293} = 2,47 \cdot 10^{25} \text{ (м}^{-3}\text{)};$$

при объеме класса  $V = 100 \text{ м}^3$ :  $N = 2,47 \cdot 10^{28}$ .

Ответ: в классе объемом  $100 \text{ м}^3$  содержится  $2,47 \cdot 10^{28}$  молекул воздуха.

### § 45

1. Дано:

$$V_2 = 2V_1;$$

$$P_2 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$T = \text{const}$$

$h - ?$

Решение:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2; P_1 = \frac{P_2 V_2}{V_1} = 2P_2; P_1 = \rho g h + P_2 = 2P_2;$$

$$P_2 = \rho g h; h = \frac{P_2}{\rho g} = \frac{1,01 \cdot 10^5}{9,8 \cdot 1000} = 10,3 \text{ (м)}.$$

Ответ:  $h = 10,3 \text{ м}$ .

2. Дано:

$$P = \text{const}$$

$$\Delta T = 300^\circ$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2$$

$T_1 - ?$

Решение:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}; \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} = 2; \frac{T_1 + \Delta T}{T_1} = 2;$$

$$T_1 + 300 = 2T_1; T_1 = 300 \text{ К}.$$

Ответ:  $T_1 = 300 \text{ К}$ .

3. Дано:

$$V = \text{const};$$

$$\Delta T = 60 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_2 = 1,2P_1$$

$t_1 - ?$

Решение:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; T_1 = T_2 \cdot \frac{P_1}{P_2} = 0,83T_2; T_2 = T_1 + 60;$$

$$T_1 = 0,83(T_1 + 60) = 0,83T_1 + 50; 0,17T_1 = 50;$$

$$T_1 = 300 \text{ К}; t_1 = 300 - 273 = 27 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ответ:  $t_1 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## ГЛАВА 9

### § 46

1. Дано:

$$m = 5 \text{ кг};$$

$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$M = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$\Delta U - ?$

Решение:

$$U = \frac{3m}{2M} RT; \Delta U = \frac{3m}{2M} R\Delta T; \Delta T = \Delta t;$$

$$\Delta U = \frac{3 \cdot 5 \cdot 8,3 \cdot 20}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 311,2 \cdot 10^3 \text{ (Дж)} =$$

$$= 0,31 \text{ МДж}.$$

Ответ:  $\Delta U = 0,31 \text{ МДж}$ .

2. Дано:

$$P = \text{const};$$

$$V_1 = 10 \text{ л};$$

$$V_2 = 15 \text{ л};$$

$$P = 10^4 \text{ Па}$$

$$\Delta U - ?$$

Решение:

$$U = \frac{3}{2} PV; \Delta U = \frac{3}{2} P \Delta V; \Delta V = V_2 - V_1 = 5 \text{ л} =$$

$$= 5 \text{ дм}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3; \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 75 \text{ (Дж)}.$$

Ответ:  $\Delta U = 75 \text{ Дж}.$

3. Дано:

$$P_1 = 10^5 \text{ Па};$$

$$V = 1,33 \text{ м}^3;$$

$$V = \text{const};$$

$$\Delta U = -100 \text{ кДж}$$

$$P_2 - ?$$

Решение:

$$U = \frac{3}{2} PV; \Delta U = \frac{3}{2} V \cdot \Delta P = \frac{3}{2} V (P_2 - P_1);$$

$$P_2 = P_1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\Delta U}{V} = 10^5 - \frac{2 \cdot 10^5}{1,33 \cdot 3} =$$

$$= 0,5 \cdot 10^5 \text{ (Па)} = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}.$$

Ответ:  $P_2 = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}.$

§ 47

1. Дано:

$$V_1 = \text{const};$$

$$T_1 = 320 \text{ К};$$

$$m = 50 \text{ г};$$

$$P_2 = 0,5 P_1;$$

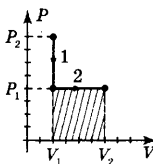
$$T_3 = T_1;$$

$$P_2 = \text{const}$$

$$A - ?$$

$$\Delta U - ?$$

Решение:



$$A = P_2(V_2 - V_1);$$

$$1) \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}; \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} = 0,5;$$

$$T_2 = 160 \text{ К};$$

$$2) \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_2}{T_3}; T_3 = T_1; \frac{V_1}{T_2} = \frac{V_2}{T_1};$$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_1}{T_2} = 2V_1; \Delta V = V_2 - V_1 = V_1;$$

$$A = P_2 V_1 = \frac{m}{M} RT_2; M^{16}_8\text{O}_2 = 2 \cdot 16 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ (кг/моль)};$$

$$A = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 160}{3,2 \cdot 10^{-2}} = 2,08 \cdot 10^3 \text{ (Дж)} = 2,08 \text{ кДж};$$

$$\Delta U = \frac{m}{M} R \cdot \Delta T = \frac{m}{M} R (T_3 - T_1) = 0.$$

Ответ:  $A = 2,08 \text{ кДж}; \Delta U = 0.$

2. Дано:

$$m = 0,28 \text{ кг};$$

$$^{14}_7\text{N}_2;$$

$$c = 1,05 \text{ кДж/(кг·К)};$$

$$T_1 = 290 \text{ К};$$

$$T_2 = 490 \text{ К}$$

$$A - ?$$

$$\Delta U - ?$$

Решение:

$$A = P(V_2 - V_1) = \frac{m}{M} R (T_2 - T_1);$$

$$M^{14}_7\text{N}_2 = 2 \cdot 14 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} =$$

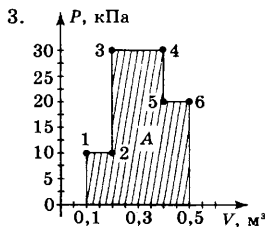
$$= 28 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)};$$

$$A = \frac{0,28 \cdot 8,3 \cdot (490 - 290)}{28 \cdot 10^{-3}} = 16,6 \text{ (кДж)};$$

$$\Delta U = Q - A; Q = cm\Delta T = 1,05 \cdot 0,28 \cdot (490 - 290) =$$

$$= 58,9 \text{ (кДж)}; \Delta U = 58,9 - 16,6 = 42,3 \text{ (кДж)}.$$

Ответ:  $A = 16,6 \text{ кДж}; \Delta U = 42,3 \text{ кДж}.$



$$A = A_{1-2} + A_{3-4} + A_{5-6};$$

$$A_{1-2} = P_1 \cdot \Delta V_1 = 10 \cdot 10^3 \cdot 0,1 = 10^3 \text{ (Дж)};$$

$$A_{3-4} = P_2 \cdot \Delta V_2 = 30 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 6 \cdot 10^3 \text{ (Дж)};$$

$$A_{5-6} = P_3 \cdot \Delta V_3 = 20 \cdot 10^3 \cdot 0,1 = 2 \cdot 10^3 \text{ (Дж)};$$

$$A = 9 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $A = 9$  кДж.

## § 48

1. Дано:

$$Q = 125 \text{ кДж};$$

$$A = 50 \text{ кДж};$$

$$U_1 = 220 \text{ кДж}$$

---


$$U_2 = ?$$

Решение:

$$U_1 + Q = A + U_2; U_2 = U_1 + Q - A =$$

$$= 220 + 125 - 50 = 295 \text{ (кДж)}.$$

Ответ:  $U_2 = 295$  кДж.

2. Дано:

$${}^4_2\text{He}_2;$$

$$m = 4 \text{ г};$$

$$V = \text{const};$$

$$P_1 = 0,1 \text{ МПа};$$

$$c = 3,18 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)};$$

$$t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$P_2 = 2P_1$$

---


$$V = ?$$

$$T_2 = ?$$

$$Q = ?$$

Решение:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2};$$

$$T_2 = \frac{P_2}{P_1} \cdot T_1 = 2 \cdot (273 + 17) = 580 \text{ К};$$

$$Q = cm\Delta T = 3,18 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot (580 - 290) = 3,7 \text{ (кДж)};$$

$$P_1 V = \frac{m}{M} RT_1;$$

$$V = \frac{mRT_1}{MP_1};$$

$$M = 4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 2 =$$

$$= 8 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)};$$

$$V = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 290}{8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 10^6} = 0,012 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Ответ:  $V = 0,012 \text{ м}^3$ ;  $T_2 = 580 \text{ К}$ ;  $Q = 3,7 \text{ кДж}$ .

3. Дано:

$${}^4_2\text{He}_2;$$

$$P = \text{const};$$

$$A = 2 \text{ кДж}$$

---


$$Q = ?$$

$$\Delta U = ?$$

Решение:

$$Q = A + \Delta U;$$

$$A = \frac{m}{M} R \Delta T;$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{3}{2} A = 3 \text{ (кДж)};$$

$$Q = 2 + 3 = 5 \text{ (кДж)}.$$

Ответ:  $Q = 5 \text{ кДж}$ ;  $\Delta U = 3 \text{ кДж}$ .

## ГЛАВА 10

## § 52

1. Дано:

$$\lambda = 3,4 \text{ м};$$

$$v = 1498 \text{ м/с}$$

$$v - ?$$

Решение:

$$\lambda = v \cdot T; T = \frac{\lambda}{v};$$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{v}{\lambda} = \frac{1498}{3,4} = 440 \text{ (с}^{-1}\text{)} = 440 \text{ Гц.}$$

Ответ:  $v = 440 \text{ Гц.}$ 

2. Дано:

$$T = 0,5 \text{ мс};$$

$$\lambda = 3 \text{ м}$$

$$v - ?$$

Решение:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^3 \text{ (м/с)} = 6 \text{ км/с.}$$

Ответ:  $v = 6 \text{ км/с.}$ 

3. Дано:

$$v$$

$$\lambda_1 = \lambda$$

$$\lambda_2 = 2\lambda$$

$$\frac{v_1}{v_2} - ?$$

Решение:

$$v = \lambda \cdot \nu; \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda}{2\lambda} = 0,5.$$

Ответ:  $\frac{v_1}{v_2} = 0,5.$ 

## § 53

1. Дано:

$$v_1 = 16 \text{ Гц};$$

$$v_2 = 20 \text{ кГц};$$

$$v = 343 \text{ м/с}$$

$$\lambda_1 - ?$$

$$\lambda_2 - ?$$

Решение:

$$\lambda = \frac{v}{\nu};$$

$$\lambda_1 = \frac{v}{\nu_1} = \frac{343}{16} = 21,4 \text{ (м)};$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{\nu_2} = \frac{343}{20 \cdot 10^3} = 17 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 17 \text{ мм.}$$

Ответ:  $\lambda_1 = 21,4 \text{ м}; \lambda_2 = 17 \text{ мм.}$ 

2. Дано:

$$v_1 = 100 \text{ кГц};$$

$$v_2 = 1 \text{ МГц};$$

$$v_1 = 343 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 1513 \text{ м/с}$$

$$\lambda_1 - ?$$

$$\lambda_2 - ?$$

Решение:

$$\lambda = \frac{v}{\nu};$$

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{\nu_1} = \frac{343}{10^5} = 3,43 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 3,43 \text{ мм};$$

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{\nu_2} = \frac{1513}{10^6} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 1,5 \text{ мм.}$$

Ответ:  $\lambda_1 = 3,43 \text{ мм}; \lambda_2 = 1,5 \text{ мм.}$

3. Дано:

$$\begin{aligned}
 h &= 686 \text{ м} \\
 t_1 &= t_2 \\
 v_1 &= 343 \text{ м/с} \\
 v_{2t} &= 0 \\
 \hline
 v_{20} &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
 t_1 &= \frac{h}{v_1} = \frac{686}{343} \approx 2 \text{ (сек.)}; \\
 h &= v_{20} \cdot t - \frac{gt_2^2}{2}; \\
 v_{20} &= \frac{h}{t_1} + \frac{gt_1}{2} = v_1 + \frac{gh}{2v_1} \\
 &= 343 + \frac{9,8 \cdot 686}{2 \cdot 343} = 353 \text{ (м/с)}.
 \end{aligned}$$

Ответ:  $v_{20} = 353 \text{ м/с}$ .

## ГЛАВА 11

## § 56

1. Дано:

$$\begin{aligned}
 {}_{92}^{235}\text{U} \\
 \hline
 Q - ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$Q^+ = 92 \cdot e = -92 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -1,47 \cdot 10^{-17} \text{ (Кл)}$  — отрицательный заряд электронной оболочки, равен положительному заряду ядра.  
 Ответ:  $Q^+ = 1,47 \cdot 10^{-17} \text{ Кл}$ ;  $Q^- = -1,47 \cdot 10^{-17} \text{ Кл}$ .

2. Дано:

$$\begin{aligned}
 Q &= -4,8 \cdot 10^{-13} \text{ Кл} \\
 \hline
 N &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{-4,8 \cdot 10^{-13}}{-1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^6 \text{ (электронов)}.$$

Ответ:  $N = 3 \cdot 10^6 \text{ электронов}$ .

3. Дано:

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{O}; \\
 V &= 9 \text{ мм}^3 = \\
 &= 9 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3; \\
 m_0 &= 3 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \\
 \hline
 Q - ?
 \end{aligned}$$

Решение:

${}^1_1\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{ электрона}$ ;  ${}^{16}_8\text{O} \rightarrow 8 \text{ электронов}$ ;  
 $N_1 = 2 + 8 = 10 \text{ электронов}$  в 1 молекуле  $\text{H}_2\text{O}$ ;  
 число молекул  $\text{H}_2\text{O}$  в капле воды:  
 $N_2 = \frac{m}{m_0} = \frac{\rho V}{m_0} = \frac{10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-9}}{3 \cdot 10^{-26}} = 3 \cdot 10^{20}$ ;  
 $Q = N_2 \cdot N_1 \cdot e = -3 \cdot 10^{20} \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -480 \text{ (Кл)}$ .  
 Ответ:  $Q^+ = 480 \text{ Кл}$ ;  $Q^- = -480 \text{ Кл}$ .

## § 57

1. Дано:

$$\begin{aligned}
 q &= 1 \text{ мкКл}; \\
 r &= 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м} \\
 \hline
 F &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$F = k \cdot \frac{q^2}{r^2} = \left( \frac{10^{-6}}{0,3} \right)^2 \cdot 9 \cdot 10^9 = 0,1 \text{ (Н)}.$$

Ответ:  $F = 0,1 \text{ Н}$ .

2. Дано:

$$r = 0,5 \text{ м};$$

$$F = 3,6 \text{ Н}$$

$$q - ?$$

Решение:

$$F = k \cdot \frac{q^2}{r^2};$$

$$q = r \sqrt{\frac{F}{k}} = 0,5 \sqrt{\frac{3,6}{9 \cdot 10^9}} = 10^{-5} \text{ (Кл)}.$$

Ответ:  $q = 10^{-5}$  Кл.

3. Дано:

$$m = 44,1 \text{ г} =$$

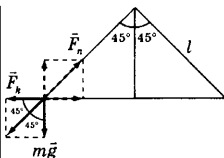
$$= 0,0441 \text{ кг};$$

$$l = 0,5 \text{ м};$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$q - ?$$

Решение:



Каждый из шариков испытывает действие 3 сил:  $\vec{F}_k$ ;  $m\vec{g}$ ;  $\vec{F}_n$ ;

$$\vec{F}_k + m\vec{g} + \vec{F}_n = 0;$$

$$F_k = mg; k \cdot \frac{q^2}{r^2} = mg;$$

$$r = l\sqrt{2}; k \cdot \frac{q^2}{2l^2} = mg;$$

$$q = l \sqrt{\frac{2mg}{k}} = 0,5 \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0441 \cdot 9,8}{9 \cdot 10^9}} =$$

$$= 0,49 \cdot 10^{-5} \text{ (Кл)} = 4,9 \text{ мкКл}.$$

Ответ:  $q = 4,9$  мкКл.

### § 58

1. Дано:

$$\vec{E} = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл};$$

$$q = -3 \text{ мкКл}$$

$$\vec{F}_1 - ?$$

Решение:

$$\vec{F}_1 = -q\vec{E} = -3 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot 10^5 =$$

$$= -6 \cdot 10^{-1} \text{ (Н)} = -0,6 \text{ Н}.$$

Ответ:  $F_1 = 0,6$  Н;  $\vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}$ .

2. Дано:

$$Tr;$$

$$r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

$$F - ?$$

$$E - ?$$

Решение:

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{(5,3 \cdot 10^{-11})^2} = 5,1 \cdot 10^{11} \text{ (Н/Кл)};$$

$$F = E \cdot q = 5,1 \cdot 10^{11} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 8,2 \cdot 10^{-8} \text{ (Н)}.$$

Ответ:  $E = 5,1 \cdot 10^{11}$  Н/Кл;  $F = 8,2 \cdot 10^{-8}$  Н.

3. Дано:

$$E = 1,3 \cdot 10^{11} \text{ Н/Кл};$$

$$e$$

$$a - ?$$

Решение:

$$F = E \cdot q = 1,3 \cdot 10^{11} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ (Н)};$$

$$F = ma;$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2,1 \cdot 10^{-8}}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 2,3 \cdot 10^{22} \text{ (м/с}^2\text{)}.$$

Ответ:  $a = 2,3 \cdot 10^{22}$  м/с<sup>2</sup>.

## § 59

1. Дано:

$$q = 10 \text{ мкКл};$$

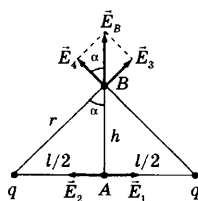
$$l = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м};$$

$$h = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$E_A = ?$$

$$E_B = ?$$

Решение:



$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0;$$

$$\vec{E}_B = \vec{E}_3 + \vec{E}_4;$$

$$r^2 = 0,06^2 + 0,08^2 = 0,01 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$r = 0,1 \text{ м};$$

$$E_3 = E_4 = \frac{kq}{r^2} =$$

$$= \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5}}{10^{-2}} =$$

$$= 9 \cdot 10^6 \text{ (Н/Кл)}; E_B = 2E_4 \cos \alpha = 2E_4 \cdot \frac{h}{r} =$$

$$= \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 0,08}{0,1} = 1,44 \cdot 10^7 \text{ (Н/Кл)}.$$

Ответ:  $E_A = 0$ ;  $E_B = 1,44 \cdot 10^7$  Н/Кл.

2. Дано:

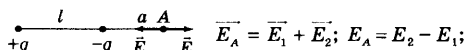
$$q = \pm 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$l = 10^{-9} \text{ м};$$

$$a = 2,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$E_A = ?$$

Решение:



$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2; E_A = E_2 - E_1;$$

$$E_1 = \frac{kq}{(l+a)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19}}{(1+0,25)^2 \cdot 10^{-18}} =$$

$$= 1,84 \cdot 10^9 \text{ (Н/Кл)};$$

$$E_2 = \frac{kq}{a^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19}}{6,25 \cdot 10^{-20}} =$$

$$= 4,6 \cdot 10^{10} \text{ (Н/Кл)};$$

$$E_A = 4,6 \cdot 10^{10} - 0,18 \cdot 10^{10} \approx 4,4 \cdot 10^{10} \text{ (Н/Кл)}.$$

Ответ:  $E_A = 4,4 \cdot 10^{10}$  Н/Кл.

3. Дано:

$$q = \pm 2 \text{ нКл};$$

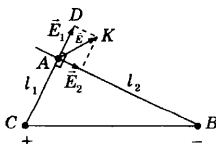
$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м};$$

$$l_1 = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м};$$

$$l_2 = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$E_A = ?$$

Решение:



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

$$E_1 = \frac{kq}{l_1^2}; E_2 = \frac{kq}{l_2^2};$$

$\triangle CAB$  — прямоугольный, т.к.  $l_1^2 + l_2^2 = l^2$ , следовательно,  $\triangle ADK$  — также прямоугольный.

$$E_A = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = kq \sqrt{\frac{1}{l_1^4} + \frac{1}{l_2^4}} =$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,06^4} + \frac{1}{0,08^4}} = 5736 \text{ (Н/Кл)}.$$

Ответ:  $E_A = 5736$  Н/Кл.



## ГЛАВА 12

## § 60

1. Дано:

$$E = 3 \cdot 10^6 \text{ Н/Кл};$$

$$l = 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\Delta E_k - ?$$

Решение:

$$\Delta E_k = eEl = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-9} = 1,44 \times$$

$$\times 10^{-21} \text{ (Дж)}.$$

$$\text{Ответ: } \Delta E_k = 1,44 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

2. Дано:

$$r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м};$$

$$p, e$$

$$W - ?$$

Решение:

$$W = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r} =$$

$$= -\frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 5,3 \cdot 10^{-11}} = -4,3 \cdot 10^{-18} \text{ (Дж)}.$$

$$\text{Ответ: } W = -4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}.$$

3. Дано:

$$r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м};$$

$$p, e$$

$$A - ?$$

Решение:

$$A = \Delta W = 0 - W = 4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж (см. предыду-$$

$$\text{щую задачу)}.$$

$$\text{Ответ: } A = 4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}.$$

## § 61

1. Дано:

$$r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м};$$

$$p, e$$

$$U - ? \quad W - ?$$

Решение:

$$U = E \cdot r; \quad E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^2};$$

$$U = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 5,3 \cdot 10^{-11}} = 27 \text{ (В)};$$

$$W = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} =$$

$$= -\frac{4,3 \cdot 10^{-18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = -27 \text{ (эВ)}.$$

$$\text{Ответ: } U = 27 \text{ В}; \quad W = -4,3 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} = -27 \text{ эВ}.$$

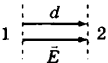
2. Дано:

$$U = 220 \text{ В};$$

$$d = 2 \text{ см}$$

$$E - ?$$

Решение:



$$E = \frac{U}{d} = \frac{220}{0,02} = 11000 \text{ (В/м)}.$$

$$\text{Ответ: } E = 11000 \text{ В/м. (опечатка в учебнике)}.$$

3. Дано:

$$U_1 = 125 \text{ В};$$

$$U_2 = 75 \text{ В};$$

$$A = 1 \text{ мДж}$$

$$q - ?$$

Решение:

$$A = q \cdot \Delta U;$$

$$q = \frac{A}{\Delta U} = \frac{10^{-3}}{125 - 75} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ (Кл)} = 20 \text{ мкКл}.$$

$$\text{Ответ: } q = 20 \text{ мкКл}.$$

## § 63

1. Дано:

$$Q = -5,7 \cdot 10^5 \text{ Кл};$$

$$R = 6400 \text{ км};$$

$$\varepsilon = 80$$

$$E_1 - ?$$

$$E_2 - ?$$

Решение:

$$E_1 = k \cdot \frac{Q}{R^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5,7 \cdot 10^5}{(6,4 \cdot 10^6)^2} = 125 \text{ (В/м)};$$

$$E_2 = \frac{E_1}{\varepsilon} = 1,6 \text{ (В/м)}.$$

Ответ:  $E_1 = 125 \text{ В/м}; E_2 = 1,6 \text{ В/м}.$ 

2. Дано:

$$U_1 = 200 \text{ В};$$

$$U_2 = 8 \text{ В}$$

$$\varepsilon - ?$$

Решение:

$$E_1 = \frac{U_1}{d}; E_2 = \frac{E_1}{\varepsilon} = \frac{U_2}{d};$$

$$\varepsilon = E_1 \cdot \frac{d}{U_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{200}{8} = 25.$$

Ответ:  $\varepsilon = 25.$ 

3. Дано:

$$m = 41 \text{ мг};$$

$$E = 400 \text{ кВ/м}$$

$$q - ?$$

Решение:

$$qE = mg;$$

$$q = \frac{mg}{E} = \frac{41 \cdot 10^{-6} \cdot 9,8}{400 \cdot 10^3} = 10^{-9} \text{ (Кл)} = 1 \text{ нКл}.$$

Ответ:  $q = 1 \text{ нКл}.$ 

## § 66

1. Дано:

$$Q = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Кл};$$

$$U = 200 \text{ В}$$

$$C - ?$$

Решение:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{200} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ (Ф)} = 3 \text{ мкФ}.$$

Ответ:  $C = 3 \text{ мкФ}.$ 

2. Дано:

$$C = 1 \text{ пФ};$$

$$S = 1 \text{ см}^2;$$

$$\varepsilon = 4$$

$$d - ?$$

Решение:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}; d = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{C} =$$

$$= \frac{4 \cdot 1 \cdot 10^{-4} \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-12}} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ (м)} = 3,5 \text{ мм}.$$

Ответ:  $d = 3,5 \text{ мм}.$ 

3. Дано:

$$C = 1 \text{ пФ};$$

$$d = 0,5 \text{ мм};$$

$$\varepsilon = 7$$

$$S - ?$$

$$S_1 - ?$$

Решение:

$$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}; S = \frac{Cd}{\varepsilon_0} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-12} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{8,854 \cdot 10^{-12}} = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^2\text{)} = 56 \text{ мм}^2;$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S_1}{d}; S_1 = \frac{Cd}{\varepsilon \varepsilon_0} = \frac{S}{\varepsilon} = \frac{56}{7} = 8 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Ответ:  $S = 56 \text{ мм}^2; S_1 = 8 \text{ мм}^2.$