

ВАРІАНТ №13

	А	Б	В	Г
1.1			X	
1.2		X		
1.3	X			
1.4		X		
1.5			X	

	А	Б	В	Г
1.6	X			
1.7			X	
1.8			X	
1.9*				X

	А	Б	В	Г
2.1 ¹				
2.2			X	
2.3 ²				
2.4			X	

	А	Б	В	Г	Д
2.5*	1		X		
	2	X			
	3			X	
	4				X

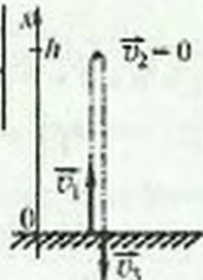
3.1	7,5 Дж.
3.2	39,5 кг.
3.3	1,76 В.
3.4*	Плівка здається темною.

Задача 3.1

$$E_1 = 12 \text{ Дж}$$

$$E_2 = 9,5 \text{ Дж}$$

$$E_3 = ?$$



Оскільки $E_1 > E_2$, то повна механічна енергія не зберігається, бо на тіло діє сила опору повітря, яку при невеликих швидкостях можна обчислити за формулою $F_0 = kv$. Швидкість при русі вгору зменшується від v_1 до $v_2 = 0$, тому середня сила опору при піднятті дорівнює $F_{01} = \frac{1}{2}kv_1$.

При падінні швидкість зростає від $v_2 = 0$ до v_3 , тоді $F_{02} = \frac{1}{2}kv_3$. Робота сили опору при піднятті дорівнює $A_{01} = F_{01}h = \frac{1}{2}kv_1h = E_2 - E_1$, а при спуску

$A_{02} = F_{02}h = \frac{1}{2}kv_3h = E_3 - E_2$. Поділивши рівняння почленно, отримаємо:

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{E_2 - E_1}{E_3 - E_2}. \text{ Оскільки } v_1 = \sqrt{\frac{2E_1}{m}}, v_3 = \sqrt{\frac{2E_3}{m}}, \text{ то } \sqrt{\frac{E_1}{E_3}} = \frac{E_2 - E_1}{E_3 - E_2}. \text{ Звідси}$$

$(E_2 - E_1)^2 E_3 = E_1 (E_3 - E_2)^2$. Після підстановки числових значень отримаємо квадратне рівняння $12E_3^2 - 234,25E_3 + 1083 = 0$, коренями якого є: $E_3 = 12$ (Дж) — не має фізичного змісту та $E_3^* = 7,5$ (Дж).

Відповідь: 7,5 Дж.

¹ 2.1. Відповідь: 3040. Такого дистрактора немає.

² 2.2. Умова задачі некоректна, оскільки зображеної на графіку залежності між f та d не існує.

Функція $f(d) = \frac{F_0}{d - F}$ не є оберненою пропорційністю.

Задача 3.2

$$W = 200 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 7,2 \cdot 10^8 \text{ Дж}$$

$$U = 6 \text{ В}$$

$$n = 2$$

$$M = 63,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$m = ?$$

$$It = \frac{W}{U}. \text{ Тоді } m = \frac{M}{nF} \cdot \frac{W}{U}.$$

$$\text{Одиниці: } [m] = \frac{\text{кг/моль}}{\text{Кл/моль}} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{В}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{Дж}}{\text{Дж}} = \text{кг}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{m\} = 39,5 \text{ (кг)}$.

Відповідь: 39,5 кг.

Задача 3.3

$$\mathcal{E} = 2 \text{ В}$$

$$r = 0,6 \text{ Ом}$$

$$\rho = 42 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$l = 2,1 \text{ м}$$

$$S = 0,2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$U = ?$$

Із закону Ома для повного кола $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ та для ділянки

кола $I = \frac{U}{R}$, отримаємо $U = \frac{\mathcal{E}R}{R+r}$. Опір нікелінового

дроту $R = \rho \frac{l}{S}$. Тоді $U = \frac{\mathcal{E} \rho l}{S \left(\rho \frac{l}{S} + r \right)} = \frac{\mathcal{E} \rho l}{\rho l + Sr}$.

$$\text{Перевіримо одиниці вимірювання: } [U] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{Ом} \cdot \text{м} \cdot \text{м} + \text{м}^2 \cdot \text{Ом}} = \text{В}.$$

Обчислення: $\{U\} = 1,76 \text{ (В)}$.

Відповідь: 1,76 В.

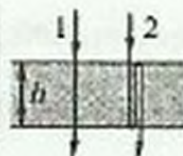
Задача 3.4*

$$h = 0,5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda = 590 \text{ нм} = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$n = 1,48$$

$$m = ?$$



При накладанні хвилі 1 і 2 спостерігається інтерференція.

Оптична різниця ходу: $\delta = 2hn$.

Умова максимуму чи мінімуму: $\delta = m \frac{\lambda}{2}$.

$$\text{Отже, } m = \frac{4hn}{\lambda}. \text{ Одиниці вимірювання: } [m] = \frac{\text{м}}{\text{м}} = 1.$$

Після підстановки числових значень, отримаємо: $\{m\} \approx 5$. Оскільки m — непарне, то спостерігається мінімум освітленості і плівка здається темною.

Відповідь: плівка здається темною.

Задача 4.1

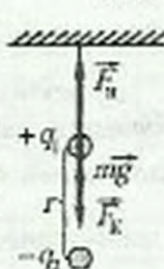
$$m = 0,6 \text{ г} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$q_1 = 12 \text{ нКл} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$q_2 = -3 \text{ нКл} = -3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$F_u = 10 \text{ мН} = 10^{-2} \text{ Н}$$

$$r = ?$$



Кулька перебуває у рівновазі під дією вказаних на рисунку сил. Умова рівноваги: $F_u + mg = F_v$.

де $F_v = \frac{kq_1|q_2|}{r^2}$ — сила Кулона.

$$\text{Тоді } \frac{kq_1|q_2|}{r^2} + mg = F_u.$$

$$\text{Отже, } r = \sqrt{\frac{kq_1|q_2|}{F_u - mg}}. \text{ Одиниці вимірювання: } [r] = \sqrt{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н}}} = \text{м}.$$

$$\text{Обчислення: } \{r\} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}.$$

$$\text{Відповідь: } 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Задача 4.2*

$$E = 5 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$N = ?$$

При злитті протона й електрона утворюється два кванти електромагнітного випромінювання: $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma$, що мають загальну енергію E .

Знехтувавши кінетичною енергією часточок до взаємодії, запишемо закон збереження енергії: $NE_0 = E$,

де $E_0 = 2mc^2$ — енергія спокою пари електрон – позитрон, N — кількість пар.

$$\text{Після підстановки отримуємо: } 2Nmc^2 = E. \text{ Звідси } N = \frac{E}{2mc^2}.$$

$$\text{Одиниці вимірювання: } [N] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} = 1. \text{ Обчислення: } \{N\} = 3.$$

$$\text{Відповідь: } 3 \text{ пари}.$$

	А	Б	В	Г
1.1				X
1.2			X	
1.3			X	
1.4			X	
1.5		X		

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7				X
1.8			X	
1.9*			X	

	А	Б	В	Г
2.1		X		
2.2	X			
2.3				X
2.4			X	

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1					
2					
3					
4					

3.1 0,5 Ом; 1,5 В.

3.2 648 000.

3.3 40 с.

3.4* $1,9 \cdot 10^{-6}$ м.

Задача 3.1

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = 2 \text{ Ом} \\ I_1 = 0,6 \text{ А} \\ R_2 = 1 \text{ Ом} \\ I_2 = 1 \text{ А} \\ r = ? \quad \varepsilon = ? \end{array} \right\} \text{За законом Ома для повного кола} \left\{ \begin{array}{l} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \\ I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} \end{array} \right.$$

звідси $\begin{cases} \varepsilon = I_1(R_1 + r) \\ \varepsilon = I_2(R_2 + r) \end{cases}$. Тоді $I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r$, звідси $r = \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1}$. Тоді

$$\varepsilon = I_1 \left(R_1 + \frac{I_1 R_1 - I_2 R_2}{I_2 - I_1} \right) = \frac{I_1 I_2 (R_1 - R_2)}{I_2 - I_1}. \text{ Перевіримо одиниці вимірювання:}$$

$$[r] = \frac{\text{А} \cdot \text{Ом}}{\text{А}} = \text{Ом}, \quad [\varepsilon] = \frac{\text{А} \cdot \text{А} \cdot \text{Ом}}{\text{А}} = \text{А} \cdot \text{Ом} = \text{В}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{r\} = 0,5 \text{ (Ом)}, \{\varepsilon\} = 1,5 \text{ (В)}$.

Відповідь: 0,5 Ом; 1,5 В.

Задача 3.2

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = 1,25 R_2 \\ T_1 = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с} \\ T_2 = 12 \text{ год} = 43200 \text{ с} \\ a_1/a_2 = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Доцентрове прискорення дорівнює } a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R. \\ \text{Прискорення кінця секундної стрілки } a_1 = \frac{4\pi^2 R_1}{T_1^2}; \end{array}$$

$$\text{годинної стрілки} \quad a_2 = \frac{4\pi^2 R_2}{T_2^2}. \text{ Відношення прискорень } \frac{a_1}{a_2} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2.$$

2.5. Некоректно подані варіанти відповідей для утворення логічних пар.

- 1) Швидкість першого тіла зміниться за величиною і напрямком, а швидкість другого — збільшиться.
- 2) Швидкість першого тіла зміниться тільки за величиною, а швидкість другого — збільшиться.
- 3) Швидкості обох тіл зміняться за величиною і напрямком.
- 4) Тіла не зіткнуться.

ВАРІАНТ №15

	А	Б	В	Г
1.1				X
1.2		X		
1.3			X	
1.4	X			
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7			X	
1.8			X	
1.9*	X			

	А	Б	В	Г
2.1				X
2.2	X			
2.3		X		
2.4		X		

	А	Б	В	Г	Д
2.5*	1				X
	2	X			
	3			X	
	4		X		

3.1 1,5 В.

3.2 0,11 Дж.

3.3 2.

3.4* 58,3 А.

Задача 3.1

За законом Ома для замкнутого кола

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}. \text{ На ділянці з резисто-}$$

$$\text{ром } R_2: U_2 = IR_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2 + r}.$$

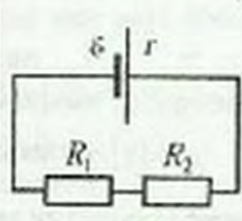
$\mathcal{E} = 4,5 \text{ В}$

$r = 1,5 \text{ Ом}$

$R_1 = 4,5 \text{ Ом}$

$R_2 = 3 \text{ Ом}$

$U_2 = ?$



Перевіримо одиниці вимірювання: $[U_2] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом}}{\text{Ом}} = \text{В}.$

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 1,5 \text{ (В)}.$

Відповідь: 1,5 В.

Задача 3.2

$\varphi_1 = 110 \text{ В}$

$\varphi_2 = -110 \text{ В}$

$q = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$

$A = ?$

Нехай заряд переміщують з першого провідника на другий.

$A = q(\varphi_1 - \varphi_2).$ Перевіримо одиниці вимірювання:

$[A] = \text{Кл} \cdot \text{В} = \text{Дж}.$ Обчисливши, отримуємо: $\{A\} = 0,11 \text{ (Дж)}.$

Відповідь: 0,11 Дж.

Задача 3.3

У повітрі в положенні рівноваги вага тягарця маятника дорівнює $P = mg,$ а період коливань математичного маятника

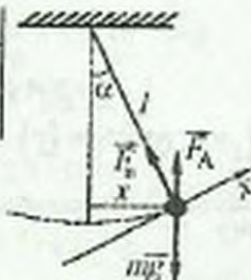
$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \text{ Вага тіла у воді дорівнює}$$

$$P^* = mg^* = mg - F_A = mg - \rho g V.$$

$\rho = 0,75\rho_0$

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

T_1



Звідси $g^* = g \frac{\rho g V}{\rho_0 V} = g \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = \frac{g}{4}.$ Тоді період коливань маятника у воді

$$\text{порівнює } I_2 = 2\sqrt{\frac{I}{\epsilon}} = 2\sqrt{\frac{I}{\epsilon}} = 2 \cdot 2\sqrt{\frac{I}{\epsilon}} = 4\sqrt{\frac{I}{\epsilon}} \text{ Оскільки } \frac{I}{\epsilon} = 2$$

Відповідь: 2.

Задача 3.4*

$$r = 8,7 \text{ см} = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$F = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$

$$l = 320 \text{ см} = 3,2 \text{ м}$$

$$I_1 = I_2 = I$$

$$\mu = 1$$

$$I = ?$$



Розв'яжемо задачу, не враховуючи крайові ефекти.

Якщо по паралельних провідниках течуть струми в одному напрямку, то вони притягуються із силою

$$F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi r}. \text{ Звідси } I = \sqrt{\frac{2\pi r F}{\mu_0 l}}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання:

$$[I] = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{Н}}{\frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot \text{м}}} = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{Н} \cdot \text{А}}{\text{В} \cdot \text{с}}} = \sqrt{\frac{\text{Дж} \cdot \text{А}}{\text{В} \cdot \text{с}}} = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{А}}{\text{В} \cdot \text{с}}} = \text{А}.$$

Підставивши значення фізичних величин, отримаємо: $\{I\} = 58,3 \text{ (А)}$.

Відповідь: 58,3 А.

Задача 4.1

$$\rho = 110 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$V = 10 \text{ см}^3 = 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}$$

$$\Delta t = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$j = 3 \text{ А/мм}^2 = 3 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$$

$$\eta = 0,7$$

$$c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$m = ?$$

ККД кип'ятильника $\eta = \frac{Q}{A_{\text{ек}}}$, де $Q = cm\Delta t$ — кількість теплоти, що витрачається на нагрівання води.

$A_{\text{ек}} = UIt = I^2 Rt$ — робота електричного струму. $I = jS$ — сила струму у ніхромовій дротині;

$R = \rho \frac{l}{S}$ — опір провідника.

$$\text{Тоді } A_{\text{ек}} = j^2 S^2 \frac{\rho l}{S} t = j^2 \rho t S l = j^2 \rho t V.$$

$$\text{Після підстановки отримаємо: } \eta = \frac{cm\Delta t}{j^2 \rho t V}, \text{ звідси } m = \frac{\eta^2 \rho t V}{c \Delta t}.$$

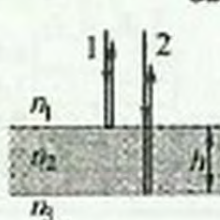
$$\text{Одиниці вимірювання: } [m] = \frac{\text{А}^2}{\text{м}^4} \cdot \frac{\text{Ом} \cdot \text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^3}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} = \frac{\text{А}^2 \cdot \text{Ом} \cdot \text{с} \cdot \text{кг}}{\text{Дж}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} \cdot \text{кг} = \text{кг}.$$

Обчислення: $\{m\} = 0,011 \text{ (кг)}$.

Відповідь: 11 г.

Задача 4.2*

$$\begin{aligned} n_1 &= 1 \\ n_2 &= 1,47 \\ n_3 &= 1,33 \\ \lambda &= 588 \cdot 10^{-9} \text{ м} \\ h &= ? \end{aligned}$$



Хвилі 1 і 2, які відбиваються від верхньої та нижньої граней плівки олії, накладаються і підсилюють одна одну. Умова інтерференційних максимумів: $\Delta = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, де k — порядок максимуму.

Оскільки хвиля 1 при відбиванні від оптично густішого середовища втрачає $\lambda/2$, то оптична різниця ходу двох хвиль дорівнює

$$\Delta = \Delta_2 - \Delta_1 = 2hn_2 - \left(-\frac{\lambda}{2}\right) = 2hn_2 + \frac{\lambda}{2}.$$

Тоді $2hn_2 + \frac{\lambda}{2} = k\lambda$. Звідси $h = \frac{(2k-1)\lambda}{4n_2}$

$h = h_{\min}$, якщо $k = 1$, тоді $h_{\min} = \frac{\lambda}{4n_2}$.

Одиниці вимірювання: $[h] = \text{м}$. Обчисливши, отримаємо: $\{h\} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}$.

Відповідь: $1 \cdot 10^{-7} \text{ м}$.

	А	Б	В	Г
1.1			X	
1.2	X			
1.3	X			
1.4	X			
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7		X		
1.8	X			
1.9*			X	

	А	Б	В	Г
2.1			X	
2.2			X	
2.3			X	
2.4	X			

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1					X
2				X	
3			X		
4	X				

3.1	1,5 А.
3.2	387 К.
3.3	3,575 г.
3.4*	606 К.

Задача 3.1

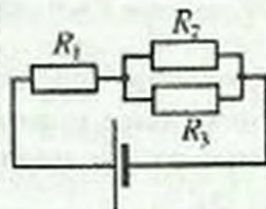
$$R_1 = 1 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_3 = 4 \text{ Ом}$$

$$I_2 = 0,5 \text{ А}$$

$$I_1 = ?$$



Напряга на ділянці з R_2 : $U_2 = I_2 R_2$.
При паралельному з'єднанні $U_2 = U_3$.

Тоді $I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{I_3 R_3}{R_2}$. Сила струму через R_1 : $I_1 = I_2 + I_3 = I_2 \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right)$.

Одиниці: $[I_1] = \text{А} \cdot (1 + \text{Ом}/\text{Ом}) = \text{А}$. Обчислення: $\{I_1\} = 1,5 \text{ (А)}$.

Відповідь: 1,5 А.

Задача 3.2

$$\frac{Q_x = 3/4 Q_H}{T_x = 290 \text{ К}} \quad \text{ККД ідеального теплового двигуна } \eta = \frac{T_H - T_x}{T_H} = 1 - \frac{T_x}{T_H}. \text{ Оскільки}$$

$$T_H = ?$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_x}{Q_H} = 1 - \frac{Q_x}{Q_H}, \text{ то } \frac{T_x}{T_H} = \frac{Q_x}{Q_H}, \text{ звідси } T_H = \frac{Q_H T_x}{Q_x}.$$

Одиниці вимірювання: $[T_H] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{К}}{\text{Дж}} = \text{К}$. Обчислення: $\{T_H\} \approx 387 \text{ (К)}$.

Відповідь: 387 К.

Задача 3.3

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varphi_1 = 0,75$$

$$\varphi_2 = 1$$

$$V = 1 \text{ м}^3$$

$$t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 17,3 \text{ г/м}^3 = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 9,4 \text{ г/м}^3 = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta m = ?$$

Відносна вологість повітря дорівнює $\varphi = \rho / \rho_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m}{V \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}}$. Звідси, маса водяної пари у повітрі $m = \varphi V \rho_{\text{H}_2\text{O}}$. У I випадку $m_1 = \varphi_1 V \rho_{\text{H}_2\text{O}1}$; у II випадку $m_2 = \varphi_2 V \rho_{\text{H}_2\text{O}2}$ (де $\varphi_2 = 1$, бо випадає роса). Маса води, що випадає у вигляді роси, дорівнює $\Delta m = m_1 - m_2 = V(\varphi_1 \rho_{\text{H}_2\text{O}1} - \varphi_2 \rho_{\text{H}_2\text{O}2})$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\Delta m] = \text{м}^3 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{кг}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\Delta m\} = 3,575 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$.

Відповідь: 3,575 г.

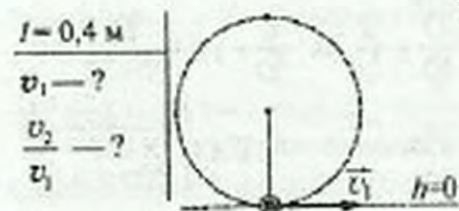
Задача 3.4*

$\alpha = 0,0033 \text{ 1/K}$ | Залежність опору металу від температури: $R = R_0 (1 + \alpha t)$.
 $R = 3R_0$
 $\Delta t = ?$ | За умовою $R = 3R_0$, тому $3 = 1 + \alpha t$, звідси $t = \frac{2}{\alpha}$ або $\Delta t = \frac{2}{\alpha}$.

Одиниці: $[\Delta t] = \text{К}$. Обчисливши, отримуємо: $\{\Delta t\} = 606 \text{ (К)}$.

Відповідь: 606 К.

Задача 4.1

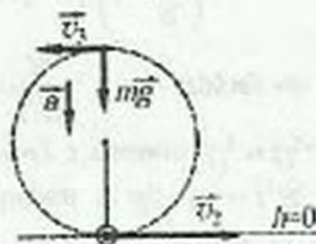


а) Кулька, закріплена на жорсткому стержні, здійснить повний оберт, якщо у верхній точці траєкторії її швидкість дорівнює 0. За законом збереження енергії: $\frac{mv_1^2}{2} = 2mgl$.

Звідси $v_1 = \sqrt{4gl} = 2\sqrt{gl}$.

Одиниці вимірювання: $[v_1] = \sqrt{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \text{м} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Обчислення: $\{v_1\} = 4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$.

б) Кулька, підвішена на невагомій нерозтяжній нитці, здійснить повний оберт, якщо у верхній точці $F_n \geq 0$. За II законом Ньютона у верхній точці $ma = mg$, звідси $a = g = \frac{v_2^2}{l}$ — доцентрове прискорення кульки. Отже, $v_2^2 = gl$.



За законом збереження енергії: $\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + 2mgl$. Тоді $v_2^2 = v_1^2 + 4gl$. Після підстановок отримуємо: $v_2^2 = gl + 4gl = 5gl$, звідси $v_2 = \sqrt{5gl}$. Відношення швидкостей $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{5gl}}{\sqrt{4gl}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \approx 1,12$. Одиниці вимірювання $\left[\frac{v_2}{v_1} \right] = 1$.

Відповідь: 4 м/с ; 1,12.

$$\Delta t_1^{\circ} = 5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_2^{\circ} = 3^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t^{\circ} = ?$$

I теплообмін: перша ложка гарячої води віддає теплоту калориметру. $c_s m_s \Delta t_1^{\circ} = c_s m_s (t^{\circ} - t_1^{\circ})$, де t° — початкова температура води, t_1° — її кінцева температура (1).

II теплообмін: друга ложка гарячої води віддає теплоту калориметру і більш холодній воді.

Запишемо рівняння теплового балансу: $c_s m_s \Delta t_2^{\circ} + c_s m_s \Delta t_2^{\circ} = c_s m_s (t^{\circ} - t_2^{\circ})$, де $t_2^{\circ} = t_1^{\circ} + \Delta t_2^{\circ}$ — кінцева температура води в калориметрів кінці цього теплообміну.

З даної системи рівнянь, виключивши $(t^{\circ} - t_1^{\circ})$, отримуємо: $c_s m_s = 3c_s m_s$. (2)

III теплообмін: 48 ложок гарячої води віддають теплоту калориметру і двом ложкам холодної води.

Рівняння теплового балансу в цьому випадку має вигляд:

$c_s m_s \Delta t^{\circ} + 2c_s m_s \Delta t^{\circ} = 48c_s m_s (t^{\circ} - t_3^{\circ})$, де $t_3^{\circ} = t_1^{\circ} + \Delta t_2^{\circ} + \Delta t^{\circ}$ — кінцева температура води в калориметрі. Тоді

$$c_s m_s \Delta t^{\circ} + 2c_s m_s \Delta t^{\circ} = 48c_s m_s (t^{\circ} - t_1^{\circ} - \Delta t_2^{\circ} - \Delta t^{\circ}).$$

Звідси $c_s m_s \Delta t^{\circ} + 2c_s m_s \Delta t^{\circ} + 48c_s m_s \Delta t_2^{\circ} + 48c_s m_s \Delta t^{\circ} = 48c_s m_s (t^{\circ} - t_1^{\circ})$.

Підставимо в отримане рівняння значення з рівняння (1):

$$c_s m_s \Delta t^{\circ} + 48c_s m_s \Delta t_2^{\circ} + 50c_s m_s \Delta t^{\circ} = 48c_s m_s \Delta t_1^{\circ}. \text{ Враховуючи рівняння (2),}$$

отримаємо: $3c_s m_s \Delta t^{\circ} + 50c_s m_s \Delta t^{\circ} + 48c_s m_s \Delta t_2^{\circ} = 144c_s m_s \Delta t_1^{\circ}$.

$$\text{Звідси } 53\Delta t^{\circ} + 48\Delta t_2^{\circ} = 144\Delta t_1^{\circ}, \text{ тоді } \Delta t^{\circ} = \frac{144\Delta t_1^{\circ} - 48\Delta t_2^{\circ}}{53}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\Delta t^{\circ}] = ^{\circ}\text{C}$.

У результаті обчислень отримуємо: $\{\Delta t^{\circ}\} = 11^{\circ}\text{C}$.

Відповідь: 11°C .

ВАРІАНТ №17

	А	Б	В	Г
1.1	X			
1.2				X
1.3				X
1.4	X			
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7				X
1.8				X
1.9*	X			

	А	Б	В	Г
2.1		X		
2.2				X
2.3	X			
2.4		X		

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1					X
2					X
3		X			
4			X		

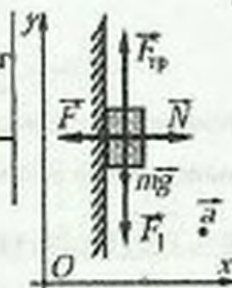
3.1 10 Н; 2,5 Н.

3.2 $2,5 \cdot 10^{-3}$ Кл.

3.3 54,54 °С.

3.4* $1,2 \cdot 10^{-12}$ м.

$g = 10 \text{ м/с}^2$
 $m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг}$
 $F_1 = 1,5 \text{ Н}$
 $\mu = 0,2$
 $F = ?$
 $F_2 = ?$



Задача 3.1

а) Рівномірний рух униз. Ох: $N = F$,
 Оу: $F_1 + mg = F_{тр}$. Сила тертя ковзання
 $F_{тр} = \mu N$. Розв'язавши систему рівнянь,

$$\text{отримаємо: } F = \frac{F_1 + mg}{\mu} \quad (1).$$

$$\text{Одиниці: } [F] = \frac{\text{Н} + \text{кг} \cdot \text{м/с}^2}{1} = \text{Н}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{F\} = 10 \text{ (Н)}$.

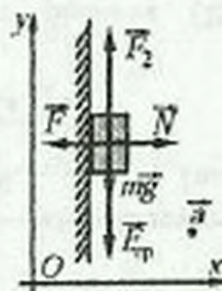
б) Рівномірний рух угору. Ох: $N = F$,
 Оу: $F_2 = F_{тр} + mg$, $F_{тр} = \mu N$, звідси $F_2 = \mu F + mg$.

Підставивши значення F з рівняння (1), отримаємо
 $F_2 = F_1 + 2mg$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[F_2] = \text{Н}$.

Обчисливши, отримаємо: $\{F_2\} = 2,5 \text{ (Н)}$.

Відповідь: 10 Н; 2,5 Н.



Задача 3.2

$R = 100 \text{ Ом}$

$N = 1000$

$S = 5 \text{ см}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$B_1 = 0,8 \text{ Тл}$

$B_2 = 0,3 \text{ Тл}$

$q = ?$

Заряд, що пройде по контуру $q = I_1 \Delta t$. Індукційний струм

$I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R}$. ЕРС індукції $\mathcal{E}_1 = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$. Зміна магнітного пото-

ку $\Delta \Phi = B_2 S - B_1 S = (B_2 - B_1) S$, якщо контур розташова-

ний перпендикулярно до лінії індукції.

$$\text{Отже, } q = - \frac{(B_2 - B_1) NS}{R}. \quad \text{Одиниці: } [q] = \frac{\text{Тл} \cdot \text{м}^2}{\text{Ом}} = \frac{\text{Вб}}{\text{Ом}} = \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{Ом}} = \text{А} \cdot \text{с} = \text{Кл}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{q\} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (Кл)}$.

Відповідь: $2,5 \cdot 10^{-3}$ Кл.

$$c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{}^\circ\text{C)}$$

$$r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$V = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$t_1^\circ = 100^\circ\text{C}$$

$$t_2^\circ = 15^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$t^\circ = ?$$

$$\text{Звідси } t^\circ = \frac{m_1 r + c m_1 t_1^\circ + c \rho V t_2^\circ}{c(m_1 + \rho V)}$$

$$\text{Одиниці вимірювання: } [t^\circ] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \text{кг} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{}^\circ\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot \text{}^\circ\text{C} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{}^\circ\text{C}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{}^\circ\text{C}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{}^\circ\text{C}} \left(\text{кг} + \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \right)} = \text{}^\circ\text{C}$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{t^\circ\} = 54,54 \text{ (}^\circ\text{C)}$.
 Відповідь: $54,54 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 3.4*

$\theta = 60^\circ$
 $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
 $\Delta\lambda = ?$

Ефект Комптона спостерігається під час взаємодії фотона з електроном. Зміна довжини хвилі: $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$, де m_0 — маса спокою електрона.

$$\text{Перевіримо одиниці вимірювання: } [\Delta\lambda] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot \text{м/с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{кг} \cdot \text{м}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} = \text{м}$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{\Delta\lambda\} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ (м)}$.
 Відповідь: $1,2 \cdot 10^{-12} \text{ м}$.

Задача 4.1

$$I = 10 \text{ А}$$

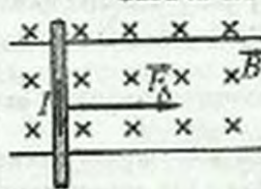
$$\alpha = 90^\circ$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$S = 1 \text{ мм}^2 = 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\rho = 5 \text{ г/см}^3 = 5000 \text{ кг/м}^3$$

$$B = ?$$



На провідник зі струмом у магнітному полі діє сила Ампера, яка надає тілу прискорення a . За II законом Ньютона $ma = F_A$, де $F_A = BI$ — сила Ампера.

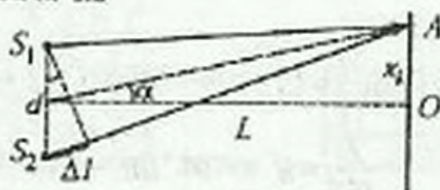
$$\text{Маса провідника } m = \rho V = \rho SI. \text{ Тоді } \rho S I a = BI, \text{ звідси } B = \frac{\rho S a}{I}$$

$$\text{Одиниці: } [B] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{м/с}^2}{\text{м}^3 \cdot \text{А}} = \frac{\text{Н}}{\text{м} \cdot \text{А}} = \text{Тл}. \text{ Обчислення: } \{B\} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ (Тл)}$$

Відповідь: $1 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$.

Задача 4.2*

$$\begin{aligned} n &= 1 \\ d &= 1 \cdot 10^{-4} \text{ м} \\ L &= 1 \text{ м} \\ \Delta x &= 5,6 \text{ мм} = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\ \lambda &= ? \end{aligned}$$



При накладанні когерентних хвиль від джерел S_1 та S_2 у точці A на екрані утворюється k -тий максимум. Знайдемо відстань x_k від нульового максимуму

(т. O) до k -го (т. A). Умова інтерференційних максимумів: $\Delta = 2k \cdot \frac{\lambda}{2} = k\lambda$, де

$\Delta = \Delta l \cdot n = d \sin \alpha \cdot n$ — оптична різниця ходу двох хвиль у повітрі, n — абсолютний показник заломлення повітря. Тоді $k\lambda = d \sin \alpha \cdot n$.

Для малих кутів $\sin \alpha \approx \text{tg} \alpha = \frac{x_k}{L}$, де L — відстань від щілини до екрана.

Отже, $k\lambda = d \cdot \frac{x_k}{L} \cdot n$, звідси $x_k = \frac{k\lambda L}{dn}$.

Відстань від нульового до $(k+1)$ -го максимуму дорівнює $x_{k+1} = \frac{(k+1)\lambda L}{dn}$.

Відстань між двома сусідніми максимумами становить

$$\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{(k+1)\lambda L}{dn} - \frac{k\lambda L}{dn} = \frac{\lambda L}{dn}. \text{ Тоді } \lambda = \frac{\Delta x dn}{L}.$$

Одиниці вимірювання: $[\lambda] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{м}$.

Обчислення: $[\lambda] = 560 \cdot 10^{-9} \text{ м}$.

Така довжина хвилі відповідає зеленому світлу видимого діапазону.

Відповідь: 560 нм.

	А	Б	В	Г
1.1			X	
1.2	X			
1.3	X			
1.4			X	
1.5		X		

	А	Б	В	Г
1.6	X			
1.7			X	
1.8				X
1.9*	X			

	А	Б	В	Г
2.1 ¹			X	
2.2	X			
2.3				X
2.4		X		

	А	Б	В	Г	Д
2.5*	1				X
	2		X		
	3	X			
	4	X			

3.1 $29,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м.}$

3.2 $4,55 \text{ мм.}$

3.3 $4,85 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$

3.4* При зниженні температура холодильника ККД збільшиться на більшу величину.

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

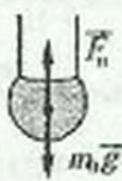
$$\rho = 880 \text{ кг/м}^3$$

$$N = 570$$

$$V = 6 \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$d = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$\sigma = ?$$

**Задача 3.1**

Умова відриву краплі $m_0 g = F_n$. Сила поверхневого натягу $F_n = \sigma l = \sigma \pi d$. Маса

$$\text{краплі } m_0 = \frac{m}{N} = \frac{\rho V}{N}$$

Після підстановки маємо $\rho V g / N = \sigma \pi d$,

$$\text{звідси } \sigma = \frac{\rho V g}{N \pi d}. \text{ Перевіримо одиниці вимірювання: } [\sigma] = \frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{\sigma\} = 29,5 \cdot 10^{-3} \text{ (Н/м)}$.

Відповідь: $29,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

Задача 3.2

$\alpha = 90^\circ$

$v = 40000 \text{ км/с} = 4 \cdot 10^7 \text{ м/с}$

$|q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

$B = 0,05 \text{ Тл}$

$R = ?$

Електрон рухається по колу під дією сили Лоренца.

За II законом Ньютона $m a = F_z = q v B$.

Доцентрове прискорення $a = \frac{v^2}{R}$. Звідси $R = \frac{m v}{q B}$.

$$[R] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}}{\text{Кл} \cdot \text{Тл}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}}{\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{Н} / (\text{А} \cdot \text{м})} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \text{м}$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{R\} = 4,55 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$.

Відповідь: $4,55 \text{ мм}$.

Задача 3.3

$\rho = 8900 \text{ кг/м}^3$

$t = 1 \text{ год} = 3600 \text{ с}$

$j = 0,4 \text{ А/мм}^2 = 40 \text{ А/м}^2$

$k = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ кг/Кл}$

$h = ?$

За I законом Фарадея маса виділеної на електроді речовини $m = k I t$. Маса $m = \rho V = \rho S h$. Сила струму $I = j S$. Тоді $\rho S h = k j S t$. Звідси $h = k j t / \rho$.

¹ 2.1. Відповідь стосується середньої кінетичної енергії хаотичного руху однієї молекули.

Одиниці вимірювання: $[h] = \frac{\text{кг} \cdot \text{А} \cdot \text{с}}{\text{Кл} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{м}}{\text{Кл}} = \text{м}$.

Обчисливши, отримаємо: $\{h\} = 4,85 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}$.

Відповідь: $4,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}$.

Задача 3.4*

$T_H = 400 \text{ К}$

$T_X = 280 \text{ К}$

$T_{X1} = 260 \text{ К}$

$T_{X2} = 420 \text{ К}$

$\eta_1 - \eta_0 = ?$

$\eta_2 - \eta_0 = ?$

Початковий ККД теплового двигуна $\eta_0 = \frac{T_H - T_X}{T_H} = 0,3$.

ККД після зниження температури холодильника $\eta_1 = \frac{T_H - T_{X1}}{T_H} = 0,35$.

ККД після збільшення температури нагрівника $\eta_2 = \frac{T_H - T_X}{T_{X1}} = 0,3(3)$.

$\eta_1 - \eta_0 = 0,05; \eta_2 - \eta_0 = 0,0(3)$.

Відповідь: при зниженні T_X ККД збільшиться на більшу величину.

Задача 4.1

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$\alpha = 60^\circ$

$m = 2,34 \text{ кг}$

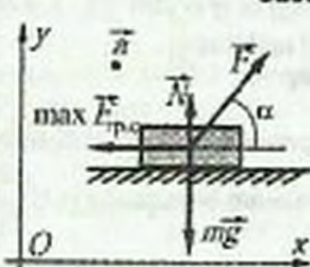
$v_0 = 0$

$F = kt$

$k = 2 \text{ Н/с}$

$\mu = 0,1$

$t = ?$



Тіло перебуватиме у спокої доти, доки $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} + \text{max } \vec{F}_{\text{тр.с}} = 0$.

У проекціях на осі

$Ox: F \cos \alpha = \text{max } F_{\text{тр.с}}, \quad (1)$

$Oy: mg = N + F \sin \alpha. \quad (2)$

Максимальна сила тертя спокою

$\text{max } F_{\text{тр.с}} = \mu N. \quad (3)$

Із системи рівнянь (1) – (3) отримаємо: $F \cos \alpha = \mu (mg - F \sin \alpha)$.

Звідси $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$. Оскільки $F = kt$, то $t = \frac{F}{k} = \frac{\mu mg}{k(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}$.

Одиниці: $[t] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}^2}{\text{Н/с} \cdot 1} = \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{Н}} = \text{с}$. Обчислення: $\{t\} \approx 2 \text{ (с)}$.

Відповідь: 2 с.

$\mathcal{E} = 12 \text{ В}$

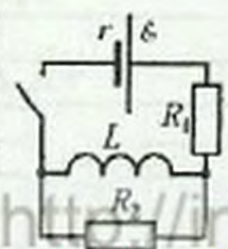
$r = 1,5 \text{ Ом}$

$L = 0,2 \text{ Гн}$

$R_1 = 7,5 \text{ Ом}$

$R_2 = 3 \text{ Ом}$

$q = ?$



Задача 4.2*

Якщо ключ замкнено, то струм через резистор R_2 не йде (опір котушки малий). Тому

сила струму в колі $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$. Після розми-

кання ключа внаслідок самоіндукції струм деякий час буде циркулювати через R_2 і котушку, доки не дорівнюватиме 0.

У контурі з опором R_2 та індуктивністю L сила струму $I = I_m e^{-\frac{R_2 t}{L}}$, а заряд

$$q = \int_0^{\infty} I_m e^{-\frac{R_2 t}{L}} dt = -\frac{I_m L}{R_2} \cdot e^{-\frac{R_2 t}{L}} \Big|_0^{\infty} = \frac{I_m L}{R_2}.$$

Оскільки $I_m = I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$, то $q = \frac{I \mathcal{E}}{R_2 (R_1 + r)}$

Одиниці вимірювання: $[q] = \frac{\text{Гн} \cdot \text{В}}{\text{Ом} \cdot \text{Ом}} = \frac{\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{В}}{(\text{А} \cdot \text{Ом}) \cdot \text{Ом}} = \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{Ом}} = \text{А} \cdot \text{с} = \text{Кл}.$

Обчислення: $\{q\} = 0,09 \text{ (Кл)}.$

Відповідь: 0,09 Кл.

ВАРІАНТ №19

	А	Б	В	Г
1.1	X			
1.2			X	
1.3		X		
1.4	X			
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6			X	
1.7	X			
1.8		X		
1.9*	X			

	А	Б	В	Г
2.1			X	
2.2		X		
2.3	X			
2.4				X

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1			X		
2	X				
3					X
4		X			
5				X	

3.1 $a_x = -5,4 \cos 3t$.

3.2 6 мм.

3.3 6 А.

3.4* $1,41 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$.

Задача 3.1

$x = 0,6 \cos 3t$ | Прискорення обчислюють як другу похідну від координати по часу
 $a_x(t) = ?$ | $a_x = x''(t) = (0,6 \cos 3t)'' = (-1,8 \sin 3t)' = -5,4 \cos 3t$.

Відповідь: $a_x = -5,4 \cos 3t$.

Задача 3.2

$h_1 = 5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ | Час поширення світла у середовищі з показником n :
 $n_1 = 1,6$ | $t = \frac{h}{v} = \frac{hn}{c}$. Для скла: $t_1 = \frac{h_1 n_1}{c}$, для води: $t_2 = \frac{h_2 n_2}{c}$.
 $n_2 = 1,33$ | $t_1 = t_2$
 $t_1 = t_2$ | За умовою $t_1 = t_2$, тоді $h_1 n_1 = h_2 n_2$, звідси $h_2 = \frac{h_1 n_1}{n_2}$.
 $h_2 = ?$

Одиниці вимірювання: $[h_2] = \text{м}$. Обчислення: $\{h_2\} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$.

Відповідь: 6 мм.

Задача 3.3

$C = 1 \text{ мкФ} = 10^{-6} \text{ Ф}$ | За законом збереження енергії в коливальному контурі
 $L = 600 \text{ мкГн} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$ | $W_1 = W_2$, де $W_1 = \frac{CU^2}{2}$ — енергія у момент часу, коли
 $U_m = 150 \text{ В}$ | зряд конденсатора максимальний. $W_2 = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$ — у
 $u = 30 \text{ В}$ | довільний момент часу.
 $i = ?$

Тоді $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$, звідси $i = \sqrt{\frac{C(U_m^2 - u^2)}{L}}$.

Одиниці: $[i] = \sqrt{\frac{\text{Ф} \cdot \text{В}^2}{\text{Гн}}} = \sqrt{\frac{\text{Кл} \cdot \text{В}^2 \cdot \text{А}}{\text{В} \cdot \text{В} \cdot \text{с}}} = \sqrt{\frac{\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{А}}{\text{с}}} = \text{А}$. Обчислення: $\{i\} = 6 \text{ (А)}$.

Відповідь: 6 А.

$$d = 23 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$\bar{\lambda} = 1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$$

$$M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$\rho = ?$$

Довжина вільного пробігу молекули водню $\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$

звідси $n = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 \bar{\lambda}}$ — концентрація молекул водню.

Густина водню $\rho = n m_0$, де $m_0 = \frac{M}{N_A}$ — маса молекули водню.

Тоді $\rho = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 \bar{\lambda}} \cdot \frac{M}{N_A}$, де d — діаметр молекули водню.

Одиниці вимірювання: $[\rho] = \frac{1}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} \cdot \frac{\text{кг/моль}}{1/\text{моль}} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\rho\} = 1,41 \cdot 10^{-6} \text{ (кг/м}^3\text{)}$.
Відповідь: $1,41 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$.

Задача 4.1

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

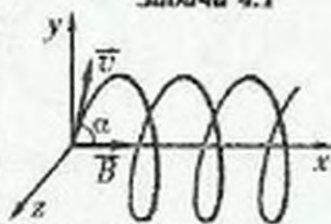
$$|q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$D = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$T = 60 \text{ нс} = 6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$$

$$v = ?$$



Електрон, що вилітає під кутом α до ліній індукції магнітного поля, рухається по гвинтовій лінії: рух уздовж Ox рівномірний, а у площині, перпендикулярній до Ox — по колу.

Період обертання електрона $T = \frac{2\pi R}{v_{\perp}} = \frac{\pi D}{v \sin \alpha}$. Звідси $v = \frac{\pi D}{T \sin \alpha}$.

Одиниці вимірювання: $[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Обчислення: $\{v\} = 6 \cdot 10^3 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.

Відповідь: $6 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.

Задача 4.2*

$$V = 1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$V_0 = 0,8 \text{ л} = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T_1 = (30 + 273) \text{ К}$$

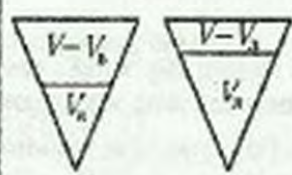
$$T_2 = (-30 + 273) \text{ К}$$

$$\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_0 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$p_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$p_2 = ?$$



При замерзанні $V_2 > V_0$, тому стан повітря над пливкою змінюється при $v = \text{const}$.

Запишемо рівняння Клапейрона: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, де $V_1 = V - V_0$ — початковий об'єм повітря.

$V_2 = V - V_n$ — кінцевий об'єм повітря. Отримаємо: $p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V - V_0}{V - V_n}$.

Знайдемо об'єм льоду V_n .

Оскільки при замерзанні $m_1 = m_2$, то $\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$, звідси $V_2 = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2}$.

$$\text{Тоді } p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V - V_2}{V - \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2}}$$

Одиниці вимірювання: $[p_2] = \text{Па} \cdot \frac{\text{К}}{\text{К}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} = \text{Па}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{p_2\} = 1,44 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

Наявність масляної плівки не дає воді перетворюватись у пару, і повітря в кінцевому стані залишається сухим. Без плівки повітря стане вологим, і його тиск збільшиться.

Відповідь: $1,44 \cdot 10^5 \text{ Па}$.

1.1	A	B	B	T
1.2	X			
1.3			X	
1.4				X
1.5	X			

1.6	A	B	B	T
1.7 ¹	X			
1.8			X	
1.9 ²				X

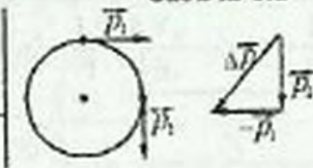
2.1	A	B	B	T
2.2	X		X	
2.3		X		
2.4			X	

2.5*	A	B	B	T	X
1			X		
2	X				
3					X
4	X				

3.1	42426 кг · м/с.
3.2	435 с.
3.3	45°.
3.4*	$v = \frac{1}{2\pi L} \sqrt{\frac{2U_1^2}{I_2} - R^2}$. Числові дані некоректні.

Задача 3.1

$m = 2000$ кг
 $v = 54$ км/с = 15 м/с
 $t = T/4$
 $\Delta p = ?$



Зміна імпульсу за чверть періоду дорівнює $\Delta p = mv\sqrt{2}$.
 Одиниці вимірювання:

$[\Delta p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Обчислення: $\{\Delta p\} = 42426$ (кг · м/с).

Відповідь: 42426 кг · м/с.

Задача 3.2

$T_1 = 1$ с
 $t = 24$ год = 86400 с
 $l_2 = 0,99 l_1$
 $\Delta t = ?$

Період коливаний математичного маятника
 $T = \frac{t}{N} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

У I випадку: $\frac{t}{N_1} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$, у II випадку: $\frac{t}{N_2} = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}}$. Звідси $\frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}$ і

$N_2 = N_1 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$ — кількість коливаний, що зробить маятник після вкорочення підвісу.

Тоді $\Delta N = N_2 - N_1 = N_1 (\sqrt{l_1/l_2} - 1)$.

Похибка в часі $\Delta t = \Delta N \cdot T_1 = N_1 T_1 (\sqrt{l_1/l_2} - 1) = t (\sqrt{l_1/l_2} - 1)$.

Одиниці вимірювання: $[\Delta t] = \text{с}$. Обчислення: $\{\Delta t\} \approx 435$ (с).

Відповідь: 435 с.

¹ 1.7. Відповідь: 6 Ом. Правильного дистрактора немає.
² 1.9. Відповідь: 4 рад/с. Правильного дистрактора немає.

Задача 3.3

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

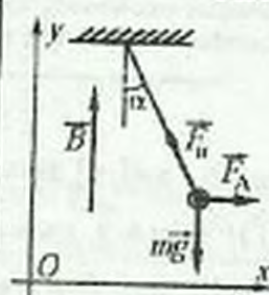
$$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$B = 0,25 \text{ Тл}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$\alpha = ?$$



На провідник зі струмом діє \vec{F}_A , яка зумовлює його відхилення від положення рівноваги. Умова рівноваги: $\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{F}_n = 0$.

У проєкціях Ox : $F_A = F_n \sin \alpha$;

Oy : $mg = F_n \cos \alpha$.

Тоді $F_A = mg \tan \alpha = BIl$.

Отже, $\tan \alpha = \frac{BIl}{mg}$. Одиниці вимірювання: $[\tan \alpha] = \frac{\text{Тл} \cdot \text{А} \cdot \text{м}}{\text{кг} \cdot \text{м/с}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{А} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{м} \cdot \text{Н}} = 1$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\tan \alpha\} = 1$. Отже, $\alpha = 45^\circ$.

Відповідь: 45° .

Задача 3.4

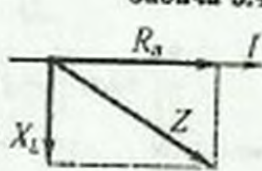
$$U_a = 20 \text{ В}$$

$$R_0 = 15 \text{ Ом}$$

$$L = 50 \text{ мГн} = 0,05 \text{ Гн}$$

$$I_m = 7 \text{ А}$$

$$v = ?$$



З векторної діаграми опорів у колі змінного струму знайдемо повний опір

$$Z = \sqrt{R_0^2 + X_L^2} = \sqrt{R_0^2 + (2\pi v L)^2}$$

За законом Ома $Z = \frac{U_a}{I_m} = \frac{U_a \sqrt{2}}{I_m}$. Тоді $\frac{2U_a^2}{I_m^2} = R_0^2 + 4\pi^2 v^2 L^2$.

Звідси $v = \frac{1}{2\pi L} \sqrt{\frac{2U_a^2}{I_m^2} - R_0^2}$.

Одиниці вимірювання: $[v] = \frac{1}{\text{Гн}} \cdot \sqrt{\frac{\text{В}^2}{\text{А}^2} - \text{Ом}^2} = \frac{\text{Ом}}{\text{Гн}} = \frac{\text{Ом} \cdot \text{А}}{\text{В} \cdot \text{с}} = \frac{\text{В}}{\text{В} \cdot \text{с}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}$.

Обчислення провести неможливо, оскільки підкореневий вираз від'ємний.

Відповідь: некоректні дані.

Задача 4.1

$$M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$k = 1,0104 \cdot 10^6 \text{ кг/Кл}$$

$$V = 12 \text{ л} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$p = 10^5 \text{ Па}$$

$$U = 6 \text{ В}$$

$$\eta = 0,8$$

$$W_s = ?$$

За I законом Фарадея маса виділеного водню $m = kIt$.
З рівняння Менделєєва-Клапейрона маса водню дорівнює $m = \frac{pVM}{RT}$, тоді $It = \frac{pVM}{kRT}$.

$$m = \frac{pVM}{RT}, \text{ тоді } It = \frac{pVM}{kRT}$$

ККД установки $\eta = \frac{A_s}{W_s}$, де $A_s = A_m = UIt = U \cdot \frac{pVM}{kRT}$

корисна робота

Отже, затрачена енергія $W_s = \frac{A_s}{\eta} = \frac{UpVM}{kRT\eta}$.

$$[W_3] = \frac{\frac{3 \cdot 10^8 \cdot \text{м}^2 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}}{\text{кг} \cdot \text{Дж} \cdot \text{К}} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \text{м}^2 \cdot \text{Кл}}{\text{Дж}} = 10^8 \cdot \text{м}^2 = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^2 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{W_3\} = 7150 \text{ Дж}$.

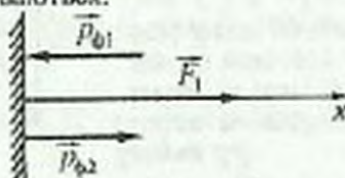
Відповідь: 7150 Дж.

Задача 4.2*

$t = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ | Загальний тиск на поверхню: $p = p_1 + p_2$, де p_1 і p_2 — тиск фотонів, які відбиваються та поглинаються поверхнею.
 $E = 4 \text{ Дж}$ | Кількість фотонів у імпульсі $N = E/E_\phi$.
 $d = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ |
 $\alpha = 0,25$ | З них $N_1 = \alpha \cdot N$ — відбиваються, $N_2 = (1 - \alpha) \cdot N$ — поглинаються.
 $p = ?$ |

Імпульс одного фотона $p_\phi = mc = \frac{E_\phi}{c}$.

а) Для фотонів, що відбиваються:



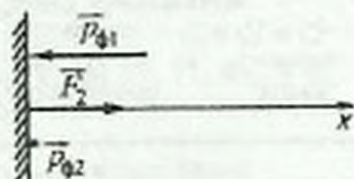
За II законом Ньютона $F_1 \cdot t = 2p_\phi \cdot N_1$, де $2p_\phi$ — зміну імпульсу фотона, що відбивається від поверхні. Звідси сила тиску фотонів, що відбиваються,

$$F_1 = \frac{2p_\phi \cdot N_1}{t} = \frac{2}{t} \cdot \frac{E_\phi}{c} \cdot \alpha \cdot \frac{E}{E_\phi} = \frac{2\alpha E}{ct}. \text{ Тоді } p_1 = \frac{F_1}{S} = \frac{4F_1}{\pi d^2} = \frac{8\alpha E}{\pi d^2 \cdot ct}.$$

б) Для фотонів, що поглинаються $F_2 \cdot t = p_\phi \cdot N_2$:

$$F_2 = \frac{p_\phi \cdot N_2}{t} = \frac{E_\phi}{ct} \cdot (1 - \alpha) \cdot \frac{E}{E_\phi} = \frac{(1 - \alpha) E}{ct}.$$

$$\text{Тиск } p_2 = \frac{F_2}{S} = \frac{4F_2}{\pi d^2} = \frac{4(1 - \alpha) E}{\pi d^2 \cdot ct}.$$



$$\text{Загальний тиск дорівнює } p = \frac{8\alpha E}{\pi d^2 \cdot ct} + \frac{4(1 - \alpha) E}{\pi d^2 \cdot ct} = \frac{4E(\alpha + 1)}{\pi d^2 \cdot ct}.$$

$$\text{Одиниці вимірювання: } [p] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{м/с} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^3} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}.$$

Обчислення: $\{p\} = 8,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

Відповідь: $8,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

ВАРІАНТ №21

	А	Б	В	Г
1.1		X		
1.2			X	
1.3	X			
1.4				X
1.5	X			

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7				X
1.8			X	
1.9*			X	

	А	Б	В	Г
2.1			X	
2.2	X			
2.3			X	
2.4	X			

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1		X			
2					X
3				X	
4			X		

3.1	96 В.
3.2	7,65 м/с.
3.3	2 В.
3.4*	448,6 Дж/(кг · К); 684,6 Дж/(кг · К).

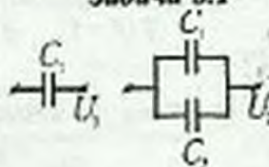
Задача 3.1

$$C_1 = 6 \text{ мкФ} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 400 \text{ В}$$

$$C_2 = 19 \text{ мкФ} = 19 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_2 = ?$$



Початковий заряд:
 $q = C_1 U_1$.
 Ємність з'єднання: $C = C_1 + C_2$.
 Заряд зберігається:
 $q = (C_1 + C_2) U_2$.

Отже, $U_2 = \frac{C_1 U_1}{C_1 + C_2}$. Перевіримо одиниці вимірювання: $[U_2] = \frac{\text{Ф} \cdot \text{В}}{\text{Ф}} = \text{В}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 96 \text{ (В)}$.

Відповідь: 96 В.

Задача 3.2

$$m_1 = 0,3 \text{ кг}$$

$$v_1 = 4 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 0,5 \text{ кг}$$

$$v_2 = 12 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$u = ?$$



Після непружного зіткнення кулі рухаються як одне ціле зі швидкістю u . Намалюємо векторну діаграму імпульсів у відповідності до закону збереження імпульсу $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$. За теоремою Піфагора $(m_1 + m_2)^2 u^2 = m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2$.

Отже, $u = \frac{\sqrt{m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2}}{m_1 + m_2}$. Одиниці: $[u] = \frac{\sqrt{\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2}}{\text{кг}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{u\} = 7,65 \text{ (м/с)}$.

Відповідь: 7,65 м/с.

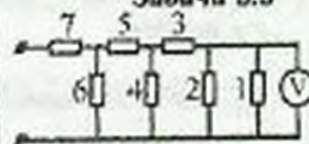
Задача 3.3

$$U_{AB} = 16 \text{ В}$$

$$R_1 = R_2 = R_4 = R_6 = 2 \text{ Ом}$$

$$R_3 = R_5 = R_7 = 1 \text{ Ом}$$

$$U_1 = ?$$



$U_1 = U_2$. Оскільки $R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1 \text{ Ом} = R_3$,

то $U_3 = U_1$.

На 4: $U_4 = U_3 + U_1 = 2U_1$.

Оскільки $R_{1,3} = 2 \text{ Ом} = R_6$, то $R_{1,3,6} = 1 \text{ Ом} = R_7$.

Звідси $U_5 = U_{1,3,6} = U_4 = 2U_1$. Тоді $U_6 = U_5 + U_4 = 4U_1$.

Оскільки $R_1 = 20 \text{ Ом} = R_2$, то $R_1 = 20 \text{ Ом} = R_2$. Тоді $U_1 = U_2 = 40 \text{ В}$.
 Загальна напруга $U = U_1 + U_2 = 80 \text{ В}$. Звідси $U_1 = U/2$.

Підставимо значення фізичних величин в отриману формулу: $\{U_1\} = 2 \text{ (В)}$.

Відповідь: 2 В.

Задача 3.4*

$$M_1 = 40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$M_2 = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$v_1 = 3000 \text{ моль}$$

$$v_2 = 2000 \text{ моль}$$

$$i_1 = 3$$

$$i_2 = 5$$

$$c_p = ? \quad c_v = ?$$

Кількість тепла, що йде на нагрівання суміші газів, дорівнює $Q = Q_1 + Q_2$, де

$$Q = c(v_1 M_1 + v_2 M_2) \Delta T = c(v_1 M_1 + v_2 M_2) \Delta T.$$

$$Q_1 = c_1 v_1 M_1 \Delta T = c_1 v_1 M_1 \Delta T, \quad Q_2 = c_2 v_2 M_2 \Delta T = c_2 v_2 M_2 \Delta T.$$

$$\text{Тоді } c = \frac{c_1 v_1 M_1 + c_2 v_2 M_2}{v_1 M_1 + v_2 M_2}.$$

Оскільки $cM = C_p$ — молекулярна теплосмність, то $c = \frac{C_{p1} v_1 + C_{p2} v_2}{v_1 M_1 + v_2 M_2}$.

При нагріванні за сталого об'єму $C_{pV} = \frac{1}{2} R$, тоді $c_v = \frac{R}{2} \frac{(i_1 v_1 + i_2 v_2)}{v_1 M_1 + v_2 M_2}$.

При нагріванні за сталого тиску $C_{pP} = \frac{i+2}{2} R$, тоді $c_p = \frac{((i_1+2)v_1 + (i_2+2)v_2)}{2(v_1 M_1 + v_2 M_2)} R$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \frac{\text{моль}}{\text{моль} \cdot \text{кг/моль}} = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

Обчислення: $\{c_v\} = 448,6 \text{ (Дж/(кг} \cdot \text{К))}$, $\{c_p\} = 684,6 \text{ (Дж/(кг} \cdot \text{К))}$.

Відповідь: 448,6 Дж/(кг · К); 684,6 Дж/(кг · К).

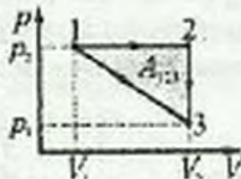
Задача 4.1

$$i = 3$$

$$p_2 = 2p_1$$

$$V_2 = 4V_1$$

$$\eta = ?$$



$$\text{ККД циклу: } \eta = \frac{A}{Q_{\text{отп}}}.$$

Аналіз: $1 \rightarrow 2$: $p = \text{const}$, $V \uparrow$, $T \uparrow$, $A_{\text{газу}} > 0$, $\Delta U_{12} > 0$, $Q_{12} > 0$ — газ одержує тепло.

$2 \rightarrow 3$: $V = \text{const}$, $A_{\text{газу}} = 0$, $p \downarrow$, $T \downarrow$, $\Delta U_{23} < 0$, $Q_{23} < 0$ — газ віддає тепло.

$3 \rightarrow 1$: $p \uparrow$, $V \downarrow$, $A_{\text{газу}} < 0$. Об'єднаний газовий закон для переходу $3 \rightarrow 1$:

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_1 V_1}{T_1}, \text{ звідки } T_3 = \frac{p_1 V_2 T_1}{p_2 V_1} = 2T_1. \text{ Газ охолоджується, } \Delta U_{31} < 0, \text{ тому}$$

$Q_{31} < 0$ — газ віддає тепло. Отже, газ одержує тепло лише в процесі $1 \rightarrow 2$.

1) $Q_{\text{отп}} = Q_{12}$. За 1 законом термодинаміки $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Робота газу $A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = 2p_1 \cdot 3V_1 = 6p_1 V_1$.

Зміна внутрішньої енергії одноатомного ідеального газу:

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (\nu R T_2 - \nu R T_1).$$

З рівняння стану ідеального газу маємо: $\nu R T_2 = p_2 V_2$; $\nu R T_1 = p_1 V_1$.

$$\text{Тоді } \Delta U_{12} = \frac{3}{2}(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_2 (V_2 - V_1) = \frac{3}{2} \cdot 2p_1 \cdot 3V_1 = 9p_1 V_1.$$

$$\text{Отже, } Q_{\text{вв}} = 6p_1 V_1 + 9p_1 V_1 = 15p_1 V_1.$$

2) Робота ідеального газу за цикл дорівнює площі затушованого трикутника.

$$A = A_{123} = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(p_2 - p_1) = \frac{1}{2} \cdot 3V_1 \cdot p_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1.$$

$$\text{Отже, } \eta = \frac{1,5 p_1 V_1}{15 p_1 V_1} = \frac{3}{30} = 0,1. \text{ Одиниці вимірювання: } [\eta] = 1.$$

Відповідь: ККД циклу 0,1.

Задача 4.2*

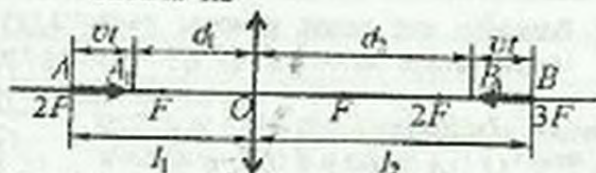
$$F = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$v_1 = v_2 = 2 \text{ м/с}$$

$$l_1 = 0,2 \text{ м} = 2F$$

$$l_2 = 0,3 \text{ м} = 3F$$

$$t = ?$$



За час t перший світлячок переміститься з точки A в точку A_1 і буде на відстані $d_1 = l_1 - vt = 2F - vt$ від лінзи. Другий зміститься з точки B в точку B_1 і буде на відстані $d_2 = l_2 - vt = 3F - vt$ від лінзи. І світлячок зустрине зображення II, якщо $d_1 = f_2$.

$$\text{За формулою тонкої лінзи } \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F}, \text{ звідси } f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = \frac{F(3F - vt)}{2F - vt}.$$

$$\text{Тоді } 2F - vt = \frac{F(3F - vt)}{2F - vt}.$$

Отримаємо квадратне рівняння $v^2 t^2 - 3vFt + F^2 = 0$. Коренями рівняння є:

$$t_1 = \frac{F(3 + \sqrt{5})}{2v}, \quad t_2 = \frac{F(3 - \sqrt{5})}{2v}.$$

$$1) \text{ Для } t = t_1 = \frac{F(3 + \sqrt{5})}{2v} \quad d_2 = 3F - v \frac{F(3 + \sqrt{5})}{2v} = \frac{3 - \sqrt{5}}{2} F \approx 0,38F < F.$$

Світлячок буде між лінзою і фокусом. Зображення уявне. Не задовольняє умову задачі.

$$2) \text{ Для } t = t_2 = \frac{F(3 - \sqrt{5})}{2v} \quad d_2 = 3F - v \frac{F(3 - \sqrt{5})}{2v} = \frac{3 + \sqrt{5}}{2} F = 2,6F$$

задовольняє умову.

$$\text{Тому } t = \frac{F(3 - \sqrt{5})}{2v} = 0,019 \text{ (с).}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[t] = \frac{\text{м}}{\text{м/с}} = \text{с}$. Відповідь: 0,019 с.

	А	Б	В	Г
1.1	X			
1.2	X			
1.3			X	
1.4	X			
1.5			X	

	А	Б	В	Г
1.6	X			
1.7			X	
1.8		X		
1.9*			X	

	А	Б	В	Г
2.1				X
2.2	X			
2.3 ¹	X	X	X	X
2.4	X			

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1					X
2		X			
3			X		
4				X	

3.1 1,85 с; 3,46 Н.

3.2 $9 \cdot 10^{17}$ фотонів.

3.3 1,1 с.

3.4* $6,03 \cdot 10^{-8}$ Н.

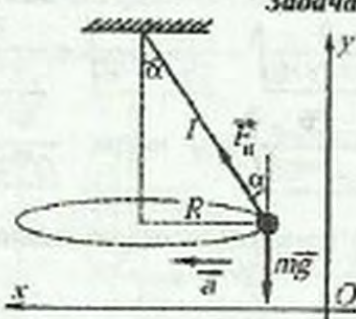
Задача 3.1

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

 $T = ?$ $F_u = ?$ 

Кулька рухається по колу під дією вказаних на рисунку сил. За II законом Ньютона в проекції на осі Ox : $ma = F_u \sin \alpha$;
 Oy : $mg = F_u \cos \alpha$.
 Звідси $a = g \tan \alpha$.

Оскільки $a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} l \sin \alpha$, то

$$\frac{4\pi^2}{T^2} l \sin \alpha = g \tan \alpha. \text{ Отже, період обертання } T = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}}. \text{ Сила натягу нитки}$$

$$F_u = \frac{mg}{\cos \alpha}. \text{ Одиниці вимірювання: } [T] = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}} = \text{с}, [F_u] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} = \text{Н}.$$

Обчисливши, отримуємо: $\{T\} = 1,85 \text{ (с)}$, $\{F_u\} = 3,46 \text{ (Н)}$.

Відповідь: 1,85 с; 3,46 Н.

Задача 3.2

$$P = 360 \text{ мВт} = 360 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

$$E_\phi = 2,5 \text{ еВ} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$t = 1 \text{ с}$$

$$N = ?$$

Потужність лазера: $P = \frac{E_{\text{л}}}{t}$; $E_{\text{л}} = N \cdot E_\phi$ — енергія лазеру.
 Одержимо: $P = \frac{NE_\phi}{t}$.

$$\text{Отже, } N = \frac{Pt}{E_\phi}. \text{ Перевіримо одиниці вимірювання: } [N] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{Дж}} = 1.$$

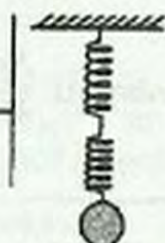
¹ 2.3. Умова некоректна, оскільки не вказано вектор електричного поля. Якщо йдеться про поле точкового заряду, то правильним є дивектор \vec{E} , якщо ж поле однорідне, то правильним дивектором немає.

Обчислення: $\{N\} = \frac{360 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{4 \cdot 10^{-19}} = 9 \cdot 10^{17}$ (фотонів).

Відповідь: $9 \cdot 10^{17}$ фотонів.

Задача 3.3

$m = 0,8$ кг
 $k_1 = 80$ Н/м
 $k_2 = 40$ Н/м
 $T = ?$



Період коливань пружинного маятника
 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, де $k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ — жорсткість системи
 послідовно з'єднаних пружин.

$$\text{Тоді } T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[T] = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{Н/м}}{(\text{Н/м})^2}} = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{Н}}} = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{кг} \cdot \text{м}}} = \text{с}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{T\} \approx 1,1$ (с).

Відповідь: 1,1 с.

Задача 3.4*

$I = 400$ мкА = $4 \cdot 10^{-4}$ А
 $U = 2$ кВ = $2 \cdot 10^3$ В
 $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
 $|q| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
 $F = ?$

Удари електронів непружні, тоді $Ft = Nm_e v$.
 Електрони розганяються електричним полем між катодом і анодом: $q_e U = \frac{m_e v^2}{2}$, звідси $v = \sqrt{\frac{2q_e U}{m_e}}$.

Кількість електронів, що ударяються в екран за час t : $N = \frac{q}{q_e} = \frac{It}{q_e}$. Тоді

$$Ft = \frac{It}{q_e} m_e \sqrt{\frac{2q_e U}{m_e}}, \text{ звідси } F = \sqrt{\frac{2Um_e I^2}{q_e}}$$

$$[F] = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{кг} \cdot \text{А}^2}{\text{Кл}}} = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{кг} \cdot \text{А}^2}{\text{А} \cdot \text{с}}} = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2}} = \sqrt{\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2}} = \sqrt{\frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2}} = \sqrt{\text{Н}^2} = \text{Н}$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{F\} = 6,03 \cdot 10^{-8}$ (Н).

Відповідь: $6,03 \cdot 10^{-8}$ Н.

Задача 4.1

$g = 10$ м/с²
 $a = 1$ м/с²
 $t_1 = 10$ с
 $h = ?$



Гелікоптер упродовж часу t_1 рухався рівноприскорено зі стану спокою і на висоті h мав швидкість v : $h = \frac{at_1^2}{2}$, $v = at_1$. Предмет у момент відриву від гелікоптера мав відносно Землі швидкість v . Рівняння руху в проекції на вісь Oy :

$$y = h + at_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

При $y = 0$ маємо $\frac{at_1^2}{2} + at_1t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0$ — квадратне рівняння відносно змінної t_2 ,

коренями якого є $t_2 = t_1 \frac{a + \sqrt{a^2 + ga}}{g}$, $t_2 = t_1 \frac{a - \sqrt{a^2 + ga}}{g} < 0$ — не має змісту.

Отже, $t_2 = \frac{t_1 a}{g} \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{g}{a}} \right)$.

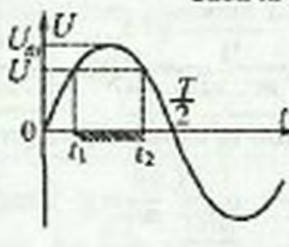
Перевіримо одиниці вимірювання: $[t_2] = \frac{c \cdot m/c^2}{m/c^2} = c$.

Обчисливши, отримуємо: $\{t_2\} = (\sqrt{11} + 1) c = 4,32 \text{ с}$.

Відповідь: 4,32 с.

Задача 4.2*

$v = 50 \text{ Гц}$
 $U_m = 120 \text{ В}$
 $t = T/2$
 $u = 84 \text{ В}$
 $\Delta t = ?$



Нехай напруга в колі змінюється за законом $u = U_m \sin \omega t$. Час свічення лампи упродовж півперіоду дорівнює $\Delta t = \frac{T}{2} - 2t_1$.

Знайдемо t_1 : $u = U_m \sin \omega t_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \omega t_1 = \frac{u}{U_m} = \frac{u}{U_m \cdot \sqrt{2}} = 0,35\sqrt{2} = 0,5 \quad \text{звідси} \quad \omega t_1 = \arcsin 0,5 = \frac{\pi}{6}. \quad \text{Тоді}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{6\omega}. \quad \text{Оскільки} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad \text{то} \quad t_1 = \frac{\pi T}{6 \cdot 2\pi} = \frac{T}{12}. \quad \text{Отже,} \quad \Delta t = \frac{T}{2} - 2 \frac{T}{12} = \frac{T}{3} = \frac{1}{3v}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\Delta t] = \frac{1}{\Gamma u} = c$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\Delta t\} \approx 0,0067 \text{ (с)}$.

Відповідь: 0,0067 с.

ВАРІАНТ №23

	А	Б	В	Г
1.1		X		
1.2			X	
1.3	X			
1.4			X	
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6		X		
1.7		X		
1.8	X			
1.9*	X			

	А	Б	В	Г
2.1	X			
2.2	X			
2.3			X	
2.4		X		

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1			X		
2		X			
3				X	
4	X				

3.1	1 см.
3.2	а) 9,6 см; б) 0.
3.3	5 мВ.
3.4*	158 Па.

Задача 3.1

Рух по колу під дією сили Лоренца:

$$m \frac{v^2}{R} = qvB, \text{ звідси } R = \frac{mv}{qB}$$

Кінетична енергія α -частинки: $W_k = \frac{mv^2}{2}$

$$W_k = 50 \text{ eВ} = 8 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$$

$$B = 0,1 \text{ Тл}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$m = 4 \text{ а.о.м.} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

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

$$R = ?$$

$$\text{Тоді } v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}}. \text{ Отже, } R = \frac{m}{qB} \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \frac{\sqrt{2W_k m}}{qB}$$

Перевіримо одиниці вимірювання за отриманою формулою:

$$[R] = \frac{\sqrt{\text{Дж} \cdot \text{кг}}}{\text{Кл} \cdot \text{Тл}} = \frac{\sqrt{\text{м}^2 \cdot \text{кг}^2 / \text{с}^2 \cdot \text{кг}}}{\text{с} \cdot \text{А} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}} = \frac{\text{м} \cdot \text{кг} / \text{с}}{\text{с} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}}} = \text{м}$$

Підставимо значення фізичних величин в отриману формулу:

$$[R] = \frac{\sqrt{2 \cdot 8 \cdot 10^{-18} \cdot 6,64 \cdot 10^{-27}}}{3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1} = 0,01 \text{ (м)}$$

Відповідь: 1 см.

Задача 3.2

а) рух з прискоренням, напрямленим вниз $ma = mg - kx_1$, $kx_1 = m(g - a)$.
Оскільки в положенні рівноваги

$$mg = kx_0, \text{ то } \frac{x_1}{x_0} = \frac{g - a}{g}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

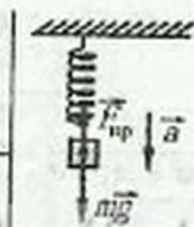
$$m = 6 \text{ кг}$$

$$x_0 = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$$

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

$$x_1 = ? \quad x_2 = ?$$

$$\text{Отже, } x_1 = x_0 \frac{g - a}{g} < x_0$$



Підставимо значення фізичних величин: $\{x_1\} = 0,096 \text{ (м)}$.

б) при вільному падінні $a = g$, тоді $x_2 = 0$.

Відповідь: а) 9,6 см; б) 0.

Задача 3.3

$\begin{array}{l} m_1 = m \\ m_2 = 2m \\ v_1 = 3v \\ v_2 = v \\ p' = ? \end{array}$	до	$\begin{array}{c} \xrightarrow{m_1 v_1} \quad \xrightarrow{m_2 v_2} \\ \xrightarrow{(m_1 + m_2) \bar{v}} \end{array}$	після	<p>За законом збереження імпульсу $p = p'$ Імпульс системи до взаємодії $p = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 3mv + 2mv = 5mv$. Отже, $p' = 5mv$.</p>
---	----	---	-------	---

Перевіримо одиниці вимірювання: $[p'] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Відповідь: $5mv$.

Задача 3.4*

$\begin{array}{l} v = 1 \text{ моль} \\ T_c = 417 \text{ К} \\ p_c = 7,7 \cdot 10^6 \text{ Па} \\ p_0 = 10^5 \text{ Па} \\ T_0 = 273 \text{ К} \\ p' = ? \end{array}$		<p>Запишемо рівняння Ван-дер-Ваальса для 1 моль речовини: $(p + p')(V_p - b) = RT$, де $p' = \frac{a}{V_p^2}$ — тиск, зумовлений взаємодією молекул. У критичному стані $p_c = \frac{a}{27b^2}$, $T_c = \frac{8a}{27bR}$.</p>
---	--	--

звідси $\frac{T_c}{p_c} = \frac{8b}{R}$, тоді $b = \frac{RT_c}{8p_c}$ та $a = \frac{27R^2 T_c^2}{64 p_c V_p^2}$, де $V_p = 22,4 \text{ л}$ — об'єм 1 моль газу за нормальних умов.

Після підстановки отримаємо: $p' = \frac{27R^2 T_c^2}{64 p_c V_p^2}$.

Одиниці: $[p'] = \frac{\text{Дж}^2 \cdot \text{К}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{К}^2 \cdot \text{Па} \cdot \frac{\text{м}^6}{\text{моль}^2}} = \frac{\text{Дж}^2}{\text{Па} \cdot \text{м}^6} = \frac{\text{Н}^2 \cdot \text{м}^2}{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^6} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$.

Обчислення: $\{p'\} = 158 \text{ (Па)}$.

Відповідь: 158 Па.

Задача 4.1

$\begin{array}{l} \xi = 2 \text{ В} \\ r = 1 \text{ Ом} \\ P = 0,75 \text{ Вт} \\ R = ? \end{array}$		<p>Сила струму у повному колі $I = \frac{\xi}{R + r}$. Потужність, що виділяється у зовнішньому колі, дорівнює</p>
--	--	--

$$P = I^2 R = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2}. \text{ Звідси } P(R+r)^2 = \varepsilon^2 R.$$

Отримаємо квадратне рівняння $PR^2 + R(2rP - \varepsilon^2) + r^2 P = 0$.

У числах: $0,75R^2 - 2,5R + 0,75 = 0$ або $3R^2 - 10R + 3 = 0$.

Коренями рівняння є: $R_1 = 3 \text{ Ом}$; $R_2 = 1/3 \text{ Ом}$.

Відповідь: 3 Ом; 1/3 Ом.

Задача 4.2*

$$d = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

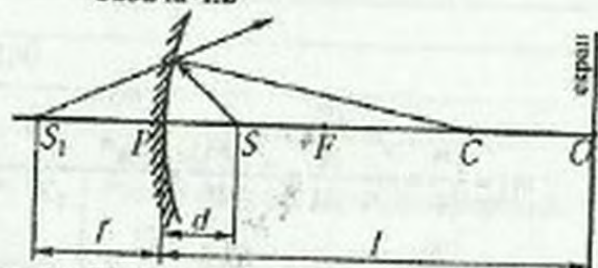
$$R = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$$

$$l_1 = 70 \text{ см} = 0,7 \text{ м}$$

$$l_2 = 90 \text{ см} = 0,9 \text{ м}$$

$$E_2 = 320 \text{ лк}$$

$$E_1 = ?$$



Джерело світла S міститься між P і F , тому у вгнутому дзеркалі утворюється уявне зображення джерела S_1 . За формулою сферичного дзеркала $\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = \frac{2}{R}$,

$$\text{звідси } f = \frac{dR}{R-2d} = 0,15 \text{ (м)}.$$

Освітленість у точці O екрана зумовлена двома джерелами — дійсним S та уявним S_1 .

$$E_1 = \frac{I}{(l_1 - d)^2} + \frac{I}{(r + l_1)^2} = I \left(\frac{1}{(l_1 - d)^2} + \frac{1}{(l_1 + r)^2} \right) \text{ — у першому ви-$$

$$\text{падку. } E_2 = I \left(\frac{1}{(l_2 - d)^2} + \frac{1}{(l_2 + r)^2} \right). \text{ Поділивши рівняння, виразимо } E_1:$$

$$E_1 = E_2 \cdot \frac{\frac{1}{(l_1 - d)^2} + \frac{1}{(l_1 + r)^2}}{\frac{1}{(l_2 - d)^2} + \frac{1}{(l_2 + r)^2}} = E_2 \cdot \frac{(l_2 + r)^2 + (l_1 - d)^2}{(l_1 - d)^2 \cdot (l_2 + r)^2} \cdot \frac{(l_2 - d)^2 \cdot (l_1 + r)^2}{(l_2 + r)^2 + (l_1 - d)^2}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[E_1] = \text{лк} \cdot \frac{\text{м}^6}{\text{м}^6} = \text{лк}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{E_1\} = 539 \text{ (лк)}$.

Відповідь: 539 лк.

	А	Б	В	Г
1.1				X
1.2				X
1.3			X	
1.4	X			
1.5				X

	А	Б	В	Г
1.6				X
1.7	X			
1.8			X	
1.9*		X		

	А	Б	В	Г
2.1				X
2.2				X
2.3 ¹	X	X	X	X
2.4 ²				X

2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1					X
2		X			
3	X				
4			X		

3.1 46 кг · м/с.

3.2 6 нКл.

3.3 3000 кг/м³.3.4* 1,55 · 10⁻² А.

Задача 3.1

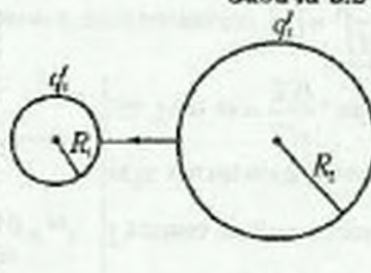
 $m = 2 \text{ кг}$ $x = 2 + 3t + 5t^2$ $t = 2 \text{ с}$ $p = ?$

Рівняння швидкості: $v = x'(t) = 3 + 10t$. Швидкість у момент часу $t = 2 \text{ с}$: $v = 3 + 10 \cdot 2 = 23 \text{ (м/с)}$. Тоді імпульс тіла: $p = mv$. Перевіримо одиниці вимірювання за формулою: $[p] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}$.

Обчислення: $\{p\} = 2 \cdot 23 = 46 \text{ (кг} \cdot \text{м/с)}$.

Відповідь: 46 кг · м/с.

Задача 3.2

 $R_1 = R$ $R_2 = 3R$ $q_1 = 0$ $q_2 = 24 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ $\Delta q = ?$ Заряд переставе перетікати, якщо $\Phi_1 = \Phi_2$.

$$\begin{cases} \Phi_1 = \frac{kq_1'}{R_1} \\ \Phi_2 = \frac{kq_2'}{R_2} = \frac{kq_2'}{3R_1} \end{cases} \Rightarrow 3q_1' = q_2'$$

Закон збереження заряду: $q_1' + q_2' = q_2$; $4q_1' = q_2$. Отже, $q_1' = \frac{q_2}{4}$. Заряд, якийперетік на першу кулю, дорівнює: $\Delta q = q_1' - q_1 = q_1' = \frac{q_2}{4}$.Обчислення: $\{\Delta q\} = \frac{24 \cdot 10^{-9}}{4} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ (Кл)}$. $\Delta q = 6 \text{ нКл}$.

Відповідь: 6 нКл.

¹ 2.3. Умова некоректна. Якщо сили струму у провідниках однакові, то правильним є дивертатор В).

² 2.4. Важливо, що температура холодильника $t = -23 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача 3.3

$$\begin{array}{l} v_1 = 1 \text{ км/с} = 1000 \text{ м/с} \\ S = 3,75 \cdot 10^{12} \text{ м}^2 \\ \rho = ? \end{array} \left| \begin{array}{l} \text{Перша космічна швидкість на поверхні планети} \\ v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}. \text{ Маса планети } M = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3. \end{array} \right.$$

$$\text{Тому } v_1 = \sqrt{\frac{G \frac{4}{3} \rho \pi R^3}{R}} = \sqrt{\frac{4}{3} G \rho \pi R^2} = \sqrt{\frac{4}{3} G \rho S}. \text{ Отже, } \rho = \frac{3v_1^2}{4SG}.$$

$$\text{Одиниці вимірювання: } [\rho] = \frac{(\text{м/с})^2}{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{кг}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{Н} \cdot \text{м}^4} = \frac{\text{кг}^2}{\text{с}^2 \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Підставивши числові значення, отримуємо: $\{\rho\} \approx 3000 \text{ (кг/м}^3\text{)}$.

Відповідь: 3000 кг/м^3 .

Задача 3.4

$$\begin{array}{l} l = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м} \\ S = 4 \text{ см}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \\ L = 4 \text{ Гн} \\ \omega = 2 \text{ Дж/м}^2 \\ I = ? \end{array} \left| \begin{array}{l} \text{Густина енергії соленоїда } \omega = \frac{W_u}{V}, \text{ де } W_u = \frac{LI^2}{2} \text{ — енергія магнітного поля котушки, } V = Sl \text{ — об'єм соленоїда.} \\ \text{Тоді } \omega = \frac{LI^2}{2Sl}, \text{ звідси } I = \sqrt{\frac{2\omega Sl}{L}}. \end{array} \right.$$

$$\text{Перевіримо одиниці вимірювання: } [I] = \sqrt{\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{Гн}}} = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{А} \cdot \text{с}}{\text{В} \cdot \text{с/А}}} = \sqrt{\text{А}^2} = \text{А}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{I\} = 1,55 \cdot 10^{-2} \text{ (А)}$.

Відповідь: $1,55 \cdot 10^{-2} \text{ А}$.

Задача 4.1

$$\begin{array}{l} S = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \\ F_{\text{тп}} = 15 \text{ Н} \\ p_1 = 100 \cdot 10^3 \text{ Па} = p_{\text{ат}} \\ T_1 = 265 \text{ К} \\ T_2 = ? \end{array} \left| \begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \right.$$

Процес, що відбувається з газом, ізохорний, бо $V = \text{const}$, $v = \text{const}$. Застосуємо закон Шарля:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \text{ звідки } T_2 = \frac{p_2 T_1}{p_1}. \text{ Початковий тиск газу } p_1 = p_{\text{ат}}.$$

$$\text{Кінцевий тиск газу } p_2 = p_{\text{ат}} + \frac{F_{\text{тп}}}{S}. \text{ Тоді } T_2 = T_1 \cdot \frac{p_{\text{ат}} + \frac{F_{\text{тп}}}{S}}{p_{\text{ат}}}; T_2 = T_1 \left(1 + \frac{F_{\text{тп}}}{p_{\text{ат}} S} \right).$$

$$\text{Перевіримо одиниці вимірювання: } [T_2] = \text{К} \cdot \left(1 + \frac{\text{Н}}{\text{Па} \cdot \text{м}^2} \right) = \text{К} \cdot \left(1 + \frac{\text{Па}}{\text{Па}} \right) = \text{К}.$$

$$\text{Обчислення: } [T_2] = 265 \left(1 + \frac{15}{10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} \right) = 397,5 \text{ (К)}$$

Відповідь: кінцева температура 397,5 К.

Задача 4.2*

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = \mathcal{E} = 2 \text{ В}$$

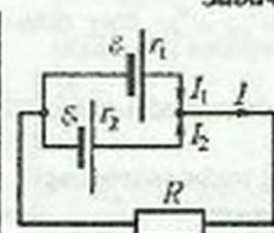
$$r_1 = 1 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 1,5 \text{ Ом}$$

$$R = 1,4 \text{ Ом}$$

$$I_1 = ? \quad I_2 = ?$$

$$I = ?$$



$$\text{I закон Кірхгофа } I_1 + I_2 = I$$

$$\text{II закон Кірхгофа } \mathcal{E} = IR + I_1 r_1,$$

$$\mathcal{E} = IR + I_2 r_2.$$

$$\text{У числах: } \begin{cases} I = I_1 + I_2, \\ 2 = 1,4I + I_1, \\ 2 = 1,4I + 1,5I_2. \end{cases}$$

Розв'яжемо отриману систему рівнянь:

$$\begin{cases} I = I_1 + I_2, \\ 2 = 2,4I_1 + 1,4I_2, \\ 0 = 1,5I_2 - I_1; \end{cases} \quad \begin{cases} I = I_1 + I_2, \\ 2 = 5I_2, \\ I_1 = 1,5I_2; \end{cases} \quad \begin{cases} I = 1, \\ I_1 = 0,6, \\ I_2 = 0,4. \end{cases}$$

Отже, $I_1 = 0,6 \text{ А}$; $I_2 = 0,4 \text{ А}$; $I = 1 \text{ А}$.

Відповідь: 0,6 А; 0,4 А; 1 А.