

ВАРІАНТ №25

	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	45 м.
3.2	7 Кл.
3.3	12,07.
3.4*	$3,125 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Задача 3.1

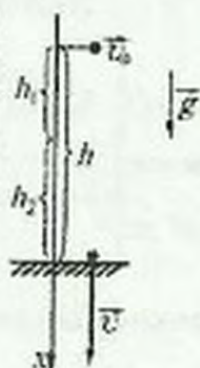
$$v_0 = 0$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

$$h_2 = 40 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h = ?$$



Для всього часу руху: $h = \frac{gt^2}{2}$.

Для часу $t - t_2$: $h_1 = \frac{g(t-t_2)^2}{2}$. Оскільки

$h_2 = h - h_1$, то $\frac{gt^2}{2} - \frac{g(t-t_2)^2}{2} = h_2$. Звідси

$$2tt_2 - t_2^2 = \frac{2h_2}{g}; \quad 2tt_2 = \frac{2h_2}{g} + t_2^2.$$

Отже, $t = \frac{h_2}{gt_2} + \frac{t_2}{2}$. Тоді $h = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \left(\frac{h_2}{gt_2} + \frac{t_2}{2} \right)^2$.

Одиниці вимірювання: $[h] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{м/с}^2 \cdot \text{с}} + \text{с} \right)^2 = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м}$.

Обчислення: $\{h\} = 45 \text{ (м)}$.

Відповідь: 45 м.

Задача 3.2

$$m = 2 \text{ мг} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$$

$$t = 3 \text{ Т}$$

$$M = 24 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$q = ?$$

Загальний заряд β -частинок $q = N_p e$. За законом радіоактивного розподілу $N_t = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N_0}{8}$, де $N_0 = \frac{m}{M} N_A$ —

початкова кількість ядер. Тоді $N_p = N_0 - N_t = \frac{7N_0}{8}$. Отже, $q = \frac{7mN_A e}{8M}$.

Одиниці: $[q] = \frac{\text{кг} \cdot \text{л/моль}}{\text{кг/моль}} = \text{Кл}$. Обчислення: $\{q\} = 7 \text{ (Кл)}$.

Відповідь: 7 Кл.

$$\begin{aligned}
 \lambda &= 5 \cdot 10^{-7} \text{ м} \\
 P &= 30 \text{ мВт} = 0,03 \text{ Вт} \\
 I &= 1 \text{ мА} = 10^{-3} \text{ А}
 \end{aligned}$$

$$\frac{N_\phi}{N_e} = ?$$

Отже,
$$\frac{N_\phi}{N_e} = \frac{P \lambda t}{hc} \cdot \frac{e}{It} = \frac{P \lambda e}{hcI}$$

Одиниці вимірювання:
$$\left[\frac{N_\phi}{N_e} \right] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}}{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{А}} = \frac{(\text{В} \cdot \text{А}) \cdot \text{Кл}}{\text{Дж} \cdot \text{А}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} = 1$$

Підставимо значення фізичних величин:
$$\left\{ \frac{N_\phi}{N_e} \right\} = 12,07$$

Відповідь: 12,07.

$$\begin{aligned}
 m &= 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг} \\
 d_1 &= 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м} \\
 d_2 &= 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м} \\
 I &= ?
 \end{aligned}$$



Задача 3.4*

Момент інерції кільця

$$I = I_1 - I_2 = \frac{m_1 d_1^2}{8} - \frac{m_2 d_2^2}{8}$$

Знайдемо маси суцільних дисків m_1 та m_2 .

$m_1 = \rho h \frac{\pi d_1^2}{4}$ — маса диска діаметром d_1 , $m = \rho h \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2)$ — маса кільця.

Отже, $\frac{m_1}{m} = \frac{d_1^2}{d_1^2 - d_2^2}$, звідси $m_1 = \frac{\pi \rho h d_1^2}{4} \cdot \frac{d_1^2}{d_1^2 - d_2^2}$. Аналогічно маса диска діаметром d_2

дорівнює $m_2 = \frac{\pi \rho h d_2^2}{4}$. Тоді
$$I = \frac{m d_1^4}{8(d_1^2 - d_2^2)} - \frac{m d_2^4}{8(d_1^2 - d_2^2)} = \frac{m(d_1^2 + d_2^2)}{8}$$

Одиниці вимірювання: $[I] = \text{кг} \cdot \text{м}^2$. Обчислення: $\{I\} = 3,125 \cdot 10^{-4} (\text{кг} \cdot \text{м}^2)$.

Відповідь: $3,125 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

Задача 4.1

$$\begin{aligned}
 U &= 1,5 \text{ кВ} = 1,5 \cdot 10^3 \text{ В} \\
 d &= 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м} \\
 S &= 0,2 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \\
 \epsilon &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= ? \\
 \omega_1 &= ? \\
 \omega_2 &= ?
 \end{aligned}$$

Після від'єднання від джерела струму заряд на пластинках конденсатора зберігається $q = \text{const}$. За рахунок виконаної роботи змінюється енергія електричного поля конденсатора

$$A = W_2 - W_1 = \frac{q^2}{2C_2} - \frac{q^2}{2C_1}$$

Ємність плоского повітряного конденсатора:

$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ — у початковому стані; $C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ — у кінцевому стані.

Звідси $C_2 = \frac{C_1}{\epsilon}$. Тоді $A = \frac{\epsilon q^2}{2C_1} - \frac{q^2}{2C_2} = \frac{q^2(\epsilon - 1)}{2C_1}$. Оскільки $q = C_1 U$, то

$$A = \frac{C_1 U^2 (\epsilon - 1)}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U^2 (\epsilon - 1)}{2d}$$

Одиниці вимірювання: $[A] = \frac{\text{Ф} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{В}^2}{\text{м}} = \text{Ф} \cdot \text{В}^2 = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \cdot \text{В}^2 = \text{Кл} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{Дж}$.

Обчисливши, отримаємо: $\{A\} = 6 \cdot 10^{-8}$ (Дж).

Густина енергії електричного поля конденсатора:

$$\omega_1 = \frac{W_1}{V} = \frac{W_0}{Sd} = \frac{q^2}{2C_1 Sd} = \frac{C_1 U^2}{2Sd} = \frac{\epsilon \epsilon_0 U^2}{2d^2} \text{ — у першому випадку;}$$

$$\omega_2 = \frac{q^2}{2C_2 Sd} = \frac{\epsilon q^2}{2C_1 Sd} = \epsilon \omega_1 = \frac{\epsilon^2 \epsilon_0 U^2}{2d^2} \text{ — у другому випадку.}$$

Перевіримо одиниці вимірювання за отриманою формулою:

$$[\omega] = \frac{\frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot \text{В}^2}{\text{м}^2} = \frac{\text{Ф} \cdot \text{В}^2}{\text{м}^3} = \frac{\frac{\text{Кл}}{\text{В}} \cdot \text{В}^2}{\text{м}^3} = \frac{\text{Кл} \cdot \text{В}}{\text{м}^3} = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$$

Обчислення: $\{\omega_1\} = 7,45 \cdot 10^{-2}$ (Дж/м³); $\{\omega_2\} = 22,4 \cdot 10^{-2}$ (Дж/м³).

Відповідь: 60 нДж; $7,45 \cdot 10^{-2}$ Дж/м³; $22,4 \cdot 10^{-2}$ Дж/м³.

Задача 4.2*

$$\Delta T = 72 \text{ К}$$

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$\Delta Q = 1,6 \text{ кДж} = 1,6 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$p = \text{const}$$

$$\gamma = ?$$

Показник адиабати $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$, де C_p — молярна теплоємність газу за сталого тиску, C_v — молярна теплоємність газу за сталого об'єму.

Оскільки $C_p = C_v + R$, то $\gamma = \frac{C_p}{C_p - R}$.

Для ізобарного процесу кількість теплоти, яку отримує газ $\Delta Q_p = C_p \nu \Delta T$.

$$\text{звідси } C_p = \frac{\Delta Q_p}{\nu \Delta T}. \text{ Отже, } \gamma = \frac{\Delta Q_p / (\nu \Delta T)}{\Delta Q_p / (\nu \Delta T) - R} = \frac{\Delta Q_p}{\Delta Q_p - \nu \Delta T R}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\gamma] = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж} - \text{моль} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} = 1$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\gamma\} = 1,6$.

Відповідь: 1,6.

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	

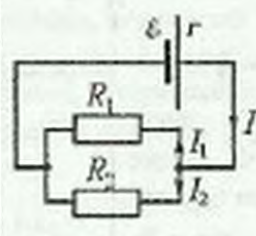
А	Б	В	Г
2.1	X		
2.2			
2.3	X		
2.4		X	

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

3.1	3 А.
3.2	0,00463.
3.3	10^5 Па.
3.4*	50 Ом.

Задача 3.1

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 10 \text{ В} \\ r &= 0,8 \text{ Ом} \\ R_1 &= 3 \text{ Ом} \\ R_2 &= 2 \text{ Ом} \\ I_2 &= ? \end{aligned}$$



Зовнішній опір кола $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. Сила струму в нерозгалуженій ділянці кола

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{\varepsilon}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + r} = \frac{\varepsilon (R_1 + R_2)}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) r}$$

$$U_{12} = IR = \frac{\varepsilon R_1 R_2}{R_1 R_2 + r(R_1 + R_2)}. \text{ Тоді } I_2 = \frac{U_{12}}{R_2} = \frac{\varepsilon R_1}{R_1 R_2 + (R_1 + R_2) r}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[I_2] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом}}{\text{Ом}^2} = \frac{\text{В}}{\text{Ом}} = \text{А}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{I_2\} = 3 \text{ (А)}$.

Відповідь: 3 А.

Задача 3.2

$$\begin{aligned} R_1 &= 1,5 R_2 \\ T_1 &= 1 \text{ год} \\ T_2 &= 12 \text{ год} \\ a_2 &= ? \end{aligned}$$

Припустимо, що автори мали на увазі знайти відношення прискорення кінців годинної і хвилинної стрілок. Доцентрове прискорення

$$a = \omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R. \text{ Тоді } \frac{a_2}{a_1} = \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2. \text{ Одиниці: } \left[\frac{a_2}{a_1} \right] = \frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2} = 1.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{a_2/a_1\} = 0,00463$.

Відповідь: 0,00463.

Задача 3.3

$$\begin{aligned} T &= \text{const} \\ V &= 300 \text{ см}^3 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \\ V_0 &= 200 \text{ см}^3 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \\ N &= 6 \\ p_0 &= 35 \text{ мм рт. ст.} = 4665,5 \text{ Па} \\ p_0 &= ? \end{aligned}$$

Знайдемо тиск у балоні після 1-го ходу поршня. За законом Бойля — Маріотта $p_0 V = p_1 (V + V_0)$, звідси

$$p_1 = \frac{p_0 V}{V + V_0}. \text{ Тоді } p_2 = \frac{p_1 V}{V + V_0} = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^2.$$

Після 6-го ходу поршня: $\rho_6 = \rho_5 \left(\frac{V}{V+V_0} \right)^4$. Звідси $\rho_6 = \rho_5 \left(\frac{V+V_0}{V} \right)^4$.

Одиниці вимірювання: $[\rho_6] = \text{Па} \cdot \left(\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \right)^4 = \text{Па}$. Обчислення: $\{\rho_6\} = 10^5 \text{ (Па)}$.

Відповідь: 10^5 Па .

Задача 3.4*

$\nu = 50 \text{ Гц}$
 $Z_1 = 110 \text{ Ом}$
 $\rho_2 = 2\rho_1$
 $Z_2 = 140 \text{ Ом}$
 $R_1 = ?$

У колі змінного струму повний опір котушки $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$,
 звідси $R = \sqrt{Z^2 - X_L^2}$. Оскільки $\rho_2 = 2\rho_1$, то $R_2 = 2R_1$, $X_L = \text{const}$.
 Тоді $\sqrt{Z_2^2 - X_L^2} = 2\sqrt{Z_1^2 - X_L^2}$.

Звідси $Z_2^2 - X_L^2 = 4Z_1^2 - 4X_L^2$, $X_L^2 = \frac{4Z_1^2 - Z_2^2}{3}$.

Отже, $R_1 = \sqrt{Z_1^2 - \frac{4Z_1^2 - Z_2^2}{3}} = \sqrt{\frac{Z_2^2 - Z_1^2}{3}}$.

Одиниці вимірювання: $[R] = \sqrt{\text{Ом}^2} = \text{Ом}$. Обчислення: $\{R_1\} = 50 \text{ (Ом)}$.

Відповідь: 50 Ом .

Задача 4.1

$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 $U_1 = 10 \text{ кВ} = 10^4 \text{ В}$
 $d = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 $N_0 = 10^5$
 $t_0 = 1 \text{ с}$
 $V_0 = 1 \text{ см}^3 = 10^{-6} \text{ м}^3$
 $t = 10 \text{ с}$
 $U_2 = ?$

У початковий момент заряд конденсатора дорівнює $q_1 = CU_1$. Під час роботи іонізатора повітря стає провідним, внаслідок чого конденсатор розряджається до заряду $q_2 = q_1 - q = CU_2$. Заряд усіх утворених упродовж часу t йонів дорівнює

$$q = e \cdot N = e \cdot N_0 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{V}{V_0} = e \cdot N_0 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{Sd}{V_0}$$

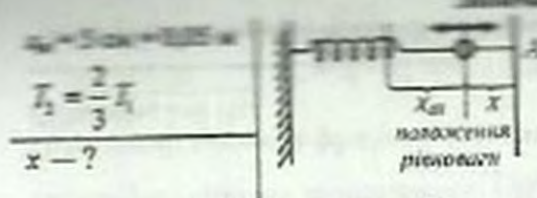
Тоді $CU_1 - eN_0 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{V}{V_0} = CU_2$. Ємність плоского повітряного конденсатора

$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$. Після підстановки отримаємо: $\frac{\epsilon_0 S}{d} U_1 - e \cdot N_0 \cdot \frac{t}{t_0} \cdot \frac{Sd}{V_0} = \frac{\epsilon_0 S}{d} U_2$. Звідси

$U_2 = U_1 - \frac{eN_0}{V_0} \cdot \frac{d^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{t}{t_0}$. Одиниці: $[U_2] = \text{В} - \frac{\text{Кл} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}}{\text{м}^3 \cdot \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot \text{с}} = \text{В} - \frac{\text{Кл} \cdot \text{В}}{\text{Кл}} = \text{В}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 9,3 \cdot 10^3 \text{ (В)}$.

Відповідь: $9,3 \cdot 10^3 \text{ В}$.



Період коливань кульки у II випадку дорівнює $T_2 = \frac{T_1}{2} + 2t$, де t — час, упродовж якого кулька зміщується на відстань x від положення рівноваги.

За умовою $T_2 = \frac{2}{3} T_1$, тоді $t = \frac{T_1}{12}$. Нехай коливання починаються з положення

рівноваги. Тоді рівняння коливань $x = x_0 \sin \omega t = x_0 \sin \frac{2\pi}{T_1} t$. Підставивши

значення t у рівняння, отримаємо: $x = x_0 \sin \frac{2\pi}{T_1} \cdot \frac{T_1}{12} = x_0 \sin \frac{\pi}{6} = \frac{x_0}{2}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[x] = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{x\} = 2,5 \text{ (см)}$.

Відповідь: 2,5 см.

ВАРІАНТ №27

	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	

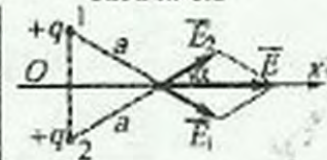
2.5*

	А	Б	В	Г	Д
1			X		
2					
3				X	
4					

3.1	$5,2 \cdot 10^4$ Н/Кл.
3.2	240 Вт.
3.3	$x_{3,2} = -7 + 2,5t$.
3.4*	78,5 с.

Задача 3.1

$a = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$
 $q_1 = q_2 = 3 \text{ нКл} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$
 $E = ?$



За принципом суперпозицій напруженість поля у третій вершині $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$.

У проєкції $E = E_1 \cos \alpha + E_2 \cos \alpha$, де $\alpha = 30^\circ$. $E_1 = E_2 = \frac{kq}{a^2}$ — напруженість поля точкового заряду. Тоді $E = 2 \frac{kq}{a^2} \cos \alpha = \frac{kq\sqrt{3}}{a^2}$.

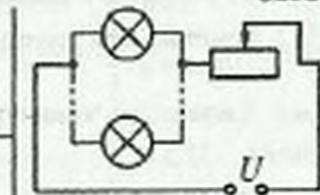
Перевіримо одиниці вимірювання: $[E] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{E\} = 5,2 \cdot 10^4$ (Н/Кл).

Відповідь: $5,2 \cdot 10^4$ Н/Кл.

Задача 3.2

$N = 10$
 $R_0 = 500 \text{ Ом}$
 $U = 220 \text{ В}$
 $U_0 = 120 \text{ В}$
 $P_p = ?$



Сила струму у нерозгалуженій ділянці кола $I = \frac{U_0 N}{R_0} = I_p$. Напряга на реостаті $U_p = U - U_0$. Потужність струму в реостаті становить

$$P_p = I_p U_p = \frac{(U - U_0) \cdot U_0 N}{R_0}$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[P_p] = \frac{\text{В}^2}{\text{Ом}} = \text{Вт}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{P_p\} = 240$ (Вт).

Відповідь: 240 Вт.

* 2.5. Некоректна умова. До пунктів 2) та 4) немає відповідних дистракторів.

Задача 3.3

$$x_1 = -3 + 0,5t \quad \text{Рівняння руху першої точки відносно другої:}$$

$$x_2 = 4 - 2t \quad x_{1,2} = x_1 - x_2 = -3 + 0,5t - 4 + 2t = -7 + 2,5t$$

$$x_{1,2} = ?$$

Відповідь: $x_{1,2} = -7 + 2,5t$.

$$R = 0,5 \text{ м}$$

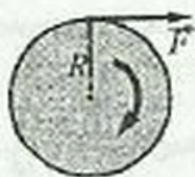
$$m = 50 \text{ кг}$$

$$F = 100 \text{ Н}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$n = 100 \text{ об/с}$$

$$t = ?$$



Задача 3.4*

Основне рівняння обертального руху диска $M = \beta$, де $M = FR$ — обертальний момент, $I = \frac{mR^2}{2}$ — момент інерції диска, β — кутове прискорення. Рівняння залежності кутової

швидкості від часу $\omega = \omega_0 + \beta t$, де $\omega = 2\pi n$, $\omega_0 = 0$. Звідси $\beta = \frac{2\pi n}{t}$.

Тоді $F \cdot R = \frac{mR^2}{2} \cdot \frac{2\pi n}{t}$, звідси $t = \frac{\pi m R n}{F}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[t] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{л/с}}{\text{Н}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} = \text{с}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{t\} = 78,5$ (с).

Відповідь: 78,5 с.

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

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

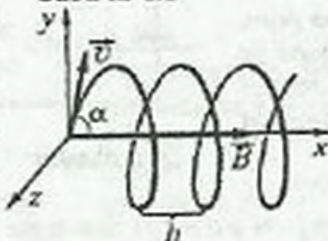
$$B = 2 \text{ Тл}$$

$$R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$W_k = 3,6 \text{ МеВ} = 5,76 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$h = ?$$

Задача 4.1



Рух протона уздовж Ox рівномірний. Крок лінії $h = v_z T = v \cos \alpha T$. Період обертання протона становить

$$T = \frac{2\pi R}{v_z} = \frac{2\pi R}{v \sin \alpha}. \text{ Отже, } h = 2\pi R \text{ctg} \alpha \quad (1).$$

Доцентрового прискорення у площині yz протону надає F_x : $ma_z = F_x$, де

$$a_z = \frac{v_z^2}{R} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{R}, \text{ а } F_x = qvB \sin \alpha.$$

Тоді $\frac{mv^3 \sin^2 \alpha}{R} = qvB \sin \alpha$. Звідси $\sin \alpha = \frac{qBR}{mv}$.

Отже, $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{m^2 v^2 - q^2 B^2 R^2}}{mv}$, тоді $\text{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{m^2 v^2 - q^2 B^2 R^2}}{qBR}$.

Оскільки кінетична енергія протона дорівнює $W_k = \frac{mv^2}{2}$, то $v^2 = \frac{2W_k}{m}$. Тому

$$\text{ctg} \alpha = \frac{\sqrt{2mW_k - q^2 B^2 R^2}}{qBR}$$

Після підстановок у рівняння (1) отримуємо: $h = \frac{2\pi}{qB} \sqrt{2mW_k - q^2 B^2 R^2}$.

Перевіримо одиниці вимірювання:

$$[h] = \frac{1}{\text{Кл} \cdot \text{Тл}} \sqrt{\text{кг} \cdot \text{Дж} - \text{Кл}^2 \cdot \text{Тл}^2 \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{А} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{Н}} \sqrt{\text{кг} \cdot \text{Н} \cdot \text{м} - \text{А}^2 \cdot \text{с}^2 \cdot \frac{\text{Н}^2}{\text{А}^2 \cdot \text{м}^2} \cdot \text{м}^2} =$$

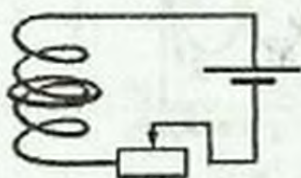
$$= \frac{\text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \text{м} - \text{с}^2 \cdot \frac{\text{кг}^2 \cdot \text{м}^2}{\text{с}^4}} = \frac{\text{с}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \text{м}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $(h) \approx 0,6 \text{ м}$.

Відповідь: 0,6 м.

Задача 4.2*

$L = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м}$
 $D = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $N = 1000$
 $\Delta t = 1 \text{ с}$
 $\Delta I = 0,2 \text{ А}$
 $S_0 = 2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$
 $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
 $I_1 = ?$



Будемо вважати, що мідне кільце міститься посередині соленоїда і $L \gg D$. При зміні сили струму в соленоїді індукція магнітного поля в середній частині соленоїда також змінюється:

$\Delta B = \mu_0 n \Delta I = \mu_0 \frac{N}{L} \Delta I$. Тоді магнітний потік, що пронизує кільце, змінюється

$\Delta \Phi = \Delta BS = \mu_0 \frac{N}{L} \Delta I \cdot \frac{\pi D^2}{4}$. У кільці виникає ЕРС індукції

$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{\pi \mu_0 N}{4L} \frac{\Delta I D^2}{\Delta t}$. Індукційний струм у замкненому витку дорівнює

$I_1 = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$, де $R = \frac{\rho l}{S_0} = \frac{\rho \pi D}{S_0}$. Отже, $I_1 = \frac{\pi \mu_0 N}{4L} \frac{\Delta I}{\Delta t} \frac{D^2 S_0}{\rho \pi D} = \frac{\mu_0 D S_0 N}{4L \rho} \frac{\Delta I}{\Delta t}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[I_1] = \frac{\frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{А}}{\text{м} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м} \cdot \text{с}} = \frac{\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}}{\text{А} \cdot \text{Ом} \cdot \text{с}} = \text{А}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{I_1\} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ (А)}$.

Якщо мідне кільце міститься поблизу краю соленоїда, то струм удвічі менший.

Відповідь: $1,23 \cdot 10^{-3} \text{ А}$.

ВАРІАНТ №28

	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 $3,2 \cdot 10^{-13}$ Н.

3.2 2 м/с^2 .

3.3 $4 \cdot 10^{14}$ Гц.

3.4* $2,1 \text{ рад/с}$.

Задача 3.1

$$W_e = 1 \text{ кеВ} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} \quad \left| \begin{array}{l} \text{Доцентрового прискорення надає сила Лоренца} \\ R = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м} \\ F_n - ? \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{mv^2}{R} = F_n, \text{ Кінетична енергія частинки } W_e = \frac{mv^2}{2}, \end{array} \right.$$

звідси $mv^2 = 2W_e$. Тоді $F_n = \frac{2W_e}{R}$. Перевіримо одиниці вимірювання:

$$[F_n] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{Н}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{F_n\} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ (Н)}$.

Відповідь: $3,2 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$.

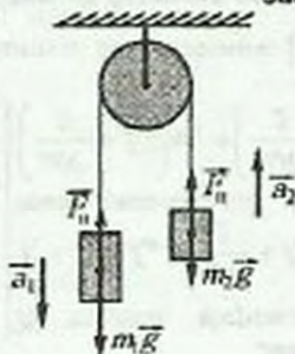
Задача 3.2

$m_1 = 3 \text{ кг}$

$m_2 = 2 \text{ кг}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$a - ?$



Тіла відносно Землі рухаються з однаковим за величиною прискоренням $a_1 = a_2 = a$. За II законом Ньютона для

$$\text{кожного з тіл: } \begin{cases} m_1 a = m_1 g - F_n, \\ m_2 a = F_n - m_2 g. \end{cases}$$

Звідси $(m_1 + m_2) a = (m_1 - m_2) g$.

$$\text{Тоді } a = g \cdot \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{a\} = 2 \text{ (м/с}^2\text{)}$.

Відповідь: 2 м/с^2 .

Задача 3.3

$\lambda_1 = 750 \text{ нм} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ $n_1 = 1$ $n_2 = 1,33$ $v_2 = ?$	При переході з одного середовища до іншого частота не змінюється $v_1 = v_2$. Оскільки довжина хвилі в повітрі $\lambda_1 = \frac{v}{v_1} = \frac{c}{n_1 v_1}$, то $v_1 = \frac{c}{n_1 \lambda_1} = v_2$.
--	---

Перевіримо одиниці вимірювання: $[v_2] = \frac{\text{м/с}}{\frac{1}{\text{м}}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{v_2\} = 4 \cdot 10^{14} \text{ (Гц)}$.

Відповідь: $4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.

Задача 3.4*

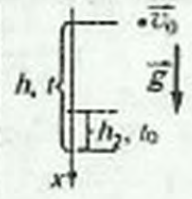
$m = 80 \text{ кг}$ $R = 1 \text{ м}$ $\omega_1 = 2 \text{ рад/с}$ $I_{\text{ст}} = 3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ $I_{\text{д}} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ $\omega_2 = ?$	За законом збереження моменту імпульсу $I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$, де $I_1 = I_{\text{ст}} + I_{\text{д}} = \frac{mR^2}{2} + I_{\text{ст}}$, $I_2 = \frac{mR^2}{2} + I_{\text{д}}$ — моменти інерції системи диск-людина у початковому і кінцевому станах. Тоді $\left(\frac{mR^2}{2} + I_{\text{ст}}\right) \omega_1 = \left(\frac{mR^2}{2} + I_{\text{д}}\right) \omega_2$, звідси $\omega_2 = \frac{mR^2/2 + I_{\text{ст}}}{mR^2/2 + I_{\text{д}}} \cdot \omega_1$.
---	---

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\omega_2] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \frac{\text{рад}}{\text{с}}}{\text{кг} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{\omega_2\} \approx 2,1 \text{ (рад/с)}$.

Відповідь: $2,1 \text{ рад/с}$.

Задача 4.1

$g = 10 \text{ м/с}^2$ $v_0 = 0$ $h_2 = 7/16 h$ $t_0 = 1 \text{ с}$ $v_{\text{оп}} = ?$	 <p>Знайдемо загальну висоту і час падіння тіла.</p> $\begin{cases} h = \frac{gt^2}{2} \\ h_1 = h - h_2 = \frac{9}{16} h = \frac{g(t-t_0)^2}{2} \end{cases}$
---	--

Тоді $\frac{9}{16} \cdot \frac{gt^2}{2} = \frac{g(t-t_0)^2}{2}$. Звідси $9t^2 = 16(t^2 - 2t_0t + t_0^2)$. Отримаємо квадратне

рівняння $7t^2 - 32t_0t + 16t_0^2 = 0$, коренями якого є $t' = 4t_0$ та $t'' = \frac{4t_0}{7} < t_0$ — не

має фізичного змісту. Тоді $h = \frac{16gt_0^2}{2} = 8gt_0^2$.

Першу половину шляху тіло падатиме за час t_1 : $\frac{h}{2} = \frac{gt_1^2}{2}$, звідси

$t_1 = \sqrt{\frac{h}{g}} = \sqrt{\frac{8gt_0^2}{g}} = 2\sqrt{2}t_0$. Тоді час на другій половині шляху:

<http://interesno.bbmy.ru/>

$t_2 = t - t_1 = 4t_0 - 2\sqrt{2}t_0 = 2t_0(2 - \sqrt{2})$. Середня швидкість на другій половині

$$\text{шляху: } v_{\text{ср}} = \frac{h}{2t_2} = \frac{8gt_0^2}{4t_0(2 - \sqrt{2})} = gt_0(2 + \sqrt{2}).$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[v_{\text{ср}}] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{v_{\text{ср}}\} \approx 34 \text{ (м/с)}$.

Відповідь: 34 м/с.

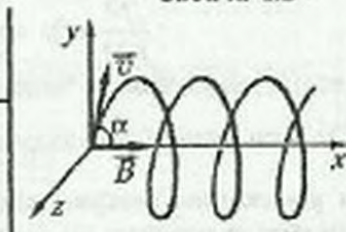
Задача 4.2*

$$\alpha = 60^\circ$$

$$D = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$T = 60 \text{ мкс} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ с}$$

$$v = ?$$



У площині, перпендикулярній до Ox , електрон має швидкість $v_{\perp} = v \sin \alpha$ і за період описує коло, довжина якого $\pi D = v_{\perp} T = v \sin \alpha T$.

$$\text{Звідси } v = \frac{\pi D}{T \sin \alpha}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{v\} = 6 \cdot 10^5 \text{ (м/с)}$.

Відповідь: $6 \cdot 10^5 \text{ м/с}$.

ВАРІАНТ №29

	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 ¹				

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

3.1	120 кг.
3.2	1,8 мм.
3.3	$\frac{m_2}{m_1} = \frac{c \cdot t + \lambda/2}{c \cdot t}$
3.4*	$0,1875 \text{ Па} \cdot \text{м}^3/\text{моль}^2, 4,225 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.

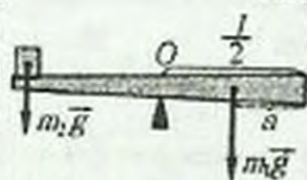
Задача 3.1

$$m_2 = 60 \text{ кг}$$

$$l = 12 \text{ м}$$

$$a = 3 \text{ м}$$

$$m_1 = ?$$



Центр тяжіння колоди міститься на відстані a від товстого кінця. За правилом моментів для точки O :

$$m_2 g \frac{l}{2} = m_1 g \left(\frac{l}{2} - a \right)$$

Звідси $m_1 = \frac{m_2 l}{l - 2a}$. Перевіримо одиниці вимірювання: $[m_1] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}} = \text{кг}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{m_1\} = 120 \text{ (кг)}$.

Відповідь: 120 кг.

Задача 3.2

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

$$d = 0,1 \text{ м}$$

$$U = 600 \text{ В}$$

$$W_1 = 1,7 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$$

$$d_0 = ?$$

На довжині вільного пробігу електричне поле виконує роботу по наданню електрону кінетичної енергії, достатньої для йонізації нейтральної молекули газу. $A_{\text{в}} = W_{\text{в}} = W_1$.

Робота електричного поля $A_{\text{в}} = qU_0$, де $U_0 = d_0 E = U \frac{d_0}{d}$ —

напруга між двома точками, на яких здійснюється розгін електрона.

Тоді $\frac{q d_0 U}{d} = W_1$. Звідси $d_0 = \frac{W_1 d}{q U}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[d_0] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}}{\text{Кл} \cdot \text{В}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{м}}{\text{Дж}} = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{d_0\} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$.

Відповідь: 1,8 мм.

¹ 2.4. Некоректний запис дистрикторів.

Задача 3.3

$$m_{\text{л}} = m_{\text{в}}/2$$

$$c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$$

$$c_{\text{л}} = 2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{°C)}$$

$$t_{\text{в}}^{\circ} = t^{\circ}$$

$$t_{\text{л}}^{\circ} = -t^{\circ}$$

$$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

Виділяється енергія.
Охолодження води до 0°C:
 $Q_1 = c_{\text{в}} m_{\text{в}} t^{\circ}$.

Поглинається енергія.
Нагрівання льоду до 0°C:
 $Q_2 = c_{\text{л}} m_{\text{л}} t^{\circ}$,
плавлення льоду:
 $Q_3 = \lambda m_{\text{л}} = \frac{\lambda m_{\text{в}}}{2}$.

$$\frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{л}}} = ?$$

Рівняння теплового балансу: $c_{\text{в}} m_{\text{в}} t^{\circ} = m_{\text{л}} \left(c_{\text{л}} t^{\circ} + \frac{\lambda}{2} \right)$.

Звідси $\frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{л}}} = \frac{c_{\text{л}} t^{\circ} + \lambda/2}{c_{\text{в}} t^{\circ}}$. Одиниці вимірювання: $\left[\frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{л}}} \right] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot \text{°C} + \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}} \cdot \text{°C}} = 1$.

Відповідь: $\frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{л}}} = \frac{c_{\text{л}} t^{\circ} + \lambda/2}{c_{\text{в}} t^{\circ}}$.

Задача 3.4*

$$v = 1 \text{ моль}$$

$$V = 0,25 \text{ л} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$$T_1 = 300 \text{ К}$$

$$p_1 = 90 \text{ атм} = 9 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$p_2 = 110 \text{ атм} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ Па}$$

$$T_2 = 350 \text{ К}$$

$$a = ? \quad b = ?$$

Рівняння Ван-дер-Ваальса у I стані ($V = \text{const}$):

$$\left(p_1 + v^2 \frac{a}{V^2} \right) (V - vb) = vRT_1,$$

у II стані: $\left(p_2 + v^2 \frac{a}{V^2} \right) (V - vb) = vRT_2.$

Звідси $\frac{p_1 + v^2 \frac{a}{V^2}}{p_2 + v^2 \frac{a}{V^2}} = \frac{T_1}{T_2}$; $p_1 T_2 + \frac{v^2 a T_2}{V^2} = p_2 T_1 + \frac{v^2 a T_1}{V^2}$;

$$\frac{v^2 a}{V^2} (T_2 - T_1) = p_2 T_1 - p_1 T_2; \quad a = \frac{(p_2 T_1 - p_1 T_2) V^2}{(T_2 - T_1) v^2}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[a] = \frac{\text{Па} \cdot \text{К} \cdot \text{м}^3}{\text{К} \cdot \text{моль}^2} = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{моль}^2}$.

Підставимо значення фізичних величин: $(a) = 0,1875 \text{ (Па} \cdot \text{м}^3/\text{моль}^2)$.

Тоді $V - vb = \frac{vRT_1}{p_1 + v^2 \frac{a}{V^2}}$, $b = \frac{1}{v} \left(V - \frac{vRT_1}{p_1 + v^2 \frac{a}{V^2}} \right)$.

Одиниці: $[b] = \frac{1}{\text{моль}} \left(\text{м}^3 - \frac{\text{моль} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \text{К}}{\text{Па} + \frac{\text{моль}^2 \cdot \text{м}^3}{\text{моль}^2 \cdot \text{м}^3}} \right) = \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$. $(b) = 4,225 \cdot 10^{-5} \text{ (м}^3/\text{моль)}$.

Відповідь: $0,1875 \text{ Па} \cdot \text{м}^3/\text{моль}^2, 4,225 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.

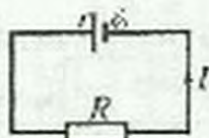
$$R_1 = 3 \text{ Ом}$$

$$I_1 = 0,8 \text{ А}$$

$$R_2 = 14 \text{ Ом}$$

$$I_2 = 0,2 \text{ А}$$

$$P_{\text{max}} = ?$$



Задача 4.1

За законом Ома для замкнутого кола:

$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$. Потужність, яка виділяється на зовнішньому опорі: $P = I^2 R$. Тоді

$$P = \frac{\varepsilon^2 R}{(R+r)^2} = \frac{\varepsilon^2 R}{R^2 + 2Rr + r^2} = \frac{\varepsilon^2}{R + 2r + r^2 / R}$$

$P = P_{\text{max}}$, якщо $I = R + 2r + \frac{r^2}{R}$ досягає мінімуму. Умова мінімуму:

$f'(R) = 1 - \frac{r^2}{R^2} = 0$ і зміна знаку похідної з мінуса на плюс. Звідки $R = r$. Тоді

$I = \frac{\varepsilon}{2r}$ і $P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2 r}{(2r)^2} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$. Знайдемо ЕРС і внутрішній опір джерела:

$$\begin{cases} \varepsilon = I_1(r + R_1), \\ \varepsilon = I_2(r + R_2); \end{cases} \quad \begin{cases} \varepsilon = I_1(r + R_1), \\ I_1(r + R_1) = I_2(r + R_2); \end{cases} \quad \begin{cases} \varepsilon = I_1(r + R_1), \\ r(I_1 - I_2) = I_2 R_2 - I_1 R_1; \end{cases}$$

Звідси $r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$;

$$\varepsilon = I_1 \left(R_1 + \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} \right) = I_1 \cdot \frac{I_1 R_1 - I_2 R_1 + I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_1 - I_2}$$

Підставивши вирази для ε та r у формулу для обчислення P_{max} маємо:

$$P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{I_1^2 I_2^2 (R_2 - R_1)^2}{4(I_1 - I_2)(I_2 R_2 - I_1 R_1)}$$

Перевіримо одиниці вимірювання за отриманою формулою:

$$[P_{\text{max}}] = \frac{\text{А}^2 \cdot \text{А}^2 \cdot \text{Ом}^2}{\text{А} \cdot \text{А} \cdot \text{Ом}} = \text{А}^2 \cdot \text{Ом} = \text{Вт.}$$

Підставимо значення фізичних величин в отриману формулу:

$$[P_{\text{max}}] = 3,23 \text{ (Вт).}$$

Відповідь: 3,23 Вт.

Завдання 4.2*

$$\lambda = -6,8 \text{ мкКл/м} = -6,8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$$

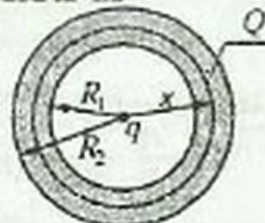
$$R_1 = 2,5 \text{ см} = 0,025 \text{ м}$$

$$R_2 = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м}$$

$$x = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$$

$$E_{\text{зовні}} = 0$$

$$E_x = ?$$



Нехай заряд циліндра Q . Застосуємо теорему Остроградського-Гаусса для поверхні, що оточує циліндр ззовні:

$$E_{\text{зовні}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q+Q}{S_{\epsilon_0}} = 0. \text{ Звідси } Q = -q, \text{ тобто заряд циліндра по модулю дорівнює}$$

заряду нитки, а за знаком — різноименний. а) Якщо циліндр провідний, то в точці, що міститься всередині циліндра на відстані x від його осі, $E_x = 0$.

б) Якщо циліндр із діелектрика, то за теоремою Остроградського-Гаусса для циліндричної поверхні, радіус якої x : $E_x = \frac{q+Q_x}{S_{\epsilon_0}}$, де $S_x = 2\pi x l$ — площа бічної

поверхні циліндра. $q = \lambda l$ — заряд нитки, що міститься всередині циліндра. Q_x — заряд тіла, обмеженого циліндричними поверхнями, радіуси яких дорівнюють R_1 та x . Знайдемо Q_x , позначивши об'ємну густину заряду ρ .

$$Q_x = \rho l (\pi R_2^2 - \pi R_1^2) = \rho \pi l (R_2^2 - R_1^2) \text{ — заряд усього циліндра, } Q_x = \rho \pi l (x^2 - R_1^2).$$

Звідси $Q_x = Q \cdot \frac{x^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}$. Врахувавши, що $Q = -q = -\lambda l$, отримаємо

$$Q_x = -\lambda l \cdot \frac{x^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}. \text{ Тоді } E_x = \frac{\lambda l - \lambda l \frac{x^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2}}{2\pi x \epsilon_0} = \frac{\lambda (R_2^2 - x^2)}{2\pi x \epsilon_0 (R_2^2 - R_1^2)}$$

$$\text{Перевіримо одиниці вимірювання: } [E_x] = \frac{\frac{\text{Кл} \cdot \text{м}^2}{\text{м}}}{\text{м} \cdot \text{м}^2 \cdot \frac{\text{Ф}}{\text{м}}} = \frac{\text{Кл}}{\text{Ф} \cdot \text{м}} = \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

Підставимо значення фізичних величин: $\{E_x\} = -2,21 \cdot 10^6 \text{ (В/м)}$.

Відповідь: $-2,21 \cdot 10^6 \text{ В/м}$.

ВАРІАНТ №30

	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	$2,8 \cdot 10^{-25}$ кг.
3.2	20 В.
3.3	10,8 В.
3.4*	$1,15 \cdot 10^3$ м/с.

Задача 3.1

$\nu = 3,8 \cdot 10^{15}$ Гц
 $m = ?$ | Енергія фотона дорівнює $E_\gamma = h\nu = mc^2$. Релятивістська маса фотона $m = h\nu/c^2$.

Одиниці вимірювання: $[m] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{Гц}}{\text{м}^2/\text{с}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} \cdot \frac{1}{\text{с}} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{с}^2}{\text{м}} = \text{кг}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{m\} \approx 2,8 \cdot 10^{-25}$ (кг).

Відповідь: $2,8 \cdot 10^{-25}$ кг.

Задача 3.2

$k = 10$
 $U_1 = 220$ В
 $r_0 = 0,2$ Ом
 $R = 2$ Ом
 $U_2 = ?$ | Коефіцієнт трансформації $k = \frac{\xi_1}{\xi_2}$. Оскільки опір первинної обмотки малий, то $\xi \approx U_1$, тоді $\xi_2 = \frac{U_1}{k}$. У вторинному колі $\xi_2 = I_2(R+r)$, тому $I_2 = \frac{\xi_2}{R+r} = \frac{U_1}{k(R+r)}$. Напруга на затискачах вторинної обмотки

$U_2 = I_2 R = \frac{U_1 R}{k(R+r)}$. Перевіримо одиниці вимірювання: $[U_2] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом}}{\text{Ом}} = \text{В}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 20$ (В).

Відповідь: 20 В.

Задача 3.3

$W_e = 10$ кВт · год = $3,6 \cdot 10^7$ Дж
 $k = 1080$ мг/(А · год) = $3 \cdot 10^{-3}$ кг/Кл
 $m = 1$ кг
 $U = ?$ | За I законом Фарадея маса нікелю дорівнює $m = kIt$. Затрати електричної енергії $W_e = UIt$, звідси $U = \frac{W_e}{It} = \frac{W_e}{m} k$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[U] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{Кл}} = \text{В}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{U\} = 10,8$ (В).

Відповідь: 10,8 В.

$$m_1 = m_2 = m_0$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = v = 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$v_2 - ?$$

$$\text{Релятивістська маса системи } m^* = \frac{E_1 + E_2}{c^2} = m_0 \left(1 + \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \right)$$

$$\text{Імпульс системи } p_x = p_1 + p_2 = 0 + \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Швидкість руху центра мас системи

$$v_c = \frac{p_x}{m^*} = \frac{m_0 v / \sqrt{1 - v^2/c^2}}{m_0 (1 + 1/\sqrt{1 - v^2/c^2})} = \frac{v}{1 + \sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$\text{Одиниці вимірювання: } [v] = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

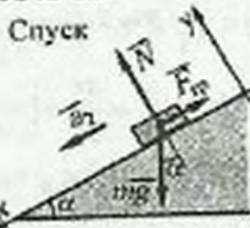
$$\text{Обчислення: } \{v\} = 1,15 \cdot 10^8 \text{ (м/с)}$$

$$\text{Відповідь: } 1,15 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$t_2 = n \cdot t_1$$
$$n = 1,2$$
$$\alpha = 30^\circ$$
$$\mu - ?$$



Задача 4.1



При русі по похилій площині вгору і вниз змінюється напрям сили тертя, що спричинює зміну прискорення. За II законом Ньютона

$m\vec{a} = m\vec{g} + N + \vec{F}_{\text{тр}}$. При піднятті: $Ox: ma_1 = F_{\text{тр}} + mgsin\alpha$; $Oy: N = mg\cos\alpha$, $F_{\text{тр}} = \mu N$. Звідси $a_1 = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$. При спуску: $Ox: ma_2 = F - mgsin\alpha$; $Oy: N = mg\cos\alpha$, $F = \mu N$. Звідси $a_2 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$. Отже,

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\sin\alpha + \mu\cos\alpha}{\sin\alpha - \mu\cos\alpha} = \frac{\text{tg}\alpha + \mu}{\text{tg}\alpha - \mu}$$

$$S = \frac{a_1 t_1^2}{2} \text{ (враховуючи, що } v_0 = a_1 t_1) \text{ та при спуску } S = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

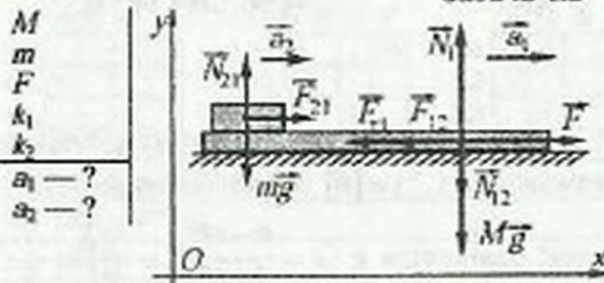
$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}} = \sqrt{\frac{\text{tg}\alpha + \mu}{\text{tg}\alpha - \mu}} = n$$

З останнього рівняння знайдемо μ : $\mu = \text{tg}\alpha \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2 + 1}$

Одиниці вимірювання: $[\mu] = 1$. Обчисливши, отримаємо: $\{\mu\} = 0,104$.

$$\text{Відповідь: } 0,104$$

Задача 4.2*



Між стичними тілами діють за величиною сили взаємодії:

$$N_{12} = N_{21} = N_2$$

$$\text{та } F_{21} = F_{12} = F_{22}$$

Запишемо динамічне рівняння руху для двох тіл в проекціях на координатні осі.

Брусок:
$$\begin{cases} ma_2 = F_{12}, \\ N_2 = mg, \text{ звідси } a_2 = k_2 g; \text{ сила тертя } F_{12} = k_1 mg. \end{cases}$$

Дошка:
$$\begin{cases} Ma_1 = F - F_{11} - F_{12} = F - k_1 mg - F_{11}, \\ N_1 = Mg + N_2 = (M + m)g, \\ F_{11} = k_1 N_1 = k_1 (M + m)g. \end{cases}$$

Звідси $Ma_1 = F - k_1 mg - k_1 (M + m)g$ і $a_1 = \frac{F - k_1 mg - k_1 (M + m)g}{M}$.

Брусок почне зісковзувати з дошки, якщо $a_1 > a_2$, тоді $F - k_1 mg - k_1 (M + m)g > k_1 Mg$, тобто $F > (M + m)g(k_1 + k_2)$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[a_1] = \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $[a_2] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Відповідь: $a_1 = \frac{F - k_1 mg - k_1 (M + m)g}{M}$, $a_2 = k_2 g$, $F > (M + m)g(k_1 + k_2)$.

ВАРІАНТ №31

	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	6,25 м.
3.2	6400.
3.3	0,8 В.
3.4*	35 кДж.

Задача 3.1

$v_1 = 10 \text{ м/с}$
 $v_2 = 15 \text{ м/с}$
 $E = 10 \text{ м/с}^2$
 $h = ?$

Закон збереження енергії $E_1 = E_2$, де $E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + mgh$ — повна механічна енергія у початковому стані. $E_2 = \frac{mv_2^2}{2}$ — у кінцевому стані.

Отже, $\frac{mv_1^2}{2} + mgh = \frac{mv_2^2}{2}$, звідси $h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[h] = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м/с}^2} = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{h\} = 6,25 \text{ (м)}$.

Відповідь: 6,25 м.

Задача 3.2

$v = 5 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$
 $l = 2,4 \text{ мм} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 $n = 1,6$
 $N = ?$

Довжина хвилі у світлі: $\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{\nu}$. Кількість довжин хвиль на відрізку l : $N = \frac{l}{\lambda} = \frac{n\nu}{c}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[N] = \frac{\text{м} \cdot 1/\text{с}}{\text{м/с}} = 1$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{N\} = 6400$.

Відповідь: 6400.

Задача 3.3

$I_m = 4,3 \text{ мА} = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $i = 1,6 \text{ мА} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ А}$
 $C = 25 \text{ нФ} = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$
 $L = 1 \text{ мГн} = 10^{-3} \text{ Гн}$
 $u = ?$

За законом збереження енергії у коливальному контурі $W_1 = W_2$, де $W_1 = \frac{LI_m^2}{2}$ — повна енергія в момент проходження через котушку максимального струму.

$W_2 = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$ — енергія в момент, коли конденсатор частково зарядився.

Тоді $\frac{Li^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$, звідси $u = \sqrt{\frac{L(I_{\text{ма}}^2 - I^2)}{C}}$.

Одиниці вимірювання: $[u] = \sqrt{\frac{\text{Гн} \cdot \text{А}^2}{\text{Ф}}} = \sqrt{\frac{\text{В} \cdot \text{с} \cdot \text{А}^2 \cdot \text{В}}{\text{А} \cdot \text{Кл}}} = \text{В} \cdot \sqrt{\frac{\text{А} \cdot \text{с}}{\text{А} \cdot \text{с}}} = \text{В}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{u\} = 0,8 \text{ (В)}$.

Відповідь: 0,8 В.

Задача 3.4*

<p>$V_1 = 100 \text{ л} = 0,1 \text{ м}^3$ $i = 5$ $T_1 = 400 \text{ К}$ $\Delta T = 40 \text{ К}$ $p = 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$ $Q = ?$</p>	<p>Кількість теплоти за першим законом термодинаміки $Q = \Delta U + A_{\text{вн}}$. Під час ізобарного нагрівання робота газу $A_{\text{вн}} = p\Delta V$. Зміна внутрішньої енергії двоатомного газу $U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} p \Delta V$.</p>
---	---

Тоді $Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) p \Delta V = \left(\frac{i}{2} + 1\right) p (V_2 - V_1)$. За законом Гей-Люссака $\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$,

тоді $V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{V_1}{T_1} (T_1 + \Delta T) = V_1 \left(1 + \frac{\Delta T}{T_1}\right)$. Отримаємо $Q = \left(\frac{i}{2} + 1\right) \frac{p}{T_1} V_1 \Delta T$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[Q] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{К}}{\text{К}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 = \text{Н} \cdot \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{Q\} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ (Дж)}$.

Відповідь: 35 кДж.

Задача 4.1

<p>$r = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$ $N = 1000$ $\alpha = 0^\circ$ $\left \frac{\Delta B}{\Delta t}\right = 10 \frac{\text{мТл}}{\text{с}} = 10^{-3} \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$ $C = 20 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Ф}$ $q = ?$</p>	<p>Заряд конденсатора $q = CU$, де $U = \mathcal{E}_i$. ЕРС індукції, що виникає в котушці при зміні магнітного потоку, який її пронизує $\mathcal{E}_i = N \left \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}\right$. Зміна магнітного потоку дорівнює $\Delta \Phi = \Delta BS = \Delta B \pi r^2$. Отже, $q = CN \left \frac{\Delta B}{\Delta t}\right \pi r^2$.</p>
---	---

Одиниці вимірювання: $[q] = \text{Ф} \cdot \frac{\text{Тл}}{\text{с}} \cdot \text{м}^2 = \text{Ф} \cdot \frac{\text{Вб}}{\text{с}} = \text{Ф} \cdot \text{В} = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \cdot \text{В} = \text{Кл}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{q\} = 5,66 \cdot 10^{-7} \text{ (Кл)}$.

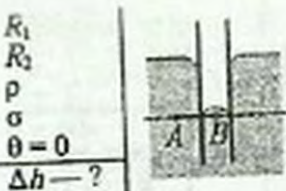
Відповідь: $5,66 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$.

Задача 4.2*

Якщо рідина не змочує стінок посудини, то вона опускається по капіляру. В стані рівноваги тиски в т. А та т. В, що містяться на одному рівні, однакові.

$$p_A = p_{\text{вн}} + \rho gh, \quad p_B = p_{\text{вн}} + p_A, \quad \text{де } p_A = \frac{2\sigma}{R} \text{ — тиск}$$

Лапласа.



Отже, $\rho gh = \frac{2\sigma}{R}$, звідси $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$. Що більший радіус кривини, то менше опускається рівень. Нехай $R_1 > R_2$. Тоді різниця рівнів ртуті в капілярах

$$\Delta h = \frac{2\sigma}{\rho g R_2} - \frac{2\sigma}{\rho g R_1} = \frac{2\sigma}{\rho g} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right).$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[\Delta h] = \frac{\text{Н/м}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \cdot \frac{1}{\text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{Н}} = \text{м}.$

Відповідь: $\Delta h = \frac{2\sigma}{\rho g} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right).$

ВАРІАНТ №32

	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 4 м.

3.2 60 Дж.

3.3 20 А.

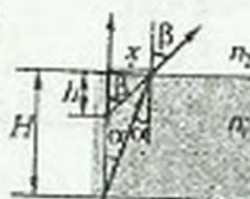
3.4* 15 рад/с², 150 рад/с.

$h = 3$ м

$n_1 = 1,33$

$n_2 = 1$

$H = ?$



Задача 3.1

За законом заломлення світла при перехо-

ді з води у повітря $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$. Для малих

кутів $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{H}$, $\sin \beta \approx \operatorname{tg} \beta = \frac{x}{h}$.

Тоді $\frac{x \cdot h}{H \cdot x} = \frac{n_2}{n_1}$, звідси $H = \frac{hn_1}{n_2}$. Перевіримо одиниці вимірювання: $[H] = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{H\} \approx 4$ (м).

Відповідь: 4 м.

Задача 3.2

Оскільки $\rho_r > \rho_t$, то сила F , якою утримують тіло, напрямлена вниз. При рівномірному переміщенні тіла вниз сила F виконує роботу $A = FS$. Оскільки

$$F = F_A - mg = \rho_r g V - mg = \rho_r g \frac{m}{\rho_r} - mg = mg \left(\frac{\rho_r}{\rho_r} - 1 \right) = 3mg,$$

то $A = 3mgS$.

Одиниці: $[A] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$. Обчислення: $\{A\} = 60$ (Дж).

Відповідь: 60 Дж.

Задача 3.3

Роботу по рівномірному переміщенню провідника в магнітному полі виконує сила Ампера. $A = F_A S$. Сила Ампера $F_A = BIl$.

Тоді $A = BIlS$, звідси $I = \frac{A}{BIS}$.

$$[I] = \frac{\text{Дж}}{\text{Тл} \cdot \text{м} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{А} \cdot \text{м}}{\text{Н} \cdot \text{м}^2} = \text{А}. \text{ Обчислення: } \{I\} = 20 \text{ (А)}.$$

Відповідь: 20 А.

Задача 3.4*

$$m = 40 \text{ кг}$$

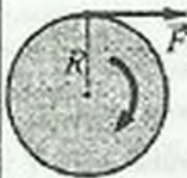
$$d = 80 \text{ см} = 0,8 \text{ м}$$

$$F = 120 \text{ Н}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$\omega_0 = 0$$

$$\omega = ? \quad \beta = ?$$



Основне рівняння динаміки обертального руху: $M = J\beta$, де $M = FR = \frac{Fd}{2}$ — момент сили, що обертає диск. $J = \frac{mR^2}{2} = \frac{md^2}{8}$ — момент інерції диска.

Тоді $F \frac{d}{2} = \frac{md^2}{8} \cdot \beta$, звідси $\beta = \frac{4F}{md}$ — кутове прискорення диска. Рівняння

кутової швидкості при обертальному русі $\omega = \omega_0 + \beta t = \beta t = \frac{4F}{md} t$.

Одиниці: $[\beta] = \frac{\text{Н}}{\text{кг} \cdot \text{м}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} = \frac{1}{\text{с}^2} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}^2} \right)$, $[\omega] = \frac{\text{Н}}{\text{кг} \cdot \text{м}} \cdot \text{с} = \frac{1}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{1}{\text{с}} \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$.

Обчислення: $\{\beta\} = 15 \text{ (рад/с}^2\text{)}$, $\{\omega\} = 150 \text{ (рад/с)}$. Відповідь: 15 рад/с², 150 рад/с.

Задача 4.1

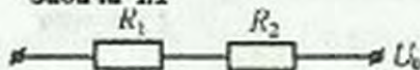
$$U_0 = 120 \text{ В}$$

$$P_1 = 600 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 300 \text{ Вт}$$

$$U = U_0$$

$$P = ?$$



Опір кожного провідника дорівнює $R_1 = \frac{U_0^2}{P_1}$, $R_2 = \frac{U_0^2}{P_2}$.

При послідовному з'єднанні $R = R_1 + R_2 = U_0^2 \cdot \frac{P_1 + P_2}{P_1 P_2}$.

За законом Ома для ділянки кола $I = \frac{U_0}{R_1 + R_2} = \frac{P_1 P_2}{U_0 (P_1 + P_2)}$. Загальна потуж-

ність, що виділяється на обох провідниках $P = IU_0 = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}$.

Одиниці: $[P] = \text{Вт}$. Обчислення: $\{P\} = 200 \text{ (Вт)}$. Відповідь: 200 Вт.

Задача 4.2*

$$t = 0,1 \text{ мс} = 10^{-4} \text{ с}$$

$$W = 4 \text{ Дж}$$

$$d = 5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$\alpha = 0,25$$

$$p = ?$$

Тиск світла на відбиваючу поверхню дорівнює $p = (1 + \alpha) \omega$, де α — коефіцієнт відбивання.

$\omega = \frac{W}{V}$ — густина енергії випромінювання.

Оскільки об'єм падаючого за час t на поверхню світла дорівнюють

$$V = S l = \frac{\pi d^2}{4} \cdot c \cdot t, \text{ то } p = (1 + \alpha) \cdot \frac{4W}{\pi d^2 c t}$$

$[p] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \cdot \text{м/с} \cdot \text{с}} = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$. Обчислення: $\{p\} \approx 8,49 \cdot 10^6 \text{ (Па)}$.

Відповідь: 8,49 МПа.

ВАРІАНТ №33

	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 ¹		X	X	X
2.3	X			
2.4			X	

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

3.1	240 В.
3.2	2,2 см.
3.3	2 с.
3.4*	0,1154 Ом.

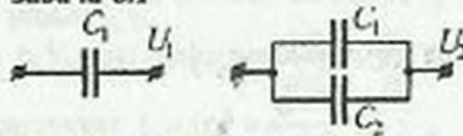
Задача 3.1

$$C_1 = 2 \text{ мкФ} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_1 = 600 \text{ В}$$

$$C_2 = 3 \text{ мкФ} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U_2 = ?$$



Якщо конденсатор від'єднати від джерела, то заряд системи зберігається $q_1 = C_1 U_1 = (C_1 + C_2) U_2$.

Звідси $U_2 = \frac{C_1 U_1}{C_1 + C_2}$. При паралельному з'єднанні напруга на кожному конденсаторі така сама, як і на загискачах з'єднання.

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

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 240 \text{ (В)}$.

Відповідь: 240 В.

Задача 3.2

$$h_1 = 0,3 \text{ м}$$

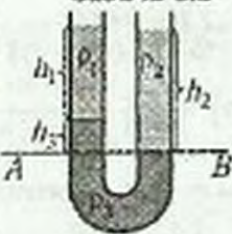
$$\rho_1 = 1 \text{ г/см}^3 = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$h_2 = 0,5 \text{ м}$$

$$\rho_2 = 1,2 \text{ г/см}^3 = 1200 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_3 = 13,6 \text{ г/см}^3 = 13600 \text{ кг/м}^3$$

$$h_3 = ?$$



Умова рівноваги рідини у сполучених посудинах на межі поділу рідин AB : $p_1 + p_3 = p_2 + p_3$, де
 $p_1 = \rho_1 g h_1$ — тиск стовпа води,
 $p_2 = \rho_2 g h_2$ — тиск стовпа ртуті,
 $p_3 = \rho_3 g h_3$ — тиск стовпа гліцерину.

Тоді $\rho_1 h_1 + \rho_3 h_3 = \rho_2 h_2$, звідси $h_3 = \frac{\rho_2 h_2 - \rho_1 h_1}{\rho_3}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[h_3] = \frac{\text{кг/м}^3 \cdot \text{м}}{\text{кг/м}^3} = \text{м}$.

Обчислення: $\{h_3\} \approx 0,022 \text{ (м)}$. Відповідь: 2,2 см.

¹ 2.2. Відповідь: 2 м, 10 Гм. Правильного дистриктора немає.

Задача 3.3

$T = 24 \text{ с}$
 $\varphi_0 = 0$
 $x = \frac{x_m}{2}$
 $t = ?$

Якщо коливання починаються з положення рівноваги, то рівняння коливань має вигляд $x = x_m \sin \omega t$. За умовою $x = \frac{x_m}{2}$, тоді $\sin \omega t = \frac{1}{2}$. Звідси $\omega t = \frac{\pi}{6}$ і $t = \frac{\pi}{6\omega}$.

Оскільки циклічна частота коливань дорівнює $\omega = \frac{2\pi}{T}$, то $t = \frac{\pi T}{6 \cdot 2\pi} = \frac{T}{12}$.

Одиниці вимірювання: $[t] = \text{с}$. Обчислення: $\{t\} = 2 \text{ (с)}$.

Відповідь: 2 с.

Задача 3.4*

$R_0 = 50 \text{ мОм} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}$
 $t_1^{\circ} = 100^{\circ}\text{C}$
 $R_1 = 70 \text{ мОм} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}$
 $t_2^{\circ} = 327^{\circ}\text{C}$
 $R_2 = ?$

Запишемо залежність опору металевого провідника від температури $R_t = R_0(1 + \alpha t_1^{\circ})$ — у I випадку, $R_t = R_0(1 + \alpha t_2^{\circ})$ — у II випадку. З першого рівняння виразимо $\alpha = \frac{R_1 - R_0}{R_0 t_1^{\circ}}$ і підставимо у друге рівняння

$$R_2 = R_0 \left(1 + \frac{R_1 - R_0}{R_0} \cdot \frac{t_2^{\circ}}{t_1^{\circ}} \right)$$

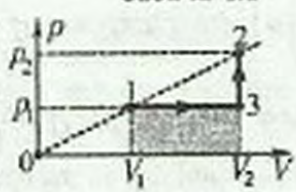
Перевіримо одиниці вимірювання: $[R_2] = \text{Ом} \cdot \left(1 + \frac{\text{Ом}}{\text{Ом}} \cdot \frac{^{\circ}\text{C}}{^{\circ}\text{C}} \right) = \text{Ом}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{R_2\} = 0,1154 \text{ (Ом)}$.

Відповідь: 0,1154 Ом.

Задача 4.1

$p_1 = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$
 $V_1 = 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3$
 $p_2 = 2p_1$
 $V_2 = 2V_1$
 $A_{\text{min}} = ?$



Робота газу буде мінімальна, якщо площа фігури під графіком процесу найменша. Це можливо за умови, що під час процесу 1-3 газ ізобарно розширюється, а під час 3-2 — ізохорно нагрівається.

Тоді $A_{\text{min}} = p_1 (V_2 - V_1) = p_1 V_1$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[A_{\text{min}}] = \text{Па} \cdot \text{м}^3 = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{A_{\text{min}}\} = 10^3 \text{ (Дж)}$.

Відповідь: 1 кДж.

Задача 4.2*

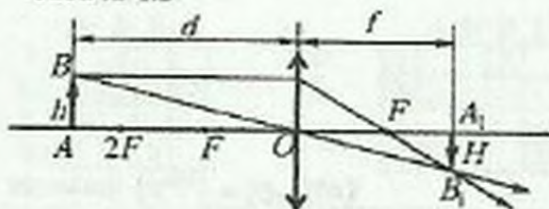
$$D = 14 \text{ дптр}$$

$$v = 72 \text{ км/год} = 20 \text{ м/с}$$

$$H = 5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$d = 2000 \text{ м}$$

$$t = ?$$



Якщо автомобіль переміститься на відстань $h = vt$ з точки A в точку B , то його зображення на плівці зміститься з т. A_1 в т. B_1 , внаслідок чого буде розмитим. За допомогою фотоапарата утворюються дійсні зменшені зображення предмета, якщо він перебуває на відстані $d \gg 2F$ збиральної лінзи об'єктива.

Для тонкої лінзи $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$. Збільшення фотоапарата $\frac{f}{d} = \frac{H}{h} = \frac{H}{vt}$. Звідси

$$f = \frac{dH}{vt}, \text{ тоді } \frac{1}{d} + \frac{vt}{dH} = D. \text{ Час експозиції } t = \left(D - \frac{1}{d}\right) \cdot \frac{dH}{v} = \frac{(dD-1)H}{v}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[t] = \frac{\text{м} \cdot \text{дптр} \cdot \text{м}}{\text{м/с}} = \text{с} \cdot \text{м} \cdot \frac{1}{\text{с}} = \text{с}.$

Підставимо значення фізичних величин: $\{t\} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ (с)}.$

Відповідь: $7 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$

ВАРІАНТ №34

	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 ²				X
2.3		X		
2.4	X			

 2.5*¹

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

3.1	$7,1 \cdot 10^3$ м/с.
3.2	$1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.
3.3	$x = 2 \cdot 10^{-3} \cos(\pi t/2)$ (м).
3.4*	10^{-7} м.

Задача 3.1

$h = 1600$ км = $1,6 \cdot 10^6$ м
 $R = 6400$ км = $6,4 \cdot 10^6$ м
 $g_0 = 9,8$ м/с²
 $v = ?$

Супутник рухається навколо Землі по коловій орбіті під дією сили тяжіння $ma = F_{\text{тяж}} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$.

Доцентрове прискорення супутника $a = \frac{v^2}{R+h}$, звідси $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$. Прискорення вільного падіння на поверхні Землі $g = \frac{GM}{R^2}$, звідси $GM = gR^2$. Тоді швидкість супутника на коловій орбіті на висоті h від поверхні дорівнює $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$.

Одиниці: $[v] = \sqrt{\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Обчислення: $\{v\} \approx 7,1 \cdot 10^3$ (м/с).

Відповідь: $7,1 \cdot 10^3$ м/с.

Задача 3.2

$F = 90$ мВт = $0,09$ Вт
 $t = 1$ с
 $N = 3 \cdot 10^{17}$
 $p = ?$

Імпульс фотона дорівнює $p = \frac{h}{\lambda}$. Потужність лазера $P = \frac{N \cdot h\nu}{t} = \frac{Nhc}{t} = \frac{Npc}{t}$, звідси $p = \frac{Pt}{Nc}$.

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

Підставимо значення фізичних величин: $\{p\} = 1 \cdot 10^{-27}$ (кг · м/с).

Відповідь: $1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.

¹ 2.5. Умова завдання сформульована некоректно. Терміни «вружна деформація», «взпружена деформація», «текучість» стосуються не точок, а ділянок графіка.

² 2.2. Відповідь: 12 МДж. Правильного дистрактора немає.

$$D = 14 \text{ дптр}$$

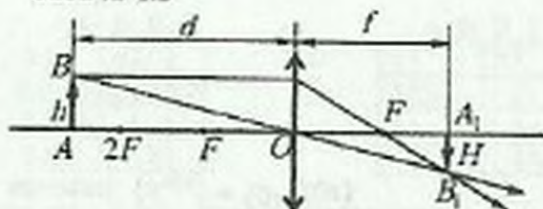
$$v = 72 \text{ км/год} = 20 \text{ м/с}$$

$$H = 5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$d = 2000 \text{ м}$$

$$t = ?$$

Задача 4.2*



Якщо автомобіль переміститься на відстань $h = vt$ з точки A в точку B , то його зображення на плівці зміститься з т. A_1 в т. B_1 , внаслідок чого буде розмитим. За допомогою фотоапарата утворюються дійсні зменшені зображення предмета, якщо він перебуває на відстані $d \gg 2F$ збиральної лінзи об'єктива.

Для тонкої лінзи $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D$. Збільшення фотоапарата $\frac{f}{d} = \frac{H}{h} = \frac{H}{vt}$. Звідси

$$f = \frac{dH}{vt}, \text{ тоді } \frac{1}{d} + \frac{vt}{dH} = D. \text{ Час експозиції } t = \left(D - \frac{1}{d}\right) \cdot \frac{dH}{v} = \frac{(dD-1)H}{v}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[t] = \frac{\text{м} \cdot \text{дптр} \cdot \text{м}}{\text{м/с}} = \text{с} \cdot \text{м} \cdot \frac{1}{\text{с}} = \text{с}.$

Підставимо значення фізичних величин: $\{t\} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ (с)}.$

Відповідь: $7 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$

ВАРІАНТ №34

	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 ²				
2.3		X		
2.4	X			

 2.5*¹

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

3.1 $7,1 \cdot 10^3$ м/с.

3.2 $1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.

3.3 $x = 2 \cdot 10^{-3} \cos(\pi/2)$ (м).

3.4* 10^{-7} м.

Задача 3.1

$h = 1600$ км = $1,6 \cdot 10^6$ м
 $R = 6400$ км = $6,4 \cdot 10^6$ м
 $g_0 = 9,8$ м/с²
 $v = ?$

Супутник рухається навколо Землі по коловій орбіті під дією сили тяжіння $ma = F_{тяг} = \frac{GMm}{(R+h)^2}$.

Доцентрове прискорення супутника $a = \frac{v^2}{R+h}$, звідси $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$. Прискорення вільного падіння на поверхні Землі $g = \frac{GM}{R^2}$, звідси $GM = gR^2$. Тоді швидкість

супутника на коловій орбіті на висоті h від поверхні дорівнює $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$.

Одиниці: $[v] = \sqrt{\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Обчислення: $\{v\} \approx 7,1 \cdot 10^3$ (м/с).

Відповідь: $7,1 \cdot 10^3$ м/с.

Задача 3.2

$F = 90$ мВт = $0,09$ Вт
 $t = 1$ с
 $N = 3 \cdot 10^{17}$
 $p = ?$

Імпульс фотона дорівнює $p = \frac{h}{\lambda}$. Потужність лазера $P = \frac{N \cdot h\nu}{t} = \frac{Nhc}{t} = \frac{Npc}{t}$, звідси $p = \frac{Pt}{Nc}$.

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

Підставимо значення фізичних величин: $\{p\} = 1 \cdot 10^{-27}$ (кг · м/с).

Відповідь: $1 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с.

¹ 2.5. Умова завдання сформульована некоректно. Терміни «зружна деформація», «випружена деформація», «текучість» стосуються не точок, а ділянок графіка.

² 2.2. Відповідь: 12 МДж. Правильного дистрактора немає.

Задача 3.3

З графіка: $x_m = 0,2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $T = 4 \text{ с}$. Тоді циклічна частота дорівнює

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{\text{с}} \right). \text{ У початковий момент часу зміщення тіла від положення рівно-}$$

новаги максимальне, тому рівняння руху: $x = x_m \cos \omega t = 2 \cdot 10^{-3} \cos \left(\frac{\pi}{2} t \right) \text{ (м)}$.

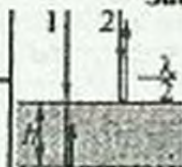
Відповідь: $x = 2 \cdot 10^{-3} \cos(\pi t/2) \text{ (м)}$.

Задача 3.4*

$$n = 1,35$$

$$\lambda = 540 \text{ нм} = 5,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$h_{\text{мін}} = ?$$



Спостерігається явище інтерференції в тонкій плівці у відбитому світлі. В точці спостереження промені падають на плівку перпендикулярно і для зеленого світла спостерігається підсилення світла.

Оптична різниця ходу хвиль 1 і 2 дорівнює $\delta = 2hn - \frac{\lambda}{2}$. Умова максимуму:

$$\delta = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda. \text{ Звідси } 2hn = k\lambda + \frac{\lambda}{2}, \text{ тоді } h = \frac{\lambda \left(k + \frac{1}{2} \right)}{2n}.$$

Товщина плівки мінімальна при умові $k = 0$. Тоді $h_{\text{мін}} = \frac{\lambda}{4n}$. Одиниці вимірювання: $[h] = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $[h] = 10^{-7} \text{ (м)}$.

Відповідь: 10^{-7} м .

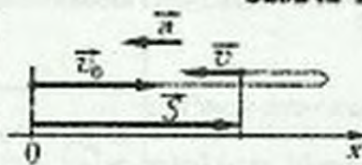
Задача 4.1

$$S = 0,3 \text{ м}$$

$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

$$v_0 = ? \quad a = ?$$



Рух кульки упродовж усього руху рівноприскорений, до того ж $a_x = -a$. Рівняння проєкції переміщення на Ox для двох моментів часу:

$$\begin{cases} S = v_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2}, & (1) \\ S = v_0 t_2 - \frac{a t_2^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

З рівняння (1) виразимо $v_0 = \frac{S}{t_1} + \frac{a t_1}{2}$. Після підстановки у

рівняння (2) отримаємо: $S = S \frac{t_2}{t_1} + \frac{a t_1 t_2}{2} - \frac{a t_2^2}{2}$, звідси $a = \frac{2S}{t_1^2}$. Тоді

$$v_0 = \frac{S}{t_1} + \frac{2S t_1}{2 t_1^2} = \frac{S(1 + t_1)}{t_1^2}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[a] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, $[v_0] = \frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{с}^2} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{a\} = 0,3 \text{ (м/с}^2\text{)}$, $\{v_0\} = 0,45 \text{ (м/с)}$.
 Відповідь: $0,3 \text{ м/с}^2$, $0,45 \text{ м/с}$.

Задача 4.2*

$g = 10 \text{ м/с}^2$
 $d = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$
 $U = 50 \text{ В}$
 $\varepsilon = 42,4$
 $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$
 $R = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 $\rho_0 = 2500 \text{ кг/м}^3$
 $q = ?$



Кулька перебуває у рівновазі під дією вказаних на рисунку сил. Умова рівноваги: $mg = F_A + F_c$. Маса кульки

$$m = \rho_0 V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_0. \quad \text{Сила Архімеда}$$

$$F_A = \rho g V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g. \quad \text{Електрична сила}$$

$F_c = qE$, де $E = \frac{U}{d}$ — напруженість поля між пластинами конденсатора.

Підставивши, отримаємо: $\frac{4}{3} \pi R^3 (\rho_0 - \rho) g = \frac{qU}{d}$. Звідси $q = \frac{4\pi d R^3}{3U} (\rho_0 - \rho) g$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[q] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}^3}{\text{В}} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В}} = \frac{\text{Дж}}{\text{В}} = \text{Кл}$.

Обчислення: $\{q\} = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ (Кл)}$.

Відповідь: $3,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$.

ВАРІАНТ №35

	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	6370 Гц.
3.2	5 мм.
3.3	0,5.
3.4*	124 Гц.

Задача 3.1

$C = 50 \text{ нФ} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$ | Власна частота коливального контуру дорівнює
 $U_m = 100 \text{ В}$
 $I_m = 0,2 \text{ А}$
 $\nu = ?$ | $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Закон збереження енергії $\frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2}$,

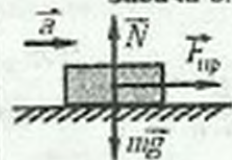
звідси $L = \frac{CU_m^2}{I_m^2}$. Отже, $\nu = \frac{I_m}{2\pi CU_m}$.

Одиниці: $[\nu] = \frac{\text{А}}{\text{Ф} \cdot \text{В}} = \frac{\text{А} \cdot \text{В}}{\text{Кл} \cdot \text{В}} = \frac{\text{А}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{1}{\text{с}} = \text{Гц}$. Обчислення: $\{\nu\} \approx 6370 \text{ (Гц)}$.

Відповідь: 6370 Гц.

Задача 3.2

$a = 0,5 \text{ м/с}^2$
 $m = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг}$
 $k = 200 \text{ кН/м} = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$
 $x = ?$



Автомобіль рухається з прискоренням під дією вказаних на рисунку сил. За II законом Ньютона $ma = F_{\text{уп}} = kx$, звідси

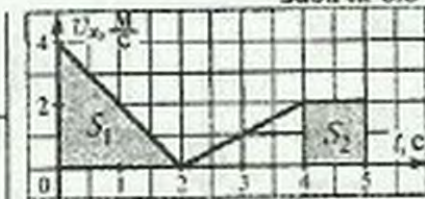
$x = \frac{ma}{k}$. Перевіримо одиниці вимірювання: $[x] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}^2}{\text{Н/м}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \text{м}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{x\} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$.

Відповідь: 5 мм.

Задача 3.3

$t_1 = 2 \text{ с}$
 $t_2 = 1 \text{ с}$
 $v = 4 \text{ м/с}$
 $S_2/S_1 = ?$



Переміщення при рівносповільненому русі чисельно дорівнює площі виділеного трикутника

$$S_1 = t_1 \cdot \frac{v}{2}$$

Під час рівномірного руху переміщення чисельно дорівнює площі

виділеного прямокутника $S_2 = \frac{v}{2} t_2$. Відношення переміщень $\frac{S_2}{S_1} = \frac{t_2}{t_1}$.

Одиниці вимірювання: $[S_2/S_1] = 1$. Обчисливши, отримуємо: $\{S_2/S_1\} = 0,5$.
Відповідь: 0,5.

Задача 3.4*

$$v_1 = 72 \text{ км/год} = 20 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 54 \text{ км/год} = 15 \text{ м/с}$$

$$v_0 = 600 \text{ Гц}$$

$$v_{\text{ш}} = 340 \text{ м/с}$$

$$\Delta\nu = ?$$

За законом Доплера частота звуку, що чує пасажир рухомого поїзда при наближенні до рухомого джерела звуку

$$v_1 = v_0 \cdot \frac{v_{\text{ш}} + v_1}{v_{\text{ш}} - v_2}. \text{ При віддаленні } v_2 = v_0 \cdot \frac{v_{\text{ш}} - v_2}{v_{\text{ш}} + v_1}.$$

Різниця частот:

$$\Delta\nu = v_1 - v_2 = v_0 \cdot \frac{(v_{\text{ш}} + v_2)(v_{\text{ш}} + v_1) - (v_{\text{ш}} - v_2)(v_{\text{ш}} - v_1)}{v_{\text{ш}}^2 - v_1^2} = \frac{2(v_1 + v_2)v_{\text{ш}}}{v_{\text{ш}}^2 - v_1^2} \cdot v_0.$$

Одиниці: $[\Delta\nu] = \frac{\text{Гц} \cdot \text{м/с} \cdot \text{м/с}}{\text{м}^2/\text{с}^2} = \text{Гц}$. Обчислення: $\{\Delta\nu\} \approx 124 \text{ (Гц)}$.

Відповідь: 124 Гц.

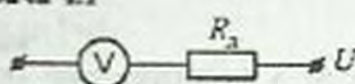
Задача 4.1

$$R_0 = 2 \text{ кОм} = 2000 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 30 \text{ В}$$

$$U = 75 \text{ В}$$

$$R_x = ? \quad n = ?$$



Щоб розширити межі вимірювання вольтметра, необхідно послідовно з ним приєднати додатковий опір,

що дорівнює $R_x = \frac{U}{I_x}$. При послідовному з'єднанні

$$I_x = I_v = \frac{U_v}{R_v}. \text{ Напряга на додатковому опорі } U_x = U - U_v.$$

Тоді $R_x = \frac{(U - U_v) R_v}{U_v}$. Ціна поділки зміниться в $n = \frac{U}{U_v}$ разів.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[R_x] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом}}{\text{В}} = \text{Ом}$, $[n] = 1$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{R_x\} = 3000 \text{ (Ом)}$; $\{n\} = 2,5$.

Відповідь: 3000 Ом; 2,5.

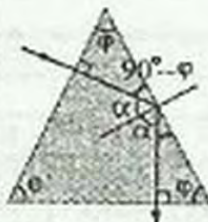
Задача 4.2*

$$\varphi = 60^\circ$$

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 1,5$$

$$\beta = ?$$



Кут падіння на другу грань $\alpha = \varphi = 60^\circ$. Знайдемо граничний кут падіння на межі скло-

повітря: $\sin \alpha_{\text{гр}} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2}{3}$, звідси $\alpha_{\text{гр}} = 42^\circ$.

Оскільки $\alpha > \alpha_{\text{гр}}$, то промінь зазнає повного внутрішнього відбивання на другій грані.

Якщо призма рівнобедрена, промінь падає перпендикулярно до другої грані і при переході у повітря не заломлюється. Кут відхилення променя від початкового напрямку $\beta = 180^\circ - 2\alpha = 60^\circ$. Відповідь: 60° .

ВАРІАНТ №36

	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 ¹		X		
2.3		X		
2.4	X			

2.5*

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

3.1	2400 Н.
3.2	π.
3.3	0,6 м/с.
3.4*	$\sqrt{2}$.

Задача 3.1

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

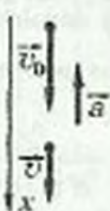
$$v_0 = 45 \text{ м/с}$$

$$v = 5 \text{ м/с}$$

$$t = 2 \text{ с}$$

$$m = 80 \text{ кг}$$

$$P = ?$$



Швидкість парашутиста зменшується, прискорення напрямлене вгору. Модуль прискорення парашутиста $a = \frac{v_0 - v}{t}$. Вага тіла при русі з прискоренням

$$\text{вгору: } P = m(a + g) = m\left(\frac{v_0 - v}{t} + g\right).$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[P] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right) = \text{Н}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{P\} = 2400 \text{ (Н)}$.

Відповідь: 2400 Н.

Задача 3.2

$$\delta = 0,5\lambda$$

$$\Delta\varphi = ?$$

При накладанні хвиль з різницею ходу $\lambda/2$ у точці спостерігається мінімум освітленості. Тому хвилі приходять у цю точку у протилежних фазах. Отже, $\Delta\varphi = \pi$.

Відповідь: π.

Задача 3.3

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

$$W_k = 6 \text{ мДж} = 0,006 \text{ Дж}$$

$$W_n = 12 \text{ мДж} = 0,012 \text{ Дж}$$

$$v_x = ?$$

За законом збереження енергії $W_1 = W_2$, де $W_1 = W_k + W_n$ — повна енергія у початковий момент часу; $W_2 = \max W_k = \frac{mv_x^2}{2}$ — при проходженні положення рівноваги.

$$\text{Тоді } \frac{mv_x^2}{2} = W_k + W_n. \text{ Звідси } v_x = \sqrt{\frac{2(W_k + W_n)}{m}}.$$

¹ 2.2. Відповідь: 2 : 1 : (-2). Якщо ж автори мають на увазі відношення модулів робіт, то правильним є вираз (а) <http://www.interesno.bbm.ru/>

Перевіримо одиниці вимірювання: $[v] = \sqrt{\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{кг}}}{\text{с}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{v\} = 0,6 \text{ (м/с)}$.

Відповідь: 0,6 м/с.

Задача 3.4*

Під час усталеного руху сила тяжіння скомпенсована силою опору повітря $F_0 = mg$. Маса кульки

$$m = \rho V = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho = \frac{4}{3} \cdot \frac{\pi d^3}{8} \rho = \frac{\pi d^3 \rho}{6}. \quad \text{За умовою}$$

$$F_0 = kSv^2 = k \frac{\pi d^2}{4} v^2.$$

$$\left. \begin{array}{l} d_2 = 2d_1 \\ \rho_1 = \rho_2 = \rho \\ F_0 = kSv^2 \\ v_2/v_1 = ? \end{array} \right\} \begin{array}{c} \vec{F}_0 \uparrow \\ \circ \\ \vec{mg} \downarrow \end{array}$$

Отже, $k \frac{\pi d^2}{4} v^2 = \frac{\pi d^3 \rho}{6} g$; $3kv^2 = 2d\rho g$. Звідси $v = \sqrt{\frac{2d\rho g}{3k}}$. Тоді $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$.

Перевіримо одиниці вимірювання: $[v_2/v_1] = 1$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{v_2/v_1\} = \sqrt{2}$.

Відповідь: $\sqrt{2}$.

Задача 4.1

При стиску повітря навколо кульки зростає сила Архімеда, що діє на кульку. У момент, коли $mg = F_A$ кулька почне підніматися. Сила Архімеда $F_A = \rho_n g V$.

$$\text{Отже, } m = \rho_n V = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_n. \quad \text{Тоді } \rho_n = \frac{3m}{4\pi r^3} =$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 2 \text{ г} = 0,002 \text{ кг} \\ r = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м} \\ T_1 = 273 \text{ К} \\ M = 0,029 \text{ кг/моль} \\ p = ? \end{array} \right\} \begin{array}{c} \vec{F}_A \uparrow \\ \circ \\ \vec{mg} \downarrow \end{array}$$

густина повітря в балоні. За законом Менделєєва — Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT = \frac{\rho_n V}{M} RT. \quad \text{Тоді } p = \frac{\rho_n RT}{M} = \frac{3m}{4\pi r^3} \cdot \frac{RT}{M}.$$

Перевіримо одиниці вимірювання: $[p] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot \frac{\text{К}}{\text{кг/моль}} = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{p\} = 3,74 \cdot 10^7 \text{ (Па)}$.

Відповідь: $3,74 \cdot 10^7 \text{ Па}$.

Задача 4.2*

Якщо конденсатор від'єднали від джерела, то його заряд зберігається: $q_1 = q_2 = q$. При зміні ємності конденсатора змінюється різниця потенціалів на обкладках.

$$\left. \begin{array}{l} C = 5 \text{ мкФ} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \\ U_1 = 220 \text{ В} \\ C_2 = 2d_1 \\ U_2 = ? \quad A_{\text{звн}} = ? \end{array} \right\}$$

$q = C_1 U_1 = C_2 U_2$. Звідси $U_2 = \frac{C_1 U_1}{C_2}$. Ємність плоского конденсатора дорівнює

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1} \text{ — у I випадку; } C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2} \text{ — у II випадку. Звідси } \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}.$$

Тоді $C_2 = \frac{C_1 d_1}{d_2}$. Отже, $U_2 = \frac{C_1 U_1}{C_1 d_1} d_2 = \frac{U_1 d_2}{d_1}$.

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

Підставимо значення фізичних величин: $\{U_2\} = 440 \text{ (В)}$.

Робота зовнішніх сил дорівнює зміні енергії електричного поля конденсатора

$$A_{\text{зовн}} = W_2 - W_1 = \frac{C_2 U_2^2}{2} - \frac{C_1 U_1^2}{2} = \frac{C_2 d_1}{2 d_2} \cdot \frac{U_1^2 d_2^2}{d_1^2} - \frac{C_1 U_1^2}{2} = \frac{C_1 U_1^2}{2} \left(\frac{d_2}{d_1} - 1 \right) = \frac{C_1 U_1^2}{2}.$$

Одиниці вимірювання: $[A_{\text{зовн}}] = \text{Ф} \cdot \text{В}^2 = \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \cdot \text{В}^2 = \text{Кл} \cdot \text{В} = \text{Дж}$.

Підставимо значення фізичних величин: $\{A_{\text{зовн}}\} = 0,121 \text{ (Дж)}$.

Відповідь: 440 В; 0,121 Дж.

ЗМІСТ

Передмова	3
Варіант №1	4
Варіант №2	7
Варіант №3	10
Варіант №4	13
Варіант №5	16
Варіант №6	19
Варіант №7	22
Варіант №8	25
Варіант №9	28
Варіант №10	31
Варіант №11	34
Варіант №12	37
Варіант №13	40
Варіант №14	43
Варіант №15	46
Варіант №16	49
Варіант №17	52
Варіант №18	55
Варіант №19	58
Варіант №20	61
Варіант №21	64
Варіант №22	67
Варіант №23	70
Варіант №24	73
Варіант №25	76
Варіант №26	79
Варіант №27	82
Варіант №28	85
Варіант №29	88
Варіант №30	92
Варіант №31	95
Варіант №32	98
Варіант №33	100
Варіант №34	103
Варіант №35	106
Варіант №36	108

<http://interesno.bbmy.ru/>