Часть 1

Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21204604**

ID профиля: **279084**

Вариант 4

Дано:
$M = 0{,}36$ кг
$\rho_0 = 1{,}0 \cdot 10^3$ кг/м³
$\rho = 0{,}9 \cdot 10^3$ кг/м³
$m = 0{,}4$ кг
$V_1 = 120$ см³ $= 12 \cdot 10^{-5}$ м³
$\lambda = 3{,}36 \cdot 10^5$ Дж/кг
$c = 4{,}2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot °C}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$V - ?$
$t - ?$

СИ

№1. Чалковик

Анализ и решение.

Кусок льда плавает $\Rightarrow F_A = F_{тяж}$ (1)

$F_A = \rho_0 g V$ (2)

$F_{тяж} = Mg$ (3)

(3) и (2) в (1) если учт.

$\rho_0 g V = Mg \Rightarrow V = \frac{M}{\rho_0}$

$[V] = \frac{кг}{\frac{кг}{м^3}} = м^3$

$V = \frac{0{,}36}{10^3} = 0{,}00036 м^3 = 360 см^3$ (4)

После установления тепл. баланса лёд остался $\Rightarrow$ температура воды $= 0°C$.

Запишем уравнение тепл. баланса: $mc \cdot (t - 0) = m_{раст} \cdot \lambda$ (5)

$m_{раст} = \rho \cdot V_{раст}$ (6)

$V_{общ} = V_{раст} + V_{ост} \Rightarrow V_{раст} = V_{общ} - V_{ост}$ (7)

$V_{общ} = \frac{M}{\rho}$ (8)

Запишем з.-н Архимеда для куска льда после добавления воды:

$\rho_0 \cdot g \cdot V_{погр.ост} = \rho \cdot V_{ост} \cdot g \Rightarrow V_{ост} = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot V_{погр.ост}$ (9)

Из условия: $V_{погр.ост} = V - V_1$ (10)

(10) в (9) и (8) в (7) в (6) в (5) если (11)

$mct = \rho \cdot \left(\frac{M}{\rho} - \frac{\rho_0}{\rho} \cdot (V - V_1)\right) \cdot \lambda \Rightarrow t = \frac{(M - \rho_0 (V - V_1)) \cdot \lambda}{mc}$

$[t] = \frac{\left(кг - \frac{кг}{м^3} \cdot (м^3 - м^3)\right) \cdot \frac{Дж}{кг}}{кг \cdot \frac{Дж}{кг \cdot °C}} = \frac{кг \cdot \frac{Дж}{кг}}{\frac{Дж}{°C}} = °C$

$t = \frac{(0{,}36 - 1000 \cdot 240 \cdot 10^{-6}) \cdot 3{,}36 \cdot 10^5}{0{,}4 \cdot 4{,}2 \cdot 10^3} = \frac{(0{,}36 - 0{,}24) \cdot 3{,}36 \cdot 10^2}{0{,}4 \cdot 4{,}2} =$

$= \frac{0{,}12 \cdot 3{,}36}{0{,}4 \cdot 4{,}2} \cdot 10^2 = 24 °C$

1

Ответ: $V = 360$ см³; $t = 24 °C$

21204604 (U279084 M1282476)

Дано:
$V_0 = 5\ \frac{м}{с}$
$T = 4\ с$
$S = 2{,}5\ м$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

L – ?
a – ?
τ – ?
u_{max} – ?

СИ

№2 Черновик.

Анализ и решение.

Сперва найдём ускорение автомобиля при торможении:

$$a_{авт} = \frac{V_0}{T} \quad (1)$$

$$L = V_0 T - \frac{a_{авт} \cdot T^2}{2} \quad (2)$$

(1) в (2) см. ур.

$$L = V_0 T - \frac{V_0 \cdot T^{\cancel{2}}}{2\cancel{T}} \Rightarrow L = V_0 T - \frac{V_0 T}{2} \Rightarrow L = \frac{V_0 T}{2}$$

$$[L] = \frac{\frac{м}{с} \cdot с}{2} = м$$

$$L = \frac{5 \cdot 4}{2} = 10\ м \quad (3)$$

~~За время от начала торможения и до её полной остановки коробка переместилась на $S_{тор} = L + S$ (4). Поскольку в течение данного отрезка времени на неё действовали одни и те же силы, движение коробки было равноускоренным.~~

$$\cancel{S_{тор} = V_0 T - \frac{aT^2}{2} \Rightarrow \frac{aT^2}{2} = V_0 T - S_{тор} \Rightarrow a = \frac{2(V_0 T - S_{тор})}{T^2}}$$

~~(3) в (4) в (5) см. ур.~~

$$\cancel{a = \frac{2(V_0 T - L - S)}{T^2}}$$

$$\cancel{[a] = \frac{\frac{м}{с} \cdot с - м - м}{с^2} = \frac{м}{с^2}}$$

$$\cancel{a = \frac{2 \cdot (20 - 10 - 2{,}5)}{16} = 0{,}9375\ \frac{м}{с^2}}$$

За время от начала торможения и до своей остановки коробка переместилась на $S_{тор} = L + S$ (4) (относительно дороги). Поскольку всё это время на неё действовали одни и те же силы, будем считать её движение равноускоренным.

$$S_{тор} = V_0 \cdot T_{тор} - \frac{a \cdot T_{тор}^2}{2} \quad (5)$$

$$a = \frac{V_0}{T_{тор}} \Rightarrow T_{тор} = \frac{V_0}{a} \quad (6)$$

2

(4) и (6) в (5) см. ур.

$$L + S = V_0 \cdot \frac{V_0}{a} - \frac{a \cdot V_0^2}{2a^2} \Rightarrow L + S = \frac{V_0^2}{a} - \frac{V_0^2}{2a} \Rightarrow L + S = \frac{V_0^2}{2a} \Rightarrow$$

$$a = \frac{V_0^2}{2(L+S)}$$

Черновик.

$$[a] = \frac{\frac{м^2}{с^2}}{2\cdot(м+м)} = \frac{м}{с^2}$$

$$a = \frac{25}{2\cdot(2{,}5+10)} = \frac{25}{25} = 1\ \frac{м}{с^2} \quad (7)$$

(7) и (2) $\Rightarrow a_{авт} > a \Rightarrow$ в течение торможения автомобиля скорость коробки относительно автомобиля увеличивалась. Когда автомобиль полностью остановился, коробка продолжала замедляться в течение времени $T_{тор} - T \Rightarrow \tau = T_{тор} - T$ (8)

(7) в (5) − в (8) см. усл.

$$\tau = \frac{V_0}{a} - T$$

$$[\tau] = \frac{\frac{м}{с}}{\frac{м}{с^2}} - с = с - с = с$$

$$\tau = \frac{5}{1} - 4 = 5 - 4 = 1с \quad (9)$$

Из рассуждений, описанных выше, следует, что U_{max} достигается в момент остановки автомобиля $\Rightarrow U_{max} = V_0 - aT$ (10)

(7) в (10) + см. усл.

$$[U_{max}] = \frac{м}{с} - \frac{м}{с^2}\cdot с = \frac{м}{с}$$

$$U_{max} = 5 - 1\cdot 4 = 1\ \frac{м}{с}$$

Ответ: $L = 10м$; $a = 1\ \frac{м}{с^2}$; $\tau = 1с$; $U_{max} = 1\ \frac{м}{с}$

3

№3. Черновик
Анализ и решение.

Дано:	СИ	
$V_0 = 10 \frac{м}{с}$		
$tg\,\alpha = 1{,}5$		
$\mu = 0{,}5$		
$g = 10 \frac{м}{с^2}$		
T - ?		
$tg\,\beta$ - ?		
S - ?		
V - ?		

Мешочек перед столкновением с плоскостью движется горизонтально $\Rightarrow V_y = 0$ (1)

$V_y = V_{y_0} - gT$ (2)

$V_{y_0} = V_0 \cdot \sin\alpha$ (3)

$tg\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{\sin\alpha}{tg\,\alpha}$ (4)

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ (5)

(4) в (5)

$$\sin^2\alpha + \frac{\sin^2\alpha}{tg^2\alpha} = 1 \Rightarrow \sin^2\alpha\left(1 + \frac{1}{tg^2\alpha}\right) = 1 \Rightarrow$$

$$\sin\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{\frac{tg^2\alpha + 1}{tg^2\alpha}}} \Rightarrow$$

$$\sin\alpha = \frac{tg\,\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha + 1}} \quad (6)$$

(6) в (3) в (2) в (1) с учётом усл.

$$V_0 \cdot \frac{tg\,\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha + 1}} - gT = 0 \Rightarrow T = \frac{V_0 \cdot \frac{tg\,\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha + 1}}}{g}$$

$$[T] = \frac{\frac{м}{с} \cdot \frac{1}{\sqrt{1^2 + 1}}}{\frac{м}{с^2}} = \frac{\frac{\cancel{м}}{\cancel{с}}}{\frac{\cancel{м}}{с^{\cancel{2}}}} = с$$

$$T = \frac{\cancel{10} \cdot \frac{1{,}5}{\sqrt{2{,}25 + 1}}}{\cancel{10}} = \frac{1{,}5}{\sqrt{3{,}25}} \approx 0{,}83\,с \quad (7)$$

Расстояние, пройденное мешочком по верт. оси: $S_y = V_{y_0} T - \frac{gT^2}{2}$ (8)

(3) с уч. (7) и (6) в (8)

$$S_y = V_0 \frac{tg\,\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha + 1}} \cdot T - \frac{gT^2}{2} \quad (9)$$

4

Расстояние, пройденное по гориз. оси: $S_x = V_{x_0} \cdot T$ (10)

$V_{x_0} = V_0 \cdot \cos\alpha$ (11)

Чистовик

(6) в (9) в (11) в (10)

$$S_x = V_0 \cdot \frac{\frac{tg\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}}}{tg\alpha} \cdot T \Rightarrow S_x = \frac{V_0 T}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} \quad (12)$$

$$tg\beta = \frac{S_y}{S_x} \quad (13)$$

(9) и (12) в (13) если. усл.

$$tg\beta = \frac{V_0 \cdot \frac{tg\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} \cdot \cancel{T} - \frac{gT^2}{2}}{\frac{V_0 \cancel{T}}{\sqrt{tg^2\alpha+1}}} \Rightarrow tg\beta = \frac{V_0 \cdot \frac{tg\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} - \frac{gT}{2}}{\frac{V_0}{\sqrt{tg^2\alpha+1}}}$$

$$[tg\beta] = \frac{\frac{м}{с} \cdot \frac{1}{\sqrt{1^2+1}} - \frac{\frac{м}{с^2}\cdot с}{2}}{\frac{\frac{м}{с}}{\sqrt{1^2+1}}} = \frac{\frac{м}{с} - \frac{м}{с}}{\frac{м}{с}} = 1$$

$$tg\beta = \frac{\cancel{20} \cdot \frac{1,5}{\sqrt{3,25}} - \frac{10 \cdot 0,83}{2}}{\frac{\cancel{20}}{\sqrt{3,25}}} = 1,5 - \frac{0,83 \cdot \sqrt{3,25}}{2} = 1,5 - 0,75 =$$

$= 0,75$ (14)

Скорость мячика в момент столкновения равна $V_{x0} = V_0 \cdot \cos\alpha \Rightarrow$

$$V_{x0} = V_0 \cdot \frac{\frac{tg\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}}}{tg\alpha} \Rightarrow V_{x0} = \frac{V_0}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} \quad (15)$$

$$V_{y\,ст} = V_{x0} \cdot \sin\beta \Rightarrow V_{y\,ст} = \frac{V_0}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} \cdot \frac{tg\beta}{\sqrt{tg^2\beta+1}} = \frac{10}{\sqrt{3,25}} \cdot \frac{0,75}{\sqrt{1,5625}} =$$

$$= \frac{10}{\sqrt{3,25}} \cdot \frac{0,75}{1,25} = \frac{10}{\sqrt{3,25}} \cdot \frac{3}{5} = \frac{6}{\sqrt{3,25}}$$

5

$T_н = \frac{V_{y\,ст}}{g} = \frac{0,6}{\sqrt{3,25}}$

Чистовик

$$S_y = V_{уст} \cdot T_{сп} - \frac{g T_{сп}^2}{2} = \frac{3,6}{3,25} - \frac{10 \cdot \frac{0,36}{3,25}}{2} = \frac{3,6}{3,25} - \frac{1,8}{3,25} = \frac{1,8}{3,25}$$

$$S = \frac{S_y}{\sin\beta} = \frac{\frac{1,8}{3,25}}{\frac{0,75}{\sqrt{1,5625}}} = \frac{\frac{1,8}{3,25}}{\frac{0,75}{1,25}} = 0,923$$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21204604**

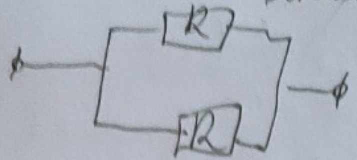
ID профиля: **279084**

Вариант 4

№5. Чиповик
анализ и решение.

Дано:
$U = 4$ В
$R_1 = R_2 = R$
$P = 2$ Вт
R - ?
R_1 - ?
P_{max} - ?

СИ



$P = U \cdot I$ $\cancel{(1)}$ $\Rightarrow I = \frac{P}{U}$ (1)

$U = I \cdot R_{общ}$ $\cancel{(2)}$ $\Rightarrow I = \frac{U}{R_{общ}}$ (2)

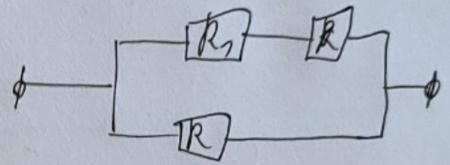
$R_{общ} = \frac{R}{2}$ (3)

(3) в (2) = (1) с.м.ук.

$\frac{P}{U} = \frac{U}{\frac{R}{2}} \Rightarrow 2U^2 = PR \Rightarrow R = \frac{2U^2}{P}$

$[R] = \frac{2 \cdot В^2}{Вт} = В \cdot \frac{1 A}{1 Дж/с} = В \cdot \frac{\cancel{1 A}}{A \cdot \cancel{с} \cdot \frac{1 Дж}{с}} = \frac{В}{A} = Ом$

$R = \frac{2 \cdot 16}{2} = 16$ Ом (4)



Составим функцию $P_1(R_1)$:

$\cancel{P_1 = U_1 I_1}$ $U = I_1 \cdot (R_1 + R) \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R_1 + R}$ (5)

$P_1 = U_1 \cdot I_1$ (6)

$U_1 = I_1 \cdot R_1$ (7)

(5) в (7) в (6) с.м.ук.

$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{(R_1 + R)^2} \cdot R_1$

$P_1(R_1) = \frac{16}{(R_1 + 16)^2} \cdot R_1 \Rightarrow \frac{1}{P_1} = \frac{R_1^2 + 32R_1 + 256}{16R_1} = \frac{1}{16}R_1 + 2 + \frac{16}{R_1} =$

$= \left(\frac{1}{4}\sqrt{R_1} + \frac{4}{\sqrt{R_1}}\right)^2$ — надо найти минимум данной зависимости. Он достигается при минимуме $\frac{\sqrt{R_1}}{4} + \frac{4}{\sqrt{R_1}} \geq 2$. Значит, минимум достигается при $\frac{\sqrt{R_1}}{4} = 1$.

$\sqrt{R_1} = 4$

$R_1 = 16$ Ом

$P_{max} = \frac{16}{(16 + 16)^2} \cdot 16 = \frac{256}{32^2} = 0{,}25$ Вт

1

Ответ: $R = 16$ Ом; $R_1 = 16$ Ом; $P_{max} = 0{,}25$ Вт.

№4. Чистовик

Дано: | СИ | Анализ и решение.

$R = 6400$ км — 6400000 м

$R_{орб} = \sqrt{2} R$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$T - ?$

$T_1 - ?$

$V - ?$

$$T = \frac{L_{орб}}{V_{орб}} \quad (1)$$

$$L_{орб} = 2\pi \cdot R_{орб} \quad (2)$$

$$a_y = \frac{V_{орб}^2}{R_{орб}} \quad (3)$$

$$F_{тяг.поверх.} = G \cdot \frac{m_т \cdot m_з}{R^2} \quad (4)$$

$$F_{тяг.поверх.} = m_т \cdot g \quad (5)$$

(4) = (5)

$$\cancel{m_т} g = G \cdot \frac{\cancel{m_т} \cdot m_з}{R^2} \Rightarrow g = \frac{G \cdot m_з}{R^2} \quad (6)$$

$$F_{центростр.} = G \frac{m_т \cdot m_з}{R_{орб}^2} \quad (7)$$

$$F_{цент.} = m_т \cdot a_y \quad (8)$$

(7) = (8) см. (6)

$$\cancel{m_т} \cdot a_y = G \cdot \frac{\cancel{m_т} \cdot m_з}{R_{орб}^2} \Rightarrow a_y = \frac{G \cdot m_з}{R^2} \cdot \frac{R^2}{R_{орб}^2} \Rightarrow a_y = g \frac{R^2}{R_{орб}^2} \quad (9)$$

(9) в (3)

$$g \cdot \frac{R^2}{R_{орб}^{\cancel{2}}} = \frac{V_{орб}^2}{\cancel{R_{орб}}} \Rightarrow V_{орб} = \sqrt{\frac{g}{R_{орб}}} \cdot R \quad (10)$$

(10) и (2) в (1) см. уже.

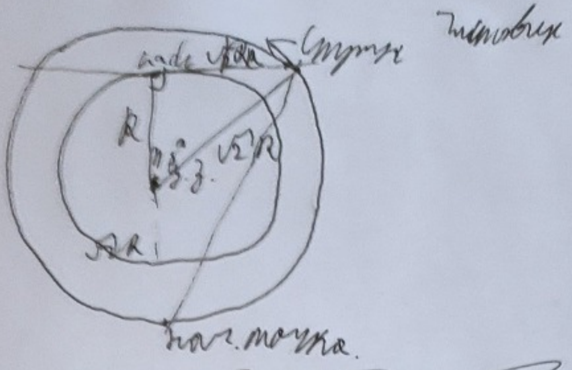
$$T = \frac{2\pi \cdot R_{орб}}{\sqrt{\frac{g}{R_{орб}}} \cdot R} = \frac{2\pi \cdot R_{орб} \cdot \sqrt{R_{орб}}}{\sqrt{g}\, R}$$

$$[T] = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot \cancel{м} \cdot \sqrt{\cancel{м}}}{\sqrt{\frac{\cancel{м}}{с^2}} \cdot \cancel{м}} = \sqrt{с^2} = с$$

$$T = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot \sqrt{2} \cdot \cancel{6400000} \cdot \sqrt{\sqrt{2}\, 6400000}}{\sqrt{10} \cdot \cancel{6400000}} = 8453 с \approx 2{,}348 ч$$

2

Скорость сокращения расстояния минимальна в следующем положении:



~~Расстояние S м/у нас. точкой и наблюдателем:~~

$$\cancel{S^2 = (\sqrt{2}R)^2 + (\sqrt{2}R)^2 - 2\cdot 2R^2\cdot\cos 135^\circ = 4R^2 - 4R^2\cdot(-\cos 45^\circ) =}$$

$$\cancel{= 4R^2 + 4R^2\cdot\cos 45^\circ = 4R^2 + 4R^2\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow S = 2R\cdot\sqrt{1+\frac{1}{\sqrt{2}}}}$$

$$\frac{1}{T_{наб}} = \frac{1}{T_З} + \frac{1}{T_{сп}} \Rightarrow T_{наб} = \frac{T_З\cdot T_{сп}}{T_З + T_{сп}} = 7700\,с$$

$$T_1 = \frac{135^\circ}{360^\circ}\cdot T_{наб} \approx 2887{,}5\,с \approx 48\,мин$$

$$V = \frac{V_{орб}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{\frac{g}{\sqrt{2}R}}\cdot R}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{2}R}}\cdot R \approx 6400\,\frac{м}{с}$$

Ответ: $T \approx 2{,}14\,ч$; $T_1 \approx 48\,мин$; $V \approx 6400\,\frac{м}{с}$