

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205456**

ID профиля: **349540**

Вариант 4

Чистовик №1

Задача №2

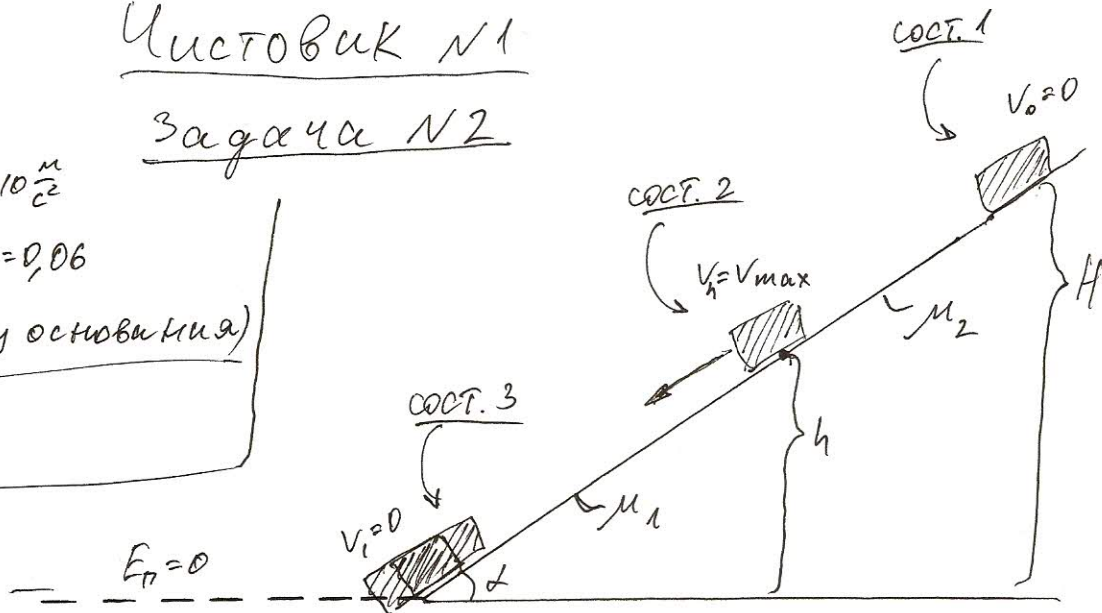
Дано: $\cos \alpha = \frac{24}{25}$; $g = 10 \frac{м}{с^2}$

$h = 1,4 м$; $\mu_1 = 0,5$; $\mu_2 = 0,06$

$v_0 = 0$; $v_1 = 0$ ← внизу (у основания)

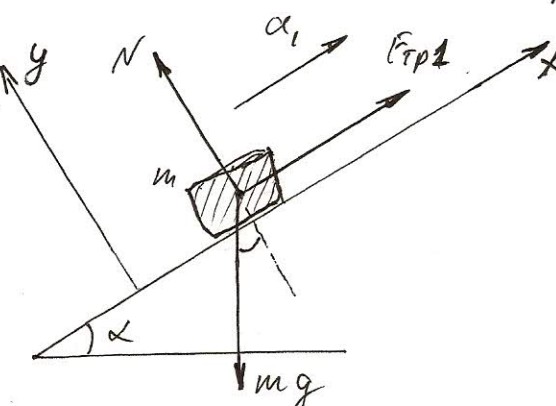
1) $v_{max} = ?$

2) $S = ?$



- 1) Так как $v_0 = 0$, то коробка начинает двигаться, то на первом участке (на высотах, больших h) ускорение коробки направлено вниз по склону, ~~и~~ и коробка разгоняется. Далее, на высоте h коробка имеет некоторую скорость v_h , но у основания (на высотах, меньших h) ускорение коробки направ. вверх по склону и коробка замедляется. ~~и~~ скорость максимальна на ~~и~~ высоте h , т.е. $v_h = v_{max}$.

2) ~~Рассмотрим~~ Рассмотрим коробку в произв. мом-т времени на втором участке: (при высотах, меньш. h)



- Пусть m - масса коробки.
- 2й ЗМ: на ось y : $N - mg \cos \alpha = 0$
 $N = mg \cos \alpha$
- 2й ЗМ: на ось x : $F_{тр} - mg \sin \alpha = ma_1$
но $F_{тр} = \mu_1 \cdot N = \mu_1 mg \cos \alpha$, тогда:
 $\mu_1 mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1 \quad | : m$
 $a_1 = \mu_1 g \cos \alpha - g \sin \alpha$
 $a_1 = g (\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)$

Чистовик №2

③ Заг. Изм. Мех. Энергии для коробки из соств, где $v_h = v_{max}$ и выс. h ,
 го ~~соств.~~ го основанная плоскости: (из соств. 2 в соств. 3)

$$A_{тр1} = E_{п3} + E_{к3} - E_{п2} - E_{п2}$$

($E_{п} = 0$ на уровне основанная)

$$-F_{тр1} \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = 0 + 0 - mgh - \frac{m v_{max}^2}{2}$$

$$\{ F_{тр} = \mu_1 m g \cos \alpha \quad (н.2)$$

$$-\mu_1 m g h \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = -\left(mgh + \frac{m v_{max}^2}{2}\right) \quad | : (m)$$

$$\mu_1 g h \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = gh + \frac{v_{max}^2}{2}$$

$$\frac{v_{max}^2}{2} = gh \left(\mu_1 \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} - 1 \right)$$

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot gh \left(\mu_1 \operatorname{ctg} \alpha - 1 \right)}$$

$$\bullet \cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{1 - \left(\frac{24}{25}\right)^2} = \sqrt{\frac{625 - 576}{625}} = \frac{7}{25}$$

подставим числа:

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{24}{25} : \frac{7}{25} = \frac{24}{7}$$

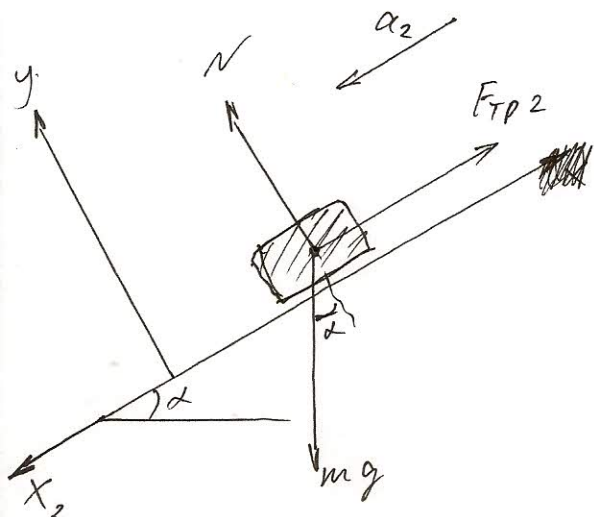
$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot \left(0,5 \cdot \frac{24}{7} - 1\right)} = \sqrt{20}$$

$$v_{max} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 1,4 m \cdot \left(0,5 \cdot \frac{24}{7} - 1\right)} = \sqrt{20} \frac{m}{c} \approx 4,47 \frac{m}{c} \quad \checkmark$$

④ Рассм-н коробку в произв. ~~полож~~ ~~мак-т~~ ~~времени~~ на
 высотах, больших h :

$$\bullet 2 \text{ и } 3 \text{ Н на } y: N = m g \cos \alpha$$

$$\text{а-то } F_{тр2} = \mu_2 N = \mu_2 m g \cos \alpha$$



Условие №3

⑤ Заг. Узм. Мех. Принцип функции коровки из соот. 1 в соот. 2:

$$A_{\text{тп2}} = E_{\text{п2}} + E_{\text{к2}} - E_{\text{п1}} - E_{\text{к1}}$$

~~$$-F_{\text{тп2}} \cdot S = mgh + \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} - mg(h + S \sin \alpha) - 0 \quad | \text{где } S - \text{пути по склону}$$~~

$$-F_{\text{тп2}} \cdot \frac{(H-h)}{\sin \alpha} = mgh + \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} - mgH - 0 \quad | \text{где } H - \text{высота в соот. 1 } (H > h)$$

$$| F_{\text{тп2}} = \mu_2 mg \cos \alpha$$

$$-\mu_2 mg \cos \alpha \cdot \frac{(H-h)}{\sin \alpha} = mg(h-H) + \frac{mV_{\text{max}}^2}{2} \quad | : (-m)$$

$$\mu_2 g(H-h) \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = g(H-h) - \frac{V_{\text{max}}^2}{2}$$

$$\frac{V_{\text{max}}^2}{2} = (H-h)g \cdot (\mu_2 \cdot \text{ctg} \alpha)$$

$$H-h = \frac{V_{\text{max}}^2}{2g(1-\mu_2 \text{ctg} \alpha)}$$

$$H = \frac{V_{\text{max}}^2}{2g(1-\mu_2 \text{ctg} \alpha)} + h$$

которая путь ~~из~~ из соот. 1 ~~в~~ в соот. 3 $S = \frac{H}{\sin \alpha}$

$$S = \left(\frac{V_{\text{max}}^2}{2g(1-\mu_2 \text{ctg} \alpha)} + h \right) \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \quad \text{Подставим числа}$$

$$S = \left(\frac{20 \text{ м}^2/\text{с}^2}{2 \cdot 10 \text{ м}/\text{с}^2 \cdot (1 - 0,06 \cdot \frac{24}{7})} + 1,4 \text{ м} \right) \cdot \frac{7}{25} = \left(\frac{1}{0,794286} + 1,4 \right) \cdot \frac{25}{7} \cdot \text{м} =$$

$$= 9,4964 \text{ м}$$

Ответ: 1) $V_{\text{max}} = 4,47 \text{ м/с}$
 2) $S = 9,4964 \text{ м}$

Чистовик НЧ

Задача №3

Дано: $g = 10 \frac{м}{с^2}$

$R = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$

$L = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$

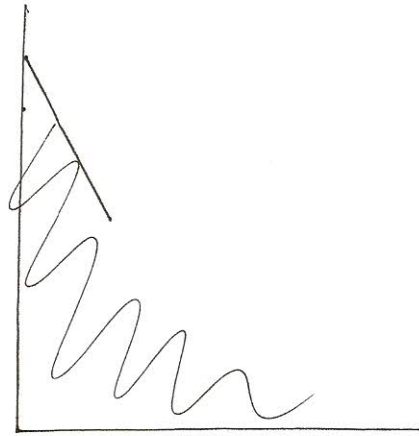
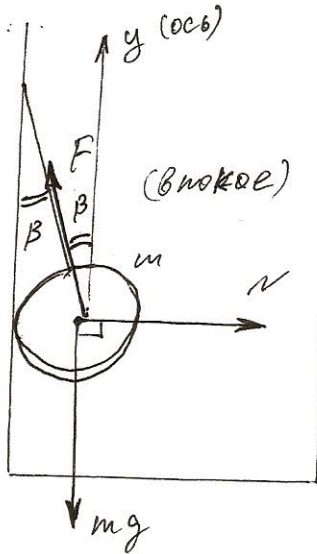
$m = 5,2 \text{ кг}$

1) $F = ?$

$\alpha = 60^\circ$

2) $T = ?$

① Рассм-м шар в первой ситуации:

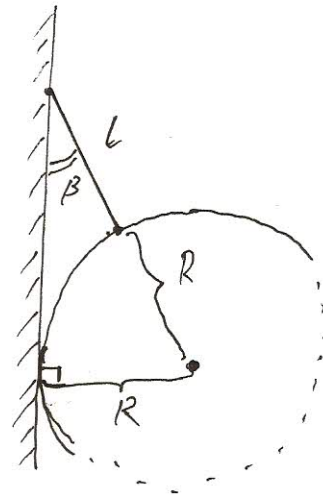


• Из геометрии найдем угол β , кот образует нить с вертикалью:

$$\sin \beta = \frac{R}{L+R} \quad \text{подставим числа:}$$

$$\sin \beta = \frac{8 \text{ см}}{8 \text{ см} + 8 \text{ см}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Тогда } \beta = 30^\circ; \quad \sin \beta = \frac{1}{2}; \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$



• ~~Реш~~ • 2 и 3Н для шара на верт. ось y:

$$F \cos \beta = mg$$

$$F = \frac{mg}{\cos \beta} = \frac{2}{\sqrt{3}} mg, \quad \text{подставим числа:}$$

$$F = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 5,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \approx 60,04 \text{ Н} \approx 60 \text{ Н}$$

Чистовик №5

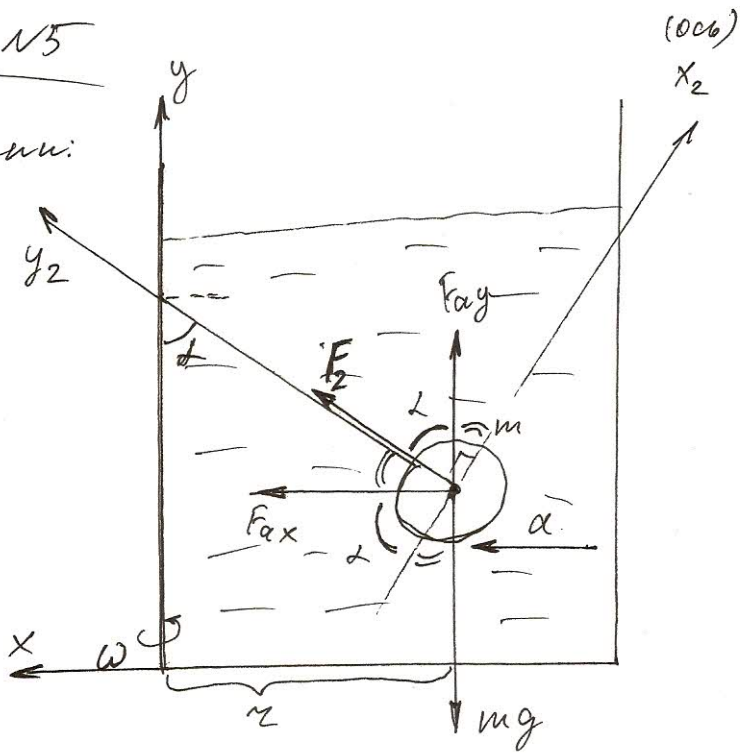
② Раскал-м шар во 2й ситуации:

Пусть ~~ω~~ ^{угл. скор.} ~~ω~~ ^ω соугу вращаеот с ~~ω~~ ^ω.

Тогда ускорение шара равно $a = a_y$

Пусть V - объем шара, ρ - его плотность,

Тогда $m = \rho \cdot V$



- $\alpha = \omega^2 r$

- где $r = (L+R) \sin \alpha$

- $\alpha = \omega^2 (L+R) \sin \alpha$

- $F_{ay} = V \rho_0 g$, где ρ_0 - плотность воды

- $F_{ax} = V \rho_0 a$

- 2й ЗН для шара на ось x_2 (перпен. кисти)

$$F_{ay} \sin \alpha - F_{ax} \cos \alpha - mg \sin \alpha = -m \alpha \cos \alpha$$

$$V \rho_0 g \sin \alpha - V \rho_0 a \cos \alpha - V \rho g \sin \alpha = -V \rho a \cos \alpha \quad | : V$$

$$\rho_0 g \sin \alpha - \rho_0 a \cos \alpha - \rho g \sin \alpha = -\rho a \cos \alpha$$

$$\rho_0 (g \sin \alpha - a \cos \alpha) = \rho (g \sin \alpha - a \cos \alpha)$$

- 2й ЗН для шара на y (верт.):

$$F_{ay} - mg + F_2 \cos \alpha = 0$$

$$V \rho_0 g - V \rho g + F_2 \cos \alpha = 0$$

$$F_2 \cos \alpha = V g (\rho - \rho_0); \quad F_2 = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot V g (\rho - \rho_0)$$

- 2й ЗН для шара на x (гориз):

$$F_{ax} + F_2 \sin \alpha = m a$$

$$V \rho_0 a + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot V g (\rho - \rho_0) = V \rho a$$

Условие к №6

$$V_{s_0} \alpha + \text{tg} \alpha \cdot Vg (s - s_0) = Vg \alpha \quad | : V$$

~~$$s_0 \alpha + g (s - s_0) = g \alpha$$~~

~~$$g (s - s_0) = \alpha (s - s_0)$$~~

$$s_0 \alpha + g \text{tg} \alpha \cdot (s - s_0) = g \alpha$$

$$g \cdot \text{tg} \alpha \cdot (s - s_0) = \alpha (s - s_0) \quad | : (s - s_0)$$

$$\alpha = g \cdot \text{tg} \alpha \quad | \alpha = \omega^2 (L + R) \cdot \sin \alpha$$

$$\omega^2 (L + R) \cdot \sin \alpha = g \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad | : \sin \alpha$$

$$\omega^2 (L + R) = \frac{g}{\cos \alpha}$$

$$\omega^2 = \frac{g}{(L + R) \cos \alpha} \quad ; \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{(L + R) \cos \alpha}}$$

③ Период $T = \frac{1}{\omega} = \sqrt{\frac{(L + R) \cos \alpha}{g}}$. Подставим числа:

$$T = \sqrt{\frac{(0,08 + 0,08) \text{ м} \cdot \frac{1}{2}}{10 \text{ м/с}^2}} \approx 0,0894 \text{ с}$$

Ответ: 1) $F = 60 \text{ Н}$
2) $T = 0,0894 \text{ с}$

Чистовик №7

Задача №1

Дано: $g = 10 \text{ м/с}^2$

$H = 10 \text{ м}$; $\alpha = 45^\circ$

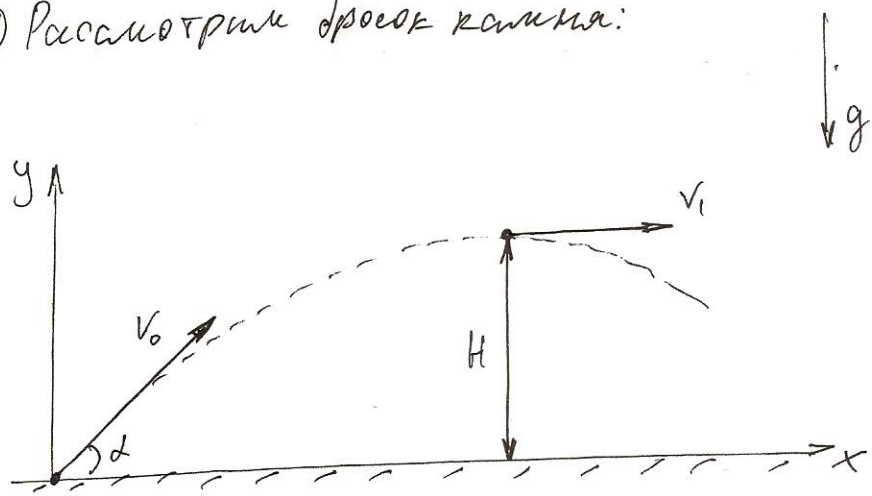
1) $V_0 = ?$

$V = \text{const}$

в наиб. т.ке $R = \frac{1}{2} F_{\text{тягм.}}$

2) $V = ?$

① Рассмотрим бросок камня:



скорость

- в высшей т.ке \vec{V}_1 - горизонтальна, т.е. $V_{1y} = 0$
- камень свободно падает $g = \text{const}$, тогда из кинематики!

~~$2 \cdot g \cdot s_y = \vec{V}_1^2 - \vec{V}_0^2$~~ $2 \cdot g_y \cdot s_y = \vec{V}_1^2 - \vec{V}_0^2$ (на ось y (верт.))

$2g_y \cdot s_y = V_{1y}^2 - V_{0y}^2$ | $g_y = (-g)$; $s_y = H$; $V_{1y} = 0$; $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$

$-2gH = -V_0^2 \sin^2 \alpha$

$V_0^2 \sin^2 \alpha = 2gH$

$V_0 = \sqrt{2gH} \cdot \sin \alpha$ | подставим числа:

$V_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = (10 \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}) \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}$

② Рассмотрим модель самолета. Она летит по той же траектории, ~~или~~ или ~~как~~ как ~~камень~~ камень

- Как же еще перемещаем камень по горизонтали и время полета!

из кинематики: $V_{1y} = V_{0y} + g_y \tau$

из кинематики: $V_{0x} = \text{const}$, т.к. $g_x = 0$, а-но

$0 = V_0 \sin \alpha - g \tau$

$s_x = V_{0x} \cdot \tau = V_0 \cos \alpha \cdot \tau$

$\tau = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$

$s_x = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$

$s_x = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$

Чистовик №8

② Рассмотрим модель самолёта:

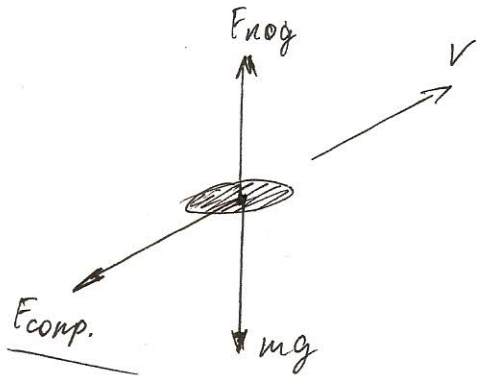
Она летит по той же траектории, что и ~~к~~ к макс-ту достигшая
максим. т.к. её путь по верт.-м равен H

а по гориз.-м равен $S_x = \frac{V_0^2}{g} \sin t \cdot \cos t$.

За 3Н • рассм. в произв. момент:

$\vec{F}_{\text{под}} = \text{const}$ - подъёмная сила

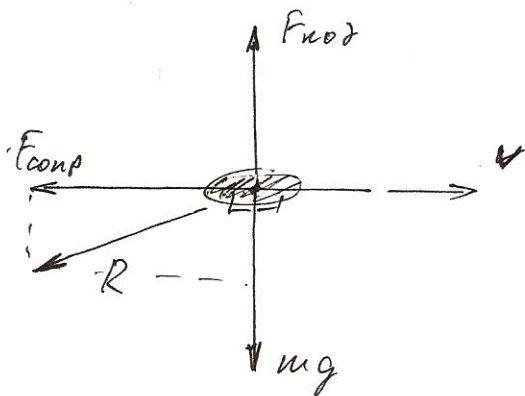
$\vec{F}_{\text{сопр}} = -k\vec{V}$ - сила сопр. воздуха



• в высшей точке: (\vec{V} вертикальна)

\vec{R} - равнодействующая всех сил.

$$R = \sqrt{F_{\text{сопр.}}^2 + (mg - F_{\text{под}})^2} = \frac{1}{2} mg$$



③ Просуммируем 2а 3Н от старта до максим. точки:

Ответ: 1) $V_0 = 10 \text{ м/с}$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205456**

ID профиля: **349540**

Вариант 4

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$Q = 33 \text{ к Дж}$$

$$m = 0,01 \text{ кг}; t_0 = 20^\circ\text{C}$$

Цистовик №1

Задача №4

Дано:

$$C = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$V = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \quad (T = 100^\circ\text{C})$$

$$C_p = 2200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \quad | p_0$$

$$1) Q_1 = ?$$

$$2) V = ?$$

1) По началу испарения вся вода нагрелась на Δt , где

$\Delta t = t_k - t_0$, где t_k - температура кипения воды равна 100°C

$$\Delta t = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$$

$$\text{Тогда } Q_1 = C \cdot m \cdot \Delta t = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг} \cdot 80^\circ\text{C} = 3344 \text{ Дж}$$

2) После подведения Q_1 теплоты, ~~вода нагревается~~ и воде подводят ещё $(Q - Q_1)$ теплоты. ~~Вода нагревается~~ часть воды испаряется, образуется пар.

Предположим, что вся вода испарилась, тогда к ней подвем не меньше Q_2 теплоты, где

$$Q_2 = V \cdot m = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = 2,26 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$\text{но } Q - Q_1 = 33000 \text{ Дж} - 3344 \text{ Дж} = 29656 \text{ Дж}$$

т.е. $Q_2 > Q - Q_1$ - противоречие!

Значит, предположение неверно, и испарилась НЕ вся вода, тогда в конце в цилиндре находится пар и вода, а-но пар насыщенный, $p_n = p_{np}$; но температура равна 100°C и а-но ~~пар~~ $p_{np} = p_0$, т.е. $p_n = p_0 = 10^5 \text{ Па}$

Для испарения всей воды нужно Q_2 теплоты, где

$$Q_2 = V \cdot m = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,01 \text{ кг} = 2,26 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$\text{Проверим: } Q - Q_1 = 33000 \text{ Дж} - 3344 \text{ Дж} = 29656 \text{ Дж}$$

т.е. $Q - Q_1 > Q_2$, а-но вся вода испарится, и ~~еще~~ еще будет подведено некое Q_3 теплоты, где $Q_3 = Q - Q_1 - Q_2$.

Чистовик №2

③ Сразу после испарения воды образовавшийся пар будет насыщен, т.е. $p_n = p_{нп}$, и температура равна 100°C , т.е. $p_{нп} = p_0$; тогда $p_n = p_{нп} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$

④ Т.к. испарилась вся вода, то массы пара и воды равны:
 $V_1 \rho_n = m$, где V_1 - объём, занимаемый паром сразу после испарения всей воды
 ρ_n - плотность пара при $t = 100^\circ\text{C}$.

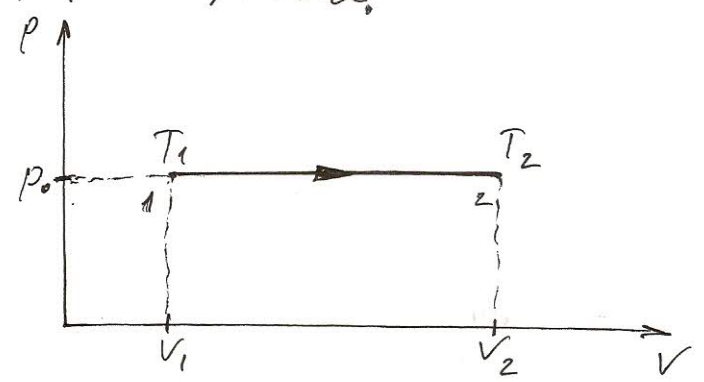
$$V_1 = \frac{m}{\rho_n}$$

⑤ Далее пар получит ещё Q_3 теплоты, где
 $Q_3 = Q - Q_1 - Q_2 = 33000 \text{ Дж} - 3340 \text{ Дж} - 22600 \text{ Дж} = 7056 \text{ Дж}$
 и нагреется на Δt_2 , где $\Delta t_2 = \frac{Q_3}{c_p \cdot m}$
 тогда $T_1 = 100^\circ\text{C}$, а $T_2 = T_1 + \Delta t_2$

$$T_2 = 100^\circ\text{C} + \frac{Q_3}{c_p \cdot m} = 100^\circ\text{C} + \frac{7056 \text{ Дж}}{\frac{2200 \text{ Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 0,01 \text{ кг}} \approx 320,73^\circ\text{C}$$

Нагреваясь, пар будет изобарно расширяться, при $p_0 = \text{const}$

⑥ Запишем 1е начало Т.Д. для процесса 1-2, в кот пар получил Q_3 теплоты:



$$Q_3 = A_{12} + \Delta u_{12}$$

$$A_{12} = + S_{p-kл} = p_0 (V_2 - V_1)$$

$$\Delta u_{12} = \frac{3m}{\mu} (T_2 - T_1) \quad (\text{где } m - \text{малаяр. масса пара, и } \frac{i}{2} \approx \frac{6}{2} = 3)$$

$$Q_3 = c_p \cdot m \cdot (T_2 - T_1)$$

$$c_p m (T_2 - T_1) = p_0 (V_2 - V_1) + \frac{3m}{\mu} (T_2 - T_1)$$

$$p_0 (V_2 - V_1) = m (T_2 - T_1) \cdot (c_p - \frac{3}{\mu})$$

$$V_2 - V_1 = \frac{m}{p_0} (T_2 - T_1) (c_p - \frac{3}{\mu})$$

$$V_2 = \frac{m}{p_0} (T_2 - T_1) (c_p - \frac{3}{\mu}) + \frac{m}{\rho_n}$$

Условие №3

Ответ: 1) $Q_1 = 3344 \text{ Дж}$

а также:

$$V = \frac{0,01 \text{ кг}}{10^5 \text{ Па}} \cdot (320,73 - 100)^\circ\text{C} \cdot \left(2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} - \frac{3}{\mu} \right) + \frac{0,01 \text{ кг}}{80}$$

$$V = 220^\circ\text{C} \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{Па} \cdot \left(2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} - \frac{3}{\mu} \right) + \frac{0,01 \text{ кг}}{80}$$

Устройство №4

Задача №5

Дано:

$$R = 72 \text{ Ом}$$

$$U = 24 \text{ В}$$

$$1) \angle = 90^\circ; P = ?$$

$$2) I = 0,5 \text{ А}; \beta = ?$$

$$3) P_2 = ?$$

① при $t = 90^\circ$ переключатель замкнет обе дуги АВ пополам

Пусть контакты переключки - точки С и D.

$$\text{Тогда } R_{AC} = R_{BC} = R_{AD} = R_{BD} = \frac{1}{4} R$$

(т.к. каждый из участков AC, BC, AD и BD является четвертью кольца)

Изобразим схему, представляющую RCD

• Метод Узловых

Потенциалов

• Т.к. $\frac{R_{AC}}{R_{AD}} = \frac{R_{BC}}{R_{BD}}$, то мост сбалансирован

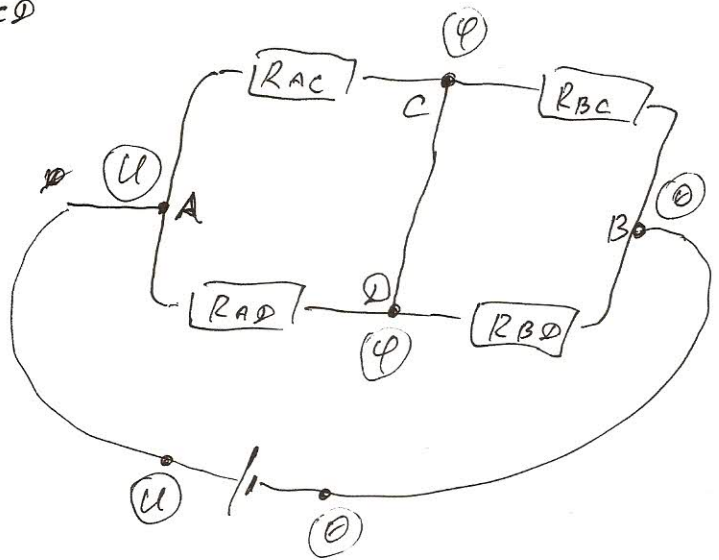
и то мост сбалансирован, и через переключку тока нет.

Тогда $I_{AD} = I_{BD}$, выразим их:

$$\frac{U - \varphi}{\frac{R}{4}} = \frac{\varphi - 0}{\frac{R}{4}}$$

$$U - \varphi = \varphi$$

$$\varphi = \frac{1}{2} U$$



② Теперь можно найти мощность на каждом сопр.!

$$P_{AC} = \frac{(U - \varphi)^2}{R_{AC}} = \frac{(\frac{1}{2}U)^2}{\frac{1}{4}R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P_{AD} = \frac{(U - \varphi)^2}{R_{AD}} = \frac{(\frac{1}{2}U)^2}{\frac{1}{4}R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P_{BC} = \frac{\varphi^2}{R_{BC}} = \frac{(\frac{1}{2}U)^2}{\frac{1}{4}R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P_{BD} = \frac{\varphi^2}{R_{BD}} = \frac{U^2}{R}$$

Чистовик N 5

Теперь $P = P_{AC} + P_{AD} + P_{BC} + P_{BD} = \frac{4U^2}{R}$

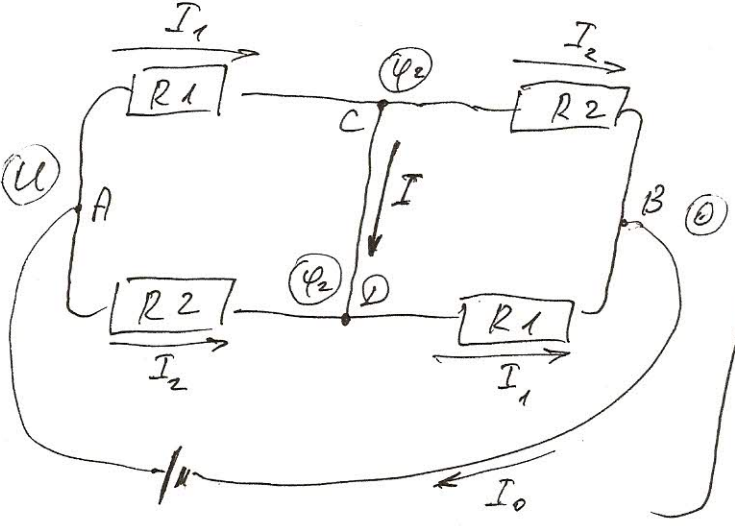
Подставим числа: $P = \frac{4 \cdot 24^2 \text{ В}^2}{72 \text{ Ом}} = 32 \text{ Вт}$ ✓

③ Рассмотрим цепь при $I = 0,5 \text{ А}$

Здесь сопротивления и токи будут группами, но из симметрии:

$R_{AC} = R_{BD}$ и $R_{AD} = R_{BC}$; пусть $R_{AC} = R_{BD} = R_1$, и $R_{AD} = R_{BC} = R_2$

Изобразим схему:



Метод узловых потенциалов

- Пусть ток I течёт от C к D , это значит, что $R_1 < R_2$ и на угол не влияет ~~...~~ (при $R_1 > R_2$ угол будет тот же, но в противоположную сторону)

~~Закон Сохр. Заряда в т.к. С: $I_1 = I_2 + I$~~

~~$\frac{U - \varphi_2}{R_1} = \frac{\varphi_2}{R_2} + I$~~

~~Зак. Сохр. Заряда для участка В-А:~~

~~$\frac{U - \varphi_2}{R_1} - \frac{\varphi_2}{R_2} = I \quad | \times R_1 R_2$~~

~~$R_2(U - \varphi_2) - \varphi_2 R_1 = I R_1 R_2$~~

~~$U R_2 - \varphi_2 (R_1 + R_2) = I R_1 R_2$~~

• В силу симметрии схемы; $I_{AC} = I_{DB} = I_1$ и $I_{AD} = I_{CB} = I_2$

Тогда ~~Зак. Сохр. Заряда для т.в.:~~ I тогда выразим ток I_1 двумя способами:

$I_1 = \frac{U - \varphi_2}{R_1}$ и $I_1 = \frac{\varphi_2}{R_1}$

$\frac{U - \varphi_2}{R_1} = \frac{\varphi_2}{R_1}$; $\varphi_2 = \frac{1}{2} U$

Условие №6

④ Законом сохранения заряда в т.ке С: $I_1 = I_2 + I$

$$\frac{U - \varphi_2}{R_1} = \frac{\varphi_2}{R_2} + I$$

$$\frac{U - \varphi_2}{R_1} - \frac{\varphi_2}{R_2} = I \quad (\times R_1 R_2)$$

~~Умножим~~ $(U - \varphi_2) \cdot R_2 - \varphi_2 \cdot R_1 = I R_1 R_2$ ($\varphi_2 = \frac{1}{2} U$ (н.з))

$$\frac{1}{2} U R_2 - \frac{1}{2} U R_1 = I R_1 R_2$$

~~Умножим на 2~~

~~Умножим на 2~~

но $R_1 + R_2 = R$

Получаем систему:

$$\begin{cases} \frac{1}{2} U R_2 - \frac{1}{2} U R_1 = I R_1 R_2 \\ R_1 + R_2 = R/2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{U}{2} (R_2 - R_1) - \frac{U}{2} R_1 = I R_1 (R_2 - R_1) \\ R_2 = \frac{R}{2} - R_1 \end{cases}$$

$$\frac{U}{2} (R_2 - R_1 - R_1) = I R_1 (R_2 - R_1)$$

$$\frac{UR}{4} - UR_1 = \frac{IR_1 R_1}{2} - IR_1^2$$

$$\bullet IR_1^2 + R_1 \left(-U - \frac{IR_1}{2}\right) + \frac{UR}{4} = 0$$

Подставим числа: $0,5 R_1^2 + R_1 (-24 - 0,5 \cdot \frac{72}{2}) + \frac{24 \cdot 72}{4} = 0$
(размерты в Ом)

$$0,5 R_1^2 - 42 R_1 + 432 = 0 \quad (\times 2)$$

$$R_1^2 - 84 R_1 + 864 = 0$$

$$\frac{1}{4} D = 42^2 - 864 = 900 = 30^2$$

$$R_1 = \frac{42 \pm 30}{1}$$

$$R_1 = 72 \quad \text{или} \quad R_1 = 12$$

возм. корни.
т.к. $R_1 < R_2 < R$

$$\begin{cases} R_1 = 12 \\ R_2 = \frac{R}{2} - R_1 = \frac{72}{2} - 12 = 24 \end{cases}$$

$R_1 < R_2$ верно!

Итого $R_1 = 12 \text{ Ом}; R_2 = 24 \text{ Ом}$

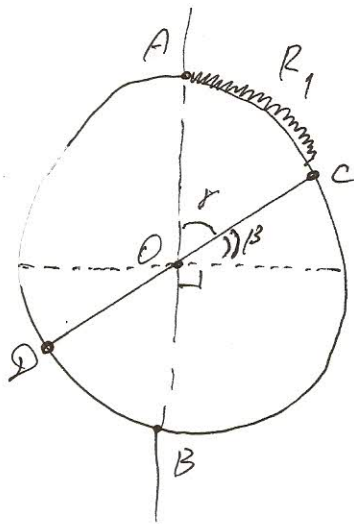
Чистовик №7

5) $R_1 = 12 \text{ Ом} = \frac{1}{3} \cdot \frac{R}{2}$; Дуга AB соответ-ет $\frac{R}{3}$

т.е. дуга AC соответ-ет $\frac{1}{3}$ дуги AB
 Тогда угол $\angle AOB = \gamma = 60^\circ$

а искомый угол

$\beta = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ ✓



6) Найдем мощность источника P_2 :

$P_2 = \mathcal{E} \cdot I_0$, где \mathcal{E} - ЭДС источника ($\mathcal{E} = U = 24 \text{ В}$); I_0 - ток через ист-к
 $P_2 = U \cdot (I_1 + I_2)$
 $I_0 = I_1 + I_2$

Выразим токи I_1 и I_2 :

$I_1 = \frac{U - \varphi_2}{R_1} = \frac{U}{2R_1}$; $I_2 = \frac{U - \varphi_2}{R_2} = \frac{U}{2R_2}$

$P_2 = U \cdot \left(\frac{U}{2R_1} + \frac{U}{2R_2} \right)$

$P_2 = U^2 \cdot \left(\frac{1}{2R_1} + \frac{1}{2R_2} \right)$; $P_2 = \frac{U^2}{2} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$

~~$P_2 = \frac{24^2 \cdot 36}{2 \cdot 12 \cdot 24}$~~

Подставим числа:

~~$P_2 = \frac{24^2 \cdot 36}{2 \cdot 12 \cdot 24} = \frac{12 \cdot 36}{12 \cdot 24} \text{ Вт} = 1,5 \text{ Вт}$~~

$P_2 = \frac{24^2 \cdot 36}{2} \cdot \frac{(12 + 24) \text{ Ом}}{12 \cdot 24 \text{ Ом}^2} = 12 \cdot 24 \cdot \frac{36}{12 \cdot 24} \text{ Вт} = 36 \text{ Вт}$ ✓

Ответ: 1) $P = 32 \text{ Вт}$

2) $\beta = 30^\circ$

3) $P_2 = 36 \text{ Вт}$