

Часть 1

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

Шифр: **21205090**

ID профиля: **343489**

Вариант 3

$$mgh = \mu_2 g \cos \alpha \cdot \frac{1}{\sin \alpha} m(H-h) + \mu_1 g \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} m$$

$$H \sin \alpha = \frac{1}{2} H \cos \alpha - h \cos \alpha \cdot \mu_2 + \mu_1 \cos \alpha h$$

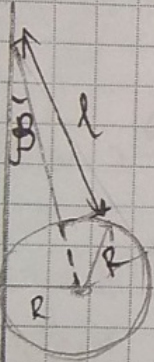
$$H = \frac{\cos \alpha \cdot h (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2m \cdot (0,81 - 0,11) \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} - 0,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 2,93 \text{ м}$$

Ответ: $t = 1,078 \text{ с}$, $H = 2,93 \text{ м}$.

Задача 3

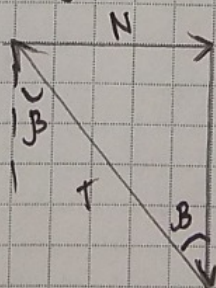
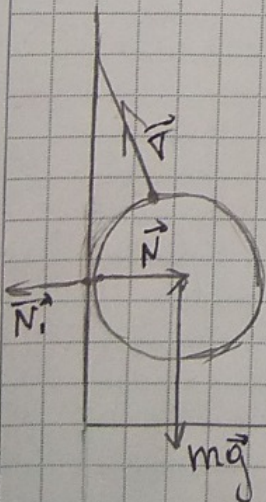
1.



Угол, который нить образует с сосудом β .

$$\sin \beta = \frac{R}{R+l} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

N - сила, с которой стенка сосуда действует на шарик
Треугольник сил:



$$\tan \beta = \frac{N}{mg}$$

$$N = mg \tan \beta$$

$$N = mg \cdot \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

$$N = mg \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{\sqrt{15}}$$

$$N = \frac{mg}{\sqrt{15}}$$

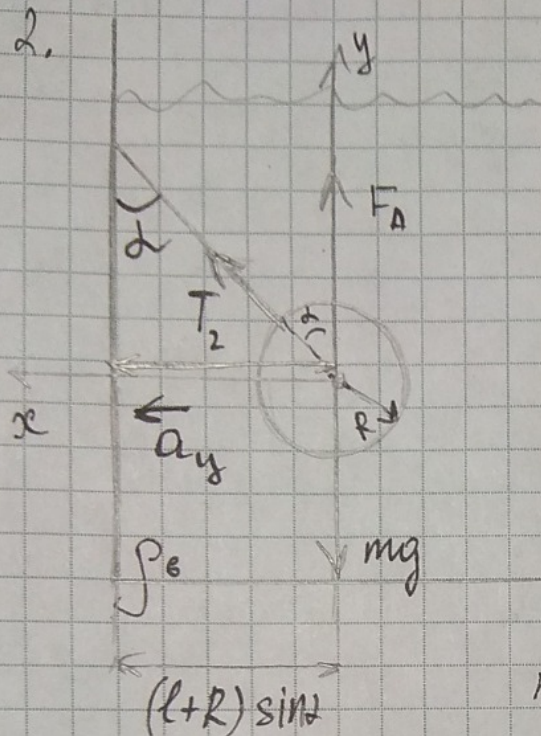
$$N = \frac{0,8 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{15}} \approx 2,07 \text{ Н}$$

По 3 з. Ньютона: с какой силой стеной действует на шарик по величине

шарик, с такой же силой шарик действует на стену. Значит ~~сила~~ модуль силы с которой

шарик действует на стену $N_1 = N = 2,07 \text{ Н}$.

2.

2.3. Ньютона ко O_x и O_y :

$$O_y: F_A + T_2 \cos \alpha = mg$$

$$O_x: T_2 \sin \alpha = m a_y$$

$$T_2 = \frac{m a_y}{\sin \alpha}$$

$$F_A + \frac{m a_y}{\sin \alpha} \cos \alpha = mg$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g + \frac{m \cdot \omega^2 \cdot (l+R) \sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha} = mg$$

$$m \omega^2 (l+R) \cos \alpha = mg - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g$$

$$\cos \alpha = \frac{mg - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g}{m \omega^2 \cdot (l+R)}$$

$$\cos \alpha = \frac{0,8 \text{ кГ} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,05)^3 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,8 \text{ кГ} \cdot 100 \frac{\text{м} \cdot \text{г}^2}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м}} \approx 0,173$$

$$\alpha \approx 80^\circ$$

$$\text{ответ: } N_1 = 2,07 \text{ Н}, \alpha \approx 80^\circ$$

$$mgh = \mu_2 g \cos \alpha \cdot \frac{l}{\sin \alpha} m(H-h) + \mu_1 g \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} m$$

$$H \sin \alpha = \mu_2 H \cos \alpha - h \cos \alpha \cdot \mu_2 + \mu_1 \cos \alpha h$$

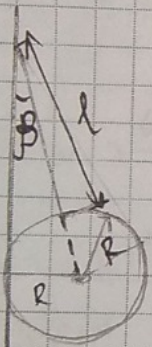
$$H = \frac{\cos \alpha \cdot h (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 \text{ м} \cdot (0,81 - 0,11) \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} - 0,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 2,93 \text{ м}$$

Ответ: $t = 1,078 \text{ с}$, $H = 2,93 \text{ м}$.

Задача 3

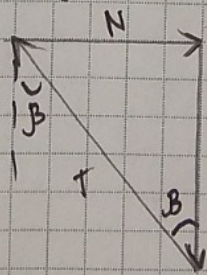
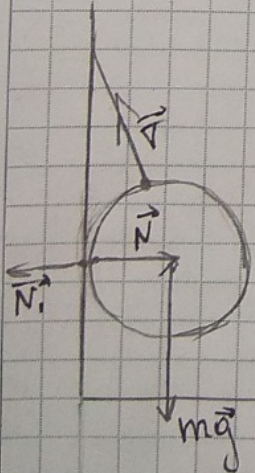
1.



Угол, который нить образует с сосудом β .

$$\sin \beta = \frac{R}{R+l} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

N - сила, с которой стенка сосуда действует на шарик
Треугольник сил:



$$\text{tg } \beta = \frac{N}{mg}$$

$$N = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$N = mg \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{\sqrt{15}}$$

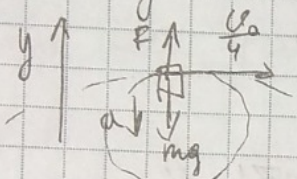
$$N = \frac{mg}{\sqrt{15}}; \quad N = \frac{0,8 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{15}} = 2,07 \text{ Н}$$

По 3 з. Ньютона: с какой силой ^{по величине} стена действует на шарик, с такой же силой шарик действует на стену. Значит ~~сила~~ модуль силы с которой шарик действует на стену $N_1 = N = 2,07 \text{ Н}$.

камень имеет скорость $v_0 \cos \alpha$. Камень летит по дуге окружности радиусом R . Ускорение камня в этот момент g . $g = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{R}$;

$$R = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}$$

Далее будем считать



модель самолета в верхней точке траектории тоже летит по

дуге окружности радиусом R и имеет скорость $\frac{v_0}{4}$. Центробежное ускорение модели в этот момент $a = \frac{(v_0)^2}{16R} = \frac{v_0^2 g}{16 \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g}{16 \cdot (\frac{1}{2})^2} = \frac{g}{4}$

II закон Ньютона на Oy:

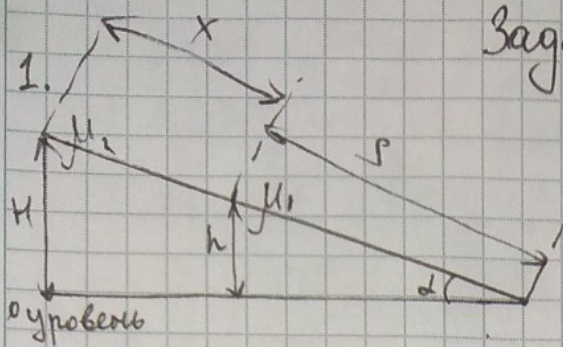
$$F - mg = -ma$$

$$F = mg - \frac{mg}{4} = \frac{3mg}{4}$$

$$F = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 7,5 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = 7,5 \text{ Н; } v_0 = 196,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

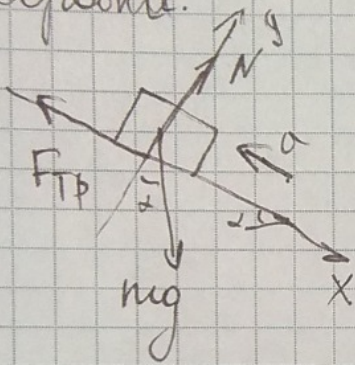
Задача 2



$$S = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$S = v_k t + \frac{a_1 t^2}{2}, \text{ где}$$

v_k конечная скорость коробки $v_k = 0$. a_1 - ускорение коробки на участке S , t - время торможения коробки.



2.3. Моменты на O_x и O_y :

$$O_x: -F_{TP} = ma_1$$

$$O_y: N = mg \cos \alpha$$

$$\mu mg \cos \alpha = ma_1$$

$$a_1 = \mu g \cos \alpha$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{\mu g \cos \alpha \cdot t^2}{2}$$

$$\frac{2h}{\mu g \sin \alpha \cos \alpha} = t^2 = \frac{4h}{\mu g \sin 2\alpha}; \quad t = \sqrt{\frac{4h}{\mu g \sin 2\alpha}}$$

$$t = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \text{ м} \cdot 2}{0,81 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{3}}} \approx 1,078 \text{ с.}$$

2. Начальная энергия коробки $E_1 = mgh$, т.к. в конце пути скорость коробки 0, то $E_k = 0$.

Все энергия коробки "ушла" на работу сил трения

$$E_1 = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}2} \cdot x + F_{\text{тр}1} \cdot S = F_{\text{тр}2} \cdot \left(\frac{H}{\sin \alpha} - S \right) + F_{\text{тр}1} \cdot S$$

$$E_1 = \mu_2 mg \cos \alpha \cdot \frac{1}{\sin \alpha} (H - h) + \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$mgh = \mu_2 g \cos \alpha \cdot \frac{l}{\sin \alpha} m(H-h) + \mu_1 g \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha} m$$

$$H \sin \alpha = \mu_2 H \cos \alpha - h \cos \alpha \cdot \mu_2 + \mu_1 \cos \alpha h$$

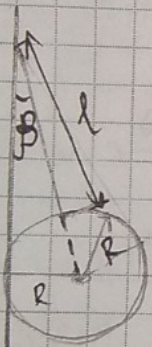
$$H = \frac{\cos \alpha \cdot h (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 \text{ м} \cdot (0,81 - 0,11) \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} - 0,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 2,93 \text{ м}$$

Ответ: $t = 1,078 \text{ с}$, $H = 2,93 \text{ м}$.

Задача 3

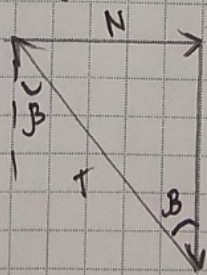
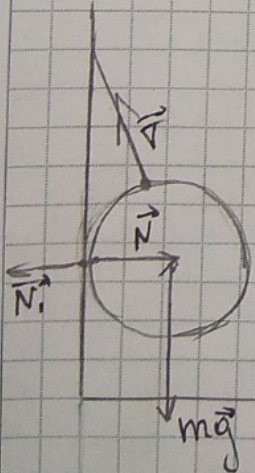
1.



Угол, который нить образует с сосудом β .

$$\sin \beta = \frac{R}{R+l} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

N - сила, с которой стенка сосуда действует на шарик
Треугольник сил:



$$\text{tg } \beta = \frac{N}{mg}$$

$$N = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$N = mg \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{\sqrt{15}}$$

$$N = \frac{mg}{\sqrt{15}}; \quad N = \frac{0,8 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{15}} = 2,07 \text{ Н}$$

По 3 з. Ньютона: с какой силой ^{по величине} стена действует на шарик, с такой же силой шарик действует на стену. Значит ~~сила~~ модуль силы с которой шарик действует на стену $N_1 = N = 2,07 \text{ Н}$.

$$mgH = \mu_2 g \cos \alpha \cdot \frac{l}{\sin \alpha} m(H-h) + \mu_1 g \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} m$$

$$H \sin \alpha = \mu_2 H \cos \alpha - h \cos \alpha \cdot \mu_2 + \mu_1 \cos \alpha h$$

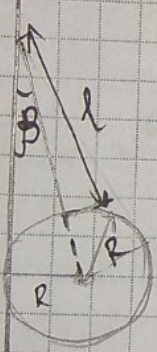
$$H = \frac{\cos \alpha h (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 \cdot 11 \cdot (0,81 - 0,11) \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} - 0,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 2,93 \text{ м}$$

Ответ: $t = 1,078 \text{ с}$, $H = 2,93 \text{ м}$.

Задача 3

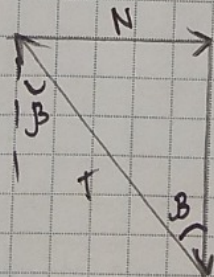
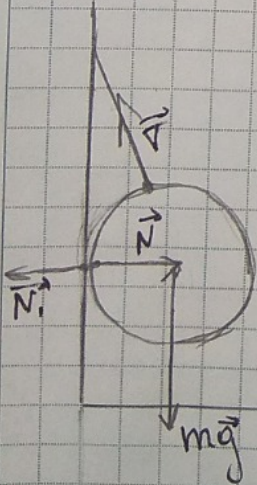
1.



Угол, который нить образует с сосудом β .

$$\sin \beta = \frac{R}{R+l} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{15}}{4}$$

N - сила, с которой стенка сосуда действует на шарик
Треугольник сил:



$$\tan \beta = \frac{N}{mg}$$

$$N = mg \tan \beta$$

$$N = mg \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

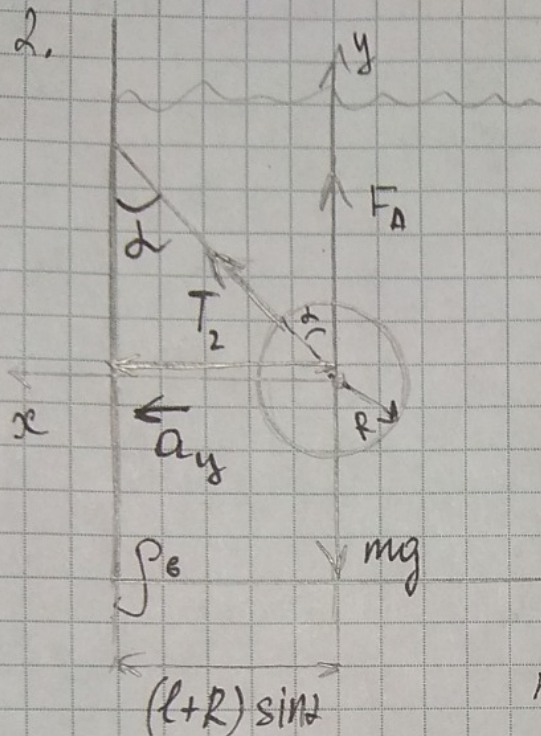
$$N = mg \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{\sqrt{15}}$$

$$N = \frac{mg}{\sqrt{15}}$$

$$N = \frac{0,8 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{15}} = 2,07 \text{ Н}$$

По 3 з. Ньютона: с какой силой стена действует на шарик, с такой же силой шарик действует на стену. Значит ~~сила~~ модуль силы с которой шарик действует на стену $N_1 = N = 2,07 \text{ Н}$.

2.

2.3. Ньютонова КК O_x и O_y :

$$O_y: F_A + T_2 \cos \alpha = mg$$

$$O_x: T_2 \sin \alpha = m a_y$$

$$T_2 = \frac{m a_y}{\sin \alpha}$$

$$F_A + \frac{m a_y}{\sin \alpha} \cos \alpha = mg$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g + \frac{m \cdot \omega^2 \cdot (l+R) \sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha} = mg$$

$$m \omega^2 (l+R) \cos \alpha = mg - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g$$

$$\cos \alpha = \frac{mg - \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_e g}{m \omega^2 \cdot (l+R)}$$

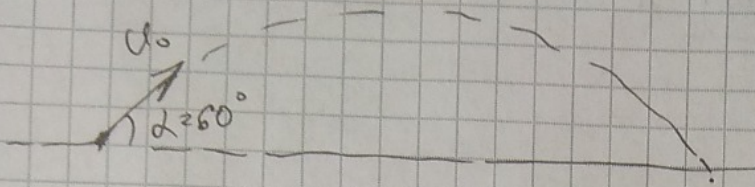
$$\cos \alpha = \frac{0,8 \text{ кГ} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (0,05)^3 \text{ м}^3 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{0,8 \text{ кГ} \cdot 100 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ м}} \approx 0,173$$

$$\alpha \approx 80^\circ$$

$$\text{ответ: } N_1 = 2,07 \text{ Н}, \alpha \approx 80^\circ$$

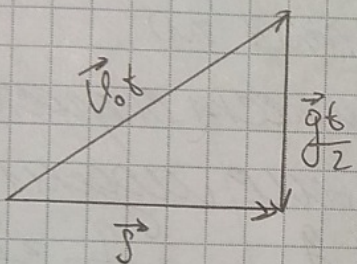
Задача 1

1.



$$\vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

Векторный треугольник:



П. к. точка старта и окончания полёта летит в одной горизонтальной плоскости, то дальность полёта и перемещение будут совпадать.

По теореме Пифагора:

$$(v_0 t)^2 = s^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2$$

$$\sin \alpha = \frac{g t^2}{2 v_0 t}; \quad t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0^2 \cdot \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = s^2 + \frac{g^2}{4} \cdot \frac{16 v_0^4 \sin^4 \alpha}{g^4}$$

$$s^2 = \frac{4 v_0^4 \sin^2 \alpha}{g^2} (1 - \sin^2 \alpha) = \frac{4 v_0^4 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha}{g^2}$$

$$s = \frac{v_0 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \frac{s g}{\sin 2\alpha}; \quad v_0 = \frac{17 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sin 120^\circ} = \frac{2 \cdot 17 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sqrt{3}} \approx 19,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.

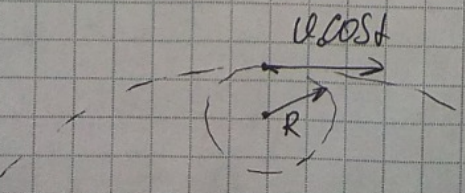


Рисунок для траектории камня в высшей точке

Часть 2

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

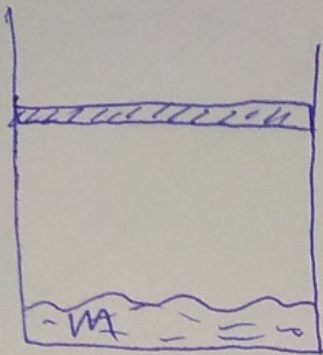
Шифр: **21205090**

ID профиля: **343489**

Вариант 3

Задача 4

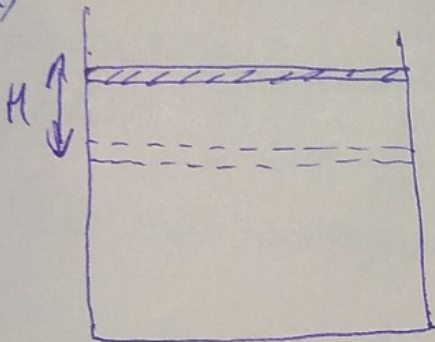
1)



$$Q_1 = c m \cdot (100^\circ\text{C} - t_0)$$

$$Q_1 = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} \cdot 0,0055 \text{ м}^2 \cdot 100^\circ\text{C} = 2299 \text{ Дж}$$

2)



Теплота, которая нужна, чтобы испарить всю воду

$$Q_0 = \rho \cdot m_0 \cdot \epsilon$$

$$Q_0 = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,0055 \text{ м}^2 = 12429,9 \text{ Дж}$$

знают все вода испарится, а оставшееся тепло будет нагревать газ в сосуде

Оставшаяся теплота $Q_2 - Q_0$

$Q_2 - Q_0 = A + \Delta U$ - первый закон термодинамики
Процесс изобарный т.к. поршень может двигаться.

$$Q_2 - Q_0 = p_0 \Delta V + \frac{\gamma}{2} p_0 \Delta V = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) p_0 \Delta V = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) p_0 S H$$

$$C_p = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) R, \quad 1 + \frac{\gamma}{2} = \frac{C_p}{R}$$

$$Q_2 - Q_0 = \frac{C_p}{R} p_0 S H$$

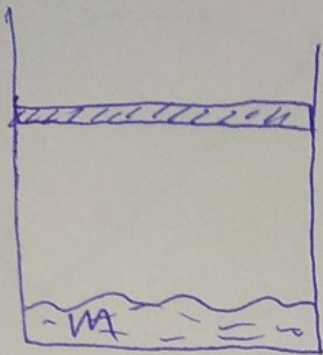
$$H = \frac{(Q_2 - Q_0) R}{C_p p_0 S}$$

$$H = \frac{(17430 \text{ Дж} - 12429,9 \text{ Дж}) \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}}{2200 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,05 \text{ м}^2} = 0,00378 \text{ м}$$

Ответ: $Q_1 = 2299 \text{ Дж}$, $H = 0,00378 \text{ м}$.

Задача 4

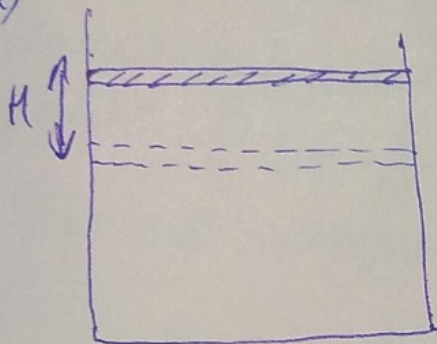
1)



$$Q_1 = c m \cdot (100^\circ\text{C} - t_0)$$

$$Q_1 = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} \cdot 0,0055 \text{ м}^2 \cdot 100^\circ\text{C} = 2299 \text{ Дж}$$

2)



Теплота, которая нужна, чтобы испарить всю воду

$$Q_0 = \rho \cdot m_0 \cdot \epsilon$$

$$Q_0 = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,0055 \text{ м}^2 = 12429,9 \text{ Дж}$$

знают все вода испарится, а оставшееся тепло будет нагревать газ в сосуде

Оставшаяся теплота $Q_2 - Q_0$

$Q_2 - Q_0 = A + \Delta U$ - первый закон термодинамики
 Процесс изобарный $p_0 = \text{const}$ процесс расширения.

$$Q_2 - Q_0 = p_0 \Delta V + \frac{\gamma}{2} p_0 \Delta V = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) p_0 \Delta V = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) p_0 S H$$

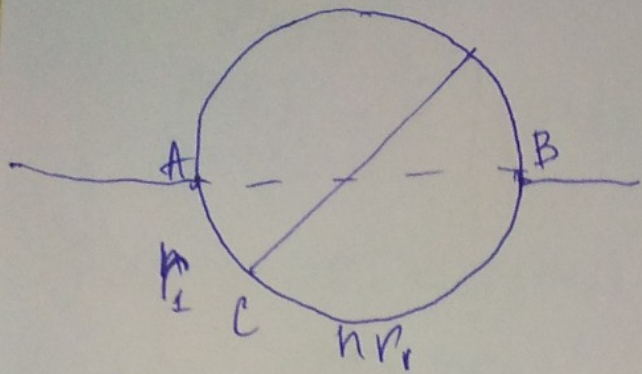
$$C_p = \left(\frac{\gamma}{2} + 1\right) R, \quad 1 + \frac{\gamma}{2} = \frac{C_p}{R}$$

$$Q_2 - Q_0 = \frac{C_p}{R} p_0 S H$$

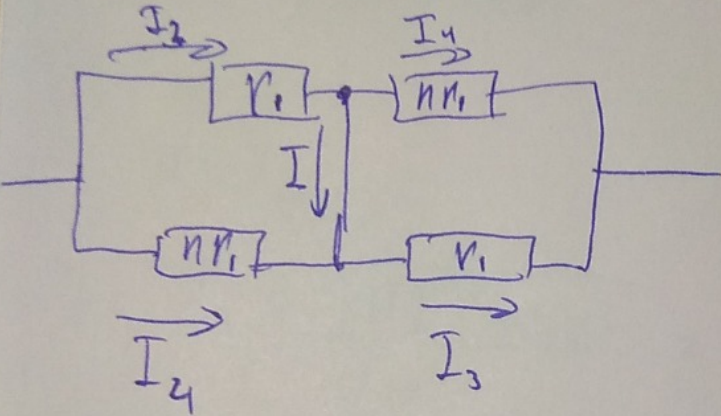
$$H = \frac{(Q_2 - Q_0) R}{C_p p_0 S}$$

$$H = \frac{(17430 \text{ Дж} - 12429,9 \text{ Дж}) \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}}{2200 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,05 \text{ м}^2} = 0,00378 \text{ м}$$

Ответ: $Q_1 = 2299 \text{ Дж}, H = 0,00378 \text{ м}.$



Пусть сопротивлением дуги AC - r_1 ,
 тогда дуги CB $n r_1$.
 Перерисуем кату.

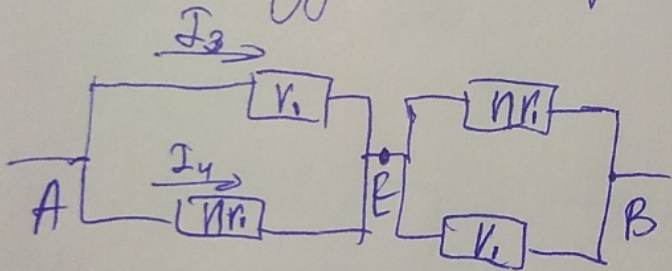


Законом Кирхгофа:

$$I_3 = I_4 + I$$

$$I_2 = I_3 - I_4$$

Преобразуем схему



участки AE и EB имеют
 одинаковое общее сопротивле-
 ние $(\frac{n r_1}{n+1})$ значит n
 то них падает одинаковое

сопротивление $\frac{U}{2}$;

$$I_3 = \frac{U}{2r_1}; \quad I_4 = \frac{U}{2nr_1}$$

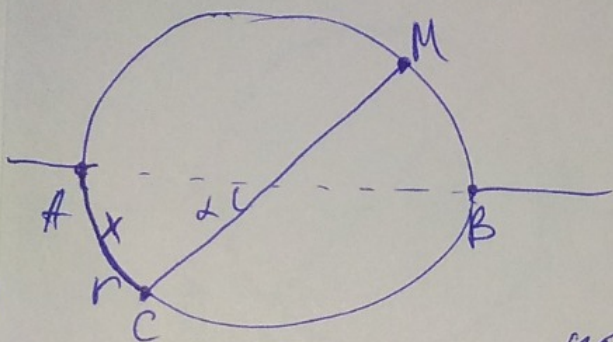
$$I_2 = \frac{U}{2r_1} - \frac{U}{2nr_1} = \frac{U}{2r_1} - I$$

$$n = \frac{U}{2r_1(\frac{U}{2r_1} - I)} = \frac{U}{2U - 2r_1 I}; \quad \frac{r_1}{n+1} = R$$

$$r_1 + n r_1 = \frac{R}{2}$$

Задача 5

2



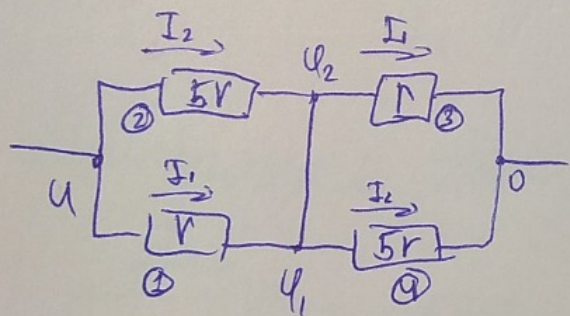
l - длина кольца

$$x = \frac{\alpha}{360} l = \frac{30^\circ}{360} l = \frac{l}{12}$$

из формулы $R = \rho_{уд} \cdot l \cdot \frac{1}{S}$, ясно что сопротивление пропорционально длине, значит

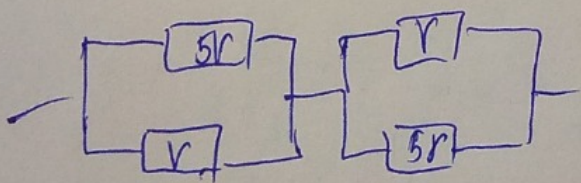
сопротивление кусочка длиной x $R_x = \frac{R}{12}$; Тогда сопротивление оставшегося участка CB будет равно $\frac{R}{2} - \frac{R}{12} = \frac{5R}{12} = 5R'$

Важную конструкцию можно представить в виде схемы



Дуги AC и MB (так же как и CB AM) имеют одинаковое сопротивление. Т.к. сопротивление перемычки пренебрежимо мало, то её можно заменить нулевой.

В силу симметрии через пар. пары резисторов 1-4, 3, и 2 и 4 идут одинаковые токи. Получившуюся схему можно упростить ещё:



Теперь легко найти общее сопротивление всей цепи

$$R_{общ} = 2 \cdot \frac{5r \cdot r}{6r} = \frac{10r}{6} = \frac{5r}{3} = \frac{5R}{36}$$

Мощность, выделяющаяся в цепи

$$P = \frac{U^2}{R_{общ}} = \frac{U^2 \cdot 36}{5R} = \frac{36 \cdot (6V)^2}{5 \cdot 2 \text{Мом}} = 10,8 \text{ Вт}$$

21205090 (U343489 M1280124)

$$n \left(u - \frac{2RI}{2(n+1)} \right) = 4$$

$$nu - \frac{2nRI}{2(n+1)} = 4 \quad | \cdot (n+1)$$

$$un(n+1) - nRI = 4(n+1)$$

$$un^2 + un - nRI = 4n + 4$$

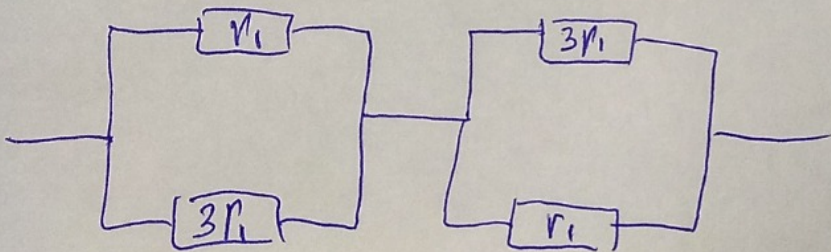
$$un^2 - nRI - 4n - 4 = 0$$

$$D = (RI)^2 + 4u^2$$

$$n_1 = \frac{RI + \sqrt{(RI)^2 + 4u^2}}{2u} = \frac{16 + 20}{12} = 3$$

$$n_2 = \frac{RI - \sqrt{(RI)^2 + 4u^2}}{2u} = \frac{16 - 20}{12} = -\frac{4}{12} \quad \text{— не подходит}$$

3.



$$R_{\text{св}} = 2 \cdot \frac{3n_1 \cdot n_1}{4n_1} = \frac{6n_1}{4} = \frac{3n_1}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{R}{2 \cdot (3+1)} = \frac{3R}{16}$$

$$R_{\text{св}} = 4,5 \text{ Ом}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_{\text{св}}} ; \quad P_2 = \frac{36 \text{ В}^2}{4,5 \text{ Ом}} = 8 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = 10,8 \text{ Вт}$; $n = 3$; $P_2 = 8 \text{ Вт}$.