Часть 1

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

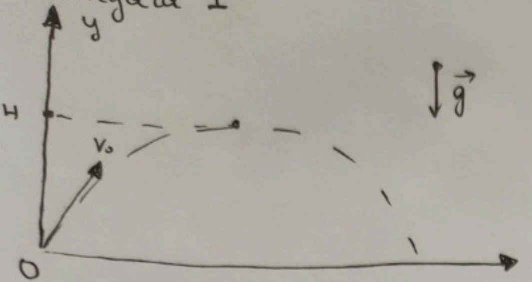
Шифр: **21204398**

ID профиля: **364432**

Вариант 4

Часть 1 Чистовик. Физика 10кл. лист 1 из 4

Задача 1



Из ур-ний кинематики:

$y = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$

$v_0 \sin\alpha - gt = v$

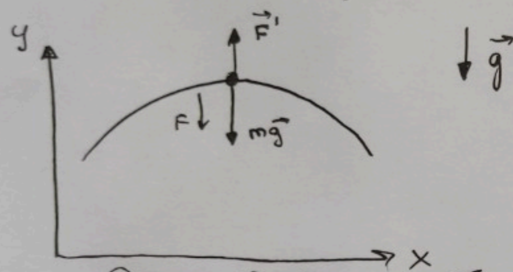
y максим. при $v = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow g t_{max} = v_0 \sin\alpha \Rightarrow t_{max} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$y_{max} = H = y(t_{max}) = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2}\frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$\Rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ (1) $\Rightarrow v_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{200}}{\sqrt{2}} \cdot 2 = 20$ м/с

Рассмотрим движение самолета: $\vec F = m\vec g + \vec F'$



$\vec F'$ – сумма всех сил, действ. на самолет, кроме силы тяжести. Поскольку самолет летит с постоянной скоростью, то его ~~нормальн.~~ тангенц. ускорение равно нулю. Тогда единственное ускорение, к-ым обладает самолет – нормальное. Оно направлено вниз, к центру окружности. Узнав радиус кривизны окружности R, найдем a_n. Т.к. $\vec a = \vec a_n \Rightarrow$ $\vec F \uparrow\uparrow \vec a_n$. $R = \frac{v_0^2}{g} = \frac{2H}{\sin^2\alpha}$ (из (1))

$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2 \sin^2\alpha}{2H}$

Из II з-на Ньютона: $\vec F = m\vec a_n \Rightarrow \frac{mg}{2} = \frac{v^2 \sin^2\alpha}{2H} \cdot m \Rightarrow v = \frac{\sqrt{Hg}}{\sin\alpha}$

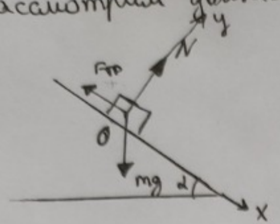
$v = \frac{\sqrt{gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{2}} \cdot 2 = \frac{20}{\sqrt{2}} = \frac{20\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2}$ м/с

Ответ: $v_0 = 20$ м/с

$v = 10\sqrt{2}$ м/с

Задача 2

Рассмотрим движение коробки по накл. плоскости с коэфф. μ.



По условию коробка съезжает, значит, $F_{тр} = F_{тр\,max}$

$F_{тр} = \mu N$ – з-н Амонтона-Кулона.

Из 2 з-н Ньютона:

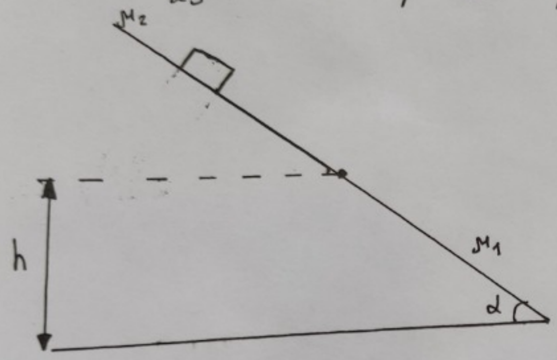
$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F_{тр}} + m\vec{g}$

$$\begin{cases} OX: ma_x = mg\sin\alpha - F_{тр} \\ OY: ma_y = N - mg\cos\alpha \\ F_{тр} = \mu N \end{cases}$$

$a_y = 0$ (брусок не отрывается), значит, $a_x = a$

$$\begin{cases} ma = mg\sin\alpha - \mu N \\ N = mg\cos\alpha \end{cases} \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \quad (1)$$

$\cos\alpha = \frac{24}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{24^2}{25^2}} = \frac{7}{25}$



Рассмотрим движ. коробки на участках. Все, что относится к верхнему участку, будем обозначать индексом 2, к нижнему – 1.

Посчитаем a_2 и a_1, подставив соответств. значение в ур-не (1)

$a_2 = 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0{,}06 \cdot \frac{24}{25}\right) = 2{,}224\ м/с^2$

$a_1 = 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0{,}5 \cdot \frac{24}{25}\right) = -2\ м/с^2$

Значит, на участке 1 тело тормозит, а на участке 2, наоборот, ускоряется. Отсюда можно сделать вывод, что максимальная скорость будет как раз достигаться на высоте h (т.к. дальше тело начнёт тормозить. Воспользуемся „формулой без времени" для нахождения V_{max}. На участке 1 коробка прошла путь $S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$

Из формул кинематики $2a_1S = V_к'^2 - V_{max}^2$; $V_к' = 0$ т.к. по условию тело останавливается. $\Rightarrow 2a_1S = -V_{max}^2 \Rightarrow V_{max} = \sqrt{-2a_1S} = \sqrt{\frac{2g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)h}{\sin\alpha}} =$

$= \sqrt{\frac{2 \cdot 10\left(0{,}5 \cdot \frac{24}{25} - \frac{7}{25}\right) \cdot 1{,}4}{7/25}} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}\ м/с$

Аналогично найдем путь на 2 участке:

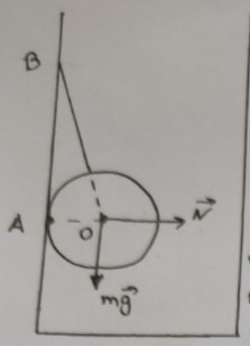
$2a_2S_2 = V_{max}^2 - 0 \Rightarrow S_2 = \frac{V_{max}^2}{2a_2} = \frac{20}{2 \cdot 2{,}224} \approx 4{,}5м$

$S = S_1 + S_2 = \frac{h}{\sin\alpha} + S_2 \approx 9{,}5м$

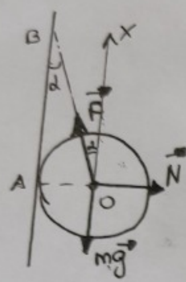
Ответ: $V_{max} = 2\sqrt{5}\ м/с$

$S = 9{,}5\ м$

Задача 3



Рассмотрим линии действия сил $\vec F$, $m\vec g$ и $\vec N$ – силы р-ии опоры со стороны стенки. Т.к. шар однороден, то $m\vec g$ приложена в т. О – центре шара. Т.к. это шар, то, из соображений геометрии, линия действия $\vec N$ проходит ч-з эту точку О, поскольку шар кас-ся стенки в точке, лежащей на одной высоте с точкой О и $\vec N \parallel$ дну сосуда. Поскольку шар покоится, то момент сил отн. точки О равен нулю, но это возможно, если только третья сила – сила $\vec F$ проходит ч-з эту точку, значит, <u>линия действия силы $\vec F$ проходит ч-з точку О</u>.



Из II з-на Ньютона на ось OX: $L = OB$

$$mg = F\cos\alpha$$

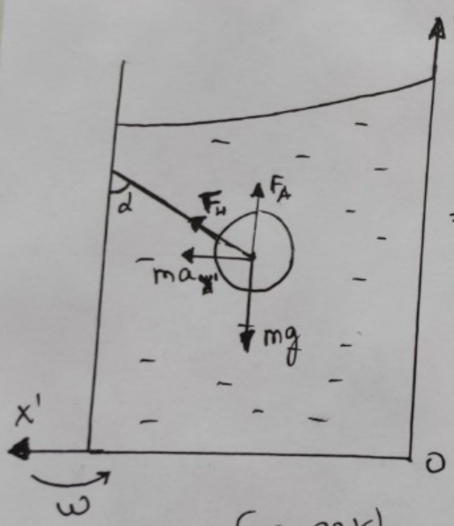
Из геометрии $\sin\alpha = \frac{R}{L} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{\sqrt{L^2-R^2}}{L}$

$$mg = F\frac{\sqrt{L^2-R^2}}{L} \Rightarrow F = \frac{mg\cdot L}{\sqrt{L^2-R^2}} =$$

$$L = \ell + R$$

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{(\ell+R)^2-R^2}}{L} = \frac{\sqrt{\ell^2+2R\ell}}{\ell+R}$$

$$F = mg\sqrt{\frac{\ell^2+2R\ell}{(\ell+R)^2}} = mg\cdot\sqrt{\frac{8^2+2\cdot8^2}{2^2\cdot8^2}} = mg\sqrt{\frac{3}{4}} = 45Н$$



Найдём ω. по оси Oy' $a_{y'}=0$ т.к. шар нах-ся на одном и том же уровне.

$\Rightarrow$ $F_A + F_H\cos\alpha = mg$

по оси OX' шар дв-ся с центростр. ускор. $a_{x'}$

$$\Rightarrow \begin{cases} ma_{x'} = F_H\sin\alpha \\ F_A + F_H\cos\alpha = mg \\ F_A = \rho g V \end{cases}$$

$$\Rightarrow F_H = \frac{mg - F_A}{\cos\alpha}$$

$$ma_x = (mg-\rho gV)\,tg\alpha \Rightarrow a_x = \frac{(mg-\rho gV)\,tg\alpha}{m}$$

$$a_x = \omega^2 r = \frac{(mg-\rho gV)\,tg\alpha}{m} = \omega^2(\ell+R)\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{(mg-\rho gV)}{m\cos\alpha(\ell+R)} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{mg-\rho gV}{m\cos\alpha(\ell+R)}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{mg-\rho gV}{m\cos\alpha(\ell+R)}}} = \frac{2\cdot3{,}14}{\sqrt{\frac{5{,}2\cdot10-1000\cdot10\cdot\frac{4}{3}\cdot3{,}14\cdot8^3}{5{,}2\cdot0{,}5\cdot(8+8)}}} = \frac{2\cdot3{,}14}{\sqrt{\frac{52-21{,}4}{5{,}2\cdot0{,}5(8+8)}}} = \frac{2\cdot3{,}14}{\sqrt{0{,}71}} \approx 7{,}4с$$

Часть 1 Чистовик. Физика 10 кл. лист 4 из 4

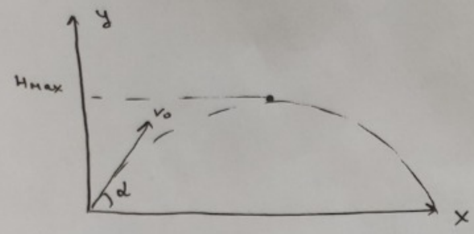
Задача 3 (продолжение)

При расчёте $\rho g V$ использовались формулы: $V = \frac{4}{3} \pi R^3$ (объем шара) и $\rho = 1000\ кг/м^3$ – плотность воды.

Ответ: $F = 45Н$

$T = 7{,}4с$

часть 1 Черновик Физика 10 кл.



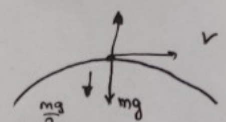
$y = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2}$ ⇒ y_{max} ⇔ $y' = 0$ ⇔ $v_0 \sin\alpha - gt = 0$

$x = v_0 t \cos\alpha$ $t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$y(t_{max}) = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = H$

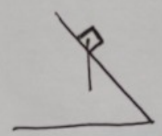
$v_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{200}}{\sqrt{2}} \cdot 2 = 10 \cdot 2 = 20$ м/с

$R = \frac{v_0^2}{g} = \frac{2gH}{\sin^2\alpha\, g} = \frac{2H}{\sin^2\alpha}$



$\frac{mg}{2} = \frac{v^2}{R} m$ ⇒ $v = \sqrt{\frac{gR}{2}} = \sqrt{\frac{g \cdot 2H}{\sin\alpha \cdot 2}} = \sqrt{\frac{gH}{\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{100}{}} =$

$= \frac{\sqrt{100}}{\sin\alpha} = \frac{\sqrt{100}}{\sqrt{2}} \cdot 2 = \sqrt{50} \cdot 2$



$\frac{h}{S} =$

0,28 - 0,0576

$v_0 t - a t^2$ $\frac{m^2 \cdot c^2}{c^2 \cdot m}$

$\frac{h'}{S_2} = \sin\alpha$

$v_0 t - \frac{at^2}{2} = S$ $\frac{mV^2}{2} = mgh + S$

$h' =$

$2aS = V^2$ $\frac{mV^2}{2} = mgh + Smg\sin\alpha$

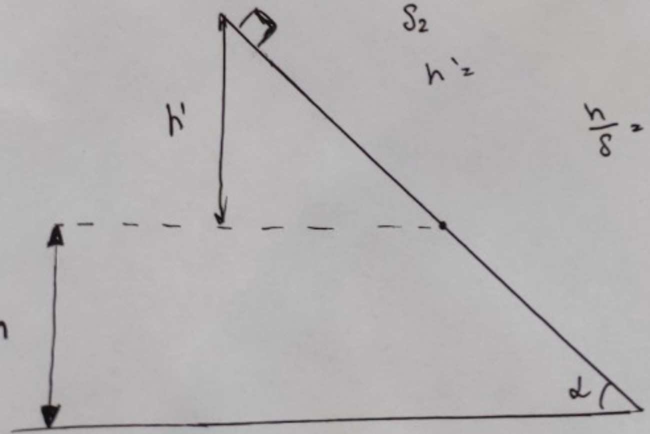
$\frac{h}{S} = \sin\alpha$

$V = \sqrt{2aS}$

$v_0 = at$

$v_0 t - \frac{at^2}{2} = S$

$\sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}4 \cdot 25}{7}} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5}$



$h + S_2 \sin\alpha = \sin S_1 + \sin S_2$

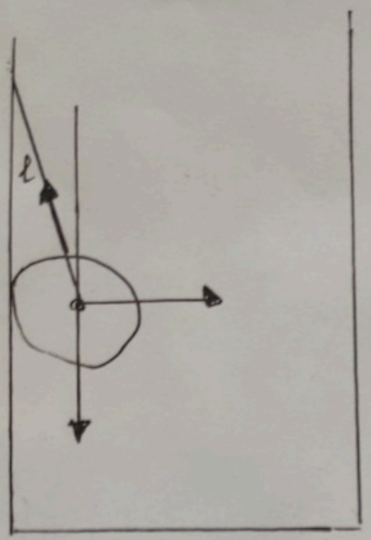
$mgH = S\, mg \sin\alpha$

$(h + S_2 \sin\alpha) = \sin\alpha\, (S_1 + S_2)$

21204398 (U364432 M1280501)

Часть 1 Черновик Физика 10кл.

$\omega = Vr \quad \omega r = V$



$a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$

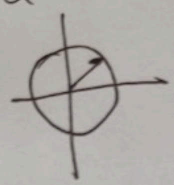
$\omega r = V$

$\frac{\omega^2 r^2}{\ } = V$

$\frac{x}{\ell} = \sin\alpha r$

$x =$

a



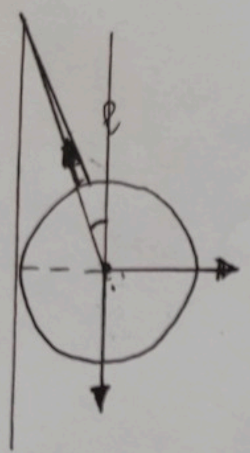
$Vr = S \quad V = \frac{2\pi r}{T}$

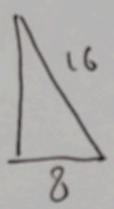
$Vt = s \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{c}$

$\omega r = V$

$\omega^2 r = V$

$\underline{g} \quad \frac{м}{с^2 \cdot м}$





Часть 1

Черновик

Физика 10 кл

Часть 2

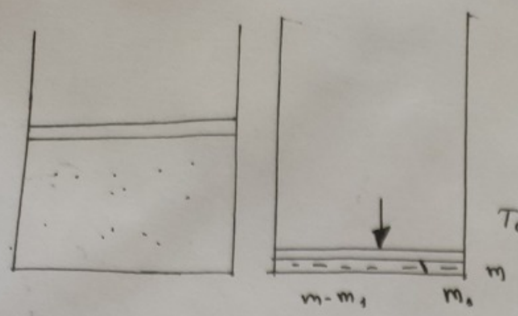
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21204398**

ID профиля: **364432**

Вариант 4

Черновик.



$P_0V_0 = \nu R T_0$

$P_0 S =$

$Q_1 = cm(T - T_0)$

$P_0 V_1 =$

$P_0 V_0 = \nu R T_{100}$

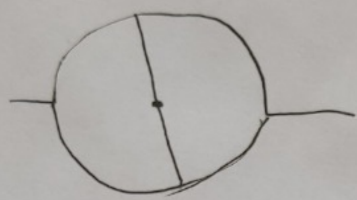
$V_0 = \dfrac{\nu R T_{100}}{P_0} = 17л$

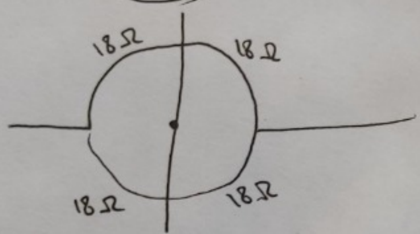
$A = P_0 hS = P_0V_0$

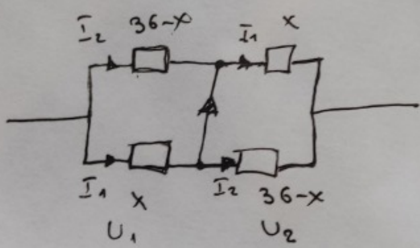
$x I_1 = (36 - x) I_2$

$I_2 + I_1 = I$

$I_1 + I_2 = \dots$







$36 I_2 - \cancel{\dots} + \cancel{\dots} - xI = U$

$I_2 = \dfrac{U + xI}{36}$

$I_2 - I_1 = I$

$36 I_2 - x I_2 + I_1 x = U$

$I_2 = I + I_1$

$36 I + 36 I_1 - \cancel{\dots} - xI + \cancel{\dots} = U$

$I_1 = \dfrac{U + xI - 36I}{36}$

$I_1 + I_2 = \dfrac{U}{2\frac{(36-x)x}{36}} = \dfrac{U\,18}{(36-x)x} =$

$I_2 - I_1 = I$

$I_2 + I_1 = \dfrac{18U}{(36-x)x}$

$2I_2 = I + \dfrac{18U}{(36-x)x}$

$\dfrac{U + xI}{18} = I + \dfrac{18U}{(36-x)x}$

$=$

32 Вт

18

$\dfrac{24^2}{18} =$

$\dfrac{24}{18} = \dfrac{24}{2\cdot 18} = \dfrac{12}{18} = \cancel{\dots} = \dfrac{6}{9}$

$\dfrac{4}{3}$ $\dfrac{2}{3}$

Часть 2 ~~[illegible]~~. Физика 10 кл. лист 4 из 3

Черновик

Черновик

$I_2 - I_1 = I$ $\qquad$ $I_2 - I_1 = U$ $\qquad$ $A = P_0 V_0 = \nu R T_0$

$x I_2 = (36 - x) I_1$ $\qquad$ $\frac{x}{36-x} =$ $\qquad$ $\nu R T_0 + \lambda m$

$I_2 x + \frac{R}{2} I_1 - x I_1 = U$ $\qquad$ 1722 Дж

22600 Дж

$2 I_1 (36 - x) = U$ $\qquad$ $P_0 V_0 = \nu R T_0$

$V_0 = \frac{\nu R T_0}{P_0}$

$2 I_2 x = U$

$I_2 = \frac{U}{2x}$ $\qquad$ $I_1 = \frac{x}{36-x} \cdot \frac{U}{2x} = \frac{U}{2(36-x)}$

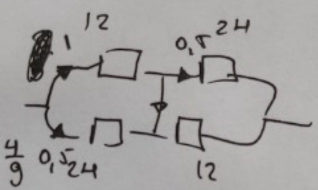
$\frac{U}{2x} - \frac{U}{2(36-x)} = I$ $\qquad$ $\frac{24}{x} - \frac{24}{36-x} = 1$

$\frac{U}{x} - \frac{U}{36-x} = 2I$

$864 - 24x - 24x = 36x - x^2$

$x^2 - 84x + 864$

$x = \frac{84 \pm 60}{2} = 12$ и 72



$\frac{4}{3}$ A $\qquad$ $\frac{12}{9} = \frac{4}{3}$

$\frac{24}{16} =$

24

$A = P_0$

$$\begin{cases} 2x I_2 = 24 \\ I_2 - I_1 = 0{,}5 \\ x I_2 = (36 - x) I_1 \end{cases}$$

$I_1 = \frac{x}{36-x} \cdot \frac{24}{2x} = \frac{12}{36-x}$

$\frac{12}{x} - \frac{12}{36-x} = 0{,}5$ $\qquad$ $\frac{12}{36-x} - \frac{12}{x} = 0{,}5$

$\lambda = 12$ $\qquad$ $12x + 12x - 432 = 18x - 0{,}5x^2$

$x^2 + 12x - 864 = 0$

$x = \frac{-12 \pm 60}{2} = 24$ и -36

Задача 4 $\exists$ $T_{100} = 373K$, $T_0 = 293K$.

Для того, чтобы вода начала испаряться при $P_0 = 10^5$ Па, надо сначала нагреть её до температуры кипения T_{100}. Расчитаем Q_1

$Q_1 = cm(T_{100} - T_0)$ ~~3360 Дж~~ $= 3344$ Дж

Обозначим $Q_{ост} = Q - Q_1 \approx 29656$ Дж.

Рассмотрим процесс испарения ~~пара~~ воды.

Известно, что при давлении P_0 и темп. T_0 ν молей газа занимают объем V_0:

$P_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow V_0 = \frac{\nu R T_0}{P_0}$. Начальный объём воды по сравн. с объемом пара пренебрежимо мал, поэтому будем считать, что разность объемов равна конечному объему пара. Тогда сможем посчитать кол-во теплоты, к-ое надо, чтобы испарить m воды при пост. давлении P_0

$Q' = A + \Delta U = A + \lambda m = P_0 \Delta V + \lambda m = P_0 V_0 + \lambda m = \nu R T_0 + \lambda m = \frac{m}{\mu_В} R T_0 + \lambda m \Rightarrow$

$\Rightarrow Q' = \frac{m}{\mu_В} R T_0 + \lambda m$, где $\mu_В$ - молярн. масса воды, 18 г/моль

Сравним Q' и $Q_{ост}$:

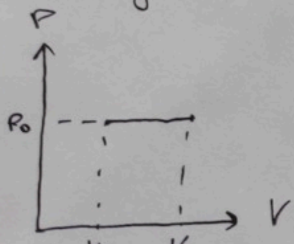
$\frac{m}{\mu_В} R T_0 + \lambda m \vee Q$

$\frac{10}{18} \cdot 8{,}31 \cdot 373 + 2{,}26 \cdot 10^6 \cdot \frac{10}{1000} \vee 29656$

$1722 + 22600 < 29656$ $\Rightarrow$ ~~продолжится~~ вода испарится полностью.

Обозначим $Q'_{ост} = Q_{ост} - Q' = 5334$ Дж

Найдём изменение объема после того, как ~~пар~~ вода испарится. Поскольку атм. давление не мен-ся, то $P = const$, процесс изобарный.



$Q'_{ост} = A + \Delta U = P_0 \Delta V + \frac{i}{2} P_0 \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{Q'_{ост}}{P_0 (1 + \frac{i}{2})}$

Для воды $i = 6 \Rightarrow \Delta V = \frac{Q'_{ост}}{P_0 \cdot 4} \approx 13{,}3$ л

$V_0 = \frac{m R T_0}{\mu_В P_0} \approx 17{,}2$ л

$V = V_0 + \Delta V \approx 30{,}5$ л

Ответ: ~~$Q_1 = 3360$ Дж~~ ~~$V = 30{,}5$ л~~ $Q_1 = 3344$ Дж

$V = 30{,}5$ л

Составим с-му ур-ий:

$$\begin{cases} I_2 - I_1 = I \\ U_1 + U_2 = U \\ U_1 = x I_2 = \left(\frac{R}{2} - x\right) I_1,\ U_2 = x I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U = 2x I_2 \\ I_2 - I_1 = I \\ x I_2 = \left(\frac{R}{2} - x\right) I_1 \end{cases}$$

При этом заметим, что из-за симметрии системы неважно, какой знак ставить в I ур-ии с-мы, поскольку, решая 2 с-мы, мы получим разные „x", но, по сути, одинаковые „мосты" (т.е. с одинак. сопротивл.)

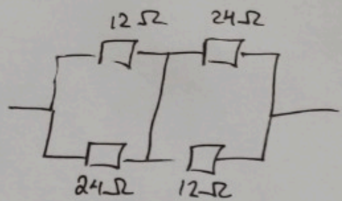
Решим в числах:

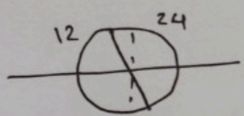
$$\begin{cases} I_2 - I_1 = 0{,}5 \\ 24 = 2 \cdot x I_2 \\ x I_2 = (36 - x) I_1 \end{cases} \Rightarrow I_2 = \frac{12}{x} \quad I_1 = \frac{x I_2}{36-x} = \frac{12}{36-x}$$

$$\Rightarrow \frac{12}{x} - \frac{12}{36-x} = 0{,}5 \Rightarrow x^2 - 84x + 864 = 0 \Rightarrow x = \frac{84 \pm \sqrt{3600}}{2} = 12 \text{ и } 72.$$

Очевидно, что $x = 72\Omega$ – постор. корень, поскольку тогда $R_1 = 36 - 72 = -36\Omega$.

⇒ имеем схему

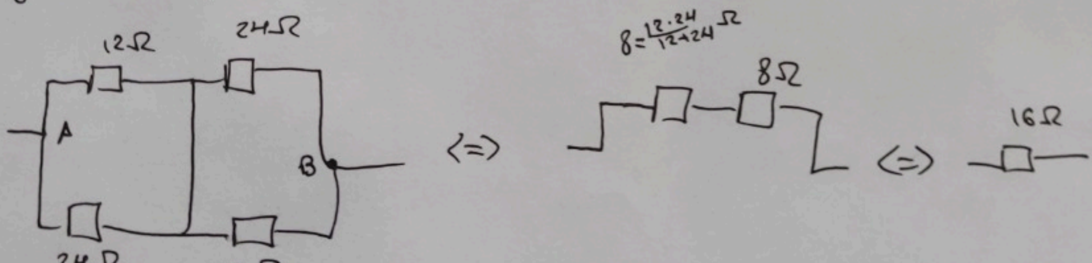


⇒ 

⇒ из геометрии $\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$

(либо в одну, либо в др. сторону)

Найдём мощн. источника:



$$\Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{R_{общ}} = \frac{U^2}{16\Omega} = \frac{24^2 B^2}{16\Omega} = 36\text{ Вт}$$

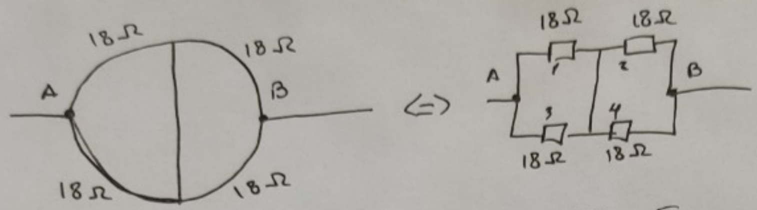
Ответ: $P = 32$ Вт

$\beta = \frac{\pi}{6}$

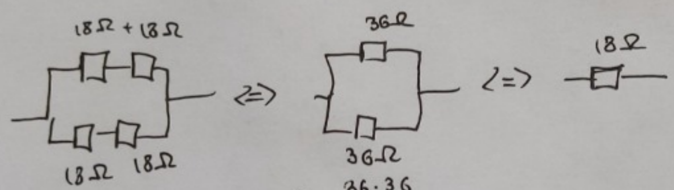
$P_2 = 36$ Вт

Задача 5

Т.к. сопротивление всей проволоки равно R, то сопротивление дуги АВ равно $\frac{R}{2}$. Поскольку в пункте 1) по условию перемычка $\perp$ АВ, то она раздаит проволоку на 4 равных по сопротивлению кусочка, при этом сопр. каждого будет равно $\frac{R}{4} = 18\Omega$



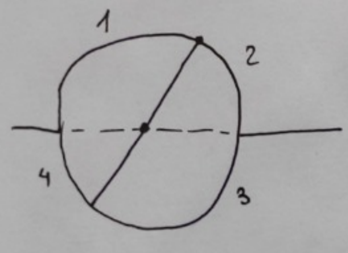
Данная схема представляет собой сбалансированный мост Уитстона, поскольку $R_1 R_4 = R_2 R_3 = 18^2 \Omega^2 \Rightarrow$ по перемычке ток идти не будет, значит, её можно исключить из рассмотрения. Тогда общее сопротивление цепи ищется элементарно.



$R = \frac{36 \cdot 36}{36+36}$

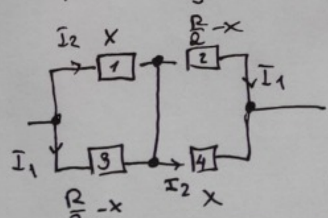
Тогда $P = \frac{U^2}{R_{общ}} = \frac{24^2 В^2}{18\,\Omega} = 32 Вт$

Рассмотрим изменение положения перемычки:



Из соображ. геометрии участки 2 и 4, 3 и 1 имеют одинак. длину $\Rightarrow$ одинак. сопротивление.

$\exists\ R_1 = X = R_3 \Rightarrow R_2 = R_4 = 36\Omega - X = \frac{R}{2} - X$.



Поскольку сопротивление перемычки мало по усл. задачи, то можем считать, что напряжение на рез. 1 и 3, 2 и 4 равны. Пусть ток, текущ. ч-з рез. 1 будет I_2, ч-з рез. 3 – I_1; Заметим, что на след. участке схемы распределение будет таким же (т.к. это такое же соединение таких же резисторов), значит, ч-з рез. 2 течёт ток I_1, а ч-з рез. 4 – ток I_2;

$U_1 = x I_2 = \left(\frac{R}{2} - x\right) I_1$; $U_2 = x I_2 = \left(\frac{R}{2} - x\right) I_1$