0 127750 500007

12-77-50-50
(128.1)

# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 07

Место проведения Санкт-Петербург
город

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Покори Воробьёвы горы"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Ерёмина Артёма Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

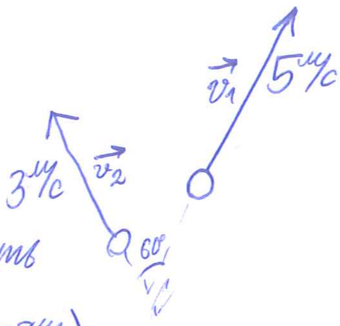
Дата
«05» апреля 2024 года

Подпись участника

12-77-50-50
(128.1)

Чистовик
№1

Вопрос:

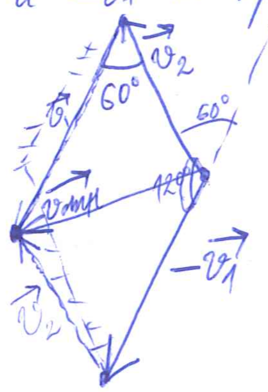



Перейдём в систему отсчёта шарика, летящего со скоростью $\vec{v_1}$ ($v_1 = 5$ м/с). Пусть скорость 2-ого шарика $\vec{v_2}$ ($v_2 = 3$ м/с), $\vec{v}_{отн}$ — скорость 2-ого шарика от-но 1-ого. По закону сложения скоростей

$$\vec{v}_{отн} + \vec{v_1} = \vec{v_2}$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v_2} - \vec{v_1}$$

Сложим $\vec{v_2}$ и $-\vec{v_1}$ по правилу параллелограмма:




Найдём $v_{отн}$ по теореме косинусов:

$$v_{отн}^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2\cos(60°) = 3^2\frac{м^2}{с^2} + 5^2\frac{м^2}{с^2} - 2\cdot3\cdot5\cdot\frac{1}{2}\frac{м^2}{с^2} = (9+25-15)\frac{м^2}{с^2} = 19\ м^2/с^2$$

$v_{отн} = \sqrt{19}$ м/с $\approx 4{,}4$ м/с — это и есть относительная скорость двух шариков.

Ответ: 4,4 м/с.

92 девяносто два
(Чистякова Н.Н.)
(Кузьмина Е.В.)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 5 | 5 |
| 20 | 20 | 15 | 17 |

Чистовик

Задача:

Дано:
$v = 50$ км/с
$u = 25$ км/с
$\alpha = 60°$
$d = 200$ км
$l = 350$ км

$S$ — ?

Решение:

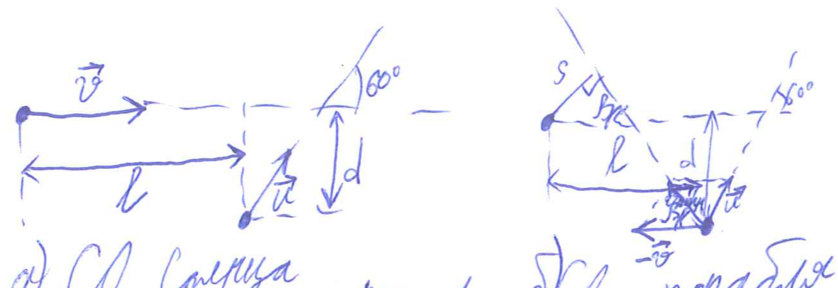



рис. 1

Перейдём в систему отсчёта корабля. Пусть в ней скорость болида $\vec{v}_{отн}$ направлена под углом $\beta$ к курсу корабля (в СО Солнца курс корабля) (рис. 1б). По закону сложения скоростей

$$\vec{v}_{отн} + \vec{v} = \vec{u}$$

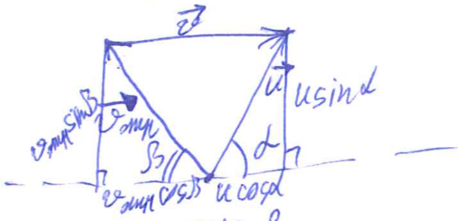


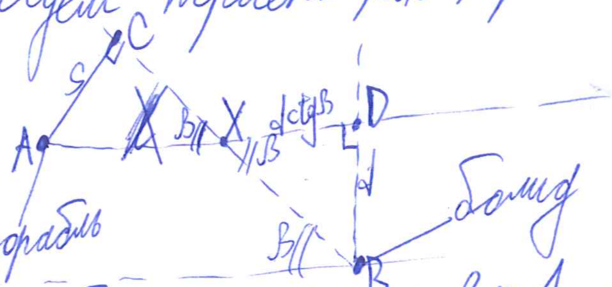

рис. 2

Тогда
$$\begin{cases} v_{отн}\cos\beta + u\cos\alpha = v, \\ v_{отн}\sin\beta = u\sin\alpha \end{cases}$$

$$v_{отн}\cos\beta = v - u\cos\alpha$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{u\sin\alpha}{v - u\cos\alpha}; \operatorname{ctg}\beta = \frac{v - u\cos\alpha}{u\sin\alpha} = \frac{v}{u\sin\alpha} - \operatorname{ctg}\alpha$$

Нарисуем траекторию ~~кораб~~ болида в СО корабля:




Пусть ~~если~~ корабль находится в т. A, болид — в т. B и будет находиться в т. C, когда расстояние между кораблём и болидом минимально (тогда AC — перпендикуляр

Чистовик

из $A$ на курс болида в СО корабля, т.е. $\angle ACB = 90^\circ$), $BD$ — перпендикуляр из $B$ на курс корабля в СО Солнца ($\angle ADB = 90^\circ$), $X$ — точка пересечения $AD$ и $BC$. Тогда $AD = l$, $DB = d$, $XD = d\,ctg\beta$, $AX = AD - DX = l - d\,ctg\beta$; $s = AC = AX\sin\beta = (l - d\,ctg\beta)\sin\beta =$

$$= \left(l - d\left(\frac{v}{u\sin\alpha} - ctg\alpha\right)\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{v}{u\sin\alpha} - ctg\alpha\right)^2}} = \left(350\,км - 200\,км\left(\frac{50\,км/c}{25\frac{км}{c}\cdot\frac{\sqrt3}{2}} - \frac{1}{\sqrt3}\right)\right) \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{50\,км/c}{25\frac{км}{c}\cdot\frac{\sqrt3}{2}} - \frac{1}{\sqrt3}\right)^2}};$$ ~~$\approx$~~ Посчитаем $ctg\beta$:

$$ctg\beta = \frac{v - u\cos\alpha}{u\sin\alpha} = \frac{50\frac{км}{c} - 25\frac{км}{c}\cdot\frac12}{25\frac{км}{c}\cdot\frac{\sqrt3}{2}} =$$

$$= \frac{2\cdot 50\frac{км}{c} - 25\frac{км}{c}}{25\frac{км}{c}\cdot\sqrt3} = \frac{2\cdot2-1}{\sqrt3} = \frac{3}{\sqrt3} = \sqrt3 \Rightarrow \beta = 30^\circ \text{ и}$$

(+)

$$s = (l - d\,ctg\beta)\sin\beta = \frac12(350\,км - 200\,км\cdot\sqrt3) \approx \cancel{1{,}6\,км}\ 1{,}8\,км;$$

Ответ: ~~1,6 км~~ 1,8 км.

№2

Вопрос: когда ~~вода~~ жидкость испаряется

происходит 2 процесса: испарение ~~воды~~ жидкости (отрыв молекул от жидкости, они летят в окружающее пространство) и конденсация молекул пара из окружающего пространства. Если давление пара достигает некоторого значения, эти 2 процесса компенсируют друг друга: система приходит в динамическое равновесие, а пар называется насыщенным. Если давление пара больше давления насыщенного пара, то пар конденсируется, пока снова не станет насыщенным. Плотность насыщенного пара (в частности, водяного) зависит от температуры окружающей среды (и от давления, но давление тоже зависит от температуры, так что плотность насыщенного пара зависит в основном только от температуры).

Чистовик!

Задача:

Дано:
$t = 100^\circ C$
$t_0 = 0^\circ C$
$h = 0{,}2$ мм
$\lambda = 340 \frac{кДж}{кг}$
$c_в = 4{,}2 \frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$
$r = 2260 \frac{кДж}{кг}$
$\rho = 0{,}58 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_0 = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$p_0 = 101$ кПа

$\Delta H - ?$

Решение:

Пусть $S$ — площадь основания цилиндра. Так как давление над поршнем не изменялось, оно не изменялось и под поршнем (поршень один и тот же, т.е. его масса не меняется, и он остаётся в равновесии), а значит, не изменилось и давление пара под поршнем и температура осталась $t = 100^\circ C$, т.е. весь лёд растаял и нагрелся до $t = 100^\circ C$ (система пришла в тепловое равновесие), при этом часть пара сконденсировалась. Т.к. в цилиндре без поршня при таянии всего льда образовался бы слой воды высотой $h$, масса льда $m = S\rho_0 h$. На его ~~таяние~~ плавление и нагревание до $t = 100^\circ C$ ушло $S\rho_0 h(\lambda + (t-t_0)c_в)$ теплоты.

$$Q_1 = \lambda m + c_в(t - t_0)m = S\rho_0 h(\lambda + (t-t_0)c_в)$$

Тогда если $\Delta m$ — масса сконденсированного пара, то при его конденсации образовалось $r\Delta m$ тепла, и оно пошло на плавление льда и нагревание воды:

$$r\Delta m = Q_1$$

$$\Delta m = \frac{Q_1}{r} = \frac{S\rho_0 h(\lambda + (t-t_0)c_в)}{r};$$

Объёмом льда и воды можно пренебречь ($\rho \ll \rho_0$), поэтому изменение объёма

12-77-50-50 (128.1)

Чистовик

под поршнем $\Delta V = \frac{\Delta m}{\rho}$ (объём уменьшился), а поршень опустился на

$$\Delta h = \frac{\Delta V}{S} = \frac{\Delta m}{\rho S} = \frac{Q_1}{r\rho S} = \frac{\beta \rho_0 h(\lambda + (t-t_0)c_в)}{r\rho S} =$$

$$= \frac{1000\frac{кг}{м^3} \cdot 0{,}2\cdot 10^{-3} м \cdot (340\,~~000~~ \frac{кДж}{кг} + 100°C \cdot 4{,}2 \frac{кДж}{кг\cdot °C})}{2260 \frac{кДж}{кг} \cdot 0{,}58 \frac{кг}{м^3}} \approx 12 см$$

ещё раз убеждаемся, что ~~н~~ изменение объёма льда при плавлении $(h = 0{,}2 мм)$ и объём сконденсированной воды (он равен $\Delta V \cdot \frac{\rho}{\rho_0}$) пренебрежимо малы.

**Ответ:** на 12 см.

№3

Вопрос: Пусть $R$ — внутренне сопротивление амперметра. Тогда на амперметре падает напряжение $RI$, и если обойти контур в каком-либо направлении, из II правила Кирхгофа получим

$$\mathcal{E} - Ir - IR = 0$$

$$\mathcal{E} = I(r+R)$$

$$\frac{\mathcal{E}}{I} = r + R$$

$$R = \frac{\mathcal{E}}{I} - r = \frac{4{,}5 B}{5{,}0 A} - 0{,}5 Ом = 0{,}9 Ом - 0{,}5 Ом = 0{,}4 Ом.$$

Можно ~~посчитать~~ оценить погрешность $R$ 2-мя способами:

1) $\Delta R = \Delta\frac{\mathcal{E}}{I} + \Delta r = \Delta r + \frac{\mathcal{E}}{I} \cdot \varepsilon_{\mathcal{E}/I} = \Delta r + \frac{\mathcal{E}}{I}(\varepsilon_{\mathcal{E}} + \varepsilon_I) =$

$= \Delta r + \frac{\mathcal{E}}{I}\left(\frac{\Delta\mathcal{E}}{\mathcal{E}} + \frac{\Delta I}{I}\right) = \Delta r + \frac{\Delta\mathcal{E}}{I} + \frac{\mathcal{E}}{I^2}\cdot\Delta I = 0{,}05 Ом + \frac{0{,}02 B}{5{,}0 A} +$

$+ \frac{4{,}5 B}{25 A^2} \cdot 0{,}2 A = 0{,}05 Ом + 0{,}004 Ом + 0{,}036 Ом = 0{,}09 Ом;$

2) Максимальное значение $R$ достигается при максимально возможном $\mathcal{E}$ и минимально возможных $I$ и $r$, т.е.

$R_{max} = \frac{4{,}52 B}{4{,}8 A} - 0{,}45 Ом \approx 0{,}49 Ом$, точно также

$R_{min} = \frac{\mathcal{E}_{min}}{I_{max}} - r_{max} = \frac{4,48 В}{5,2 А} - 0,55 Ом \approx 0,31 Ом$ чистовик (минимальное возможное R). $R - R_{min} = 0,09 Ом$

$R_{max} - R = 0,09$ Ом.

Итак, $\Delta R = 0,09$ Ом, а $R = (0,40 \pm 0,09)$ Ом $= (40 \pm 9) \cdot 10^{-2}$ Ом.

Ответ: $(0,40 \pm 0,09)$ Ом.

Задача:

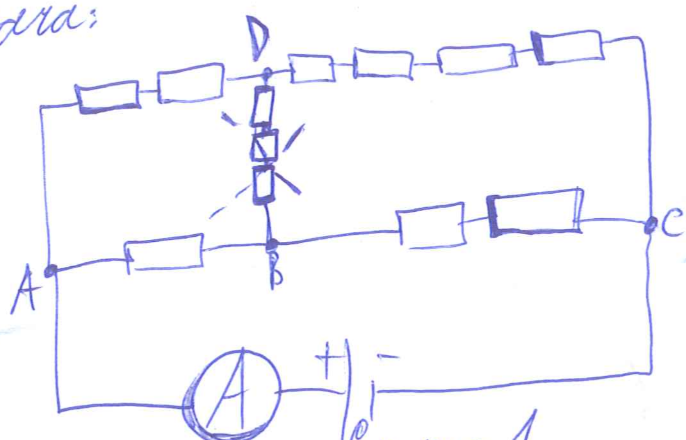


рис. 1

Сборка из 12 резисторов является мостом Уитстона. Он сбалансированный, т.к. произведения сопротивлений противоположных (по диагонали) плеч равны: $R \cdot 4R = 4R^2 = 2R \cdot 2R$ ($R$ — сопротивление одного резистора), и через участок BD ток не течёт, а сопротивление всей сборки резисторов

$$R_{AC} = \frac{(2R+4R)(R+2R)}{(2R+4R)+(R+2R)} = \frac{6R \cdot 3R}{6R+3R} = \frac{18R^2}{9R} = 2R$$

(по формулам параллельного и последовательного соединений). Схема на рис 1 тогда эквивалентна схеме:

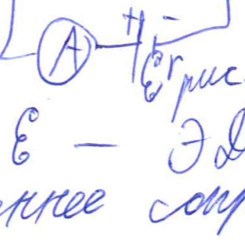


рис. 2

Если $\mathcal{E}$ — ЭДС аккумулятора, $r$ — его внутреннее сопротивление, то $\mathcal{E} = I_0 r \Rightarrow I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$,

Чистовик

а в цепи на рис. 2 ток через амперметр точно меньше $I_0$, т.е.

$$(I_0 - I) = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{\mathcal{E}}{2R + r} \Rightarrow 2R = \frac{\mathcal{E}}{I_0 - I} - r,\ R = \frac{\mathcal{E}}{2(I_0 - I)} - \frac{r}{2};$$

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{r}{2R + r}$$

Теперь рассмотрим схему с новым подключением амперметра.

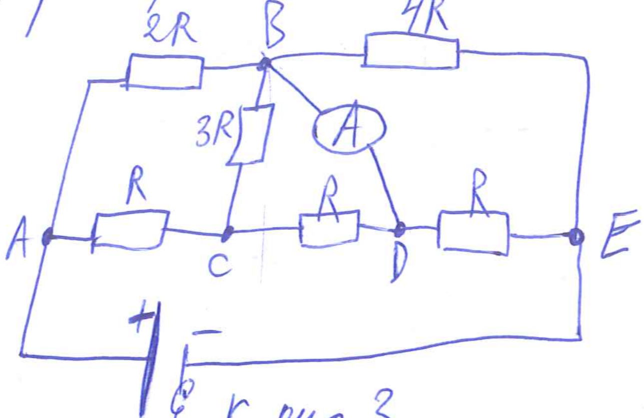
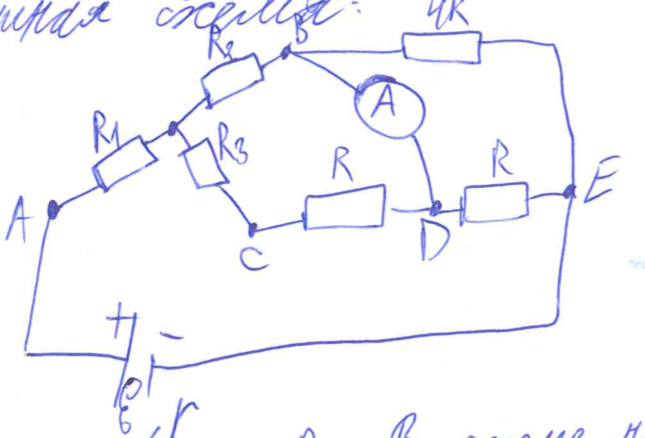



рис. 3

Выполним преобразование треугольник-звезда для треугольника из резисторов ABC, получится эквивалентная схема:




Найдём $R_1$, $R_2$ и $R_3$. В схеме на рис. 3 если рассмотреть только треугольник ABC то сопротивления между его выводами

$$R_{AB} = \frac{2R \cdot (R + 3R)}{2R + R + 3R} = \frac{8R^2}{6R} = \frac{4}{3}R$$

$$R_{AC} = \frac{R \cdot (2R + 3R)}{R + 2R + 3R} = \frac{5R^2}{6R} = \frac{5}{6}R$$

$$R_{BC} = \frac{3R \cdot (R + 2R)}{3R + R + 2R} = \frac{9R^2}{6R} = \frac{3}{2}R$$

Чистовик

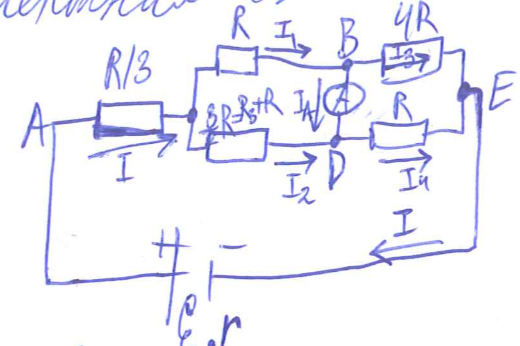
Тогда

$$\begin{cases} R_1 + R_3 = R_{AC} = \frac{5}{6}R \\ R_1 + R_2 = R_{AB} = \frac{4}{3}R \\ R_2 + R_3 = R_{BC} = \frac{3}{2}R \end{cases}$$

$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{\frac{5}{6}R + \frac{4}{3}R + \frac{3}{2}R}{2} = \left(\frac{5}{6} + \frac{8}{6} + \frac{9}{6}\right)\frac{R}{2} = \frac{22}{6}\cdot\frac{R}{2} = \frac{11}{6}R,$$

а $R_1 = \frac{11}{6}R - \frac{9}{6}R = \frac{R}{3}$; $R_2 = \frac{11}{6}R - \frac{5}{6}R = R$; $R_3 = \frac{11}{6}R - \frac{8}{6}R = \frac{R}{2}$,

и эквивалентная схема:




Расставим токи на схеме. По 1-ому правилу Кирхгофа $I = I_1 + I_2$, $I_1 = I_A + I_3$, $I_2 + I_A = I_4$, $I = I_3 + I_4$, а из 2-го правила Кирхгофа

$$RI_1 = \frac{3}{2}RI_2 \Rightarrow I_1 = \frac{3}{2}I_2;\ I = I_1 + I_2 = \frac{5}{2}I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2}{5}I,$$

$I_1 = \frac{3}{5}I$. ($\varphi_B = \varphi_D$, т.к. амперметр практически идеален).

$$4RI_3 = RI_4 \Rightarrow I_4 = 4I_3,\ I = I_3 + I_4 = 5I_3 \Rightarrow I_3 = \frac{I}{5};\ I_4 = \frac{4I}{5};$$

$$\frac{R}{3}\cdot I + R\cdot I_1 + 4R\cdot I_3 + r\cdot I = \mathcal{E}$$

$$\frac{RI}{3} + \frac{3RI}{5} + \frac{4RI}{5} + rI = \mathcal{E} \quad |\cdot 15$$

$$5RI + 9RI + 12RI + 15rI = 15\mathcal{E}$$

$$I(26R + 15r) = 15\mathcal{E}$$

$$I = \frac{15\mathcal{E}}{26R + 15r} = \frac{15\mathcal{E}}{26\cdot\left(\frac{\mathcal{E}}{(I_0 - I)\cdot 2} - \frac{r}{2}\right) + 15r} =$$

$$= \frac{15\mathcal{E}}{\frac{13\mathcal{E}}{I_0 - I} + 2r} = \frac{15\mathcal{E}(I_0 - I)I_0}{13\mathcal{E}I_0 + 2rI_0(I_0 - I)} = \frac{15\mathcal{E}(I_0 - I)I_0}{13\mathcal{E}I_0 + 2\mathcal{E}(I_0 - I)} = \frac{15(I_0 - I)I_0}{15I_0 - 2I};$$

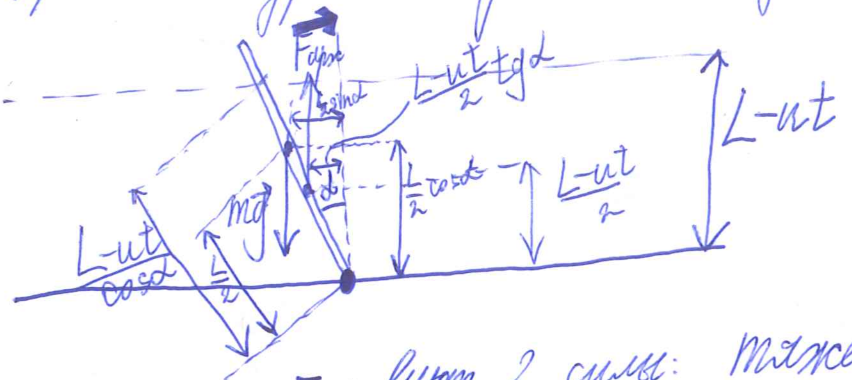
$$I_A = I_1 - I_3 = \frac{3}{5}I - \frac{I}{5} = \frac{2}{5}I = \frac{6(I_0 - I)I_0}{15I_0 - 2I} = \frac{6(11A - 1{,}1A)\cdot 11A}{15\cdot 11A - 2\cdot 1{,}1A} \approx 4A;$$

Ответ: 4A.

Чистовик

№4

Задача: Пусть $\rho$ — плотность стержня, тогда плотность воды $n\rho$, $S$ — площадь поперечного сечения стержня. Т.к. $u$ гораздо меньше скорости, которую набрал бы стержень, падая в отсутствие воды, можно считать, что система всегда находится в механическом равновесии. Рассмотрим систему в момент времени $t$ (в момент времени 0 уровень воды начал опускаться).




На стержень действуют 2 силы: тяжести $mg$ ($m = L\rho S$ — масса стержня, $L$ — его длина и изначальный уровень воды) и Архимеда $\vec{F}_{арх}$. Объём погруженной под воду части стержня равен $V = \frac{L-ut}{\cos\alpha}S$, а $F_{арх} = Vn\rho g = \frac{L-ut}{\cos\alpha}nS\rho g$. $mg = L\rho Sg$.

Плечо силы тяжести равно $\frac{L}{2}\sin\alpha$, плечо силы Архимеда — $\frac{L-ut}{2}tg\alpha$. Т.к. стержень в равновесии, можно записать для него уравнение моментов отн-но оси шарнира:

$$mg\frac{L}{2}\sin\alpha - F_{арх}\cdot\frac{L-ut}{2}tg\alpha = 0$$

$$L\cancel{\rho S g}\cdot\frac{L}{\cancel{2}}\sin\alpha = \frac{L-ut}{\cos\alpha}n\cancel{S\rho g}\cdot\frac{L-ut}{\cancel{2}}tg\alpha$$

$$L^2\sin\alpha\cos\alpha = n(L-ut)^2 tg\alpha \quad |:tg\alpha$$

$$L^2\cos^2\alpha = n(L-ut)^2$$

Чистовик

$$\cos^2\alpha = \frac{n(L-ut)^2}{L^2}$$

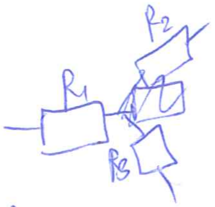
$$\cos\alpha = \sqrt{\frac{n(L-ut)^2}{L^2}} = \sqrt{n}\cdot\frac{L-ut}{L} = \sqrt{n}\left(1-\frac{ut}{L}\right) = 3\left(1-\frac{ut}{L}\right);$$

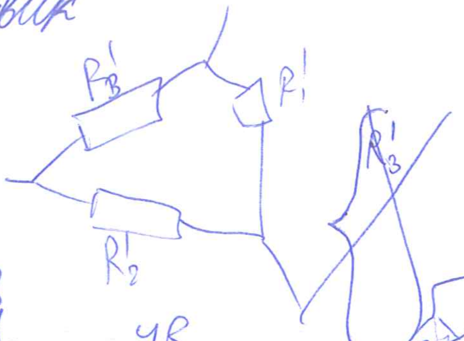
$$\alpha(t) = \arccos\left(3\left(1-\frac{ut}{L}\right)\right);$$

Ответ: $\alpha(t) = \arccos\left(3\left(1-\frac{ut}{L}\right)\right) = \arccos\left(3\frac{L-ut}{L}\right)$.

Вопрос: Будем опускать стакан. Тогда гидростатическое давление воды на глубине, на которую опустили стакан, и, соответственно, давление воздуха в стакане будет увеличиваться (в пределе до бесконечности). По закону Бойля-Мариотта объём воздуха в стакане обратно пропорционален его давлению (температуру воздуха считаем постоянной), а значит, при опускании стакана уменьшается и стремится к нулю. Если ~~пренебречь объём~~ плотность материала стакана меньше плотности воды, то он, понятно, всегда будет всплывать. Но в противном случае если опустить стакан на очень большую глубину, объём воздуха в нём уменьшится практически до нуля и им можно будет пренебречь, а значит, стакан будет тонуть (т.к. его плотность больше плотности воды), и сила Архимеда, действующая на стакан с воздухом, станет меньше силы тяжести, и это произойдёт на некоторой конечной глубине. Как правило, плотность стакана больше плотности воды, поэтому такое вполне может произойти. Ответ: да.

$100 см^2 \cdot 0{,}02 см = 2 см^3 = 2 г$ Черновик



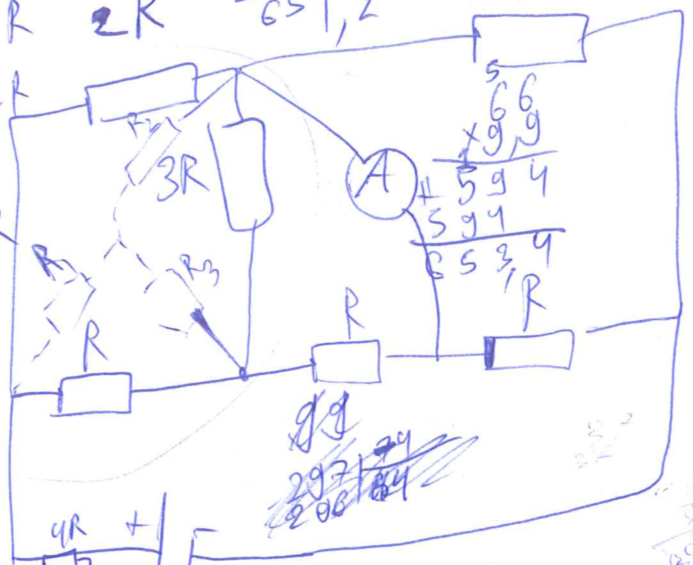

$R_1 + R_3 = \frac{5}{6}R$

$R_1 + R_2 = \frac{8}{6}R$

$R_2 + R_3 = \frac{9}{6}R$

$2R$

$$\begin{array}{r} 162{,}8 \\ \times\ 4 \\ \hline 651{,}2 \end{array}$$




$$\begin{array}{r} 66 \\ \times\ 9{,}9 \\ \hline 594 \\ 594 \\ \hline 653{,}4 \end{array}$$


$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{11}{6}R$

$R_2 = R$

$R_3 = \frac{R}{2}$

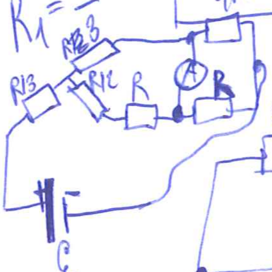
$R_1 = \frac{R}{3}$

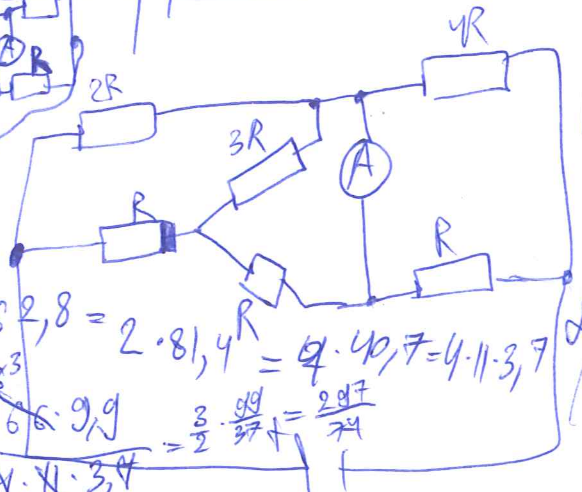
$\frac{R}{6R}$ $\frac{5R}{6R}$

$r = 54$

$R = 3$

$$\begin{array}{r} 2{,}26 \\ \times\ 17{,}2 \\ \hline 452 \\ 1582 \\ \hline 162{,}72 \end{array}$$




$n(l-ut)^2 = \frac{\sin\alpha\cos\alpha}{\sin\alpha/\cos\alpha} = \cos^2\alpha$

$\cos\alpha = \sqrt{n(l-ut)^2}$

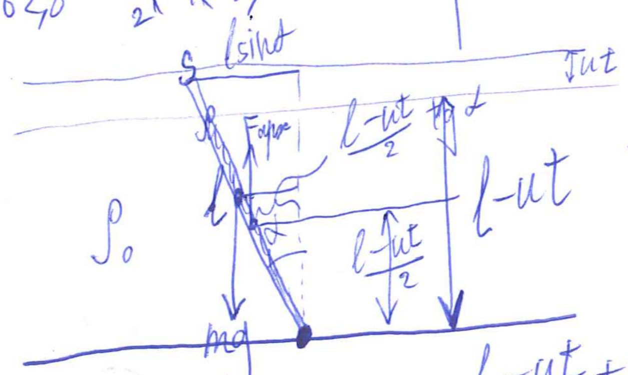
$\alpha(t) = \arccos\left(\sqrt{n(l-ut)^2}\right)$

$n(l-ut)^2 \operatorname{tg}\alpha = \cos\alpha\sin\alpha l^2$

$n\left(1-\frac{ut}{l}\right)^2 = \cos^2\alpha$

$165 - 2{,}2 = 162{,}8 = 2 \cdot 81{,}4 = 4 \cdot 40{,}7 = 4 \cdot 11 \cdot 3{,}7$

$\frac{66 \cdot 9{,}9}{162{,}8} = \frac{66 \cdot 9{,}9}{4 \cdot 11 \cdot 3{,}7} = \frac{3}{2} \cdot \frac{99}{37} = \frac{297}{74}$




$F_{арх} = \frac{l-ut}{\cos\alpha} S\rho_0 g = \frac{l-ut}{\cos\alpha} nS\rho g$

$mg = S\rho l g$

$\cos\alpha = \sqrt{n}\left(1-\frac{ut}{l}\right) =$

$F_{арх} \cdot \frac{l-ut}{2}\operatorname{tg}\alpha = mgl\frac{\sin\alpha}{2}$

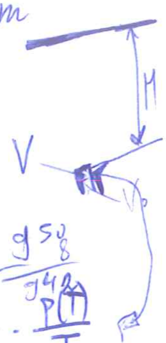
$= 3\left(1-\frac{ut}{l}\right)$

$\frac{l-ut}{\cos\alpha} nS\rho g \frac{l-ut}{2}\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sin\alpha}{2}$

Черновик

$PV = RT\nu$

$PV\mu = RTm$




$43 \times 43$: $129$, $172$, $1849$

$\sin^2\beta + \cos^2\beta = 1$

$\sin^2\beta + \sin^2\beta\, ctg^2\beta = 1$

$\sin^2\beta(1 + ctg^2\beta) = 1$

$\sin\beta = \dfrac{1}{\sqrt{1+ctg\beta}}$

$0{,}058(3)$

$P\mu = RT\rho$

$\rho = \dfrac{P\mu}{RT} = \dfrac{\mu}{R}\cdot\dfrac{P(T)}{T}$

$7 \,|\, 120$: $0{,}05833\ldots$

$ctg\beta = \dfrac{50 - 25\cdot 1/2}{25\cdot\sqrt{3}/2} = \dfrac{2 - 1/2}{\sqrt{3}/2} = \dfrac{4-1}{\sqrt{3}} = \dfrac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} = 1{,}732$

$p_0V_0 = (p_0 + \rho gH)V$

$1 - 0{,}058(3) = 0{,}95 - 0{,}008 - 0{,}000333\ldots = 0{,}941666\ldots$

$200\cdot 1{,}732 = 173{,}2\cdot 2 = 346{,}4$

$350 - 346{,}8 = 10 - 6{,}8 = 3{,}2$

$\dfrac{7}{120}$

$\dfrac{10^3\cdot 0{,}2\cdot 10^{-3}(340 + 100\cdot 4{,}2)}{0{,}59\cdot 2260}$

$= \dfrac{160}{0{,}59\cdot 2260} =$

$\dfrac{160}{5{,}9\cdot 226}$

$\dfrac{1600000}{2260\cdot 708059} = 12$

$0{,}12\cdot 2260 = 12\cdot 226 = 226 + 45{,}2 = 271{,}2$

$\dfrac{390 - 200\sqrt{3}}{2} = 175 - 100\sqrt{3}$

$160 \,|\, 2260 \approx 1{,}8$ (км)

$0{,}070796$

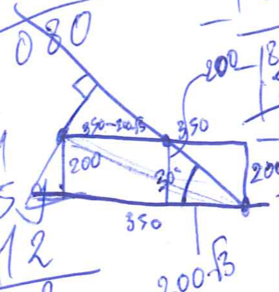
$2260 \times 708 = 1600080$

$271{,}2 \times 0{,}59 = 160008$

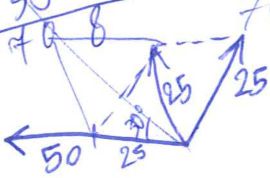
$15820 - 2260 = 13560$

$0{,}1200$

$70796 \,|\, 59$: $1199$

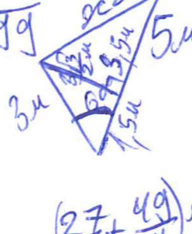



$5{,}9 \times 12 = 118\ldots 708$




$4{,}52 = 45{,}2/48 =$

$= \dfrac{48-28}{48} = 1 - \dfrac{28}{48} = 1 - \dfrac{0{,}7}{12} = 1 - 0{,}058(3)\ldots$




$\left(\dfrac{27}{4} + \dfrac{49}{4}\right)м^2 = \dfrac{76}{4}м^2 = 19м^2$

$\approx 4{,}4м$