



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант № 7 9 классе

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьевы горы
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Зотова Антона Дмитриевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«05» 04 2024 года

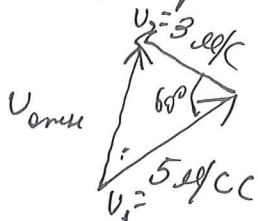
Подпись участника
[Signature]

Чистовик стр 1/10

64-09-30-51
(119.1)

N 1

для нахождения относительной скорости ~~двух~~ шариков необходимо из скорости одного вычитать скорость второго

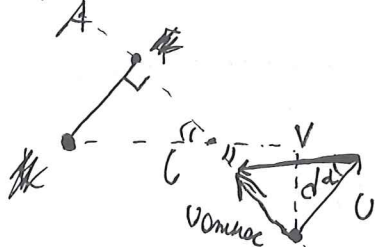


погда по теореме косинусов

$$u_{отн} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 - 2u_1 u_2 \cos \alpha} = \sqrt{25 + 9 - 15} = \sqrt{19} \text{ м/с}$$

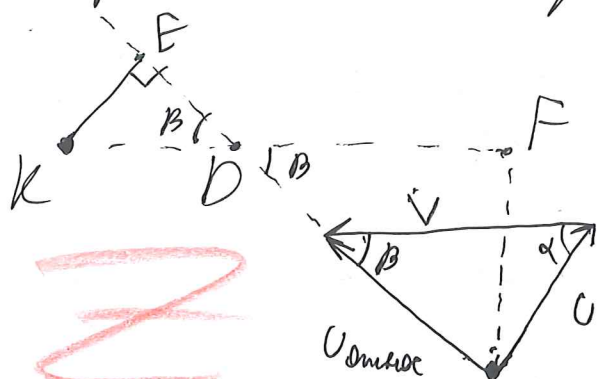
Ответ на вопрос: $\sqrt{19}$ м/с

перейдем в систему отсчета связанной с космическим кораблем, скорость Ломога относительно корабля найдем тем же способом



погда относительно корабля Ломога пройдет по прямой АВ и минимальное расстояние параллельной $u_{отн_кос}$ и перпендикулярной через точку Ломога, минимальное

расстояние очевидно будет равно ~~тем~~ расстоянию от корабля до этой прямой



найдем угол β

по теор. косинусов:

$$u_{отн_кос}^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos \alpha \quad (1)$$

$$u^2 = u_{отн_кос}^2 + v^2 - 2uv \cos \beta$$

Условие стр 210

по теореме синусов

$$\frac{\sin \beta}{U} = \frac{\sin \alpha}{V_{\text{общая}}}$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha U}{V_{\text{общая}}}$$

по теореме косинусов

$$V_{\text{общая}} = \sqrt{U^2 + V^2 - 2 \cos \alpha UV}$$

$$DF = d \cdot \operatorname{ctg} \beta$$

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha U^2}{U^2 + V^2 - 2 \cos \alpha UV}} \\ &= \sqrt{\frac{U^2 + V^2 - \sin^2 \alpha U^2 - 2 \cos \alpha UV}{U^2 + V^2 - 2 \cos \alpha UV}} \end{aligned}$$

$$DF = d \cdot \frac{\cos \beta}{\sin \beta} = d \frac{\sqrt{U^2 + V^2 - \sin^2 \alpha U^2 - 2 \cos \alpha UV}}{\sin \alpha U}$$

$$KD = L - DF = L - d \frac{\sqrt{U^2 + V^2 - \sin^2 \alpha U^2 - 2 \cos \alpha UV}}{\sin \alpha U}$$

$$KE = kh \cdot \sin \beta = L \sin \beta - d \cos \beta =$$

$$= L \frac{\sin \alpha U}{V_{\text{общая}}} - d \frac{\sqrt{U^2 + V^2 - \sin^2 \alpha U^2 - 2 \cos \alpha UV}}{V_{\text{общая}}}$$

$$= \frac{L \sin \alpha U - d \sqrt{U^2 + V^2 - \sin^2 \alpha U^2 - 2 \cos \alpha UV}}{\sqrt{U^2 + V^2 - 2 \cos \alpha UV}}$$

$$= \frac{175 \cdot 25 - 200 \cdot 175 \cdot 25 \sqrt{3} - 25 \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 200 - 200 \cdot 25 \cdot 3}{25 \sqrt{3}}$$

$$= 175 - 100 \sqrt{3} \quad \text{что больше нуля (проверено на чертовике)}$$

Ответ: $175 - 100 \sqrt{3}$

Условие ~~№~~ стр 3/10

№ 2

Насыщенный пар это пар с максимальной возможной концентрацией, его плотность зависит от температуры

Найдём массу льда обозначив площадь дна сосуда за S

рассмотрев воду получившую при его таянии и зная, что её масса равна

$$m = h S \rho_0$$

узнаем, сколько нужно тепла, чтобы растопить этот лёд и нагреть полученную воду до 100°

$$Q = m\lambda + c_p m t_{100} = m(\lambda + c_p t_{100}) = h S \rho_0 (\lambda + c_p t_{100})$$

этого хватает для конденсации пара массой M

$$M r = Q$$

$$M = \frac{Q}{r} = \frac{h S \rho_0 (\lambda + c_p t_{100})}{r}$$

тогда уровень пара снизится на $\frac{M}{\rho S} = \frac{h \rho_0 (\lambda + c_p t_{100})}{\rho r}$

а уровень воды повысится на $\frac{M}{\rho_0 S} = \frac{h (\lambda + c_p t_{100})}{r}$

изменения высоты содержащего его сосуда

$$\Delta h = \frac{h \rho_0 (\lambda + c_p t_{100})}{\rho r} - \frac{h (\lambda + c_p t_{100})}{r} = h \frac{(\lambda + c_p t_{100})}{r} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right) =$$

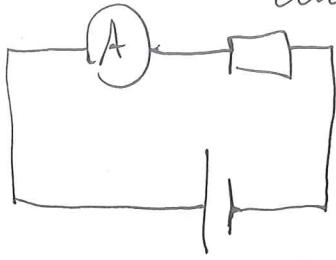
$$= 0,2 \cdot \frac{349 + 420}{2260} \cdot \frac{999,31}{0,59} = \frac{759475,6}{1333,4} \cdot 0,2 =$$

$$= \frac{759475,6}{6667} \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{759475,6}{6667} \text{ мм}$$

N 3

Чистовик стр 4/15



узелный ток $\frac{\epsilon}{r}$

амперметр показывает $\frac{\epsilon}{r+R_A} = I$

ведь общее сопротивление в последовательной цепи $r+R_A$.

выразим R_A

~~R_A~~ $\epsilon = Ir + IR_A$

$R_A I = \epsilon - Ir$

$R_A = \frac{\epsilon}{I} - r = 0,9 - 0,5 = 0,4 \text{ Ом}$

$\frac{\Delta(\epsilon/I)}{\epsilon/I} = \frac{\Delta\epsilon}{\epsilon} + \frac{\Delta I}{I} = \frac{2}{450} + \frac{2}{50} = \frac{20}{450}$

$\Delta(\epsilon/I) = \frac{\epsilon}{I} \cdot \frac{20}{450} = \frac{4,50}{5,0} \cdot \frac{20}{450} = \frac{0,2}{5} \text{ Ом} = \frac{0,4}{10} \text{ Ом} = 0,04 \text{ Ом}$

$\Delta I + \Delta(\epsilon/I) = 0,05 \text{ Ом} + 0,04 \text{ Ом} = 0,09 \text{ Ом}$

Ответ: $0,4 \text{ Ом} \pm 0,09 \text{ Ом}$

Задача: сразу заметим последовательно соединённые резисторы на резисторы с их суммарными сопротивлениями

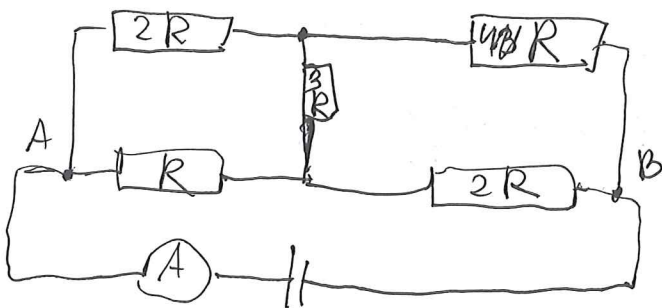


рис 1.

~~Иван~~ Ушаевск стр 5/10

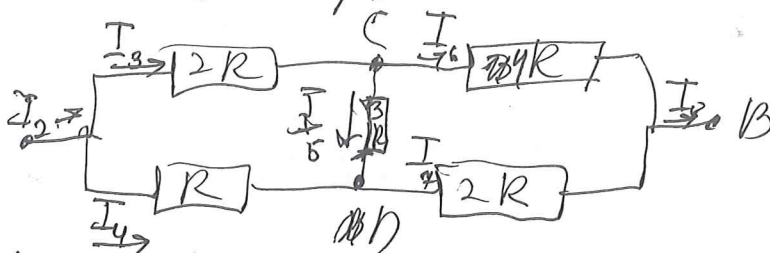
для прямого участка цепи

$$I_0 = \frac{\epsilon}{r}$$

где ϵ ЭДС источника, r его внутреннее сопротивление

$$I = \frac{\epsilon}{r + R_{\text{общ}}}$$

где $R_{\text{общ}}$ - сопротивление между точками А и В



расставим токи (на вход I_2 без разницы какой)

$$\left. \begin{aligned} I_2 &= I_8 \\ I_3 + I_4 &= I_2 \text{ (з)} \\ I_6 + I_7 &= I_8 \end{aligned} \right\} \text{отсюда } I_3 + I_4 = I_6 + I_7 \text{ (1)}$$

$$I_3 = I_5 + I_6 \text{ (2)}$$

$$I_4 = I_5 + I_7 \text{ (3)}$$

разность потенциалов не зависит от выбранного контура и равна $\epsilon_A - \epsilon_B$

запишем для контуров ACB и ADB и так же обложно

$$2I_3R + 3I_6R = I_4R + 2I_7R = \epsilon_A - \epsilon_B \text{ (5)}$$

$$I_4R - 3I_5R + 3I_6R = 2I_3R + 3I_7R + 2I_7R = \epsilon_A - \epsilon_B \text{ (6)}$$

$$I_2 R_{\text{общ}} = \epsilon_A - \epsilon_B \text{ (7)}$$

Вычтем (2) и (3)

перенесем алгебраично перенесем систему

Условие стр. 6/10

$$\cancel{I_3 + I_u = I_6 + I_{u4}} \quad (1)$$

$$I_3 = I_5 + I_6 \quad (2)$$

$$I_u = I_5 + I_{u4} \quad (3)$$

$$2I_3 + 3I_6 = I_u + 2I_{u4} = \text{const} \quad (4)$$

$$I_u - 3I_5 + 3I_6 = 2I_3 + 3I_5 + 2I_{u4} = \text{const} \quad (5)$$

$$I_2 R_{\text{общ}} = \text{const} = U \quad (10)$$

$$I_2 = I_3 + I_{u4} \quad (9)$$

подставим в (2) и (3)

$$2I_5 + 2I_6 + 3I_6 \stackrel{(4)}{=} I_u + 2I_5 + 2I_{u4} \stackrel{(5)}{=} I_u - 3I_5 + 3I_6 \stackrel{(6)}{=} 2I_5 + 2I_6 + 3I_5 + 2I_5 + 2I_{u4}$$

$$\text{из (4)} : 5I_6 = 3I_{u4} ; I_6 = 0,6I_{u4}$$

подставим в (5) и (6)

$$2I_5 + 3I_{u4} \stackrel{(5)}{=} I_u - 3I_5 + 1,8I_{u4} \stackrel{(6)}{=} 2I_5 + 2I_{u4} + 1,2I_{u4}$$

$$\text{из (5)} : -I_5 = 0,2I_{u4} ; I_5 = -0,2I_{u4}$$

$$\text{подставим в (6)} : (3I_{u4} + 2I_5)R = U$$

$$2,6I_{u4}R = U$$

$$\text{из (2)} : I_3 = I_5 + 0,6I_{u4} = 0,4I_{u4}$$

$$I_2 = I_3 + I_{u4} = 1,4I_{u4}$$

$$\text{из (10)} : I_2 R_{\text{общ}} = 1,4I_{u4} R_{\text{общ}} = 2,6I_{u4}R \Rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{2,6}{1,4}R$$

мистовен смр 7/10

$$R_{оды} = \frac{13}{7} R$$

$$2I_5 + 5I_6 \stackrel{(4)}{=} 3I_4 + 2I_5 \stackrel{(5)}{=} I_4 - 3I_5 + 3I_6 \stackrel{(6)}{=} \\ \cancel{4}I_5 + 2I_6 + 2I_4$$

$$из (4): 5I_6 = 3I_4 \Rightarrow I_6 = 0,6I_4$$

подставим

$$3I_4 + 2I_5 \stackrel{(5)}{=} 2,8I_4 - 3I_5 \stackrel{(6)}{=} 4I_5 + 3,2I_4$$

$$из (5): -0,8I_4 = 5I_5 \Rightarrow I_5 = -0,04I_4$$

$$погда ~~из~~ из (2): I_3 = 0,6I_4 - 0,04I_4 = 0,56I_4$$

$$I_2 = I_3 + I_4 = 1,56I_4$$

$$R(3I_4 + 2I_5) = U$$

$$\cancel{R} 2,92 I_4 R = U$$

$$1,56 I_4 R_{оды} = 2,92 I_4 R$$

$$R_{оды} = \frac{2,92}{1,56} R = \frac{146}{78} R = \frac{73}{39} R$$

$$\varepsilon = I_r r (1)$$

$$\varepsilon = I_r r + I R_{оды}$$

$$I_0 r = I_r r + I R_{оды}$$

$$r(I_0 - I) = I R_{оды}$$

$$r = \frac{I R_{оды}}{I_0 - I}$$

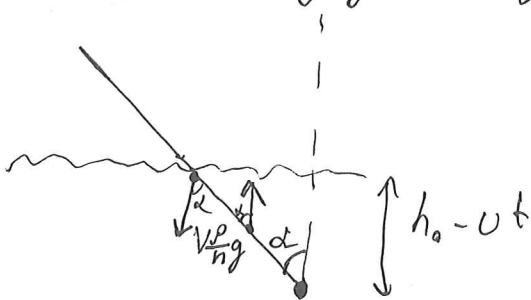
$$\varepsilon = \frac{I_0 I R_{оды}}{I_0 - I}$$

Чистовик стр 9/10

НЧ вопрос: Да, когда стакан коснется дна, вода сама давлением уже будет действовать на контактирующую площадь и сила ~~давления~~ давления действует вниз, а сила ~~давления~~ давления действует вверх

Задача

через t уровень воды уменьшается на vt
глубина будет $h_0 - vt$



на дне стержень действует сила тяжести и архимеда.

Чтобы он в моменте был в равновесии сумма моментов должна быть 0

Сила тяжести $V \frac{\rho}{n} g$ где ρ - плотность воды

Выталкивающая сила $V_{погруж} \rho g$

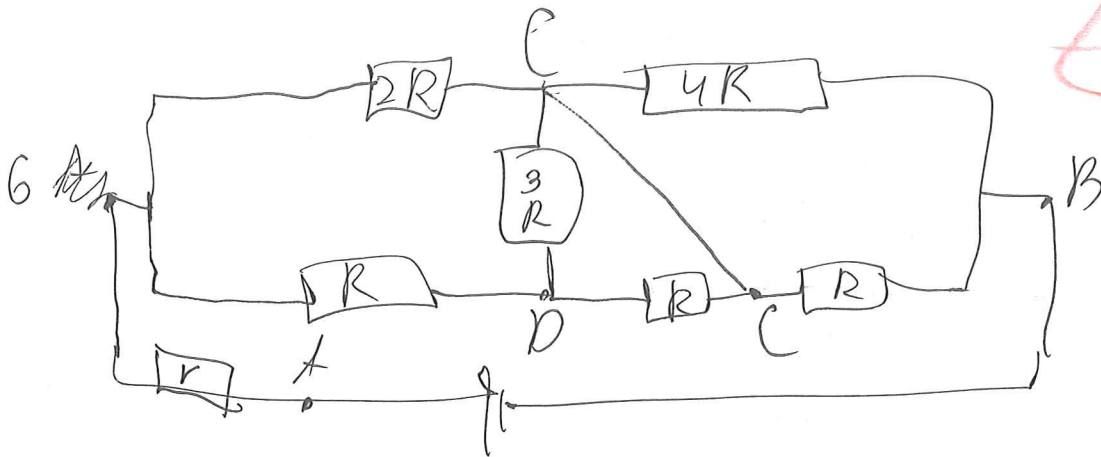
$$\frac{V_{погруж}}{V} = \frac{L_{погруж}}{L} ; L_{погруж} = \frac{h_0 - vt}{\cos \alpha}$$

тогда выталкивающая сила:

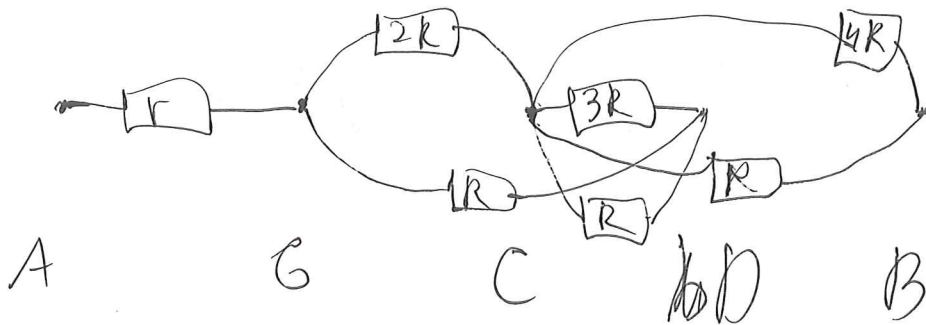
$$V \frac{h_0 - vt}{\cos \alpha} \rho g$$

Частовик стр 8/10

сдесь во втором случае амперметр
 будет переключкой (требовать без
 сопротивления)
 назовем точки соединенные
 переключкой одинаково



~~Вывести~~ вывели в ряд и соединили все
 точки



Условием стр 10 / 10

мечо для силы тяжести $L/2$

мечо для выталкивающей $L \cos \alpha / 2 =$

$$= \frac{h_0 - vt}{2 \cos \alpha}$$

$$\sqrt{\frac{g}{n}} \sin \alpha \cdot \frac{L}{2} = \sqrt{\frac{h_0 - vt}{\cos \alpha}} \sin \alpha \cdot \frac{h_0 - vt}{2 \cos \alpha}$$

$$\frac{L}{2n} = \left(\frac{h_0 - vt}{\cos \alpha} \right)^2 \cdot \frac{1}{2L}$$

$$\frac{2L^2}{2n} = \left(\frac{h_0 - vt}{\cos \alpha} \right)^2$$

$$\frac{L}{n} = \frac{h_0 - vt}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \frac{(h_0 - vt)n}{L}$$

$$\alpha = \arccos \left(\frac{(h_0 - vt)n}{L} \right)$$

Ответ: $\arccos \left(\frac{g(h_0 - vt)}{L} \right)$; при $\frac{g(h_0 - vt)}{L} > 1$

$$\alpha = 0$$

если $\alpha \neq 0$
 это важно
 и учитывалось
 в ответе

Чертовик

$$175 - 100\sqrt{3}$$

$$7 - 4\sqrt{3}$$

50+

$$2500 + 625 - 1250$$

$$1875 = 25^2$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 625 \cdot 3 \\ 25 \sqrt{3} \\ \hline 25 \sqrt{3} \end{array}$$

$$625$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 2260 \\ \hline 150 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 760 \\ 99931 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 110 \\ 17 \\ \hline 187 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4\sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \\ 32 \\ 3 \cdot 175 \\ 175 \\ \hline 1875 \end{array} \quad \begin{array}{r} 7 \\ 7 \\ 175 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1225 \\ 1875 \\ 1225 \\ 175 \\ \hline 30625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2500 \\ 25 \cdot 25 \cdot \frac{3}{4} \\ 25 \cdot 25 \cdot 3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ 76 \\ 4 \\ \hline 684 \end{array}$$

$$1875 - \frac{625 \cdot 3 \cdot 1875}{4}$$

$$1875 \cdot \frac{3}{4}$$

$$\begin{array}{r} 59 \\ 2260 \\ \hline 1354 \\ 118 \\ \hline 14812 \\ 13334 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 760-76 \\ 684 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 66670 \\ 99931 \\ 176 \\ 1228 \\ 634 \\ 684 \\ 684 \\ \hline 7594756 \end{array}$$