0 021322 830007

02-13-22-83
(107.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 6

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьёвы Горы!
наменование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Обухова Ильи Ильича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«01» апреля 2023 года

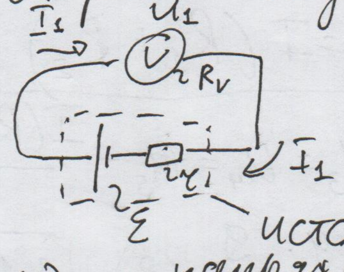
Подпись участника

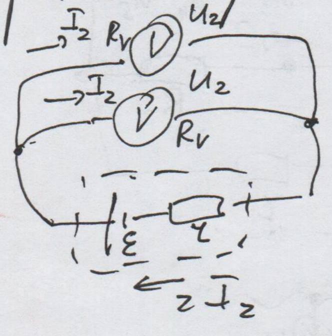
02-13-22-83 (107.6)

Чистовик.

№4.

Ответ на вопрос: рассмотрим первый и второй случаи:





R_V - сопротивление вольтметра

r - сопротивление источника.

Воспользуемся правилами Кирхгофа:

$$\begin{cases} \mathcal{E} - I_1 r - I_1 R_V = 0 \\ \mathcal{E} - 2I_2 r - I_2 R_V = 0 \\ I_1 R_V = U_1 \\ I_2 R_V = U_2 \end{cases}$$ +

$$U_1 + r \cdot \frac{U_1}{R_V} = U_2 + 2r \cdot \frac{U_2}{R_V}$$

$$U_1 - U_2 = (2U_2 - U_1)\frac{r}{R_V}$$

$$\frac{R_V}{r} = \frac{2U_2 - U_1}{U_1 - U_2}$$

$$\frac{R_V}{r} = \frac{11{,}311\ (В)}{0{,}227\ (В)} \approx 50$$ +

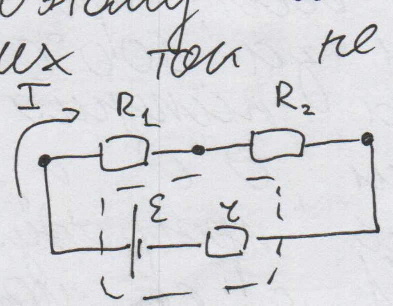
$$\varepsilon_{(2U_2 - U_1)} = \frac{0{,}004}{11{,}311} \cdot 100\% \approx \cancel{0{,}04\%} \to 0$$

$$\varepsilon_{(U_1 - U_2)} = \frac{0{,}004}{0{,}227} \cdot 100\% \approx 2\%$$

$$\varepsilon_{\frac{R_V}{r}} \approx 2\% \Rightarrow \frac{R_V}{r} = 50 \pm 1$$ +

Решение задачи:

Вольтметры практически идеальные, поэтому можем считать, что через них ток не течёт: +3,5



$$\mathcal{E} - I(r + R_1 + R_2) = 0$$

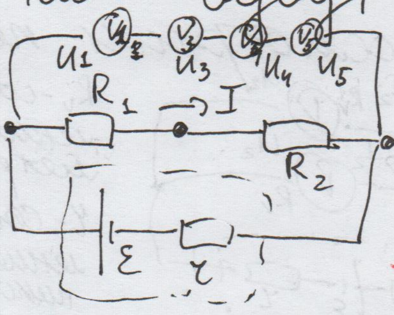
$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2} = 1{,}4\ (А)$$

Вернёмся к изначальной схеме, но выкинем оттуда вольтметр 2 (он ведь идеальный). Поскольку все вольтметры одинаковы и 1, 3, 4 и 5 включены

	1	2	3	4	
В	4	4	5	5	18
З	6	19	4	7	36

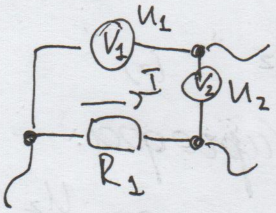
54

последовательно то напряжения | Чистовик.
на них будут одинаковы $U_1 = U_3 = U_4 = U_5$



$$U_1 + U_3 + U_4 + U_5 = I(R_1 + R_2)$$
$$4U_1 = I(R_1 + R_2)$$

$$U_1 = U_3 = U_4 = U_5 = \frac{I(R_1+R_2)}{4} = \frac{1{,}4 \cdot 9}{4} \text{ (В)} = \boxed{3{,}15 \text{ (В)}}$$



$$\begin{cases} U_1 + U_2 = IR_1 \\ U_1 = \dfrac{I(R_1+R_2)}{4} \end{cases}$$

$$U_2 = IR_1 - \frac{IR_1 + IR_2}{4} = \frac{I}{4}(4R_1 - R_1 - R_2) = \frac{I(3R_1 - R_2)}{4} = \frac{1{,}4 \cdot (15-4)}{4} = \frac{1{,}4 \cdot 11}{4} = 3{,}85 \text{ (В)}$$

Ответ: показания 1-го, 3-го, 4-го и 5-го вольтметров одинаковы и равны 3,15 В, а 2-го – 3,85 В.

№2

Ответ на вопрос: температурная шкала Цельсия используется измерения температур. За 0" отсчёта в ней принята температура плавления льда или кристаллизации воды при нормальных условиях, а за 100 °С" принята температура кипения воды. Между отметками 0 °С" и 100 °С" строится равномерно "проградуированная шкала и с её помощью определяют температуры. За пределами 0 °С" и 100 °С" тоже идёт равномерно "проградуированная шкала температур.

02-13-22-83 (107.6)

Решение задачи: | Чистовик.

Пусть m_0 – масса ледяных кристаллов ~~в~~ снега, а m – масса всей порции ~~одной порции~~ снега. И пускай $\Delta m = 100$ г

Тогда составить ур-ния теплового баланса:

(почему T снега 0 – нужно объяснение)

$$\begin{cases} \lambda m_0 + cm(t_1 - 0°C) + c\Delta m(t_1 - 100°C) = 0 \quad (1) \\ \lambda m_0 + cm(t_2 - 0°C) + 2c\Delta m(t_2 - 100°C) = 0 \quad (2) \end{cases}$$

в 3 и 4 термосах кипятка больше чем в 1 и 2 ⇒ там тоже расстает весь лёд.

$$\lambda m_0 + cm(t_3 - 0°C) + 3c\Delta m(t_3 - 100°C) = 0 \quad (3)$$

$$\lambda m_0 + cm(t_4 - 0°C) + 4c\Delta m(t_4 - 100°C) = 0 \quad (4)$$

При максимально возможной массе кипятка (M) в 5 термосе расстает ровно весь лёд и останется температура $t_5 = 0°C$ ~~(...)~~:

$$\lambda m_0 + cM(t_5 - 100°C) = 0$$

+ + + + + +

$$\begin{cases} (3)-(1): \; cm(t_3 - t_1) = c\Delta m(300°C - 3t_3 - 100°C + t_1) \\ (3)-(2): \; cm(t_3 - t_2) = c\Delta m(300°C - 3t_3 - 200°C + 2t_2) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{t_3 - 8}{t_3 - 31} = \frac{200 + 8 - 3t_3}{100 + 62 - 3t_3} \to 162t_3 - 162\cdot 8 - 3t_3^2 + 24t_3 = 208t_3 - 31\cdot 208 - 3t_3^2 + 3\cdot 31t_3$$

$$5152 = 115t_3$$

$$\boxed{t_3 = 44{,}8\ (°C)}$$ +

$$(4)-(1): \; cm(t_4 - 8) = c\Delta m(400 - 4t_4 - 100 + 8) \Rightarrow$$

$$(4)-(2): \; cm(t_4 - 31) = c\Delta m(400 - 4t_4 - 200 + 62)$$

$$\frac{t_4 - 8}{t_4 - 31} = \frac{308 - 4t_4}{262 - 4t_4} = \frac{154 - 2t_4}{131 - 2t_4} \to 131t_4 - 131\cdot 8 - 2t_4^2 + 16t_4 = 154t_4 - 154\cdot 31 - 2t_4^2 + 62t_4$$

$$69t_4 = 3726 \qquad \boxed{t_4 = 54\ (°C)}$$ +

$$(2)-(1): \; cm(t_2 - t_1) = c\Delta m(200 - 2t_2 - 100 + t_1)$$

$$m = \Delta m \frac{100 - 62 + 8}{23} = 2\Delta m = 200 \text{ г.}$$ +

Чистовик -(5)+(1): $\begin{cases} cm t_1 = c(100m - t_1 m - 100M) \\ m = 2m \end{cases}$

$$2mt_1 = 100m - mt_1 - 100M$$

$$100M = 100m - 3mt_1$$

$$M = m\frac{100-3t_1}{100} = \frac{76}{100}\cdot 100(г) = 76(г)$$

Ответ: в 3-ем термосе установилась температура 44,8 °C, а в 4-ом – 54 °C. Максимально возможная масса кипятка, вылитого в 5-ый термос – 76 г.

№1

Ответ на вопрос: из условия жёсткости стержня следует, что ~~скоро~~ проекции всех его точек на прямую, которой он принадлежат должны быть одинаковы. Тогда здесь проекция ~~второй~~ скорости второй шайбы на стержень должна быть равна скорости 1-ой шайбы, т.е.

$$\vartheta_2\cos 60° = \vartheta_1 \rightarrow \vartheta_2 = \frac{\vartheta_1}{\cos 60°} = \frac{1{,}2}{1}\cdot 2 = 2{,}4\left(\frac{м}{с}\right)$$

проекции точек на прямую одинаковы?

формула применена верно. +

№3

Ответ на вопрос: согласно з-нам Кеплера + планета должна описывать равные площади за равные промежутки времени. Рассмотрим $\Delta t \rightarrow 0$, для ~~ближнего~~ ~~дл~~ ближайшей к Солнцу точки площадь ~~будет~~ можно представить, как $\frac{a\cdot\vartheta_1\cdot dt}{2}$, а для дальней: $\frac{9a\cdot\vartheta_2\cdot dt}{2}$, и они равны:

02-13-22-83
(107.6)

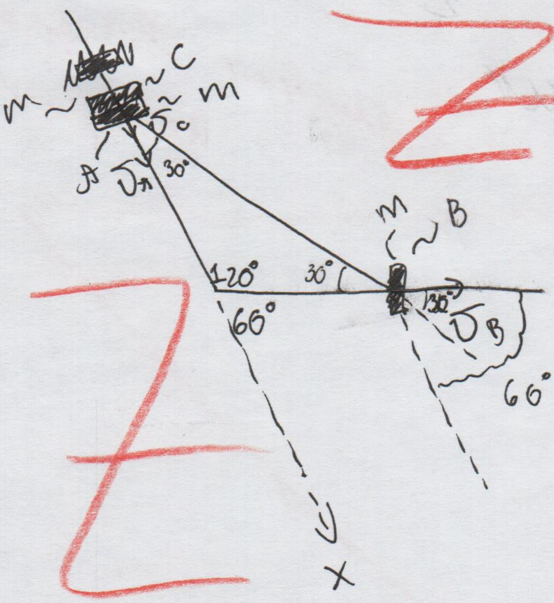
Чистовик $9\upsilon_2 = \upsilon_1$ + (понятно, что υ_2 – это минимальная скорость, а υ_1 – максимальная)

$9\upsilon_{min} = \upsilon_{max}$

$\upsilon_{max} = 9 \cdot 6\ \frac{км}{с} = \boxed{54\ \frac{км}{с}}$ +

N 1

Решение задачи:



$\upsilon_A \cos 30° = \upsilon_B \cos 30°$ +

$\Downarrow$

$\upsilon_A = \upsilon_B$ +

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon_A^2}{2} + \frac{m\upsilon_B^2}{2} + \frac{m\upsilon_C^2}{2}$$ +

(почему сохр?)

$$Ox:\ m\upsilon_0 = m\upsilon_C + m\upsilon_A + m\upsilon_B \cos 60°$$ −

$$\begin{cases} \cancel{m}\upsilon_0^2 = 2\cancel{m}\upsilon_A^2 + \cancel{m}\upsilon_C^2 \\ \upsilon_0 = \upsilon_A + \upsilon_C + \upsilon_A \cdot \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \upsilon_0^2 = 2\upsilon_A^2 + \upsilon_C^2 \\ \upsilon_C = \upsilon_0 - \frac{3}{2}\upsilon_A \end{cases}$$

$$\cancel{\upsilon_0^2} = 2\upsilon_A^{\cancel{2}} + \cancel{\upsilon_0^2} + \frac{9}{4}\upsilon_A^{\cancel{2}} - 3\upsilon_0\cancel{\upsilon_A}$$

$\upsilon_A \neq 0$

$\Downarrow$

$$2\upsilon_A + \frac{9}{4}\upsilon_A = 3\upsilon_0$$

$$\frac{17}{4}\upsilon_A = 3\upsilon_0 \qquad \upsilon_A = \frac{12}{17}\upsilon_0 = \frac{18}{17}\left(\frac{м}{с}\right) \approx 1\frac{1}{17}\left(\frac{м}{с}\right)$$

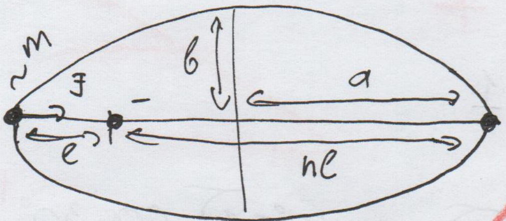
Ответ: $\upsilon_A = 1\frac{1}{17}\left(\frac{м}{с}\right)$.

Чистовик

№3

Решение задачи:

$$m\frac{v^2 b}{a^2} = k\frac{q_1 q_2}{l^2}$$



$$2a = (n+1)l$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2}$$

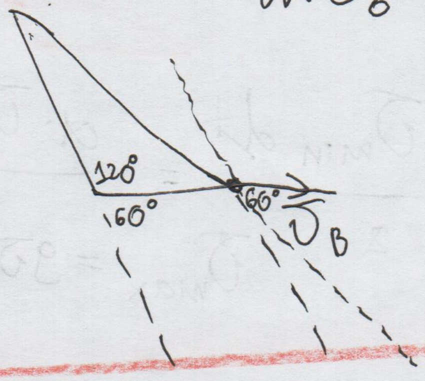
см. черновик

решение в черновике неверно!

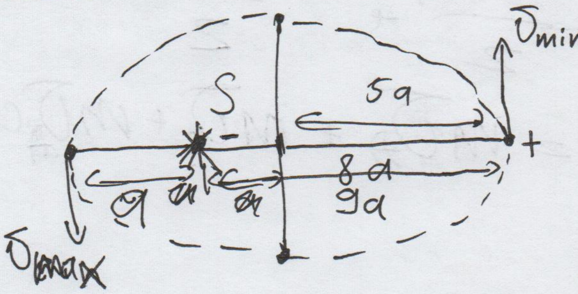
$\boxed{\text{Черновик}}$

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{2m\upsilon_A^2}{2} + \frac{\cancel{2}m\upsilon_C^2}{2}$$

$$m\upsilon_0 = m\upsilon_A + m\upsilon_C + m\upsilon_A \cos 60^\circ$$



Черновик



$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{m\upsilon_A^2}{2} + \frac{m\upsilon_B^2}{2} + \frac{m\upsilon_C^2}{2}$$

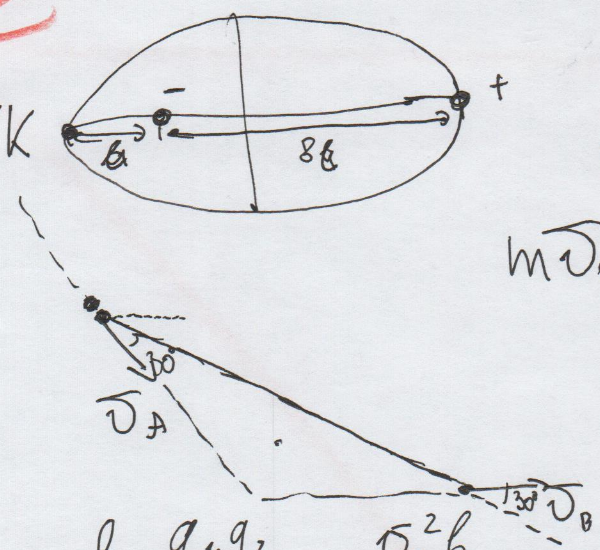
?

неучтена потеря энергии

$$\frac{9a\cdot\upsilon_{min}\,dt}{2} = \frac{a\cdot\upsilon_{max}\,dt}{2}$$

$$\upsilon_{max} = 9\upsilon_{min} = 54\,\frac{км}{с}$$

a



$$W_0 + \Delta W$$

$$m\upsilon_0 = m\upsilon_c + m\upsilon_A$$

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} = \frac{2m\upsilon_A^2}{2} + \frac{m\upsilon_c^2}{2}$$

$$k\frac{q_1q_2}{ml^2} = \frac{\upsilon_0^2 b}{\cancel{a}}$$

$$\frac{a^2}{b}$$

$$100\upsilon_0^2 b_0 = 81\upsilon_1^2 b_1$$

$$\frac{kq_1q_2}{m(9l)^2} = \frac{\upsilon_1^2 b}{a^2}$$

$$\frac{m\upsilon_0^2}{2} + \Delta E = \frac{m\upsilon_1^2}{2}$$

$$\frac{m\upsilon_1^2}{2} + \Delta E = \frac{m\upsilon_0^2}{2}$$

$$m\cdot\frac{\upsilon_0^2\cdot b_0}{(4{,}5\,l_0)^2} = \frac{kq_1q_2}{l_0^2}$$

$$\frac{m\upsilon^2\cdot b}{(9l)^2} = \frac{kq_1q_2}{l^2}$$

$$\frac{m\upsilon_0^2\cdot b_0}{(10l)^2} = \frac{kq_1q_2}{l^2}$$

$$m\frac{\upsilon_1^2\cdot b_1}{(5a_1)^2} = \frac{kq_1q_2}{l_1^2}$$

$$\frac{\upsilon_0^2 b_0\cdot 4\cdot 25}{\cancel{\upsilon_1^2}\cdot 81\cdot\upsilon_1^2\cdot b_1} = 1$$

Черновик.

$\lambda m_0 + cmt_1 = cM_1(T-t_1)$

$\lambda m_0 + cm\cdot 8 = c_0 m\cdot 92$

$\lambda m_0 + cm\cdot 31 = 2c_0 m\cdot 69$

$\lambda m_0 + cmt_3 = 3c_0 m(100-t_3)$

$\lambda m_0 + cmt_2 = cM_2(T-t_2)$

$3726 : 69 = 54$; $-\,345$; 276; $-\,276$

$\lambda m_0 = cM_5 T$

$cm(t_3-8) = c_0 m(300-3t_3-92)$

$cm(t_3-31) = c_0 m(300-3t_3-138)$

$\lambda m_0 + cmt_3 = cM_3(T-t_3)$

$\frac{t_3-8}{t_3-31} = \frac{208-3t_3}{162-3t_3}$

$\lambda m_0 + cmt_4 = cM_4(T-t_4)$

$cm(t_3-t_1) = c(M_3(T-t_3) - M_1(T-t_1))$

$162t_3 - 162\cdot 8 - \cancel{3t_3^2} + 24t_3 = 208t_3 - 208\cdot 31 - \cancel{3t_3^2} + 3t_3\cdot 31$

$m(t_3-t_2) = M_3(T-t_3) - M_2(T-t_2)$

$131\cdot 8 = 1048$

$$\frac{t_3-t_1}{t_3-t_2} = \frac{M_3(T-t_3)-M_1(T-t_1)}{M_3(T-t_3)-M_2(T-t_2)}$$

$$\cancel{M_3t_3T} - \cancel{M_3t_3^2} - M_3t_1T + M_3t_3t_1 - M_2t_3T + M_2t_3t_2 + M_2t_1T - M_2t_1t_2 = \cancel{M_3t_3T} - \cancel{M_3t_3^2} - M_3t_2T + M_3t_3t_2 - M_1t_3T + M_1t_3t_1 + M_1t_2T - M_1t_1t_2$$

$$t_3(M_3t_1 - M_2T + M_2t_2 - M_3t_2 + M_1T - M_1t_1) = M_1t_2(T-t_1) + M_3t_1T - M_2t_1(T-t_2)$$

$$t_3(M_3(t_1-t_2) + M_2(t_2-T) + M_1(T-t_1)) = M_1t_2(T-t_1) + M_3t_1T - M_2t_1(T-t_2)$$

$M_1 = \Delta m$

$154\cdot 31 = 4774$; $4774 - 1048 = 3726$

$$t_3(3\cdot(-23) + 2\cdot(-69) + 92) = 31\cdot 92 + 3\cdot 8\cdot 100$$

$-162\cdot 8 = 22t_3 - 208\cdot 31 + 93t_3$

$208\cdot 31 = 6448$; $162\cdot 8 = 1296$

$5152 = 115t_3$

$5152 : 115 = 44{,}8$; $-\,460$; 552; $-\,460$; 920; $-\,920$; 0

$154 + 62 = 216$

$6448 - 1296 = 5152$

$93 + 22 = 115$

$t_3 = 44{,}8\ °C$

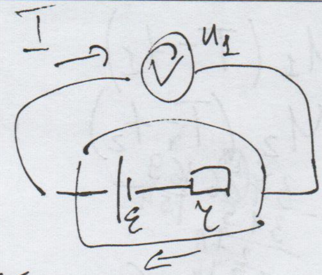
$154 + 62 - 131 - 16$

$131 + 16 = 147$

$216 - 147 = 69$

$115\cdot 50 = 5750$; $5750 - 230 = 5520$

48

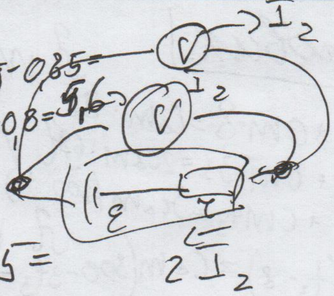


$\boxed{\text{Черновик.}}$

$9,45-3,85=6,45-0,85=5,6$

$=6,4-0,8=5,6$

$7-3,15=$



$=4-0,15=$

$=3,85$

$\mathcal{E}=I_1R_V+I_1r$

$3,15 \times 2 = 6,30$

$U_1=I_1R_V$

$U_2=I_2R_V$

$3,15\cdot3+3,85=$

$I_2R_V+2I_2r=\mathcal{E}$

$=16,3+$

$\mathcal{E}=U_1+\frac{U_1}{R_V}\cdot r$

$+7=$

$=13,3$

$I\cdot R_1=1,4\cdot5=$

$=5+2=7$

$\mathcal{E}=U_2+2\cdot\frac{U_2}{R_V}r$

$1,4\cdot4=$

$=4+1,6=5,6$

$11,538\times2=23,076$; $23,076-11,765=11,311$

$U_1+U_1\frac{r}{R_V}=U_2+2U_2\frac{r}{R_V}$

$U_1-U_2=\frac{r}{R_V}(2U_2-U_1)$

$\frac{R_V}{r}=\frac{2U_2-U_1}{U_1-U_2}=\frac{11,311}{0,227}\approx50$

$7,65-5,38=2,27$

$\frac{0,002\cdot2}{11311}+\frac{0,002\cdot2}{227}$

$227\times53=681+1135=12031$

$227\times50=11350$

$(R_1+R_2+r)I=\mathcal{E}$

$I=\frac{\mathcal{E}}{R_1+R_2+r}=\frac{14}{4+5+1}=$

$=\frac{14}{10}=1,4\ (A)$

$7,65-5,38=2,27$

227×49

$39\times6=234$

$-U_2+3U_3=IR_2$

$U_3=U_4\pm U_5$

$4U_1=I(R_1+R_2)$

$U_1+U_2=IR_1$

$U_1+3U_3=I(R_1+R_2)$

$U_1=\frac{I(R_1+R_2)}{4}=$

$=\frac{1,4\cdot9}{4}=\frac{6,3}{2}=3,15$