Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Для билета

Вариант задания 1

Лист работы 1 из 3

1.

$T = 8$ Н – сила натяжения нити

V_n – объём погруженной части льда

V – объем куска льда

$F_{apx} = mg + T$

$\rho V_n g = \rho_л V g + T$

$V_n = \frac{\rho_л V g + T}{\rho g} = \frac{900 \cdot 10 \cdot V + 8}{1000 \cdot 10} = \frac{9000V + 8}{10000} =$

$= 0{,}9V + 8 \cdot 10^{-4}$

~~Доделать задачу~~

$V_н = V - V_n = V - 0{,}9V - 8 \cdot 10^{-4} = 0{,}1V - 8 \cdot 10^{-4}$

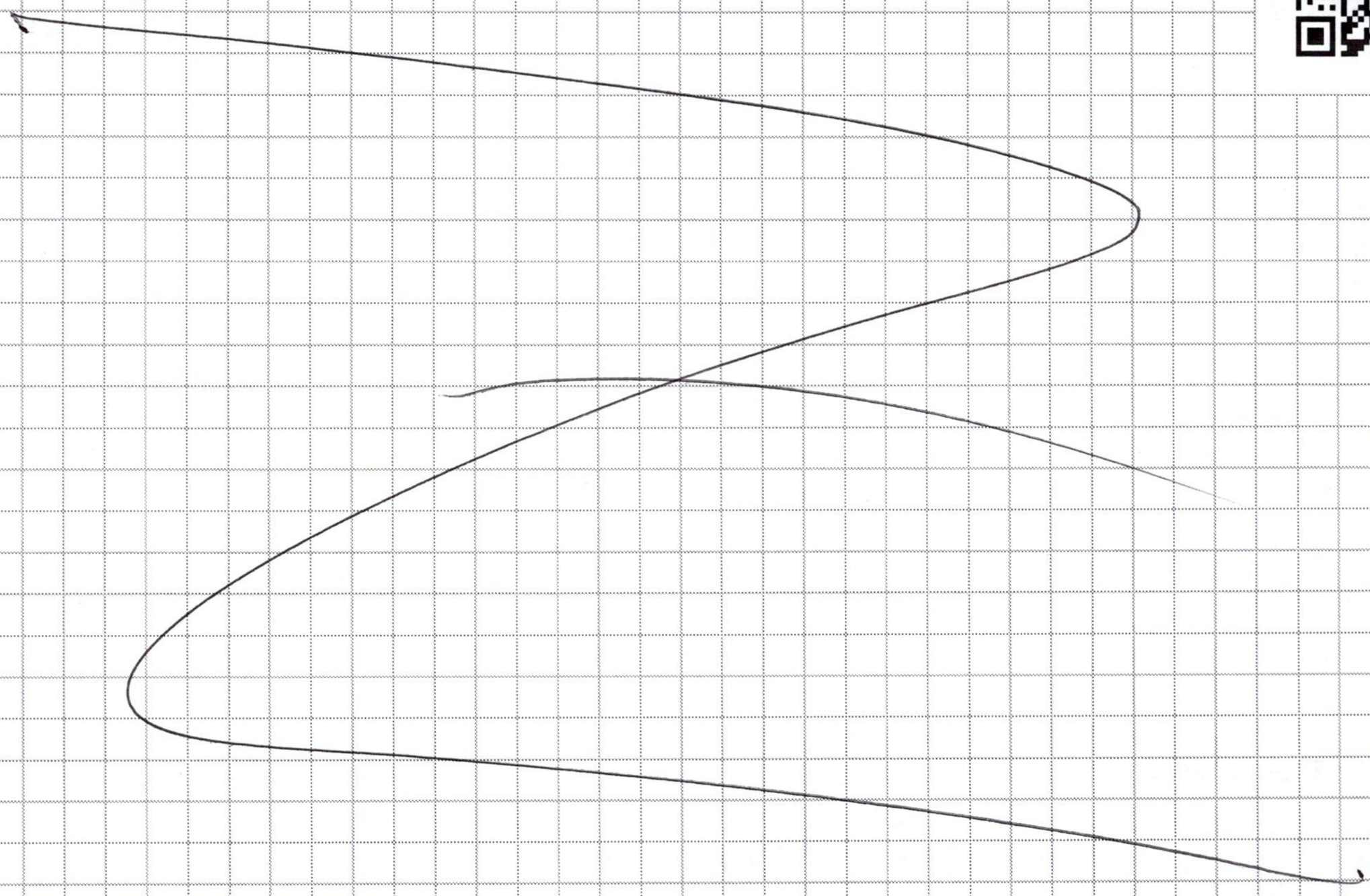
$\Delta S = \frac{V_н}{S} = \frac{0{,}1V - 8 \cdot 10^{-4}}{0{,}08} = 1{,}25V -$

$- 0{,}01$

$V_н$ – объем куска льда над водой

Ответ: $1{,}25V - 0{,}01$.

Можно использовать оборот листа для записи решений



3.

$d_m = 0{,}85\, d_{кр}$

$\rho_{кр} = 1{,}2\, \rho_m$ $\Rightarrow \rho = 1{,}2\, \rho_m \Rightarrow$

$\rho_{кр} = \rho$ $\Rightarrow \rho_m = 0{,}83\, \rho$

$\rho_{кр} = \dfrac{m_{кр}}{V_{кр}} = \dfrac{m_{кр}}{S \cdot d_{кр}} = \rho(11.$ $\Rightarrow$

$\rho_m = \dfrac{m_m}{V_m} = \dfrac{m_m}{S \cdot d_m} = 0{,}83\rho$

$\Rightarrow \rho_m : 0{,}83 = \rho$

$\dfrac{m_m}{S \cdot d_m} : 0{,}83 = \dfrac{m_{кр}}{S \cdot d_{кр}}$

$\dfrac{m_m}{0{,}83 \cdot 0{,}85 d_{кр}} = \dfrac{m_{кр}}{d_{кр}}$

$m_m = m_{кр} \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}85$

$m_m = 0{,}706\, m_{кр}.$

$\rho_{ср} = \dfrac{m}{V} = \dfrac{m_{кр} \cdot n + m_m \cdot n}{n V_{кр} + n V_m} = \dfrac{n(m_{кр} + 0{,}706 m_{кр})}{n(S \cdot d_{кр} + S \cdot d_m)} =$

$= \dfrac{1{,}706\, m_{кр}}{S(d_{кр} + 0{,}85 d_{кр})} = \dfrac{1{,}706\, m_{кр}}{S \cdot 1{,}85\, d_{кр}} = \dfrac{1{,}706}{1{,}85} \cdot \dfrac{m_{кр}}{S \cdot d_{кр}}$ 12.

d_m - толщина слоя теста

$d_{кр}$ - толщина слоя крема

ρ_m - плотность теста

$\rho_{кр}$ - плотность крема

$m_{кр}$ - масса одного слоя крема

m_m - масса одного слоя теста

n - кол-во слоев

olymp.bmstu.ru

(1) $\Rightarrow$ (2).

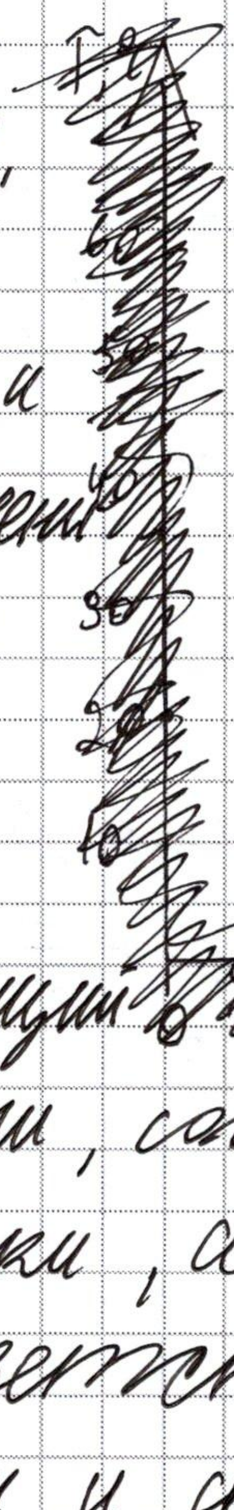
$$\rho = \frac{m_{кр}}{S \cdot d_{кр}}$$

$$\rho_{ср} = 0{,}922 \cdot \rho$$

Ответ: $0{,}922\rho$.

5.

На графике можно увидеть три участка, первый участок имеет линейную зависимость и соответствует времени нагревания стали до момента замыкания струнами, второй участок не имеющий линейной зависимости, соответствует времени замыкания струнами, а третий участок с лин. зав. соответствует времени нагревания струнами латуни и стали.



Для начала определим мощность нагревательного элемента $\dot{Q}$ по первому участку. Возьмем момент времени $t_1 = 25$ с, к этому моменту изменение температуры $\Delta T = 45°C - 20°C = 25°C$.

Кол-во теплоты $Q_1 = c_{ст} m_{ст} \Delta T = P \cdot t_1 \Rightarrow$

Изменение темп. в °C равно изменению темп. в К $\Rightarrow$ $C_л = 400 \frac{Дж}{кг \cdot К} = 400 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$,

$C_{ст} = 500 \frac{Дж}{кг \cdot К} = 500 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$$\Rightarrow P = \frac{c_{ст} m_{ст} \Delta T}{\tau_1} = \frac{500 \cdot 0{,}9 \cdot 25}{25} =$$

$= 450$ Вт

Чтобы найти массу струнки на алюминии, на участке 3 возьмём моменты времени $t_2 = 55$ С и $t_3 = 90$ С, которым соответствуют темп. $T_2 = 30^\circ$C и $T_3 = 50^\circ$C. Кол-во теплоты $Q_2 = c_{ст} m_{ст} \Delta T + c_м m_м \Delta T = P \cdot \Delta t_2$

$\Delta T = T_3 - T_2 = 50 - 30 = 20^\circ$C

$\Delta t_2 = t_3 - t_2 = 90 - 55 = 35$ С

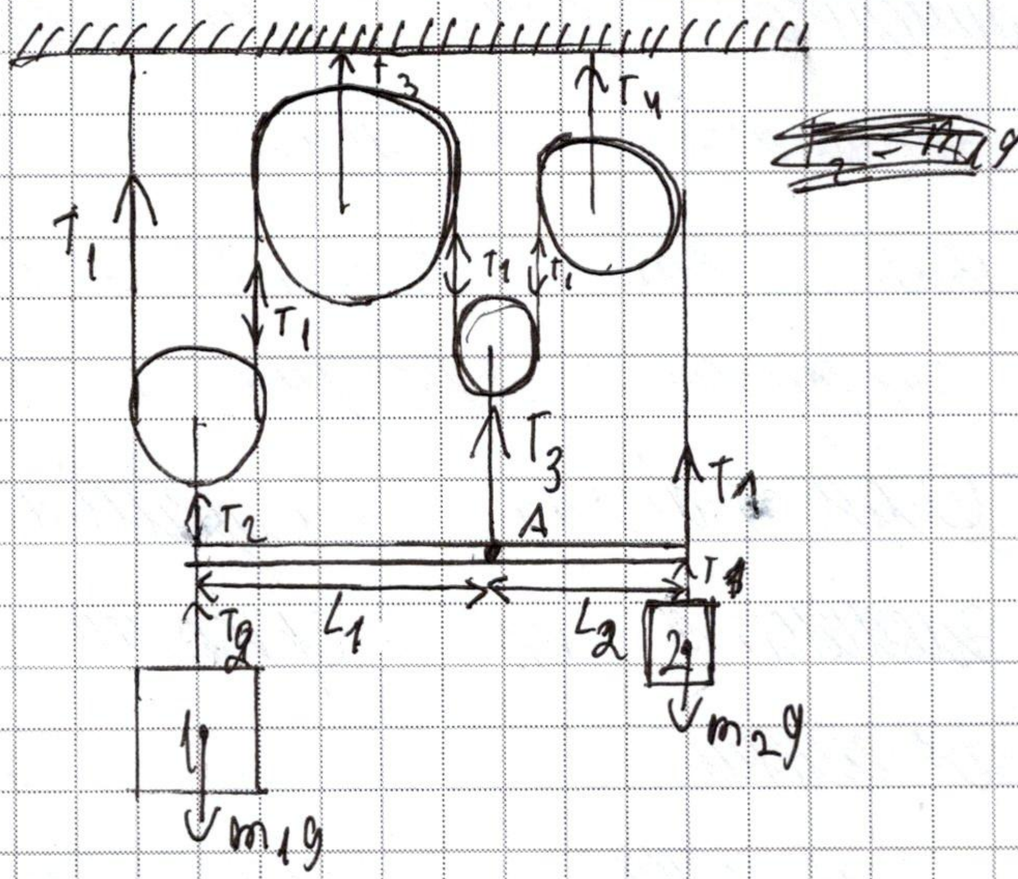
$c_{ст} m_{ст} \Delta T + c_м m_м \Delta T = P \cdot t_{\Delta 2}$

$$m_м = \frac{P \cdot \Delta t_2 - c_{ст} m_{ст} \Delta T}{c_м \Delta T} = \frac{450 \cdot 35 - 0{,}9 \cdot 500 \cdot 20}{400 \cdot 20} =$$

$= 0{,}844$ кг

Ответ: масса латуни $m_л = 0{,}844$ кг, мощность $P = 450$ Вт.

4.



$T_2 = T_1 + T_1 = 2T_1$, $T_2 = m_1 g$

$T_3 = 2T_1 = T_2$, $T_1 = m_2 g$

Запишем правило моментов для рычага относительно т. А.

$L_1 m_1 g + L_2 m_2 g =$

$= T_2 L_1 + T_1 \cdot L_2$

$L_1 m_1 g + L_2 m_2 g = 2T_1 L_1 + T_1 L_2$

olymp.bmstu.ru

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

Вариант задания 1.

~~$T_1 m_1 g = T_1 (2L_1 + L_2) - L_2 m_2 g$~~

~~$T_1 (2L_1 + L_2) - L_2 m_2 g$~~

~~$m_1 = \frac{L_1 g}{}$~~

~~$\frac{m_1 g (2L_1 + L_2) - L_2 m_2 g}{} = 2m_2 L_1 + m_2 L_2 - L_2 m_2$~~

~~$2T_1 L_2 + T L$~~

$$m_1 = \frac{2T_1 L_1 + T_1 L_2 - L_2 m_2 g}{L_1 g} = \frac{L_1 2m_2 g + m_2 g L_2 - L_2 m_2 g}{L_1 g} =$$

$$= \frac{2m_2 L_1}{L_1} = 2m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 2$$

Ответ: 2:1.

6.

Для начала посчитаем шанс η восстановления утечки для n частиц алмазина.

$$\eta = 8 \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{10000} \cdot \frac{1}{100000} = 9{,}75 \cdot 10^{-14} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ для n частиц $\eta_n = n \cdot 9{,}75 \cdot 10^{-14} \Rightarrow$ для $\eta_n \approx 1$, гарантированного восстановления $\forall n = \frac{1}{9{,}75 \cdot 10^{-4}} =$

$$= 1{,}026 \cdot 10^{13}$$

При замене 10% массы керосина на алмазный, ~~[illegible]~~

~~[illegible]~~

$$V_к = \frac{0{,}1m}{\rho_к}$$

$$V_{ал} = \frac{0{,}1m}{\rho_{ал}}$$

$$V_н = \frac{m}{\rho_к} = \frac{m}{800}$$

$$V_з = \frac{0{,}1m}{\rho_{ал}} + \frac{0{,}9m}{\rho_к}$$

$V_н$ - начальный объём бака

$V_з$ - объем бака после замены ~~[illegible]~~ части керосина на алмазный

Можно использовать оборот листа для записи решений

$$\frac{V_3}{V_к} = \frac{\frac{0,1}{\rho_{ам}} + \frac{0,9}{\rho_к}}{\frac{1}{\rho_к}} = \frac{\frac{0,1}{2700} + \frac{0,9}{800}}{\frac{1}{800}} =$$

$= 0,93 \Rightarrow V_3 = 0,93 V_к \Rightarrow$ объем уменьшился на 7%

Ответ: $1,026 \cdot 10^{13}$, уменьшилась на 7%

2.

Перерисуем данную нам схему

