ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

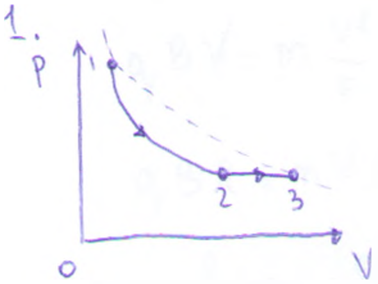
ШИФР 38289

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 3.02.2019

Площадка написания КНИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	3	3	5	5	5	4	25	Двадцать пять	

1.



Найти:

A_Σ - ?

Решение:

$A_\Sigma = A_{12} + A_{23}$

• Рассмотрим процесс 1→2 (адиабатный)

$A_{12} = -\Delta U_{12}$ (т.к. газ расширяется)

$\Delta U_{12} = \nu R (T_2 - T_1) \Rightarrow -\Delta U_{12} = \nu R (T_1 - T_2)$ (1)

• Рассмотрим процесс 2→3 (изобара)

По I началу термодинамики:

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$

$A_{23} = p \Delta V = p(V_3 - V_2) = pV_3 - pV_2 = \nu R (T_3 - T_2)$

• Но т.к. $T_3 = T_1$, то $A_{23} = \nu R (T_1 - T_2)$, а значит

$A_{23} = A_{12}$

$A_\Sigma = A_{12} + A_{12} = 2A_{12} \Rightarrow A_\Sigma = 9$ кДж

Ответ: $A_\Sigma = 9$ кДж — 3

6. Дано:

$B = 0{,}5$ Тл

$t = 10^{-12}$ c

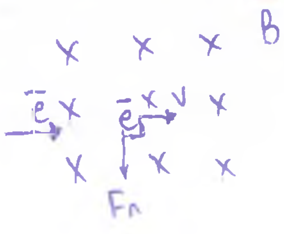
Найти:

N - ?

Решение:

$N = \frac{t}{T}$ (***)

• Рассмотрим движение электрона:



• Т.к. $\Sigma \bar{F} \perp \bar{V}$, то у электрона появится центростремительное ускорение (a_c) $a_c = \frac{v^2}{R}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

ШИФР 38289

6. (продолжение)

Запишем 2ЗН для электрона:

$\vec{F}_л = m\vec{a}_{цс}$, т.к. масса электрона пренебрежимо мала, то силу тяжести не учитываем

$F_л = qBV\sin\alpha$

(*) $qBV\sin\alpha = m\frac{V^2}{R}$, но $\alpha = 90° \Rightarrow \sin 90° = 1$

$qB\cancel{V} = m\frac{V^{\cancel{2}}}{R}$

$qBR = mV$ (**) Заметим, что $V = \frac{2\pi R}{T}$ (1)

Подставим (1) → (**) $\quad qB\cancel{R} = \frac{m2\pi\cancel{R}}{T}$

$qBT = 2\pi m$

$T = \frac{2\pi m}{qB}$ (2)

Подставим (2) → (***)

$$N = \frac{t}{\frac{2\pi m}{qB}} = \frac{qBt}{2\pi m}$$

$$N = \frac{1{,}6\cdot\cancel{10^{-19}}\,Кл\cdot 0{,}5\,Тл\cdot\cancel{10^{-12}}\,c}{2\cdot 3{,}14\cdot 9{,}1\cdot\cancel{10^{-31}}\,кг} = \frac{\overset{0{,}4}{\cancel{0{,}8}}\,Кл\cdot Тл}{\cancel{2}\cdot 3{,}14\cdot 9{,}1\,кг} = 0{,}141$$

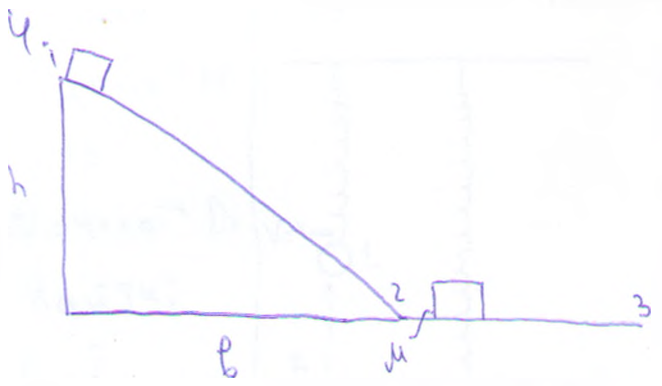
Ответ: $N = 0{,}141$

4

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

ШИФР 38289

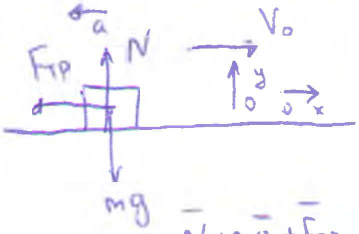


• Запишем закон сохранения энергии на промежутке 1→2:

$$mgh=\frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_0=\sqrt{2gh}$$

• Рассмотрим движение тела на участке 2→3:



т.к. $\bar{N}\perp\bar{V_0}$, то $A_N=0$

Зная, что $F_{тр}=\mu N$, то

По 2ЗН: $\bar{N}+m\bar{g}+\bar{F}_{тр}=m\bar{a}$

$oy: N-mg=0$

$N=mg$

$ox: -F_{тр}=-ma$

Запишем закон изменения механической энергии:

$A_{неконс}=E_2-E_1$

$A_{неконс}=A_{тр}=F_{тр}\cdot S\cdot\cos180^\circ=-F_{тр}\cdot S$

• т.к. при длительном движении брусок остановится, то $E_2=0$, а $E_1=\frac{mV_0^2}{2}=mgh$

• Получим $-F_{тр}\cdot S=-mgh$

$-\mu mgS=-mgh$

$\mu S=h$

$\mu mgS=\frac{mV_0^2}{2}$

• Зная, что $P_{тр}=P$, а

$P_{тр}=\frac{A_{тр}}{t}=\frac{\mu mgS}{t}=\mu mgV_0$

$\Rightarrow P=\mu mgV_0$

$P=\mu mg\sqrt{2gh}$

$$m=\frac{P}{\mu g\sqrt{2gh}}$$

Ответ: $m=\frac{P}{\mu g\sqrt{2gh}}$ + 5

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

ШИФР 38289

5. Дано:

$m = 20 \cdot 10^{-3}$ кг

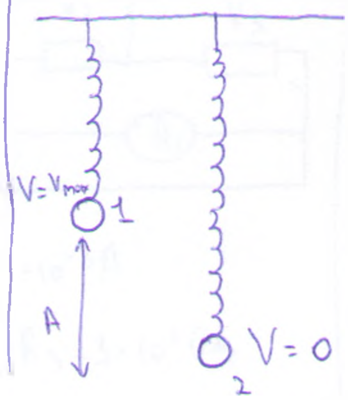
$T = 1$ с

$W = 4 \cdot 10^{-4}$ Дж

Найти:

$A - ?$

Решение: • Рассмотрим гармонические колебания пружинного маятника:



• Запишем закон сохранения энергии при переходе тела из положения 1 в положение 2:

$E_1 = E_2$, но $E_1 = W$, а $E_2 = \frac{kA^2}{2}$, где k - коэффициент жесткости пружины

• $W = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow 2W = kA^2$

$$A = \sqrt{\frac{2W}{k}} \quad (*)$$

• Зная, что период пружинного маятника определяется формулой $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, то $T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad (1)$$

• Подставим $(1) \to (*)$, получим $A = \sqrt{\frac{2W\,T^2}{4\pi^2 m}} \Rightarrow$

$$A = \frac{T}{\pi}\sqrt{\frac{W}{2m}}$$

$$A = \frac{1\,с}{3,14}\sqrt{\frac{\cancel{4} \cdot 10^{-4}\ Дж}{\cancel{2} \cdot \cancel{20} \cdot 10^{-3}\ кг}} = \frac{1\,с}{3,14}\sqrt{10^{-2}\ \frac{Дж}{кг}} = 0,03184\ м =$$

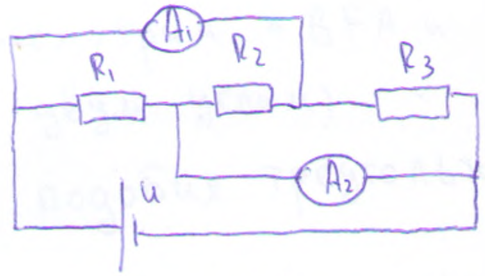
$= 3,2$ см

Ответ: $A = 3,2$ см + 5

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ШИФР 38289

3.



Дано: $I_3 = 1 \cdot 10^{-3}$ А

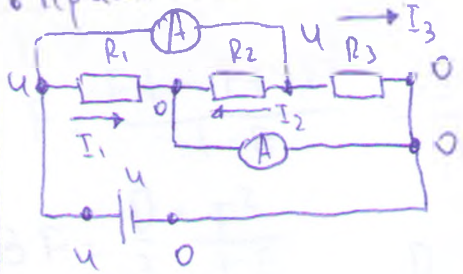
$R_1 = 10^3$ Ом $R_3 = 3 \cdot 10^3$ Ом

Найти: U - ?

Решение:

• Предположим, что резисторы одинаковые, (идеальные)
так как в условии не сказано обратное

• Применим метод узловых потенциалов:



$$I_3 = \frac{U - 0}{R_3} \Rightarrow I_3 R_3 = U$$

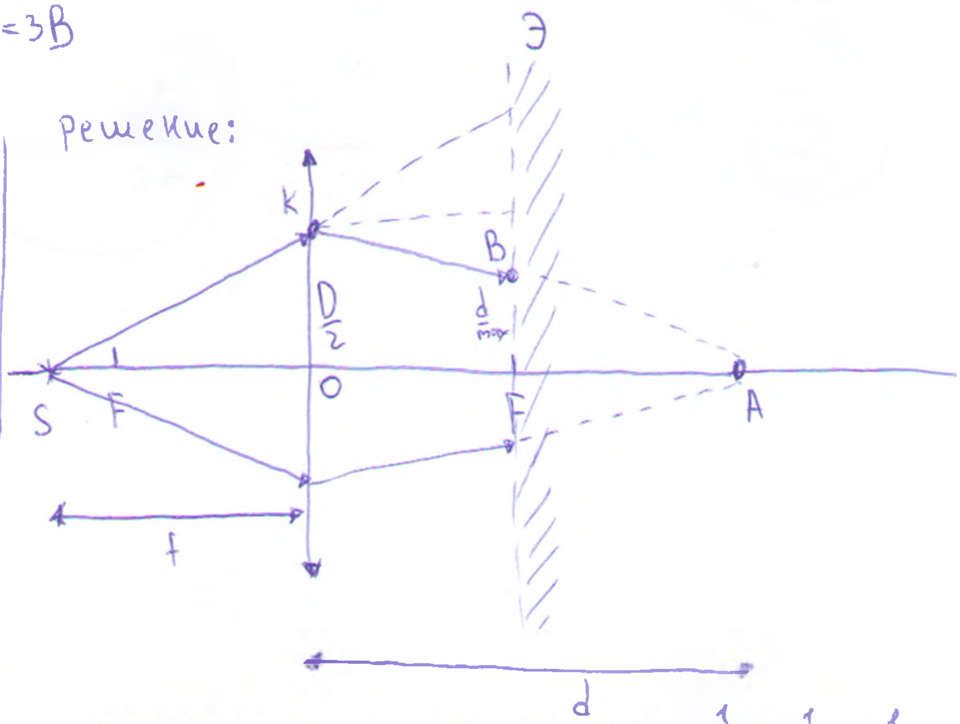
$$U = 10^{-3} А \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ Ом} = 3 \text{ В}$$

\+ 5

Ответ: U=3В

2. Дано:
F; d; D; f
Найти:
d_{max} - ?

Решение:



• Применим формулу тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{f - F}{Ff}$$

$$d = \frac{Ff}{f - F}$$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

ШИФР 38289

2(продолжение)

• Рассмотрим $\triangle BFA$ и $\triangle KOA$ (данные треугольники подобны по двум углам)

Из подобия треугольников следует, что $\frac{KO}{BF} = \frac{OA}{FA}$

Зная, что $KO = D$, $OA = \frac{F \cdot f}{f-F}$

$$FA = d - F = \frac{Ff}{f-F} - F = \frac{Ff - Ff + F^2}{f-F} = \frac{F^2}{f-F}$$

$$BF = \frac{KO \cdot FA}{OA} \Rightarrow BF = \frac{\frac{D}{2} \cdot \frac{F^2}{f-F}}{\frac{F \cdot f}{f-F}} = \frac{DF^2}{2(f-F)} \cdot \frac{(f-F)}{F \cdot f} = \frac{DF}{2f}$$

Ответ: $d_{max} = \frac{DF}{2f}$. — 3