ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

**Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!**

**ШИФР** 3 4 4 1 8

**Класс** 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.02.19

**Площадка написания** МГТУ им. Баумана

| Задача | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Σ Цифрой | Σ Прописью | Подпись |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Оценка | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 5 | 23 | двадцать три | |

№1. +5

Дано:

$T_1 = T_3$

$A_{12} = 4{,}5$ кДж

$A_{общ}$ - ?

Решение:

Процесс 1-2: ~~адиб~~ адиабатный, $\Rightarrow Q = 0$,

$-\Delta U_{12} = A_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2)$

Процесс 2-3: изобарный, $\Rightarrow \frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2}$,

$A_{23} = p\Delta V$

По ур-ию Менделеева-Клайперона:

$p\Delta V = \nu R \Delta T, \Rightarrow A_{23} = \nu R\Delta T = \nu R(T_3 - T_2)$

Из условия известно, что $T_3 = T_1$, $\Rightarrow A_{23} = \nu R(T_1 - T_2)$

$A_{общ} = A_{12} + A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_1 - T_2) + \nu R(T_1 - T_2) =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T_1 - T_2)$.

Т.к. $A_{12} = 4{,}5$ кДж, $\Rightarrow \frac{3}{2}\nu R\Delta T = 4{,}5$ кДж

$\nu R \Delta T = 3$ кДж, $\Rightarrow$

$A_{общ} = \frac{5}{2} \cdot 3 = 2{,}5 \cdot 3 = 7{,}5$ кДж

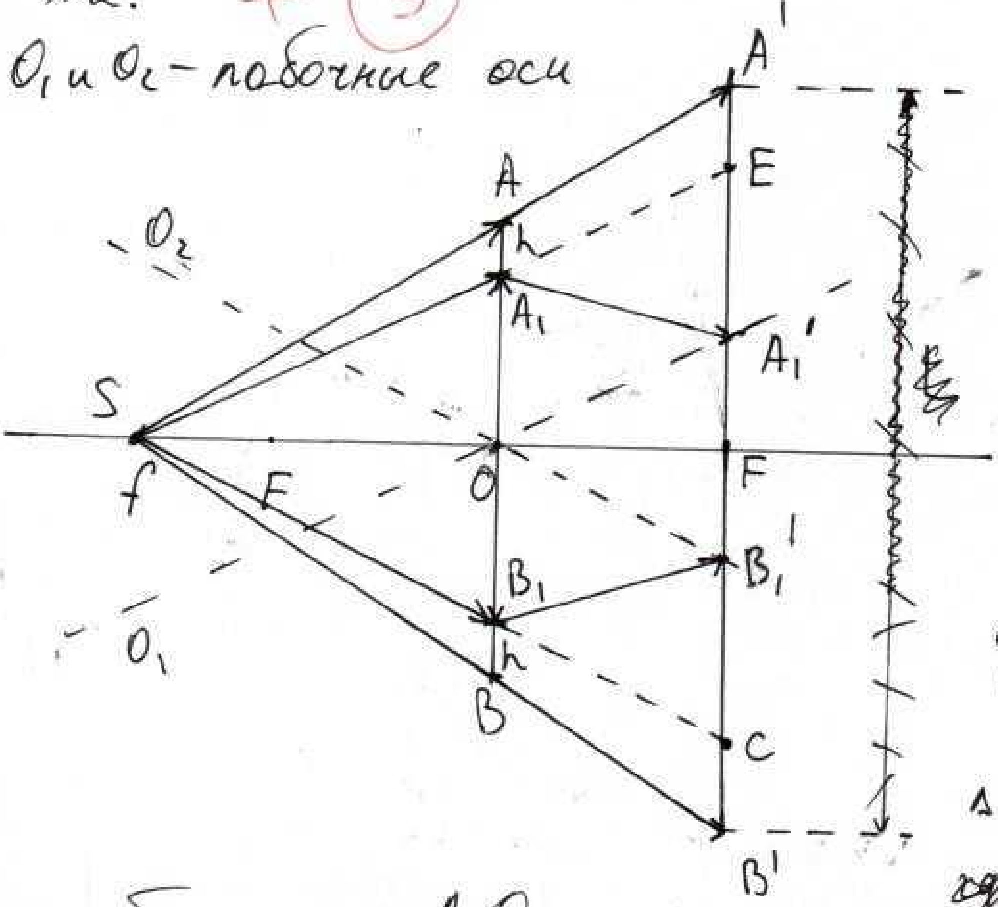
Ответ: $A_{общ} = 7{,}5$ кДж

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 4 1 8

№2. + 5

$O_1$ и $O_2$ – побочные оси




$h = D - d$

$A_1O = d = OB_1$

$OA = D = OB$

Теневыми участками на экране будут являться $A_1'A'$ и $B'B_1'$, которые будут одинаковыми.

Рассмотрим $\triangle SA_1O$ и $\triangle SA'F$, которые являются подобными, $\Rightarrow \dfrac{A_1O}{A'F} = \dfrac{SA_1}{SA'} = \dfrac{SO}{SF}$

Рассмотрим $\triangle SA_1O$ и $\triangle OA_1'F$, которые тоже подобные, $\Rightarrow \dfrac{SA_1}{OA_1'} = \dfrac{OA_1}{A_1'F} = \dfrac{SO}{OF}$

~~$AA_1 = h = D - d$~~

~~$\begin{cases} \dfrac{AA_1}{A'E} = \dfrac{SA_1}{SE} \\ \dfrac{SA_1}{SE} = \dfrac{SO}{SF} \end{cases} \Rightarrow \dfrac{AA_1}{A'E} = \dfrac{SO}{SF}$~~

~~$A'E = \dfrac{AA_1 \cdot SF}{SO} = \dfrac{(D-d)\cdot(f+F)}{f}$~~

~~т.к. $O_1$ и $O_2$ – побочные оси, то $OA_1 = A_1'E = d$~~

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 4 1 8

$$A_1'F = \frac{OF \cdot OA_1}{SO} = \frac{F \cdot d}{f}$$

$A_1'B_1'$ – светлый участок, который равен $2 \cdot A_1'F$

$$A_1'B_1' = \frac{2 \cdot F \cdot d}{f}$$

$$EA_1' = B_1'C = d$$

$$\frac{AA_1}{EA'} = \frac{SO}{SF} \; ; \Rightarrow EA_1' = \frac{(D-d)\cdot(f+F)}{f}$$

~~AA~~

$$R_{max.} = FA' = A_1'F + EA_1' + A'E = \frac{F \cdot d}{f} + d +$$

$$+ \frac{(D-d)(f+F)}{f} = \frac{\cancel{F \cdot d} + \cancel{f \cdot d} + Df + D \cdot F - \cancel{d \cdot f} - \cancel{d \cdot F}}{f} =$$

$$= \frac{D \cdot (f+F)}{f}$$

Ответ: $R_{max.} = \frac{D \cdot (f+F)}{f}$

ШИФР 3 4 4 1 8

~~Следовательно 1 теневой участок~~

Следовательно диаметр 1 теневого участка будет равен:

$$d+\frac{(D-d)\cdot(f+F)}{f}=\frac{df+D(f+F)-d(f+F)}{f}=$$

$$=\frac{\cancel{df}+Df+DF-\cancel{df}-dF}{f}=\frac{D\cdot f+D\cdot F-d\cdot F}{f}$$

Ответ: $\frac{Df+D\cdot F-d\cdot F}{f}$

+5

**№5** Дано:

$m=20\cdot10^{-3}$ кг

$T=1$ с

$W_{к_{m.}}=4\cdot10^{-4}$ Дж

$A-?$

Решение:

$$W_{к_{m.}}=\frac{m\upsilon_{m.}^2}{2}\ (1)$$

$$\upsilon(t)=x'(t)=(A\cdot\sin\omega t)'=A\cdot\omega\cdot\cos\omega t$$

$$\upsilon_m=A\omega\ (2)$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\ (3)$$

Подставим ур-ие (3) во (2) и получившееся подставим в (1):

$$W_{к\,m.}=\frac{m\cdot\left(\frac{A\cdot2\pi}{T}\right)^2}{2}$$

$$2W_{к_{m.}}=\frac{m\cdot A^2\cdot4\pi^2}{T^2}$$

$$A^2=\frac{2W_{к_{m.}}\cdot T^2}{m\cdot4\pi^2}$$

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

$$A = \frac{1}{6{,}28} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{20 \cdot 10^{-3}}} = \frac{\sqrt{0{,}4 \cdot 10^{-1}}}{6{,}28} = \frac{0{,}2}{6{,}28} = 0{,}0319 \text{ м}$$

Ответ: $A = 0{,}0319$ м

+5

№6.

Дано:
$B = 0{,}5$ Тл
$t = 10^{-12}$ с

$N - ?$

Решение:

$$\begin{cases} T = \frac{t}{N} \\ T = \frac{2\pi}{\omega} \end{cases}$$

$$\omega = \frac{v}{R} \quad (1)$$

Т.к. на электрон действовала только сила ~~Ло~~ Лоренца, то 2-ой закон Ньютона для этого электрона будет выглядеть таким образом:

$$ma_{цс} = F_л$$

Т.к. сила Лоренца заставляет двигаться электрон по окружности, то ускорение „а" в данном случае будет ~~явля~~ центростремительным, причём $a = \frac{v^2}{R}$. Подставим данную формулу в записанный ранее 2-ой закон Ньютона:

$$\frac{mv^2}{R} = F_л, \text{ где } F_л = Bq_e \cdot v, \Rightarrow$$

$$\frac{mv^2}{R} = Bq_e \cdot v$$

$$v = \frac{Bq_e \cdot R}{m_e} \quad (2)$$

Подставим ур-ие (2) в ур-ие (1):

$$\omega = \frac{Bq_e \cdot R}{m_e \cdot R} = \frac{Bq_e}{m_e} \quad (3)$$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 4 1 8

Теперь вернёмся к системе и подставим в неё ур-ие (3).

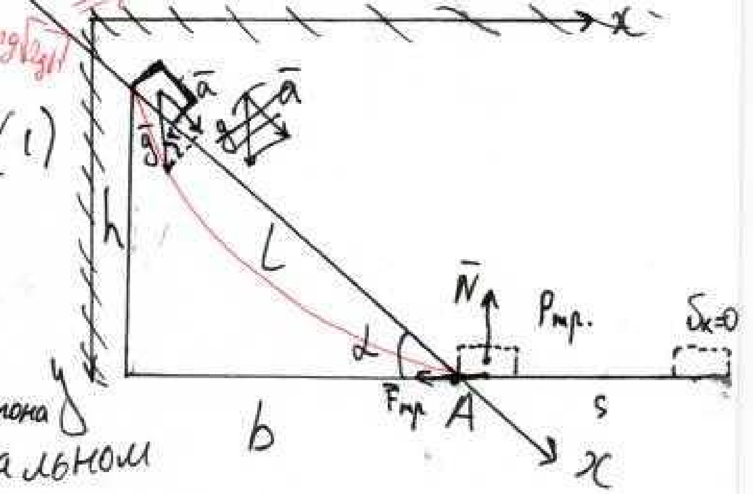
$$\begin{cases} T = \dfrac{t}{N} \\ T = \dfrac{2\pi \cdot m_e}{B q_e} \end{cases} \Rightarrow \frac{t}{N} = \frac{2\pi \cdot m_e}{B \cdot q_e}$$

$$N = \frac{t \cdot B \cdot q_e}{2\pi \cdot m_e}$$

$$N = \frac{10^{-12} \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}} = 0{,}014$$

Ответ: $N = 0{,}014$

№4. $+$ (2) $p^{cp} \neq p = -\mu m g v = -\mu m g\sqrt{2gh}$ $\Rightarrow m = -\frac{p}{\mu g\sqrt{2gh}}$ !




Дано:
$h$
$b$
$P$
$\mu$

$m$ — ?

Решение:

$$P^{cp}_{тр.} = \frac{A_{тр}}{t} = \frac{F_{тр} \cdot s}{t} \quad (1)$$

$$s = \frac{-\upsilon_A^2}{-2a'} = \frac{\upsilon_A^2}{2a'} \quad (2)$$

Запишем II закон Ньютона для бруска при его горизонтальном движении:

$$m\bar{a}' = \bar{F}_{тр} + \bar{N}$$

$$Ox: -ma' = -F_{тр}$$

$$a' = \frac{F_{тр}}{m} = \frac{\mu m g}{m} = \mu g \quad (3)$$

$$\upsilon_A^2 = \upsilon_{x_A}^2 + \upsilon_{y_A}^2$$

$l = \frac{\upsilon_{x_A}^2}{2a_x}$, где $l$ — длина спуска, и $a_x$ — ускорение при движении по спуску.

$$v_{x_A}^2 = 2a_x l$$
$$a_x = g\cdot\sin\alpha$$
$$l=\sqrt{h^2+b^2}$$
$$\sin\alpha = \frac{h}{l} = \frac{h}{\sqrt{h^2+b^2}}$$

с учётом всех этих формул запишем ур-ие для квадрата скорости бруска в точке A по Ox:

$$v_{x_A}^2 = 2\cdot g\cdot \frac{h}{\sqrt{h^2+b^2}}\cdot\sqrt{h^2+b^2} = 2gh$$

В данной системе координат тело при спуске двигалось только по оси Ox, =>

$$v_A^2 = v_{x_A}^2 = 2gh \quad (4)$$

Подставим ур-ия (3) и (4) в ур-ие (2)

$$s = \frac{2gh}{\mu g} = \frac{2h}{\mu} \quad (5)$$

Подставим ур-ие (5) в ур-ие (1)

$$P = \frac{F_{тр}\cdot\frac{2h}{\mu}}{t} = \frac{\mu mg\cdot\frac{2h}{\cancel{\mu}}}{t} = \frac{2mgh}{t} \quad (6)$$

$$\cancel{h=\frac{gt^2}{2}} \qquad l = \frac{a_x\cdot t^2}{2}$$

$$\frac{ght^2}{l} = 2l$$

$$t^2 = \frac{2l^2}{gh} = \frac{2(h^2+b^2)}{gh}$$

$$\cancel{t=l\sqrt{\frac{2}{gh}}} \qquad t=\sqrt{\frac{2(h^2+b^2)}{gh}} \quad (7)$$

Подставим ур-ие (7) в ур-ие (6):

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 4 1 8

$$P = \frac{mgh \cdot \sqrt{gh}}{\sqrt{2(h^2+b^2)}}$$

$$m = \frac{P \cdot \sqrt{2(h^2+b^2)}}{gh \cdot \sqrt{gh}} = \frac{P}{gh} \cdot \sqrt{\frac{2(h^2+b^2)}{gh}}$$

Ответ: $m = \frac{P}{gh} \cdot \sqrt{\frac{2(h^2+b^2)}{gh}}$

№3. — 1

Дано:

$I_3 = 10^{-3}$ А

$R_1 = 10^3$ Ом

$R_3 = 3 \cdot 10^3$ Ом

$U - ?$

Решение:

$U = I_{общ} \cdot R_{общ}$

Т.к. ~~проводник~~ резисторы соеденены последовательно, то $I_{общ} = I_1 = I_2 = I_3$,

Ток пойдёт по пути меньшего сопротивления, => через резисторы 1 и 3, то есть на 2 резисторе тока не будет, => ?

$U = U_1 + U_3 = IR_1 + IR_3 = I(R_1 + R_3)$ —

$U = 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^3 = 4$ В

Ответ: 4 В