ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

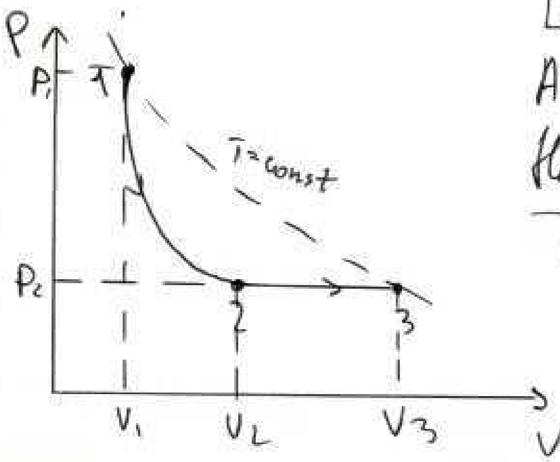
ШИФР 3 2 8 4 9

Класс 11 **Вариант** 1 **Дата Олимпиады** 03.02.2018

Площадка написания МГТУ им Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	2	5	5	5	5	27	двадцать семь	Ес/з-

№1 +5



$A_{12}=4{,}5$ кДж; He

Найти: $A_{общ}$

Решение:

I $P_1V_1=\nu RT_1$ По закону

II $P_2V_2=\nu RT_2$ Клайперона-

III $P_3V_3=\nu RT_3$ Менделеева

Т.к. $T_1=T_3=T$

(I) : (III): $\frac{P_1V_1}{P_3V_3}=\frac{\nu RT}{\nu RT}$

$P_1V_1=P_3V_3$ $\quad P_3=P_2=P$

$\boxed{V_3=\frac{P_1V_1}{P}}$

$\boxed{A_{общ}=A_{1-2}+A_{2-3}}$

Для процесса 1-2:

$\Delta U=-A_2$ (адиабат процесс)

$\frac{3}{2}\nu R(T_2-T)=-4500$

т.к. газ одноатомный

$\nu RT_2-\nu RT=-3000$

$\boxed{T_2=-\frac{3000}{\nu R}+T}$

Для участка 2-3

Из частного газового закона

$P_2=\frac{\nu RT_2}{V_2}$ $\quad P_2=P_3$

$P_3=\frac{\nu RT_3}{V_3}$

$\frac{\cancel{\nu R}T_2}{V_2}=\frac{\cancel{\nu R}T_3}{V_3}$

$\boxed{V_2=\frac{T_2V_3}{T_3}}$

$\boxed{V_2=\frac{T_2\cdot P_1V_1}{T_3P}}$

$A_{2-3}=P\cdot(V_3-V_2)$

$A_{2-3}=P\left(\frac{P_1V_1}{P}-\frac{T_2P_1V_1}{T_3P}\right)$

$A_{2-3}=P_1V_1-\frac{\left(T-\frac{3000}{\nu R}\right)P_1V_1}{T_3}$

$T_3=T$

$A_{2-3}=P_1V_1-\left(1-\frac{3000}{\nu RT}\right)\cdot P_1V_1$

$A_{2-3}=P_1V_1\left(1-1+\frac{3000}{\nu RT}\right)$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(a\cdot b)c = a(b\cdot c)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 3 | 2 | 8 | 4 | 9 |

$\boxed{№1}$ продолжение

$$A_{2-3} = \frac{P_1V_1 \cdot 3000}{\nu R T_1}$$ из уравнения I $P_1V_1 = \nu RT$

$$A_{23} = \frac{P_1V_1 \cdot 3000}{P_1V_1}$$

$A_{2-3} = 3000$ Дж

$A_{общ} = A_{1-2} + A_{2-3} = 4500 + 3000 = 7500$ Дж

Ответ: 7,5 кДж

$\boxed{№6}$ +5

Дано: $B = 0{,}5$ Тл

$\Delta t = 10^{-12}$ с

Найти: N

По II закону Ньютона:

$\vec{F}_Л = m\vec{a}_{ц.с.}$ $\alpha = 90^\circ$

$Ox: F_Л = m a_{ц.с}$ $\sin\alpha = 1$ м.п. поле вертикальное

$$|\vec{B}||\vec{v}||q| \cdot \sin\alpha = \frac{mv^2}{R} \qquad a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R}$$

$$|\vec{B}||q| = \frac{mv}{R}$$

$$\frac{v}{R} = \frac{|\vec{B}||q|}{m}$$

$$T = \frac{S_{окр}}{v} = \frac{2\pi R}{v}$$

$$N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta t \cdot v}{2\pi R}$$

$$N = \frac{\Delta t \cdot |\vec{B}| \cdot |q|}{2\pi m}$$

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

Ответ: Не сделает ни одного оборота.

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 8 4 9

№2 = 2

Дано: F; d; D; f

Найти: D тени

Рассмотрим 3 возможных случая:

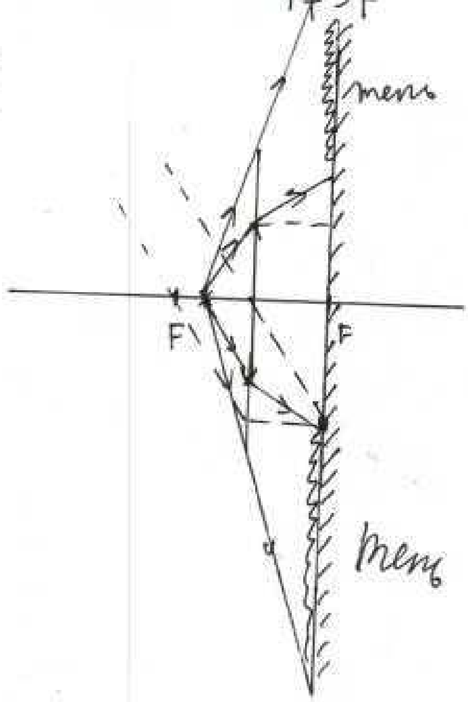
f<F   f→∞

f=F

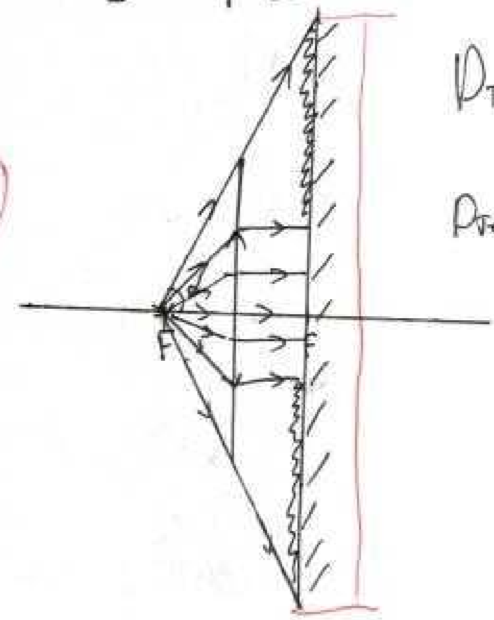
f>F

$tg\alpha = \frac{D}{F\cdot 2}$

1)



2)

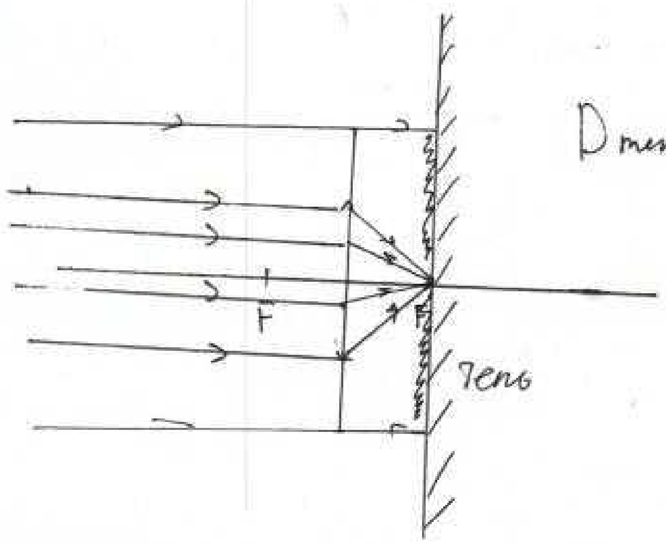


$D_{тен} = tg\alpha \cdot 2F - d$

$D_{тен} = 2D - d$

?

4)

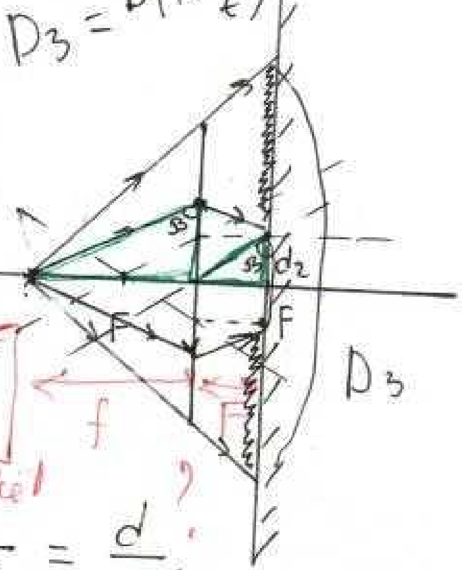


$D_{тен} = 2D + 2d$

$\max D$ при $f \Rightarrow 0$

3) $\frac{D}{2\cdot f} = \frac{D_3}{2\cdot(f+F)}$ из подобия Δ

$D_3 = D(1+\frac{F}{f})$



$\frac{D_т}{f+F} = \frac{D}{f}$

⇓

$\boxed{D_т = D\,\frac{f+F}{f}}$ и всё!

?

$\frac{d_2}{2\cdot F} = \frac{d}{2\cdot f}$ следует из подобия Δ

$d_2 = \frac{d\cdot F}{f}$

$D_{тен} = D_3 - d_2 = D + \frac{F}{f}f - \frac{dF}{f} = \frac{F}{f}(1-d) + D$

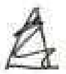
ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 8 4 9

$f \to D$ $\boxed{N2}$ продолжение

т.к. ~~[illegible]~~ сами мы перешли за фокус (в сторону линзы) верхний край тени (при ~~постепенном~~ приближении источника света) будет быстрее ~~[illegible]~~ подниматься вверх, чем ее нижний край. ~~Также, [illegible]~~ (видим наглядно из первого рисунка) ~~Угол d пучка будет увеличиваться быстрее чем <B~~

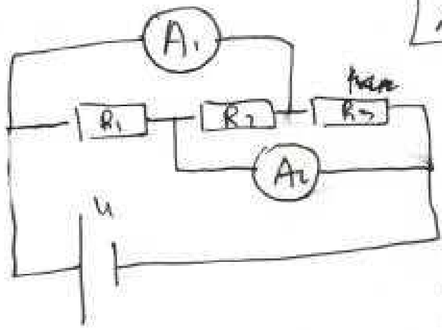


ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 8 4 9

№3 +5



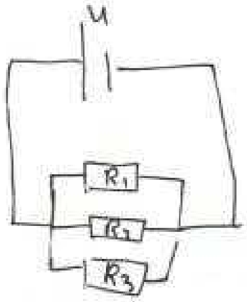
Дано: $I_3 = 1$ мА

$R_1 = 1$ кОм $R_3 = 3$ кОм

Найти: U

~~Буду~~ Решение

~~Б~~Буду считать, что амперметр имеет нулевое сопротивление, значит можно перестроить цепь исключив амперметры



$I_3 = \frac{U_3}{R_3}$ По закону Ома

$U_3 = I_3 \cdot R_3$

$U_3 = 10^{-3} \cdot 10^{3} \cdot 3 = \boxed{3В}$

~~$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{3}{10^{-3}} = 3 \cdot 10^{3}$ А $= 3$ мА~~

$U_3 = U_2 = U_1 = U$ т.к. соединение параллельно

По закону Ома для полной цепи

$\mathcal{E} = \frac{I_{общ}}{R_{общ} + \cancel{r}} \to 0$

Буду считать, что источник тока идеальный ($r = 0$)

$\mathcal{E} = U_{общ}$

$\mathcal{E} = 3В$

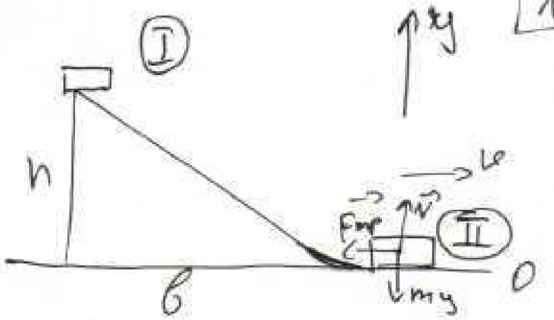
Ответ: 3В

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 3 | 2 | 8 | 4 | 9 |

№4 +5



Дано: h; b; P; μ

Найти: m

Решение:

$P = \frac{A}{\Delta t}$ $\quad A = |\vec F||\vec s|\cos\alpha$

$$P = \frac{|\vec F_{тр}|\cdot \overbrace{\frac{|\vec s|}{\Delta t}}^{=v} \cos\alpha}{}$$

α = 180°
т.к. $F_{тр}$ направлен противоположно скорости
cos α = −1

$P = v\cdot|\vec F_{тр}|\cdot(-1)$

Рассмотрю случай, когда брусок только оказался на шероховатой пл-ти

$v_1 = \frac{-P}{|\vec F_{тр}|}$

По II закону Ньютона в проекции на Ox:

$N - mg = ma \to 0$

$mg = N$

$F_{тр} = \mu N \quad F_{тр} = \mu m g$

$$\boxed{v_1 = \frac{-P}{\mu m g}}$$

Запишем ЗСИ для положения I и II:

$E_{мех\,I} = E_{мех\,II}$

$mgh = \frac{m v_1^2}{2}$

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

$m = \sqrt{\frac{P^2}{gh\cdot\mu^2\cdot g^2\cdot 2}} = - \boxed{\frac{P}{g\mu\sqrt{2hg}}}$ Ответ: $\frac{P}{g\mu\sqrt{2hg}}$ кг

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 8 4 9

№ 5 +5

Дано: $m = 0,02$ кг
$T = 1$ с $W = 4 \cdot 10^{-4}$
Найти: A

По закону гармонических колебаний:

$x = x_0 \cdot \cos \omega t$ Пусть колебания будут происходить по закону косинуса.

$\vartheta = x'(t)$

$\vartheta = \underbrace{x_0 \omega}_{\vartheta_0} \cdot (-\sin \omega t)$ $\vartheta_0 = x_0 \omega$

$W = \frac{m \vartheta_0^2}{2} = \cancel{\frac{m x_0^2 \omega^2}{2}}$

$W = \frac{m x_0^2 \omega^2}{2}$

$\omega = 2\pi \nu$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\cancel{\nu = t}$ $T = \frac{1}{\nu}$ $\nu = \frac{1}{T}$

$\omega = \frac{2\pi}{1} = \cancel{2\pi 1}$

$\omega = 2\pi$

$x_0 = \sqrt{\frac{W \cdot 2}{m \cdot \omega^2}}$

$\pi \approx 3,14$

$x_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-4} \cdot 2}{\underset{0,01}{\cancel{0,02}} \cdot 4 \cdot \pi^2}}$ $x_0 \sqrt{\frac{10^{-2}}{\pi^2}}$

$\cancel{x_0 = \sqrt{\ldots}}$

$x_0 \approx 0,032$ м $A = x_0$

Ответ: 0,032 м