ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 0 5 9 6

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.2019

Площадка написания МГТУ им.Н.Баумана

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

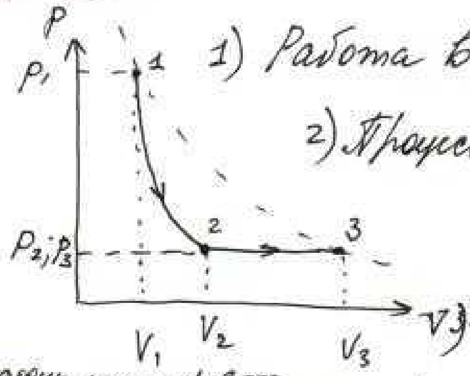
+ 5

Задача №1

Дано:

$A_{12} = 4{,}5$ кДж

$A_0 - ?$



(график процессов в PV координатах)

1) Работа в процессах 1-2 и 2-3 $- A_0 = A_{12} + A_{23}$

2) Процесс 2-3 изобарный, $\Rightarrow A_{23} = p\Delta V =$

$= p_3 V_3 - p_2 V_2$

3) Т.к точки 1 и 3 лежат на изотерме, т.е

$T_1 = T_3$

$\Downarrow$

$p_1 V_1 = p_3 V_3$ (из ур. Менд.-Клапейрона $pV = \nu RT$)

$\Downarrow$

$A_{23} = p_1 V_1 - p_2 V_2$

4) Рассмотрим процесс 1-2 (адиабатический)

$$\begin{cases} A_{12} = -\Delta U_{12} = -\frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R T_1 - \frac{3}{2}\nu R T_2 \\ pV = \nu RT \end{cases}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_2 V_2 = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_2 V_2)$$

5) Объединяя уравнения с A_{23} и A_{12} получим:

$$\begin{cases} A_{12} = \frac{3}{2}(p_1 V_1 - p_2 V_2) \\ A_{23} = p_1 V_1 - p_2 V_2 \end{cases}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} A_{23}$$

$$A_{23} = \frac{2}{3} A_{12}$$

6) Подставим в исходное ур-е, получим:

$$A_0 = A_{12} + A_{23} = A_{12} + \frac{2}{3} A_{12} = \frac{5}{3} A_{12}.$$

N1 (продолжение)

$A_0 = \frac{5}{3} \cdot 4,5 = 7,5$

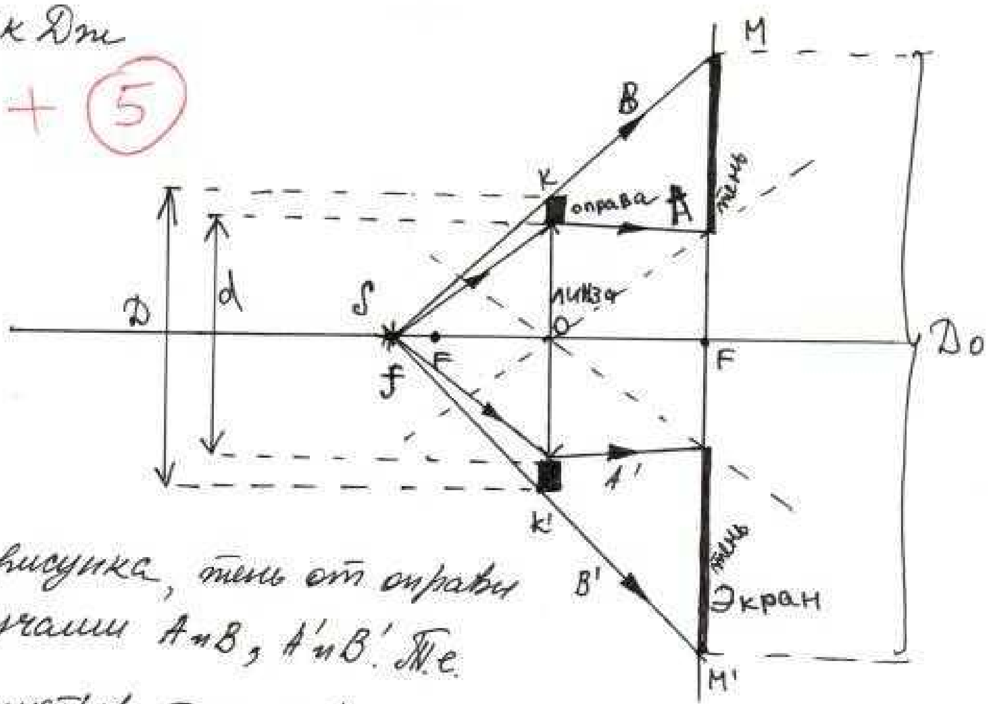
$[A_0] = [кДж]$

Ответ: 7,5 кДж

Задача N2 + 5

Дано:
$F; d; D; f$

D_0 - ?



Как видно из рисунка, тень от оправы ограничивается лучами A и B, A' и B'. Т.е. наибольший из диаметров тени ограничивается лучами B и B', проходящими шире оправы и не проходящими через линзу.

Из геометрии рисунка можно сделать вывод, что $\triangle SMF \sim \triangle SKO$ ($KO \parallel MF$)

$\Rightarrow \frac{KO}{MF} = \frac{SO}{SF}$, т.е $\frac{D}{2} : \frac{D_0}{2} = f : (f+F)$

$$\frac{D}{D_0} = \frac{f}{f+F}$$

$$D_0 = \frac{D(f+F)}{f}$$

Ответ: $D_0 = \frac{D(f+F)}{f}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

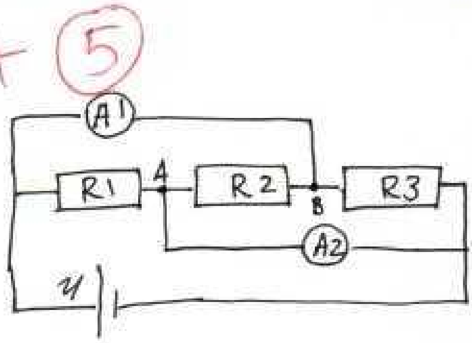
Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 4 0 5 9 6

Задача №3. + 5

Дано:
$I_3 = 1\,мА$
$R_1 = 1\,кОм$
$R_3 = 3\,кОм$

U - ?



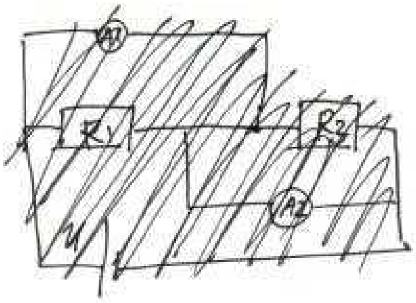
1) Т.к. $\varphi_A = \varphi_B$

то $I_{AB} = 0$

⇓

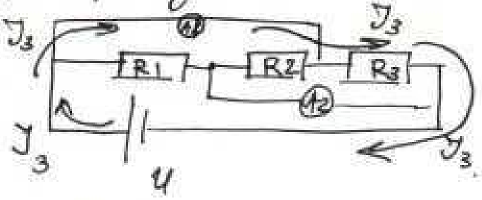
Ток через R_2 не идёт

~~Можно преобразовать схему, убрав~~ R_2.



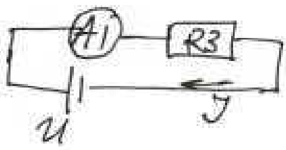
2) Возьмём направление тока по часовой стрелке за положительное, как и показано на схеме, исходя из расположения источника.

Тогда



В этом случае R_1 параллелен A1 => ток через R1 не идёт, т.к. $R_{A1} \to 0$

Тогда схема представляется в виде



, где $I = I_3$

$U = I_3 \cdot R_3$

~~[U] = кОм · кОм~~

$[U] = мА \cdot кОм = В$

$U = 1 \cdot 3 = 3$ (В)   Ответ: $U = 3$ В

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

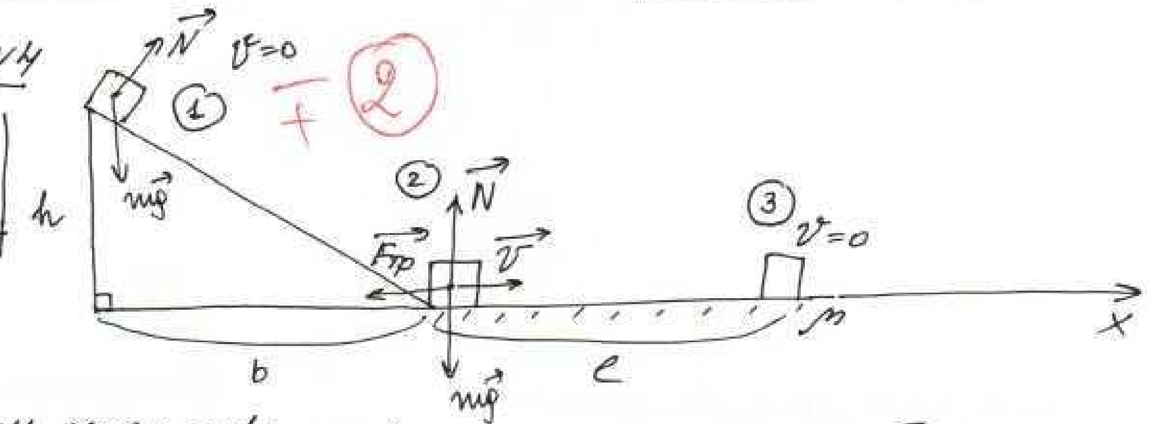
ШИФР 4 0 5 9 6

Задача №4

Дано:
$h; b; P; \mu$

$m=?$

+ 2



1) Запишем закон сохранения энергии для состояний 1 и 2:

$mgh = \frac{mv^2}{2}$, откуда $v=\sqrt{2gh}$

2) Запишем 2 закон Ньютона для сост. 2 в проекции на ось x:

$\begin{cases} F_{тр} = ma \\ N = mg \\ F_{тр} = \mu N \end{cases}$ $\mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g$

3) Запишем ур-е для скорости и перемещения на ось X:

$\begin{cases} v_k = v - a_\Delta t = 0 \\ \ell = \underset{0}{\ell_0} + v_\Delta t - \frac{a_\Delta t^2}{2} \end{cases}$ $\Rightarrow v = a t \Rightarrow \Delta t = \frac{v}{a} = \frac{v}{\mu g} = \frac{\sqrt{2gh}}{\mu g}$

$\ell = \frac{v^2}{\mu g} - \frac{\mu g \cdot v^2}{2\mu^2 g^2} = \frac{v^2}{2\mu g} \Rightarrow \ell = \frac{2gh}{2\mu g} = \frac{h}{\mu}$

4) $P_{ср} = \frac{A_{F_{тр}}}{\Delta t} = \frac{F_{тр} \cdot \ell}{\Delta t} = \frac{\mu mg \cdot h \cdot \mu g}{\sqrt{2gh} \cdot \mu} = \frac{\mu mg^2 h}{\sqrt{2gh}} = \frac{\mu mg^2 h\sqrt{2gh}}{2gh} =$

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

$P = \mu mg v = \mu mg\sqrt{2gh} \neq P_{ср}$

$[m] = \frac{Дж \cdot кг}{с \cdot Н\sqrt{\frac{м}{с^2} \cdot м}} = \frac{Дж \cdot кг \cdot с}{с \cdot Н \cdot м} = кг$

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