ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

**ШИФР** 3 3 0 8 2

Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 3.02.2019

Площадка написания МГТУ имени Н.Э. Баумана, г. Москва

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

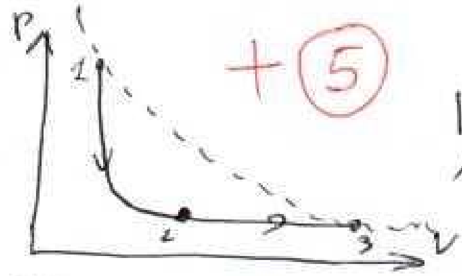
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 3 0 8 2

№1

+5



Решение:

1) 1-2: адиабата
по первому закону термодинамики: в адиабатном процессе $Q=0$

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$

$Q_{12}=0$

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

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

Дано:

$A_{12} = 4{,}5$ кДж

$T_1 = T_3$

Найти: $A_\Sigma$ - ?

2) 2-3: изобара (закон Гей-Люссака) $p=const$

$A_{23} = p\Delta V$. Из Менделеева-Клапейрона:

$p\Delta V = \nu R(T_3 - T_2)$

т.к. $T_1$ и $T_3$ лежат на одной изотерме

$T_1 = T_3$

$p\Delta V = \nu R(T_1 - T_2)$

$A_{23} = \nu R(T_1 - T_2)$ (**)

из (*):

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

подставлением в (**)

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

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

$A_\Sigma = \frac{2}{3}A_{12} + A_{12} = \frac{5}{3}A_{12}$

$A_\Sigma = \frac{5}{3} \cdot 4{,}5$ кДж $= 7{,}5$ кДж

Ответ: $A_\Sigma = 7{,}5$ кДж

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ



ШИФР 3 3 0 8 2

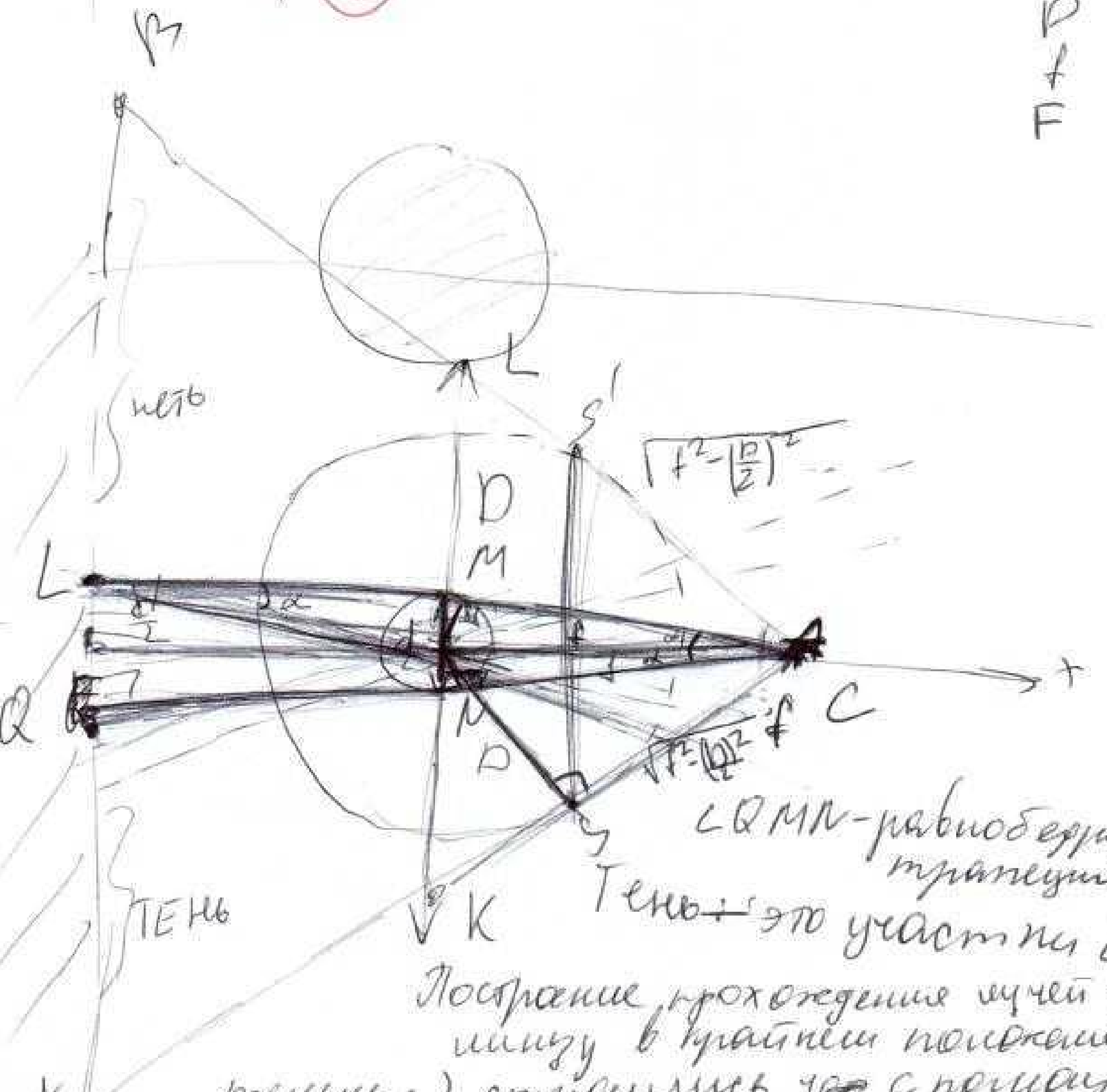
№2

+5

Дтени — ?

d
D
f
F

Решение:




▱LQMN — равнобедренная трапеция

Тень — это участки LB и RA

Построение прохождения лучей через линзу в крайнем положении (касательные) строились с помощью побочной оптической оси.

$\sin\alpha = \frac{d}{2F}$

1) Рассмотрим ~~△BC~~ △LCK и △BCA: △LCK ∼ △BCA (по I признаку)


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

Диаметр тени $= BA = \frac{(f+F)D}{f}$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 3 0 8 2

+5

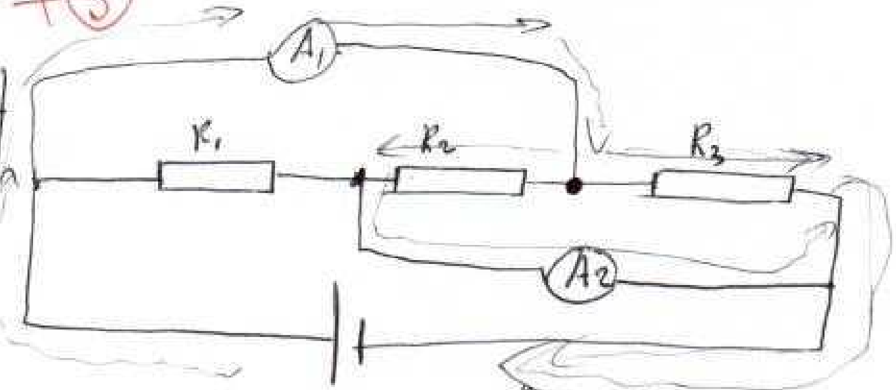
№3

$U - ?$

$I_3 = 1 мA$

$R_3 = 3 кОм$

$R_1 = 1 кОм$

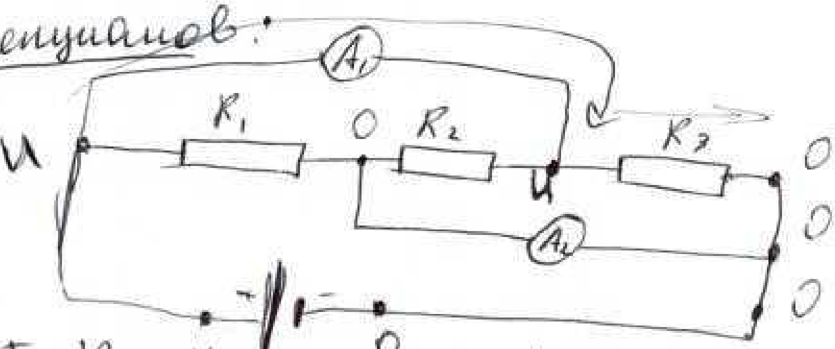




Если считать, что $A_1$ и $A_2$ – идеальные амперметры, то есть у них отсутствует сопротивление.

Значит, ток пойдёт так, как будет показано на рисунке.

Метод потенциалов:





$U - 0 = I_3 R_3$

Ток через $R_1$ и $R_2$ не потечёт

$U = I_3 R_3$

$U = 1 \cdot 10^{-3} A \cdot 3 \cdot 10^3 Ом = 3 В$

Ответ: $U = 3 В$

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР | 3 | 3 | 0 | 8 | 2 |

№4

Дано: $m - ?$

$h$

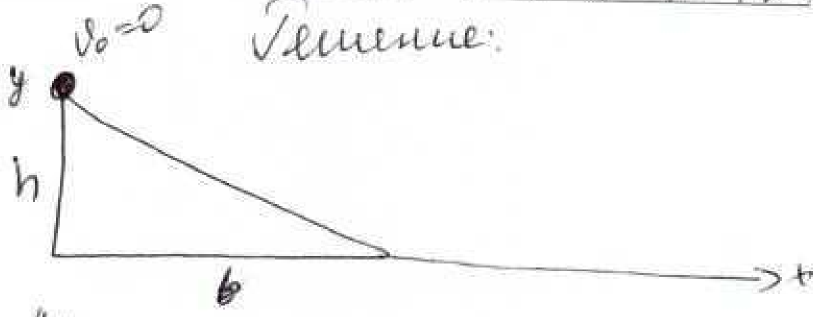
$b$

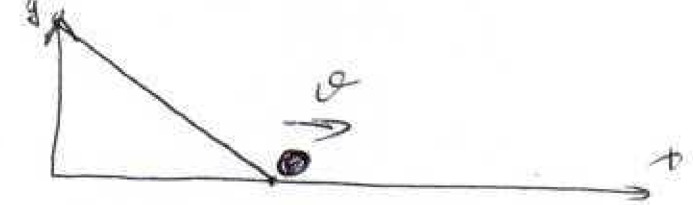
$P$

$\mu$

2

Решение:

1) 

2) 

3) 

1) По З.С.Э: $mgh = \frac{m\vartheta^2}{2}$; $\Rightarrow$ $\vartheta = \sqrt{2gh}$ – скорость (**) сразу после прохождения горки.

Трение не учит., т.к. $F_{тр} = 0$

2) По З.С.Э

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = A_{тр.} + \frac{m\vartheta_1^2}{2} \qquad P = \frac{A}{t}; \Rightarrow A_{тр} = P \cdot t$$

$$\frac{m\vartheta^2}{2} = P \cdot t + \frac{m\vartheta_1^2}{2}$$

средняя $P_{ср} \neq P = -\mu mg\vartheta_{max}$

Рассмотрим ~~момент~~ момент, когда тело остановилось: $\Rightarrow \vartheta_1 = 0$

(*) $\frac{m\vartheta^2}{2} = P \cdot t$, где $t$ – время от того, как брусок перешёл на шадную поверхность до момента его остановки.

По ~~III~~ II закону Ньютона:

$$-ma = F_{тр}$$

$$-m\frac{(\vartheta_к - \vartheta_0)}{t} = \mu N; \quad \vartheta_к = 0 \qquad N = mg$$

$$m\frac{\vartheta}{t} = \mu mg$$

$$t = \frac{\vartheta}{\mu g} \Rightarrow \text{подставим в (*)}:$$

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

$$\frac{m\vartheta}{2} = \frac{P}{\mu g}; \Rightarrow m = \frac{2P}{\vartheta\mu g}.$$

~~Пд~~ Подставим (**) в эту формулу:

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

Ответ: $m = \frac{1}{\sqrt{2gh}} \cdot \frac{2P}{g \cdot \mu}$

**ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

**ШИФР** 3 3 0 8 2

(5) $A - ?$

$m = 20$ г

$T = 1$ с

$W_{max} = 4 \cdot 10^{-4}$ Дж

Решение:

$W_{max} = \frac{m \upsilon_m^2}{2}$

если ~~$W_{max}$~~ $W$ максимальна, то и $\upsilon_{max}$ максимальна

$\upsilon_{max} = \sqrt{\frac{2 W_{max}}{m}}$

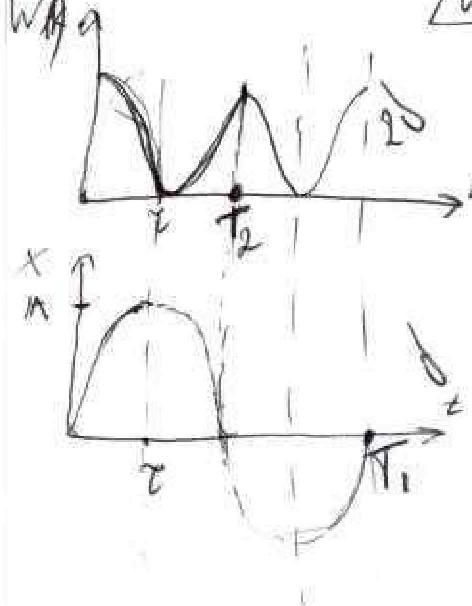
Уравнение для колеблющейся точки по закону синуса или косинуса

+5

$x = x_0 + A \cdot \sin(\omega t)$

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

$\boxed{\upsilon_{max} = A \cdot \omega}$




Энергия колеблется с частотой, которая в два раза больше частоты колебания материальной точки

Период колебаний энергии в два раза меньше, чем колебания материальной точки.
координаты

$T_к$ – период энергии

$T_{коорд}$ – период координат

~~$T_{точ}$~~ $T_{коорд} = 2T_к$

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

$A = \frac{\upsilon_{max} \cdot T_к}{\pi}$

~~$A = \frac{\sqrt{\frac{2 W_{max}}{m}}}{\pi} \cdot T_к$~~

$A = \frac{\upsilon_{max}}{\omega} = \frac{\upsilon_{max} \cdot T}{2\pi}$

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

$A = \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{0,02}}}{2 \cdot 3,14} \cdot 1 = 0,0318$ м

Ответ: $A =$ ~~1 см~~ 3,18 см

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

**ШИФР** 3 3 0 8 2

№6

$N - ?$

$B = 0{,}5$ Тл

$t = 1 \cdot 10^{-12}$ с

$e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг

+5

Решение:

т.к. движение по окружности, то возникает центростремительное ускорение.

Сила Лоренца: $F_Л = B|e| \cdot \vartheta \cdot \sin\alpha$, $\sin\alpha = \alpha(\vec{B}, \vec{\vartheta})$

$F_Л = ma_ц$

$B|e|\vartheta \cdot \sin\alpha = \frac{m\vartheta^2}{R}$  т.к. $\alpha = 90^\circ$, то $\sin\alpha = 1$

$B|e| \cdot \sin\alpha = \frac{m\vartheta}{R}$

$B|e| = \frac{m\vartheta}{R}$  $\frac{\vartheta}{R} = \frac{B|e|}{m_e}$

$\frac{R}{\vartheta} = \frac{m_e}{B|e|}$

Период движения по окружности: $T = \frac{2\pi R}{\vartheta}$

$T = \frac{2\pi \cdot m_e}{B|e|} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}}{0{,}5 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 71{,}435 \cdot 10^{-12}$ с

~~$N = \frac{t}{T} = \frac{t \cdot B|e|}{2\pi \cdot m_e}$~~

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

~~$= \frac{0{,}5 \cdot 1{,}6}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 9{,}1} =$~~

За время $t$ электрон не сделает ни одного полного оборота, потому что период больше, чем заданное время

$N = \frac{t}{T} = \frac{10^{-12}}{71{,}435 \cdot 10^{-12}} = 0{,}0139$ от полного круга.

Ответ: ~~0 обо~~ электрон ~~сделает~~ пролетел 0,0139 часть от полного оборота.

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

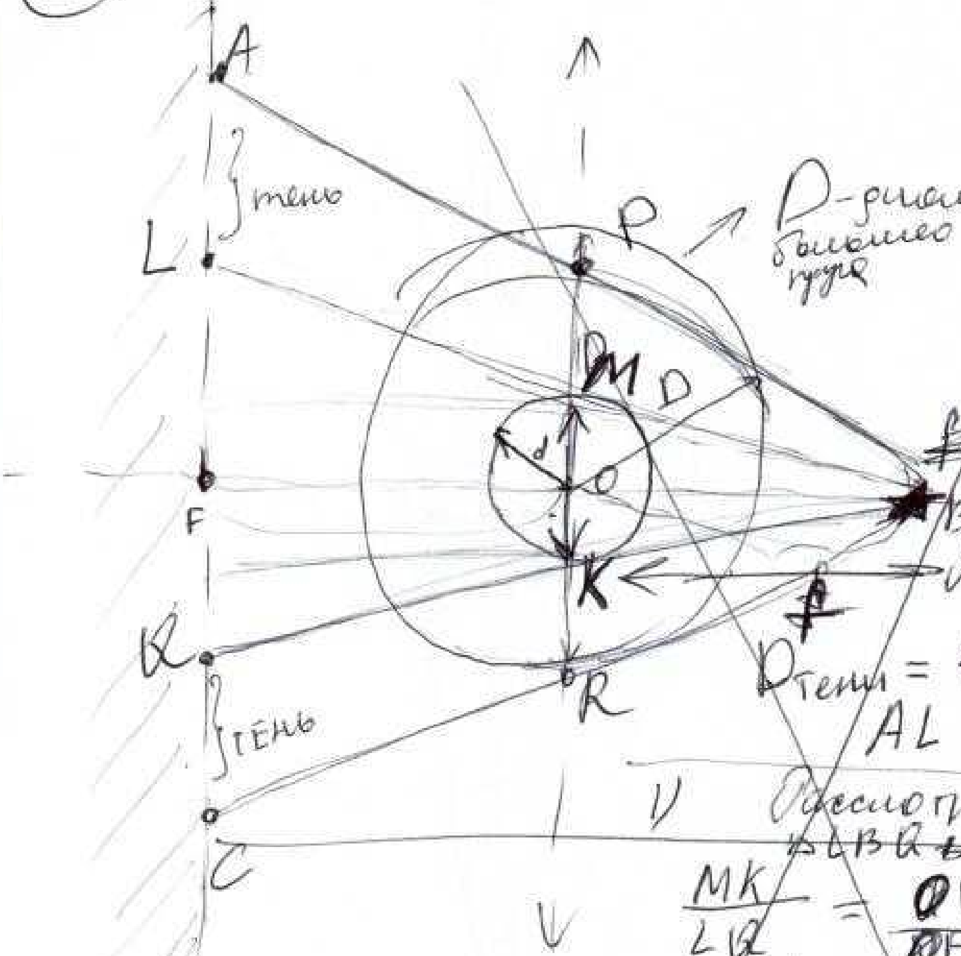
ШИФР 3 3 0 8 2

№2

Дано:
F
d
D
f

Найти: $D_{тени}$ - ?

Наблюдаемое явление: дифракция света.




Решение:

$D_{тени} = AC$, т.к. AL и QC - тень

1) Рассмотрим △LBQ и △MKB
△LBQ ~ △MKB (по I признаку)

$\frac{MK}{LQ} = \frac{OB}{OF}$

$\frac{d}{LQ} = \frac{f}{f+F}$ ; => $LQ = \frac{d(F+f)}{f}$

та часть, где тени нет

2) Рассмотрим △PBR и △ABC:
△PBR ~ △ABC (по I признаку)

$\frac{D}{AC} = \frac{f}{f+F}$ ; => $AC = \frac{D(f+F)}{f}$.

вся отраженная часть от предмета на экране

Диаметр тени = AC - LQ

Диаметр тени = $\frac{D(f+F)}{f} - \frac{d(F+f)}{f}$

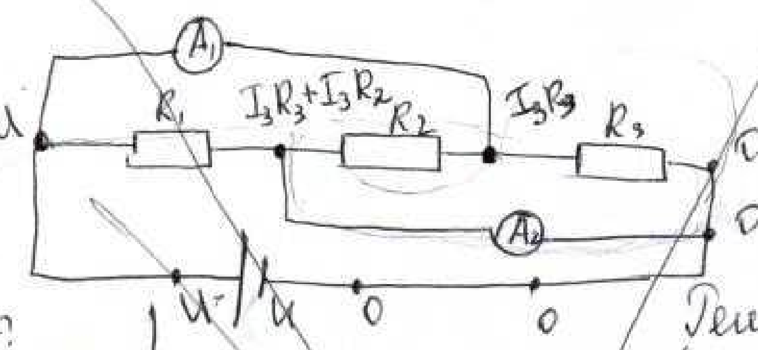
см. др. лист

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 3 0 8 2

(3)




$U$ – ?

$I_3 = 1 mA$

$R_1 = 1 kOm$

$R_3 = 3 kOm$

Решение:

$U = U_1 + U_2 + U_3$ (т.к. соединение последовательно)

Метод потенциалов:

$U - (I_3R_3 + I_3R_2) = I_3R_1$

$U = I_3R_1 + I_3R_2 + I_3R_3$

$U = I_3(R_1 + R_2 + R_3)$

г) Задача: найти $R_2$ – ?

Ток на всех участках = const, т.к. соединение последовательно.

а) Пусть


Пусть напряжение на участке АБ $= U_2^*$

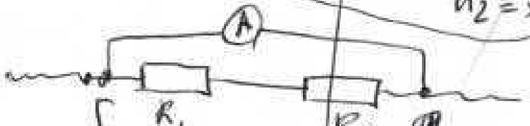
$U_2^* = U_2 + U_3$

$U_2^* = I_3R_2 + I_3R_3$

$U_3 + x = I_3R_2 + I_3R_3$ (*)

Пусть напряжение на резисторе $R_2$ $U_2 = x$

б)




Пусть напряжение на участке Гд $= U_1^*$

$U_1^* = U_2 + U_1$

$U_1^* = I_3R_2 + I_3R_1$ (**)

Объединим (**) и (*)

$$\begin{cases} U_1 + x = I_3R_2 + I_3R_1 \\ U_3 + x = I_3R_2 + I_3R_3 \\ U_1 - U_3 = \end{cases}$$

> см. другой лист