

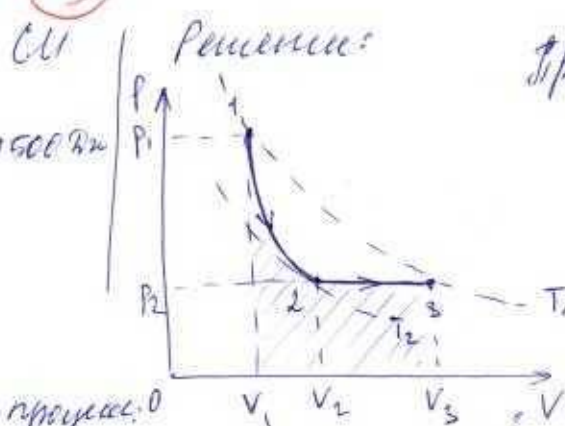
Класс 11 Вариант 1 Дата Олимпиады 03.02.2019.

Площадка написания МГТУ им. БАУМАНА

Задача	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	1	5	5	26	двадцать шесть	<i>fdf</i>

① + (1,0) (5)

Дано:  
 $T_1 = T_3$   
 $A_{12} = 4,5 \text{ кДж}$   
 $A = ?$



При ~~равновесии~~ квазистатическом процессе  $A_{12} = 0$   
 по I з-му термодинамики:  
 $A_{12}^0 = A_{12} + \Delta U_{12}$   
 $A_{12} = -\Delta U_{12} = -\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$   
 $= \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2)$

В изобарном процессе:

$$A_{23} = P_2(V_3 - V_2) = P_2 V_3 - P_2 V_2$$

Ур-ние Менделеева-Клапейрона для состояний 2, 3:

$$P_2 V_2 = \nu R T_2; \quad P_2 V_3 = \nu R T_3, \quad \text{где } T_3 = T_1 \text{ по условию} \Rightarrow$$

$$P_2 V_3 = \nu R T_1, \quad \text{тогда}$$

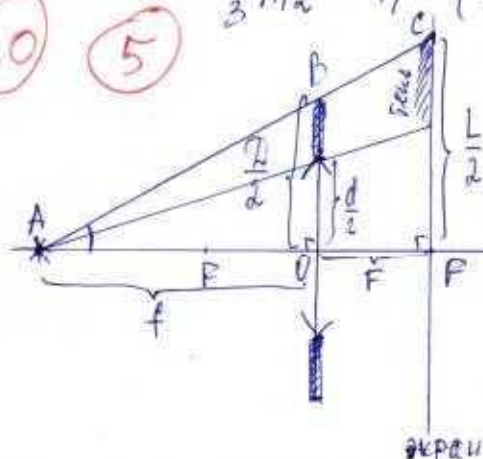
$$A_{23} = \nu R T_1 - \nu R T_2 = \nu R (T_1 - T_2)$$

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

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} + \frac{2}{3} A_{12} = \frac{5}{3} A_{12} = \frac{5}{3} \cdot 4500 = 7500 \text{ (Дж)} = 7,5 \text{ (кДж)}$$

Ответ:  $A = \frac{5}{3} A_{12} = 7,5 \text{ (кДж)}$ .

② + (1,0) (5)  
 Дано:  
 $F, d, R, f$   
 $L = ?$   
 наиб. масштаб  
 тени



$\Delta AOB$  и  $\Delta APC$  по двум углам  $\Rightarrow$

$$\frac{AO}{AO+OP} = \frac{OB}{FC}; \quad \frac{f}{f+F} = \frac{d}{L}$$

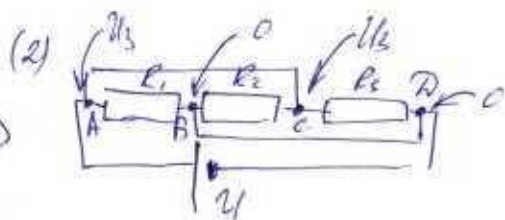
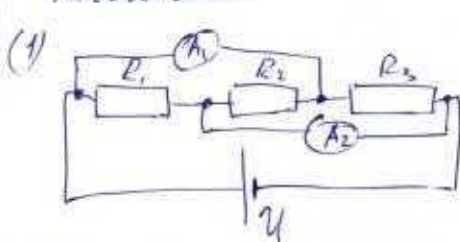
$$L = \frac{d(f+F)}{f}$$

Ответ:  $L = \frac{d(f+F)}{f}$ .

3 + 5

Дано:	СИ
$I_3 = 1 \text{ мА}$	$10^{-3} \text{ А}$
$R_1 = 1 \text{ кОм}$	$10^3 \text{ Ом}$
$R_3 = 3 \text{ кОм}$	$3 \cdot 10^3 \text{ Ом}$
$U = ?$	

Решение:



Т.к. амперметры можно считать идеальными, то  $R_A \rightarrow 0 \Rightarrow$  схема (1) эквивалентна схеме (2). По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе 3:

$U_3 = I_3 R_3$

С помощью метода потенциалов:

Выберем  $\varphi_A = 0$ , тогда  $\varphi_C = \varphi_A + U_3 = 0 + U_3 = U_3$

$\varphi_A = \varphi_C = U_3$  } т.к. сопротивления амперметров и проводов  
 $\varphi_A = \varphi_B = 0$  } стремимся к нулю

$\varphi_A = \varphi_B + U \Rightarrow U = \varphi_A - \varphi_B = U_3 - 0 = U_3 = I_3 R_3$

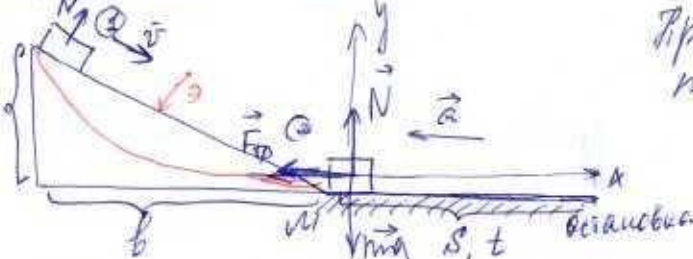
$U = 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 3 \text{ (В)}$

Ответ:  $U = I_3 R_3 = 3 \text{ (В)}$

4

Дано:	
$h, v, P, M$	
$m = ?$	

Решение:



Рассмотрим блок поком. При переходе из ~~состояния~~ в поком.  $\vec{N} \perp \vec{v}$  сила  $A_{N \cdot \vec{v}} = 0$ , т.к.  $\vec{N} \perp \vec{v}$ .

Можно записать закон сохранения мех. энергии вл поком.  $\vec{v}$ .

$mgh = \frac{mv^2}{2}; gh = \frac{v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh; v = \sqrt{2gh}$

Второй закон Ньютона для поком.  $\vec{a}$ :  $\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$

$Oy: N = mg$

$Ox: -ma = -F_{тр}; ma = F_{тр}$

Решение неверное

$F_{тр} \text{ эквал.} = F_{тр} = \mu N = \mu mg = const \Rightarrow$  блок движется равнозамедленно

$ma = \mu mg; a = \mu g$

Из кинематики:  $s = \frac{v^2}{2a} = \frac{2gh}{2\mu g} = \frac{h}{\mu}$

- путь, пройденный по горизонтальной поверхности

т.к. в момент остановки  $v_k = 0$ , то  
 $0 = v - at$ ;  $v = at$ ;  $t = \frac{v}{a} = \frac{\sqrt{2gh}}{\mu g}$

По определению импульса:

$$P = \frac{A_{пр}}{t} = \frac{F_{пр} v_{ср}}{t}, \text{ где } \alpha = (F_{пр}; \vec{v}) = 0; \cos \alpha = 1$$

$$P = \frac{\mu m g s}{t} = \frac{\mu m g \cdot \frac{h}{\mu}}{\frac{\sqrt{2gh}}{\mu g}} = \frac{m g h \cdot \mu g}{\sqrt{2gh}} = \mu m \sqrt{\frac{g^3 h}{2}} = \mu m \sqrt{\frac{g^3 h}{2}}$$

$$m = \frac{P}{\mu} \sqrt{\frac{2}{g^3 h}}$$

Ответ:  $m = \frac{P}{\mu} \sqrt{\frac{2}{g^3 h}}$

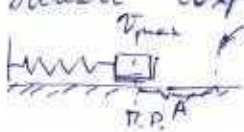
⑥  
 Дано:  
 $m = 20 \text{ г}$   
 $T = 1 \text{ с}$   
 $W = 4 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$   
 $A = ?$

+ 5  
 Решим:  
 Предположим, что речь идет о пружинной массине (для удобства вычисления амплитудой)

Период колебаний:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ , где  $k$  - коэффициент упругости пружины

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

Закон сохранения энергии при гармонич. колебаниях:  $W = W_{пр}$ , где  $W_{пр}$  - потенциальная энергия пружины, равная

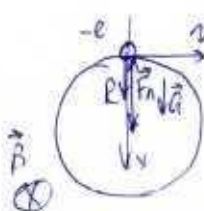


$$W_{пр} = \frac{kA^2}{2}$$

$$W = \frac{kA^2}{2}; W = \frac{4\pi^2 m A^2}{2T^2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2T^2 W}{4\pi^2 m}} = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{2W}{m}} = \frac{1}{2 \cdot 3.14} \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-2}}}$$

$$\text{Ответ: } A = \frac{T}{2\pi} \sqrt{\frac{2W}{m}} \approx 3,18 \text{ (см)} = 0,0318 \text{ (м)} = 3,18 \text{ (мм)}$$

⑦  
 Дано:  
 $B = 0,5 \text{ Тл}$   
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$   
 $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$   
 $t = 10^{-12} \text{ с}$   
 $N = ?$



При движении в однородном магнитном поле на заряды действуют силы Лоренца, электроны в результате их бес этого движутся по окружности радиуса  $R$  со скоростью  $v$ , угловой скоростью  $\omega$ .

$$F_L = Bv e \sin \alpha, \text{ где } \alpha = (B; \vec{v}) = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$$

По второму закону Ньютона:  $\vec{F}_L = m\vec{a}$ ,  $\omega R = v$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Использовать только эту сторону листа,  
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

3	8	5	2	6
---	---	---	---	---

Центросимметрическое ускорение равно:  $a = \frac{v^2}{R}$ , тогда  
 $F_{\text{ц.с.}} = m \frac{v^2}{R}$ ; при  $\omega$ -шии по окружности:  $v = \omega R$

$$F_{\text{ц.с.}} = m \frac{\omega^2 R}{R}; F_{\text{ц.с.}} = m \omega^2 R \Rightarrow \omega = \frac{F_{\text{ц.с.}}}{m R}$$

Период вращения:  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{F_{\text{ц.с.}}}$

По условию за время  $t$  электроны совершат  $N$  оборотов  $\Rightarrow$

$$t = NT \Rightarrow N = \frac{t}{T} = \frac{t F_{\text{ц.с.}}}{2\pi m} = \frac{10^{-12} \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = \frac{0,5 \cdot 1,6}{2 \cdot 3,14 \cdot 9,1} \approx 0,014 \text{ (обороты)}$$

Ответ:  $N = \frac{t F_{\text{ц.с.}}}{2\pi m} \approx 0,014 \text{ (обороты)}$