

Шифр \_\_\_\_\_  
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физике  
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Спиранга Екатерина  
Константиновна

Город, № школы (образовательного учреждения) Ташкент,

школа 5103, НКМ

Регистрационный номер 4336

Вариант задания 2, 11, 6

Дата проведения «04» марта 2020г.

Подпись участника Е. Спиранга

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\Sigma$
10	10	14	11	14	18	20				97

Шифр \_\_\_\_\_  
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

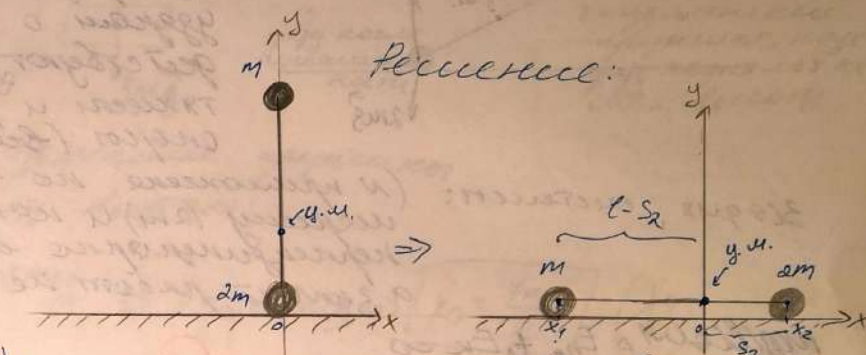
Условие:

$l, m$

$v, m$

$v_1, S_2$ ?

Решение:



1) По условию на шарик не действуют внешние силы  $\Rightarrow$  центр масс шарика по горизонтали не сдвинется  $\Rightarrow$  перемещение шарика  $(2m)$  равно расстоянию от  $(2m)$  до  $cg$  шарика  $m$

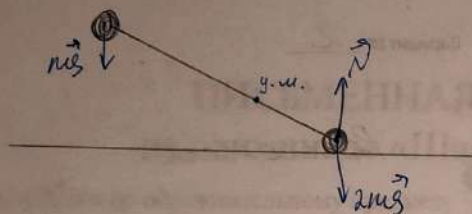
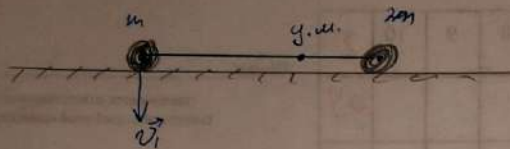
$cg$  шарика находится по формуле:  $x_1 = -(l - S_2)$  т.е. отрицательная координата

$x_2 = S_2$   
 $x_{y.ш} = \frac{x_1 \cdot m + x_2 \cdot 2m}{m + 2m} = \frac{-(l - S_2)m + 2mS_2}{m + 2m} = 0$  (т.е. координата  $y.ш$  не меняется)

$-lm + 3mS_2 = 0 \Rightarrow S_2 = \frac{l}{3}$

2) В процессе падения шарик  $2m$  движется влево, как только шарик  $m$  упадет на шарик  $2m$  станет равной 0 (но вертикальная скорость быть не может, а если по горизонтали была бы скорость, то система имела бы смещение вправо, что противоречит пункту 1)  $\Rightarrow v_2$  (скорость шарика  $2m$ ) равна 0.





$v_1$  - скорость шарика,  
( $m$ ) - направление  
перпендикулярно  
поверхности (всему)  
т.к. поверхность не  
деформируется)

ке системе в процессе  
наведения (соответственно  
непосредственно через  
ударом о пол)  
действуют силы  
тяжести и реакции  
опоры (всех сил)

ЗСЭГМ системы: (и приложим по второму  
закону (2m) и направлению  
перпендикулярно по д.в.-ю,  
а значит работ не совершается)

$\Delta E_{\text{п}} + \Delta E_{\text{к}} = 0$   
потенциальная кин.  
энергия

$\Delta E_{\text{п}} = -mg\Delta$

$\Delta E_{\text{к}} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_{y.м}^2}{2} + \frac{2mv_2^2}{2}$  по теореме Кеннеди  
кин. энергия складывается  
из кин. энергии ч.м. и  
кин. энергии всех точек  
движущихся относительно  
него)

$v_{1отн} = v_1 - v_{y.м.}$

$v_{2отн} = -v_{y.м.}$

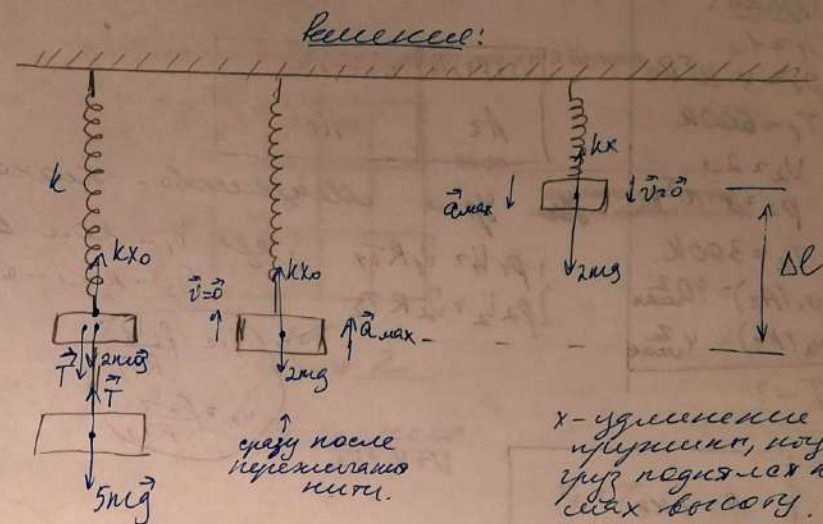
т.к. в момент наведения  $v_2 > 0$ , то (2m) явл. мгновенно  
преградой сразу  $\Rightarrow v_1 = 3v_{y.м.} \Rightarrow v_{y.м.} = \frac{1}{3}v_1$

$mg\Delta = \frac{m(v_1 - \frac{1}{3}v_1)^2}{2} + \frac{3m(\frac{1}{3}v_1)^2}{2} + \frac{2m(\frac{1}{3}v_1)^2}{2}$

$mg\Delta = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2g\Delta}$

Ответ:  $\Delta z = \frac{L}{3}$ ;  $v_1 = \sqrt{2g\Delta}$

52  
Дано:  
2m, 5m, k,  
 $\Delta l$  - ?



x - удлинение  
пружинки, после  
ухода подвеса к  
столу высоту.

1)  $x_0$  - как. удлинение пружинки  
по 3-му закону Ньютона:

$kx_0 = T + 2mg \Rightarrow kx_0 = 7mg \Rightarrow x_0 = \frac{7mg}{k}$   
 $T = 5mg$

2) сразу после пережатия нити груз будет  
совершать гармонические колебания, не  
пружинке

Сразу после пережатия нити ускорение  
максимально, а скорость груза равна 0.

Когда груз достигнет не максимальную  
высотину отойдет. как. положение его  
скорость опять будет = 0.

По ЗСЭ:  $\frac{kx_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + 2mg\Delta l$ ;  $x = x_0 - \Delta l$   
потенциальная кин. энергия груза

$\frac{kx_0^2}{2} - \frac{k(x_0 - \Delta l)^2}{2} = 2mg\Delta l$

$\frac{k}{2}(x_0 - x_0 - \Delta l)(x_0 + (x_0 - \Delta l)) = 2mg\Delta l$

$\frac{k}{2}\Delta l(2x_0 - \Delta l) = 2mg\Delta l \Rightarrow 2 \cdot \frac{7mg}{k} - \Delta l = \frac{4mg}{k} \Rightarrow \Delta l = \frac{10mg}{k}$

Ответ:  $\Delta l = \frac{10mg}{k}$



Дано:  
 $V_1 = 1 \text{ м}^3$   
 $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$   
 $T_1 = 600 \text{ К}$   
 $V_2 = 2 \text{ м}^3$   
 $p_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$   
 $T_2 = 300 \text{ К}$   
 $\mu_1(\text{Ar}) = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$   
 $\mu_2(\text{He}) = 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$   
 $T = ?$

$V_1; p_1; T_1$	$V_2; p_2; T_2$
Ar	He

По уравнению Менделеева-Клапейрона в нач. сост.  
 $p_1 V_1 = \nu_1 R T_1$ , где  $\nu_1$  - кол-во Ar  
 $p_2 V_2 = \nu_2 R T_2$ , где  $\nu_2$  - кол-во He

$$\nu_1 = \frac{p_1 V_1}{R T_1}$$

$$\nu_2 = \frac{p_2 V_2}{R T_2}$$

Ar + He
$p; (V_1 + V_2); T$

$$V = V_1 + V_2$$

По 3-му закону термодинамики энергия газа сохраняется  
 $U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$   
 (т.к. Ar и He одноатомные газы)

$$\frac{3}{2} \nu_1 R T_1 + \frac{3}{2} \nu_2 R T_2 = \frac{3}{2} \nu_1 R T + \frac{3}{2} \nu_2 R T$$

$$\frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{3}{2} p_2 V_2 = \frac{3}{2} R T (\nu_1 + \nu_2)$$

$$\frac{3}{2} (p_1 V_1 + p_2 V_2) = \frac{3}{2} R T \left( \frac{p_1 V_1}{R T_1} + \frac{p_2 V_2}{R T_2} \right)$$

$$T = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{\frac{p_1 V_1}{T_1} + \frac{p_2 V_2}{T_2}} = \frac{10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 4 \cdot 10^5 \text{ Па} + 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 8 \cdot 10^5 \text{ Па}}{\frac{10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 4 \cdot 10^5 \text{ Па}}{600 \text{ К}} + \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^5 \text{ Па}}{300 \text{ К}}} \approx 333,3 \text{ К}$$

Ответ:  $T = 333,3 \text{ К}$

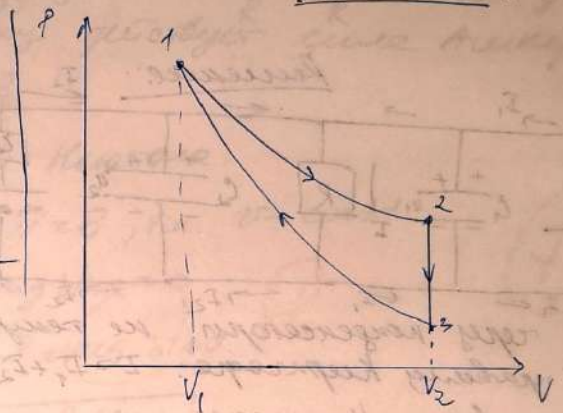
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Шифр \_\_\_\_\_  
 (заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2

54  
 Дано:  
 $V = 2 \text{ моль}$   
 $\eta = 0,17$   
 $\Delta T = 300 \text{ К}$   
 $A_{4-2} = ?$

Решение:



$$T_1 = T_2$$

$$V_2 = V_3$$

$$Q_{3-1} = 0$$

$$2-3: \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$$

$$p_3 < p_2 \Rightarrow T_3 < T_2$$

$\eta = \frac{A}{Q^+}$ , где  $A$  - работа за цикл.  
 $Q^+$  - кол-во подв. тепла.

Решим по 1-му закону термодинамики:

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}$$

$0, \text{ т.к. } T_2 = \text{const}$

$$Q_{1-2} = A_{1-2} > 0$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) < 0$$

$0, \text{ т.к. } V_{23} = \text{const}$

$$Q_{3-1} = 0$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = 0$$

$$A_{3-1} = -\Delta U_{3-1} = -\frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1)$$

$$Q^+ = Q_{1-2}$$



$$\gamma = \frac{A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1}}{S_{1-2}} = \frac{A_{1-2} + \frac{3DR(T_3 - T_1)}{A_{1-2}}}{A_{1-2}} = 1 - \frac{3\Delta T DR}{A_{1-2}}$$

Величина  $\Delta T = T_{max} - T_{min} = T_1 - T_3$

$$A_{1-2} = \frac{3DR\Delta T}{2(1-\gamma)}$$

$$A_{1-2} = \frac{3 \cdot 2 \text{ мм} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{1 - 0,17} \approx 18000 \text{ Дж} = 18 \text{ кДж}$$

Ответ:  $A_{1-2} = 18 \text{ кДж}$

У5

Дано:

$$E_1 = 6 \text{ В}$$

$$E_2 = 5 \text{ В}$$

$$\gamma_1 = 1 \text{ Ом}$$

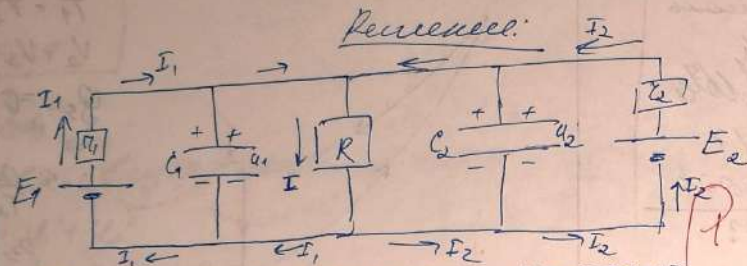
$$\gamma_2 = 2 \text{ Ом}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$C_1 = 5 \text{ мкФ}$$

$$C_2 = 2 \text{ мкФ}$$

$$Q_2 = ?$$



Ток через конденсаторы не течет

По I правилу Кирхгофа:  $I = I_1 + I_2$

По II правилу Кирхгофа:

$$E_1 - E_2 = I_1 \gamma_1 - I_2 \gamma_2$$

$$E_1 = I_1 \gamma_1 + IR$$

$$U_2 = IR$$

$$\begin{cases} E_1 - E_2 = I_1 \gamma_1 - \gamma_2 (I - I_1) \\ E_1 - I_1 \gamma_1 = IR \\ U_2 = IR \end{cases} \Rightarrow I_1 = \frac{E_1 - E_2 + I \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2}$$

$$\begin{cases} E_1 - I_1 \gamma_1 = IR \\ U_2 = IR \end{cases} \Rightarrow E_1 - \left( \frac{E_1 - E_2 + I \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2} \gamma_1 + \frac{I \gamma_2 \gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2} \right) = IR$$

$$\begin{cases} \frac{E_1 \gamma_1 + E_1 \gamma_2 - E_1 \gamma_1 + E_2 \gamma_1}{\gamma_1 + \gamma_2} = I \left( R + \frac{\gamma_1 \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2} \right) \\ U_2 = IR \end{cases} \Rightarrow I = \frac{E_1 \gamma_2 + E_2 \gamma_1}{R(\gamma_1 + \gamma_2) + \gamma_1 \gamma_2}$$

$$Q_2 = C_2 U_2 = \frac{E_1 \gamma_2 + E_2 \gamma_1}{R(\gamma_1 + \gamma_2) + \gamma_1 \gamma_2} R C_2 = 10,625 \text{ мкКл}$$

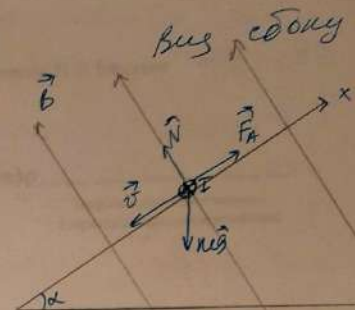
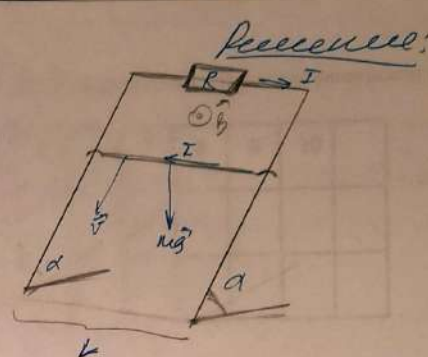
Ответ:  $Q_2 = 10,625 \text{ мкКл}$

У6

Дано:

$$m, \alpha, v, R, L$$

$$B = ?$$



Векторные др. перпендикулярны, значит возникает ЭДС индукции  $\mathcal{E} = BvL \Rightarrow$  через перемычку течет ток. ток  $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BvL}{R} \Rightarrow$  на движущуюся перемычку действует сила Ампера  $F_A = BIL$

$$F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

По II 3-му Кюри:

$$mg + F_A + N = 0, \text{ т.к. } v = \text{const}$$

$$Ox: F_A - mg \sin \alpha = 0$$

$$\frac{B^2 L^2 v}{R} = mg \sin \alpha$$

$$B = \sqrt{\frac{mgR \sin \alpha}{L^2 v}}$$

$$\text{Ответ: } B = \sqrt{\frac{mgR \sin \alpha}{L^2 v}}$$



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						20			

Шифр \_\_\_\_\_

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 1.6

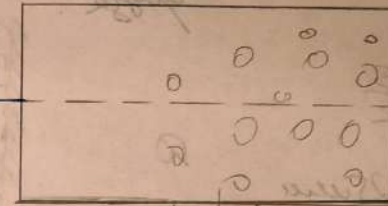
Дано:

$$v_0 = 3 \frac{м}{с}$$

$$k = 0,8$$

$$S = 20 \text{ мм}$$

$\vec{v}_0$



1) Пусть  $m$  - масса ударной части мачотки.

$v_0$  - см. мачотки до удара.

$v$  - см. мачотки после удара.

$$\frac{v}{v_0} = k = 0,8 \Rightarrow v = 0,8 v_0 = 2,4 \frac{м}{с}$$

Сразу после отскока ударной части мачотки движется вправо, пока не встретится с дробью.

Скорость дроби внутри мачотки такой же осталась  $v_0$ , как до удара. Значит линейные дроби внутри мачотки должны погасить линейные ударной части мачотки после отскока.

По ЗИМ:  $M\vec{v} + m\vec{v}_0 = 0$   $m$  - масса дроби

$$Mv - mv_0 = 0$$

$$Mv = mv_0$$

$$\frac{M}{m} = \frac{v_0}{v} = k \Rightarrow M = \frac{m}{k} = \frac{m}{0,8}$$

Значит масса мачотки должна быть в 0,8 раз меньше массы дроби внутри него



т.е. масса ударной части мачетки 0,25  
 раз больше массы груза

2) После отскока мачетки, ее ударная  
 часть будет двигаться с постоянной скоростью  
 $v$ , пока груз внутри мачетки не достигнет  
 ее левой стенки внутри  
 Геометрич. величине отскока  $S$

$$\frac{S}{v} = \frac{L}{v_0}, \text{ где } L - \text{длина свободного пробега груза}$$

$$L = S \frac{v_0}{v} = \frac{S}{k}$$

$$L \leq \frac{20 \text{ мм}}{0,8} \approx 25 \text{ мм}$$

Длина свободного пробега  
 не больше 25 мм.

$L$ -длина мачетки

$$L \approx S + L \approx 45 \text{ мм}$$

Ответ: масса ударной части мачетки в  
 1,25 раз больше массы груза

длина свободного пробега груза не больше  
 25 мм

груз внутри ударной части мачетки  
 относительно заднего торца пройдет расстояние  
 45 мм

