Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2020

Класс 11

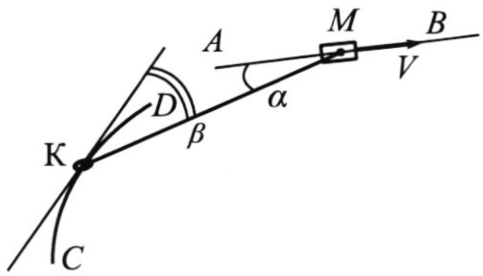
Вариант 11-04

Шифр В.52

(заполняется секретарём)

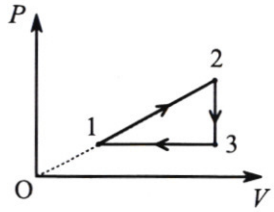
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha (\cos\alpha = 4/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta (\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.



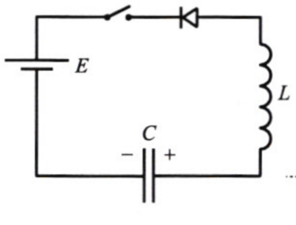
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

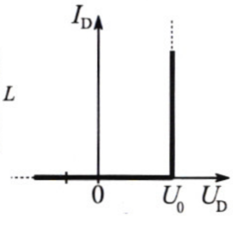
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma = \dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

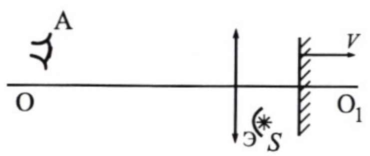
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 9$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.





1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

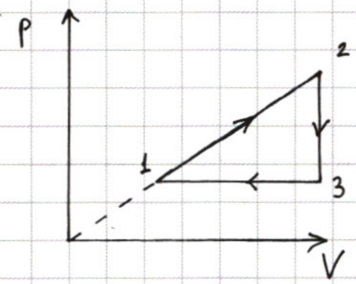
5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F, плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ от линзы.



1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.



1) Процесс 1-2:

По закону Менделеева-Клапейрона

$pV = \nu RT$

Т.к. $p_2 > p_1$, $V_2 > V_1$, то в процессе 1-2 температура повышается.

Процесс 2-3: $pV = \nu RT$, $V = const$, p уменьшается, значит, T понижается.

По I началу термодинамики $Q = A' + \Delta U$, где A' - работа газа, ΔU - изменение внутренней энергии.

$A'_{2-3} = 0$, т.к. $V = const$. $\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{2-3} =$

$Q_{2-3} = \Delta U_{2-3}$, $Q_{2-3} = c_{2-3}\nu\Delta T_{2-3}$

$c_{2-3}\nu\Delta T_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{2-3}$

$C_{2-3} = \frac{3}{2}R$

Процесс 3-1: $pV = \nu RT$, $p = const$, V уменьшается, значит, T понижается.

$$Q_{3-1} = A'_{3-1} + \Delta U_{3-1} = p_1\Delta V_{3-1} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{3-1} = (p_1V_1 - p_1V_3) + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{3-1} =$$

$$= (\nu RT_1 - \nu RT_3) + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{3-1} = \nu R\Delta T_{3-1} + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{3-1} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{3-1}$$

$$Q_{3-1} = C_{3-1}\nu\Delta T_{3-1} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{3-1}$$

$$C_{3-1} = \frac{5}{2}R.$$

Итак, $\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3R \cdot 2}{2 \cdot 5R} = 0{,}6$.

2) $\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{1-2} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

Т. к. на участке 1-2 p линейно зависит от V, пусть $p = kV$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} k \left(V_2^2 - V_1^2\right)$$

$$A'_{1-2} = \frac{p_2+p_1}{2} \cdot (V_3 - V_1) = \frac{p_1+p_2}{2} (V_2 - V_1)$$ (как площадь под графиком $p(V)$)

$$A'_{1-2} = \frac{k(V_1+V_2)}{2} (V_2 - V_1) = \frac{k}{2} \left(V_2^2 - V_1^2\right)$$

$$\frac{\Delta U_{1-2}}{A'_{1-2}} = \frac{3k\left(V_2^2-V_1^2\right)\cdot 2}{2k\left(V_2^2-V_1^2\right)} = 3$$

3) $\eta = \frac{A_ц}{Q_н}$, где $A_ц$ - работа газа за цикл, $Q_н$ - тепло, полученное от нагревателя.

$A_ц$ можно найти как площадь, ограниченную фигурой на графике $p(V)$

$$A_ц = \frac{1}{2}(V_3 - V_1)(p_2 - p_3) = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)(p_2 - p_1) = \frac{1}{2}(V_2 - V_1)\cdot k(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}k(V_2 - V_1)^2$$

$$Q_н = Q_{1-2}$$

т. к. $A'_{1-2} > 0$, $\Delta U_{1-2} > 0$ $(Q_{1-2} > 0)$, $A_{2-3} = 0$, $\Delta U_{2-3} < 0$ $(Q_{2-3} < 0)$

$Q_{3-1} = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_{3-1} < 0$, т. к. $\Delta T_{3-1} < 0$.

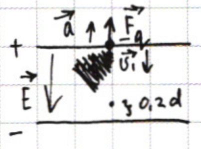
$$Q_{1-2} = A'_{1-2} + \Delta U_{1-2} = 2k\left(V_2^2 - V_1^2\right).$$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}k(V_2-V_1)^2}{2k\left(V_2^2-V_1^2\right)} = \frac{(V_2-V_1)^2}{4(V_2-V_1)(V_2+V_1)} = \frac{V_2-V_1}{4(V_2+V_1)}$$

$V_2 - V_1 \le V_1 + V_2$, значит, ~~когда~~ предельно возможное максимальное значение КПД будет, когда $V_2 - V_1 = V_1 + V_2$, $\eta = \frac{1}{4} - 25\%$

Ответ: 1) 0,6; 2) 3; 3) 25%.

№3.



1) По II закону Ньютона $F = am$

$$F = Eq = \frac{U}{d}\cdot q$$

Т.к. частица остановилась на расстоянии $0{,}2d$ от отрицательно заряженной обкладки, то от момента влета в конденсатор до остановки она прошла путь $0{,}8d$.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$0,8d = \frac{v_к^2 - v_1^2}{-2a}$, $v_к$ – конечная скорость частицы, $v_к = 0$.

$$0,8d = \frac{v_1^2}{2a}.$$

$$a = \frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$F = am$$

$$\frac{Uq}{d} = m\frac{v_1^2}{1,6d}$$

$$\gamma = \frac{|q|}{m} = \frac{\frac{v_1^2}{1,6d}d}{U} = \frac{\frac{v_1^2}{1,6}}{U} = \frac{v_1^2}{1,6U}$$

2) После того, как частица остановится, она полетит в обратную сторону.

$T = 2t$, t – время от момента попадания в конденсатор до остановки.

$$0 - v_1 = -at, \quad t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 1,6d}{v_1^2} = \frac{1,6d}{v_1}$$

$$T = 2 \cdot \frac{1,6d}{v_1} = \frac{3,2d}{v_1}.$$

3) ~~Частицу, расположенную на бесконечно большом расстоянии L от конденсатора, и конденсатор можно рассматривать как 2 заряда, расположенных на расстоянии $2L$~~

~~По II закону Ньютона~~ $ma' = \frac{kqq_2}{4L^2}$, $a' = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2L}$

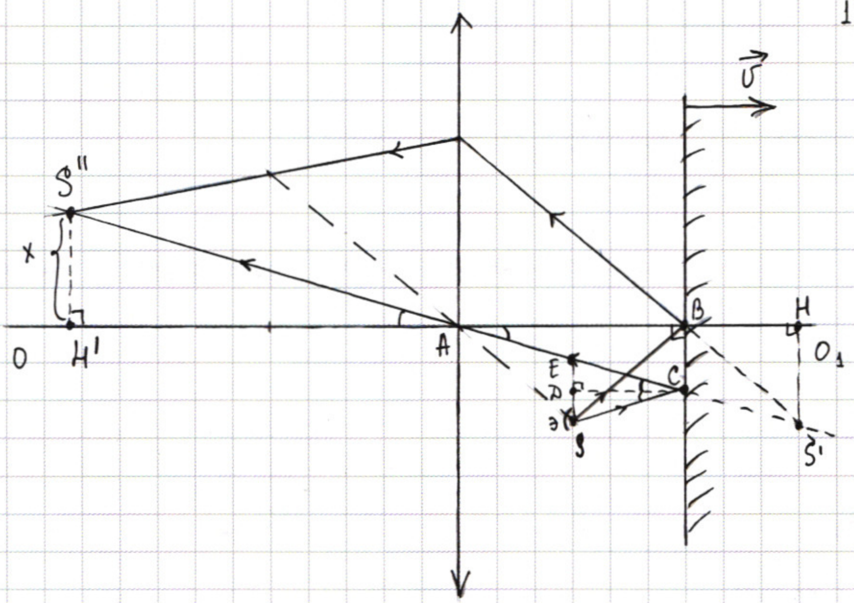
$$m\frac{v_1^2 - v_0^2}{2L} = \frac{kqq_2}{4L^2}$$

$$m(v_1^2 - v_0^2) = \frac{kqq_2}{2L}$$

~~Поле конденсатора совершило работу~~ $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ ~~по перемещению частицы.~~ $\varphi_1 \approx 0$. $A = -qU$.

Ответ: 1) $\frac{v_1^2}{1,6U}$; 2) $\frac{3,2d}{v_1}$.

№5.



1) Пусть x - искомое расстояние.
$\triangle ABC \sim \triangle CDE$ по 2 углам ($\angle BAC = \angle ECD$ - накрест лежащие при $AB \parallel CD$; $\angle B = \angle D = 90^\circ$).

$\frac{BC}{ED} = \frac{AB}{CD}$, по условию $CD = \frac{6F}{5} - \frac{3F}{5} = \frac{3F}{5}$; $AB = \frac{6F}{5}$

$\frac{BC}{ED} = \frac{6F\cdot 5}{5\cdot 3F} = 2$, $2ED = BC$. Т.к. угол падения равен углу отражения, то $\angle SCD = \angle ECD$; $DE = DS$.

$\rho(S; OO_1) = \frac{8F}{15}$ по условию, $\rho(S; OO_1) = DS + CB = ED + 2ED = 3ED$

$ED = \frac{8F}{45}$.

$BC = 2\cdot\frac{8F}{45} = \frac{16F}{45}$

Пусть S' - изображение источника в зеркале. Расстояние от источника до зеркала равно расстоянию от зеркала до его изображения.

Можно считать, что S'' - изображение S' в линзе.

Поэтому $\frac{1}{AH} + \frac{1}{AH'} = \frac{1}{F}$ (AH - расстояние от S' до линзы, AH' - от линзы до изображения). $AH = AB + BH = AB + CD = \frac{6F}{5} + \frac{3F}{5} = \frac{9F}{5}$.

$\frac{1}{AH'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{AH} = \frac{1}{F} - \frac{5}{9F} = \frac{4}{9F}$, $AH' = \frac{9F}{4}$.

$\triangle ABC \sim \triangle AH'S''$ по 2 углам ($\angle BAC = \angle S''AH'$ - вертикальные углы, $\angle B = \angle H' = 90^\circ$). $\frac{BC}{S''H'} = \frac{AB}{AH'}$; $S''H' = x$, $x = \frac{BC\cdot AH'}{AB} = \frac{16F\cdot 9F\cdot 5}{45\cdot 4\cdot 6F} = \frac{2F}{3}$.

2) Рассмотрю момент, предшествующий моменту, когда зеркало находилось на расстоянии $6F/5$ от линзы. Например,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

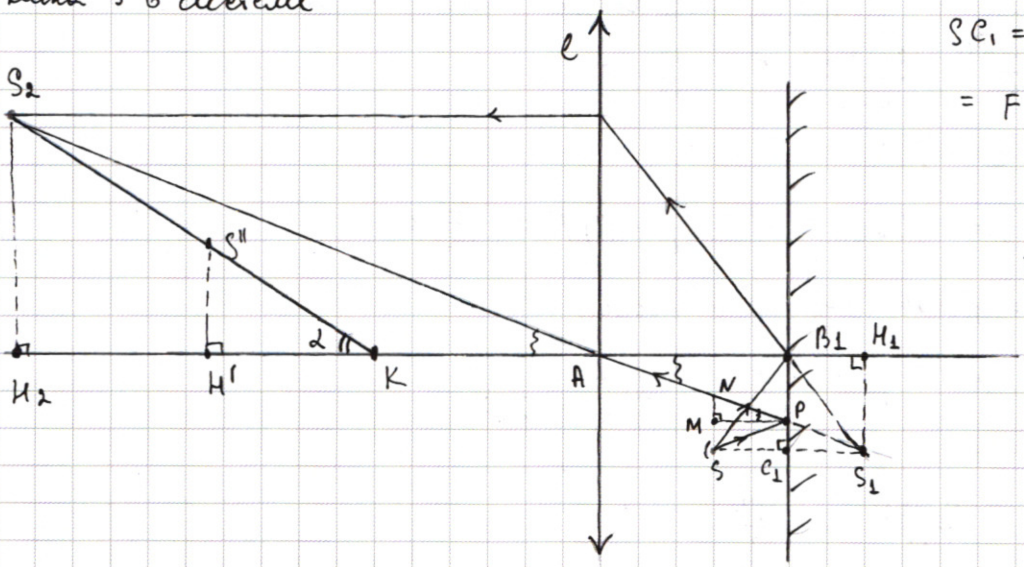
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Когда это расстояние было равно F. Построю изображение S_2 источника S в системе



$SC_1 = AB_1 - \rho(S; l) = F - \frac{3F}{5} = \frac{2F}{5}$

Расстояние от S до зеркала равно расстоянию от S_1 до зеркала

$B_1H_1 = SC_1 = \frac{2F}{5}$

$AH_1 = AB_1 + B_1H_1 = F + \frac{2F}{5} = \frac{7F}{5}$.

S_2 можно считать изображением S_1 в линзе.

$\frac{1}{AH_1} + \frac{1}{AH_2} = \frac{1}{F}$; $\frac{1}{AH_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{AH_1} = \frac{1}{F} - \frac{5}{7F} = \frac{2}{7F}$

$AH_2 = \frac{7F}{2}$.

$H'H_2 = AH_2 - AH' = \frac{7F}{2} - \frac{9F}{4} = \frac{5F}{4}$

$\triangle PMN \sim \triangle AB_1P$ по 2 углам. $\frac{PM}{AB_1} = \frac{MN}{B_1P}$; $PM = SC_1 = \frac{2F}{5}$.

$\frac{2F}{5 \cdot F} = \frac{MN}{B_1P}$; $2B_1P = 5MN$, $MN = \frac{2}{5}B_1P$

$B_1P + MN = \rho(S; OO_1) = \frac{8F}{15}$.

$\frac{7}{5}B_1P = \frac{8F}{15}$; $B_1P = \frac{8F \cdot 5}{15 \cdot 7} = \frac{8F}{21}$.

$\triangle B_1AP \sim \triangle H_2AS_2$ по 2 углам. $\frac{S_2H_2}{B_1P} = \frac{AH_2}{AB_1} = \frac{7F}{2 \cdot F} = \frac{7}{2}$.

$S_2H_2 = \frac{7B_1P}{2} = \frac{7 \cdot 8F}{21 \cdot 2} = \frac{4F}{3}$.

$\triangle KH'S'' \sim \triangle KH_2S_2$ по 2 углам $\frac{S_2H_2}{S''H'} = \frac{KH_2}{KH'} = \frac{KH' + H'H_2}{KH'} = \frac{KH' + \frac{5F}{4}}{KH'} = \frac{4F \cdot 3}{3 \cdot 2F} = 2$, $2KH' = KH' + \frac{5F}{4}$, $KH' = \frac{5F}{4}$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$tg\,\alpha = \frac{S''H'}{KH'} = \frac{2F \cdot 4}{3 \cdot 5F} = \frac{8F}{15F} = \frac{8}{15}.$$

$$\alpha = arctg\,\frac{8}{15}.$$

3) За время Δt зеркало сместилось на $\frac{F}{5}$, а изображение на S_2S''. $\frac{KS_2}{KS''} = \frac{KH_2'}{KH'} = \frac{\frac{10F}{4}}{\frac{5F}{4}} = 2.$

$$2KS'' = KS_2.$$

Из $\Delta KS''H'$ по т. Пифагора $KS'' = \sqrt{KH'^2 + H'S''^2} =$
$$= \sqrt{\frac{25F^2}{16} + \frac{4F^2}{9}} = \sqrt{\frac{225+64}{16 \cdot 9}}\,F = \frac{17}{12}\,F.$$

$$KS_2 = \frac{17}{6}F.$$

$$S''S_2 = KS_2 - KS'' = \left(\frac{17}{6} - \frac{17}{12}\right)F = \frac{17}{12}F.$$

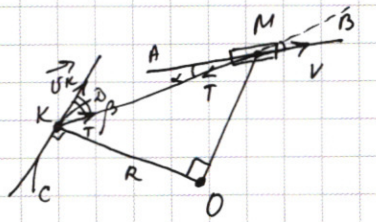
$v_и$ – скорость изображения.

$$\left.\begin{aligned} v_и \cdot \Delta t &= \frac{17}{12}F \\ V \cdot \Delta t &= \frac{F}{5} \end{aligned}\right| \Rightarrow \frac{17F}{12 v_и} = \frac{F}{5V}$$

$$v_и = \frac{5 \cdot 17 V}{12} = \frac{85V}{12}.$$

Ответ: 1) $\frac{2F}{3}$; 2) $arctg\,\frac{8}{15}$ 3) $\frac{85V}{12}$.

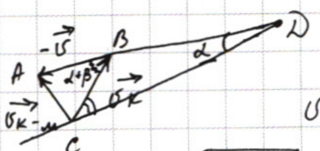
№ 1.



1) Т.к. трос лёгкий, то проекции скорости кольца на него равна проекции скорости муфты.

$$v\cos\alpha = v_K\cos\beta, \quad v_K = \frac{v\cos\alpha}{\cos\beta}, \quad v_K = \frac{2\,м/с \cdot 4 \cdot 17}{5 \cdot 8} = 3{,}4\,м/с$$

2) $\angle ABC = \alpha + \beta$ (внешний для ΔBCD).



по теореме косинусов для ΔABC

$v_{К-М} = \sqrt{v^2 + v_K^2 - 2\,v \cdot v_K \cdot \cos(\alpha+\beta)}$. $\cos(\beta+\alpha) = \cos\alpha \cdot \cos\beta - \sin\alpha \cdot \sin\beta$. $\sin\alpha = \sqrt{1-\left(\frac{4}{5}\right)^2} = \frac{3}{5}$, $\sin\beta = \sqrt{1-\left(\frac{8}{17}\right)^2} = \frac{15}{17}$ (по основному тригонометрическому тождеству). $v_{К-М} = \sqrt{4\left(\frac{м}{с}\right)^2 + \frac{289}{25}\left(\frac{м}{с}\right)^2 - 2 \cdot 2 \cdot \frac{17}{5}\left(\frac{м}{с}\right)^2\left(\frac{4}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17}\right)} =$
$$= \sqrt{\left(4 + \frac{289}{25} + \frac{52}{25}\right)\left(\frac{м}{с}\right)^2} = \frac{\sqrt{366}}{5}\,м/с \approx \frac{19{,}1}{5}\,м/с = 3{,}82\,м/с.$$

3) ~~$\angle MKO = 90° - \beta$, $\cos\angle MKO = \sin\angle\beta = \frac{15}{17}$. $\frac{R}{l} = \frac{R \cdot 15}{17R} = \frac{15}{17}$. т.к. ΔKOM прямоугольный~~ $T\cos\angle MKO = a_{цс}\,m$ по II закону Ньютона, $T\sin\beta = \frac{v_K^2}{R}m$, $T = \frac{v_K^2 m}{R\sin\beta}$, $T = \frac{289 \cdot 2 \cdot 17}{25 \cdot 5 \cdot 1{,}9 \cdot 15} \approx 2{,}8\,Н$

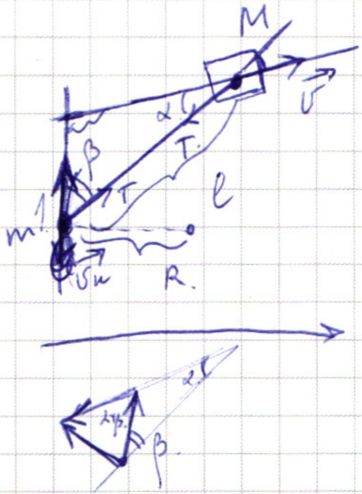
Ответ: 1) $3{,}4\,м/с$; 2) $3{,}82\,м/с$; 3) $2{,}8\,Н$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



$180-(\alpha+\beta)$

$\cancel{M}v \cos\alpha = \cancel{M}v_k \cos\beta$

$v_k = \dfrac{\cancel{M}v\cos\alpha}{\cancel{m}\cos\beta}$

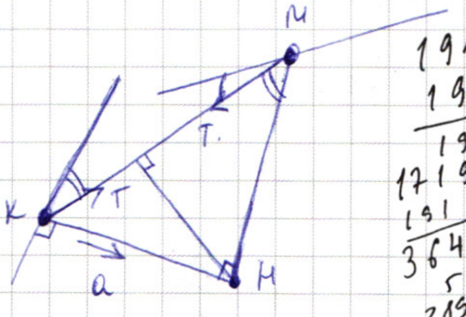
$v_k = \dfrac{M\cdot \cancel{2\cdot 4}\cdot 17}{\cancel{5\cdot 4}\cdot 8} = 8{,}5M$

2) $v_{k-M} = \sqrt{v_k^2 + v_M^2 - 2v_k v_M \cos(\alpha+\beta)}$

3) ~~Через рычаги~~

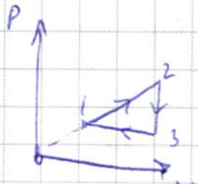
$\cos(90-\beta) = \sin\beta = \sqrt{\dfrac{289-64}{289}} = \dfrac{15}{17}$

$\dfrac{R}{l} = \dfrac{15R}{17R} \Rightarrow \triangle KMH$ - прямоуг.



$a = \varepsilon R$

2.



1) 1-2. $Q = A' + \Delta U = A' + \frac{3}{2}\nu R\Delta T =$
$= A' + \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)$

2-3. $pV = \nu RT$, $T\downarrow$. $Q = \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = c\nu\Delta T$. $c = \frac{3}{2}R$.

3-1: $pV = \nu RT$, $T\downarrow$. $Q = p(V_1-V_3) + \frac{3}{2}p(V_1-V_3) = \frac{5}{2}\cancel{p(V_1-V_3)} = c\nu\Delta T = c\,\dfrac{\cancel{p(V_1-V_3)}}{R}$

$c = \frac{5}{2}R$.

$\frac{3}{5} = 0{,}6$

$\dfrac{289\cdot 34}{125\cdot 15\cdot 1{,}9} =$ $\dfrac{8\cdot 17R}{17\cdot 15} = \dfrac{8R}{15}$ $\dfrac{289\cdot 34\cdot \cancel{10}}{25\cdot 8\cdot 19\cdot 15}$ $\dfrac{289\cdot 68}{25\cdot 15\cdot 19}$

из. ест в вакууме

$\dfrac{19652}{7125}$ $\dfrac{5402}{7125}$ 0,7 41450

185 × 185 = 925, 1480, 34225; 186 × 186 = 1116, 1488, 34596; 7125 × 7 = 49875; 54020 − 49875 = 4145; 3750; 375 × 19 = 3375, 375, 7125; 19652 − 14250 = 5402; 7125 × 2 = 14250; 49875 + 4145 = 54020; 191 × 191 = 191, 1719, 191, 36481; 192 × 192 = 384, 1728, 192, 36864; 7125 × 6 = 42750; 188 × 188 = 1504, 1504, 188, 35344; 289 × 6 = 1734; 289 × 8 = 2312; 25 × 15 = 125, 25, 375; 289 × 68 = 2312, 1734, 19652

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

2) $Q = A' + \Delta U$

$$\frac{\Delta U}{A} = \frac{\frac{3}{2}\nu R \Delta T}{A} = \frac{\frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1)}{\frac{1}{2}(p_2-p_3)(V_3-V_1)} = \frac{3(p_2V_2 - p_1V_1)}{(p_2-p_1)(V_2-V_1)} =$$

$$= \frac{3(p_2V_2 - p_1V_1)}{p_2V_2 - p_2V_1 - p_1V_2 + p_1V_1} = \frac{3(kV_2^2 - kV_1^2)}{k(V_2-V_1)^2} = \frac{3\,(\cancel{V_2-V_1})(V_2+V_1)}{(V_2-V_1)^{\cancel{2}}} =$$

$p_1 = kV_1$

$p_2 = kV_2$

$$= \frac{3(V_1+V_2)}{V_2-V_1}$$

$$\frac{\Delta U}{A} \quad \frac{\frac{3}{2}\nu R\Delta T}{\frac{p_1+p_2}{2}\cdot(V_2-V_1)} = \frac{3\,k\,(V_2^2-V_1^2)}{k\,(V_2^2-V_1^2)} = 3$$

3) $A_y = \frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_2-V_1) = \frac{1}{2}k(V_2-V_1)^2$

$Q = A_{12} + \Delta U_{12} = 4A = 4\cdot\frac{p_1+p_2}{2}(V_2-V_1) = 2k(V_2^2-V_1^2)$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}k(V_2-V_1)^2}{2k(V_2^2-V_1^2)} = \frac{1}{4}\frac{(V_2-V_1)^2}{(V_2^2-V_1^2)} = \frac{1}{4}\frac{V_2-V_1}{V_2+V_1}$$

181
181
181
1448
181
32761

$\frac{1}{4}\cdot\frac{V_2-V_1}{V_1+V_2}$

$V_2 - V_1 < V_1 + V_2$

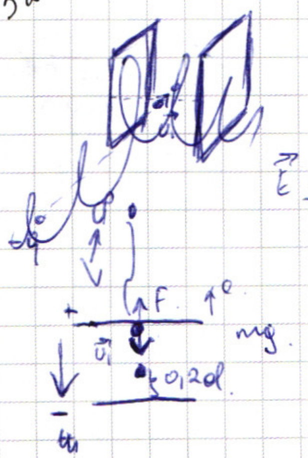
$V_1 = 0$

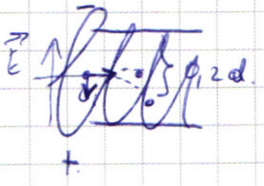
25%

45
32
13.

183.

3.





$q=0$

1) $\gamma = \frac{|q|}{m}$

$\frac{13\cdot 17\cdot 4}{85\cdot 5}$

$F = Eq$

$\frac{52}{25}$

$U = Ed$

$E = \frac{U}{d}$

$F - mg = am$

$S = 0{,}8d$

25
52
77
289
366

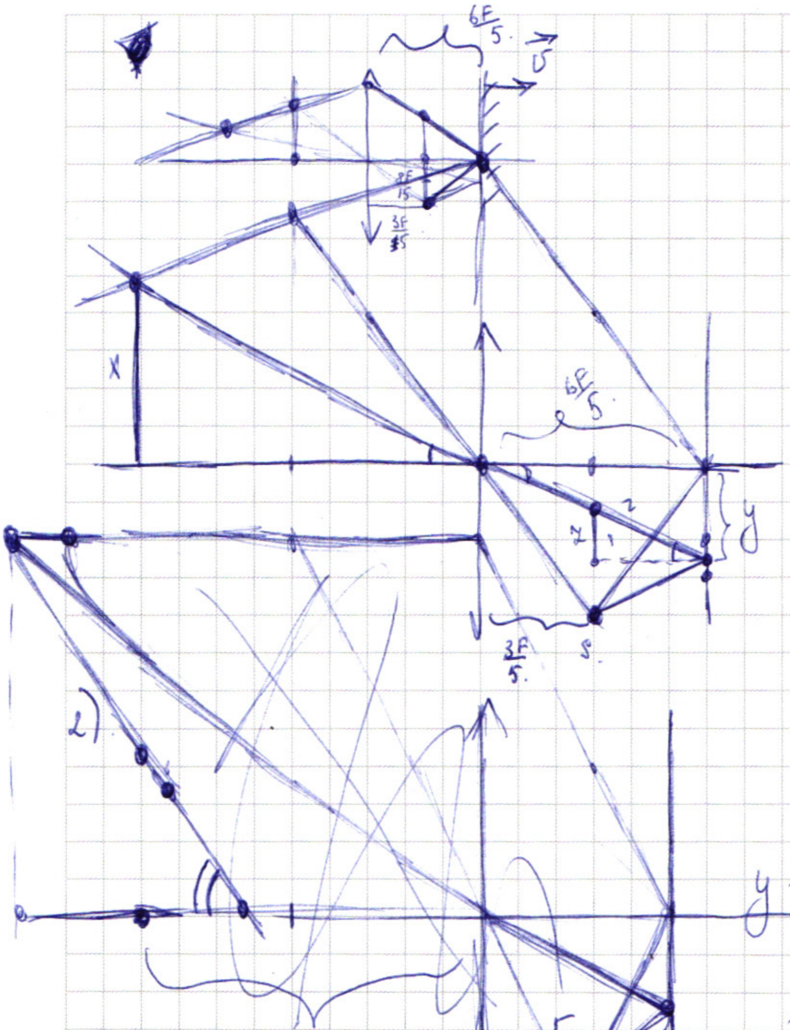
$S = \frac{v_0^2 - v_1^2}{-2a} = \frac{v_1^2}{2a}$; $a = \frac{v_1^2}{2S}$

$Eq = m(g+a)$

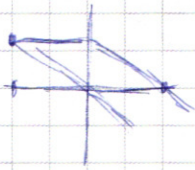
$$\boxed{\frac{q}{m}} = \frac{g+a}{E} = \frac{d\left(g+\frac{v_1^2}{2S}\right)}{U} = \frac{d\left(g+\frac{v_1^2}{1{,}6d}\right)}{U} = \frac{gd+\frac{v_1^2}{1{,}6}}{U}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)



1) x - ?



$\Delta 1 \sim \Delta 2$

$$\frac{y}{z} = \frac{6F \cdot 5}{5 \cdot 3F} = 2.$$

$$2z = y.$$

$$z + y = \frac{8F}{15}$$

$$3z = \frac{8F}{15}$$

$$z = \frac{8F}{45}$$

$$y = \frac{16F}{45}$$

$$\frac{5}{6F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

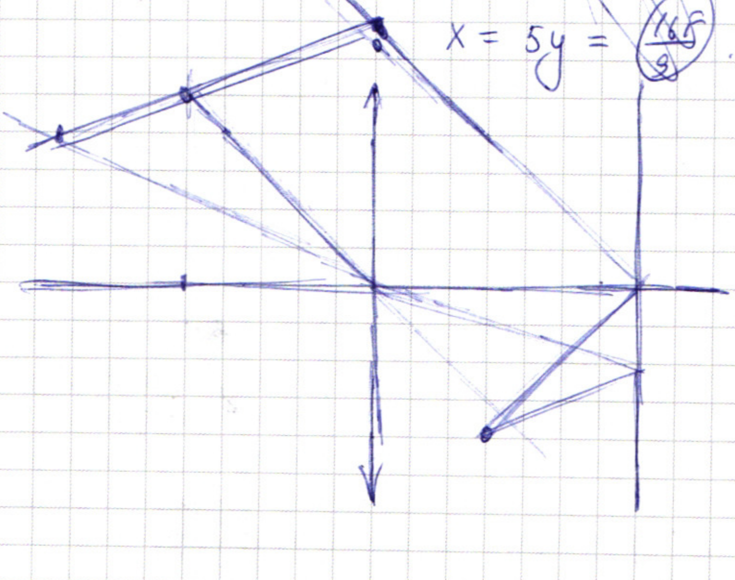
$$\frac{5}{6F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{5}{6F} = \frac{1}{6F}$$

$$f = 6F.$$

$$\frac{y}{x} = \frac{6F}{5 \cdot 6F} = \frac{1}{5}$$

$$x = 5y = \frac{16F}{9}.$$



$\times \frac{17}{5}$

$\frac{}{6 \; 5}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) $T_n = 2t$

$t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1 \cdot 2S}{v_1^2} = \frac{2S}{v_1} = \frac{1{,}6d}{v_1}$

$\boxed{T = \frac{3{,}2d}{v_1}}$

3) $F = \frac{kq_1q_2}{2L^2}$ $\qquad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{U}{d}$

$F = \cancel{QE}q$ $\qquad 2\frac{\varepsilon_0 U}{d} \cdot d$

$\frac{v_1^2 - v_0^2}{2g} m = Eq$

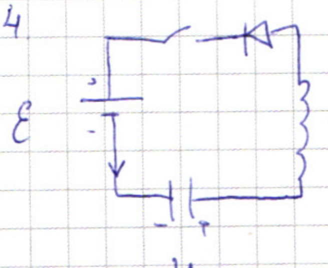
$\frac{(v_1^2 - v_0^2)m}{\cancel{2t}} = \frac{kq_1q_2}{\cancel{2}L^2} + \frac{v_1^2 - v_0^2}{2S} = \frac{U \cdot q}{d\,2m} = \frac{gd + \frac{v_1^2}{1{,}6}}{d} = g + \frac{v_1^2}{1{,}6d}$

$Lm(v_1^2 - v_0^2)^4 = kqq_2 \quad 2L$

$L(v_1^2 - v_0^2) = \frac{gd + \frac{v_1^2}{1{,}6}}{\cancel{2U}} \cdot k \cdot \frac{\varepsilon_0 U}{d} \cdot 4$

$L(v_1^2 - v_0^2) = Q^2 \cdot 4 \cdot \frac{k\varepsilon_0}{d}\left(gd + \frac{v_1^2}{1{,}6}\right)$

4



откр-ся при $U_0 = 1В$

1) y' – ?

$U_L = Ly'$

$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$

$A = qU$

$A = F \cdot L$

$\frac{kq_1q_2}{L} = qU$

$q = CU_1$

$U_L = U - \mathcal{E} - U_D = 2В$

$-\mathcal{E} = -U + U_L + U_D$

$y' = \frac{2}{0{,}4} = 5А$

$(v_1^2 - v_0^2)m = qU$

5.

$v_{10}^2 = -\frac{qU}{m} + v_1^2$