Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

Шифр

(заполняется секретарём)

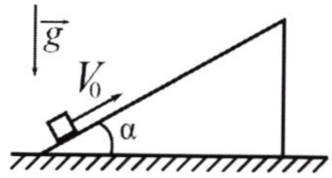
1. Фейерверк массой $m = 1$кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3$с разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Суммарная кинетическая энергия осколков сразу после взрыва $K = 1800$Дж. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$с.

1) На какой высоте H взорвался фейерверк?

2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?

Ускорение свободного падения g=10 м/с^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол α такой, что $\cos\alpha = 0,6$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают некоторую начальную скорость V_0 (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину и поднимается на максимальную высоту



$H = 0,2$ м. Масса клина в два раз больше массы шайбы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.

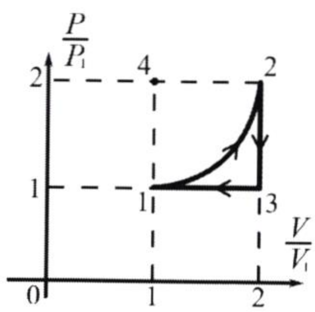
2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

3. По внутренней поверхности проволочной сферы равномерно движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Сила, с которой модель действует на сферу, в два раза больше силы тяжести, действующей на модель. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) Найдите ускорение a модели.

2) Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} равномерного движения модели по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = 45^0$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1$м. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1–2 – дуга окружности с центром в точке 4. Считать заданными давление P_1 и объём V_1.



1) Какое количество Q теплоты подведено к газу в процессе расширения?

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

5. Заряд Q>0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $3R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом q>0.

1) Найдите силу F_1, действующую на заряженный шарик.

Во втором опыте заряд q однородно распределяют по стержню длины R, стержень помещают на прямой, проходящей через центр заряженной сферы. Ближайшая к центру сферы точка стержня находится на расстоянии $3R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряженный стержень действует на заряженную сферу.

Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k. Явлениями поляризации пренебрегите.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

1) По определению ускорения:

$$g = \frac{v_0 - 0}{T} \Rightarrow v_0 = gT$$

равнозамедл. движ.

$$H = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$$

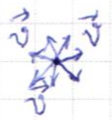
$$\Rightarrow H = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \ (м)$$

2) $$K = \frac{m_1 v^2}{2} + \frac{m_2 v^2}{2} + \ldots$$

$$m = m_1 + m_2 + \ldots$$

$$K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

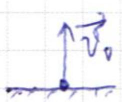
$$H = v\tau + \frac{g\tau^2}{2}; \quad H = \sqrt{\frac{2K}{m}}\,\tau + \frac{g\tau^2}{2}$$



Решаем квадратное уравнение:

$$5\tau^2 + 60\tau - 45 = 0$$

$$D = 3600 + 45 \cdot 5 \cdot 4 = \cancel{2700}\ 4500$$



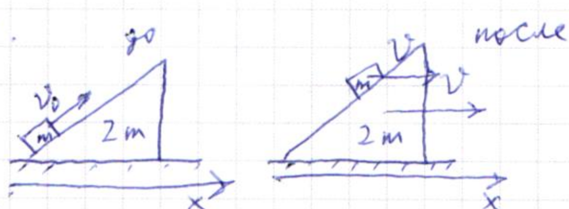
$$\tau_{1,2} = \frac{-60 \pm \sqrt{\cancel{2700}\ 4500}}{10} = \frac{-60 \pm 30\sqrt{5}}{10} = -6 \pm 3\sqrt{5}$$

~~отв~~ $-6 - 3\sqrt{5}$ противоречит условию, значит

$$\tau = 3\sqrt{5} - 6 \approx 0{,}75 \ (с)$$

Ответ: $H = 45$ м; $\tau = 0{,}75$ с.

№ 2.



1) По ЗСЭ:

Если m – масса шайбы

(1) $$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3mv^2}{2}$$; где v

По ЗСИ:

$$Ox: \ mv_0 \cos\alpha = 3mv \Rightarrow v_0 \cos\alpha = 3v; \quad v = \frac{v_0 \cos\alpha}{3} \ (2)$$

(2) → (1): $$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3mv_0^2\cos^2\alpha}{2 \cdot 9}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$v_0^2\left(\frac{1}{2}-\frac{\cos^2\alpha}{6}\right)=gH$$

$$v_0^2\left(\frac{1}{2}-\frac{\cancel{8}\,0,36}{6}\right)=gH$$

$$v_0^2(0,5-0,06)=gH$$

$$v_0^2(0,44)=2$$

$$v_0=\sqrt{\frac{2}{0,44}}=\sqrt{\frac{100}{11}}=\frac{10}{\sqrt{11}}=\frac{10}{11}\sqrt{11}\approx\frac{33}{11}=3\left(\frac{м}{с}\right)$$

2) По ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2}=\frac{mv_1^2}{2}+\frac{mv^2}{2}$$

$$v_0^2=v_1^2+v^2$$

По ЗСИ:

ox: $mv_0\cos\alpha=-mv_1\cos\alpha+mv$

$$v_0\cos\alpha=v-v_1\cos\alpha$$

$$v_1=\frac{v}{\cos\alpha}-v_0\,\cancel{tg}$$

$\cancel{mv_0^2}$ => $v_0^2=\frac{v^2}{\cos^2\alpha}-\frac{2vv_0}{\cos\alpha}+v_0^2+v^2$

$$v^2\left(\frac{1}{\cos^2\alpha}+1\right)-2\frac{vv_0}{\cos\alpha}=0 \quad |\, v\neq0 \Rightarrow :v$$

$$v\left(\frac{1}{\cos^2\alpha}+1\right)=\frac{2v_0}{\cos\alpha}$$

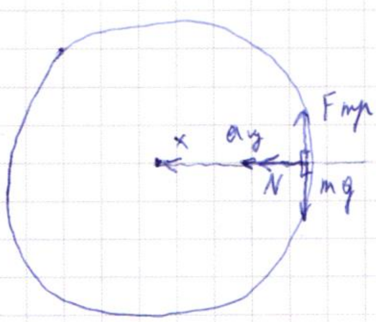
$$v\left(\frac{1}{\cos\alpha}+\cos\alpha\right)=2v_0$$

$v\left(\frac{1}{0,6}+0,6\right)=2\cdot3$, $v=\frac{6\cdot0,6}{1,36}\approx2,65\left(\frac{м}{с}\right)$

Ответ: $v_0=3\frac{м}{с}$; $v=2,65\frac{м}{с}$

№3

1)



По 2-ому з-ну Ньютона:

ox: $ma_ц=N$

$$ma_ц=2mg$$

$$a_ц=2g$$

$a_ц=a$; т.к. $v=const$

$$a=2g$$

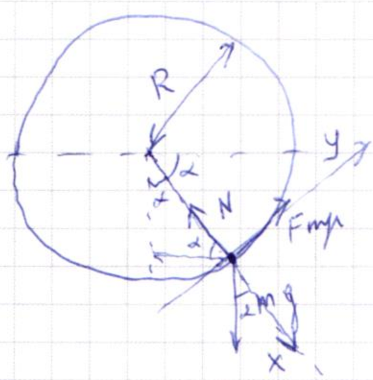
$$N=2mg$$

$(|\vec{N}|=|\vec{F}_д|$ по 3-ему з-ну$)$

$F_д$ - сила давления модели на сферу

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



По 2-ому з-ну Ньютона:

$OX:\ mg\cos\alpha - N = -ma_y$

$F_{тр} = F_{тр\ пок\ max} = F_{тр\ ск} = \mu N$

$OY:\ mg\sin\alpha = \mu N$

$$mg\cos\alpha - \frac{mg\sin\alpha}{\mu} = -\frac{mV_{min}^2}{R\sin\alpha}$$

$\sin\alpha = \cos\alpha \Rightarrow$

$$mg\sin\alpha\left(\frac{1}{\mu} - 1\right) = \frac{mV_{min}^2}{R\sin\alpha}$$

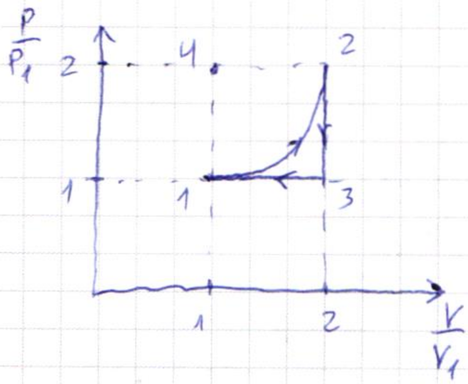
$$Rg\sin^2\alpha\left(\frac{1}{\mu} - 1\right) = V_{min}^2$$

$$V_{min} = \sqrt{1\cdot 10\cdot\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2\left(\frac{1}{0,8} - 1\right)} =$$

$$= \sqrt{10\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}\left(\frac{м}{с}\right)\ \cancel{\left(\frac{м}{с}\right)}$$

Ответ: $a = 2g$; $V_{min} = \frac{\sqrt{2}}{2}\frac{м}{с}$

№ 4.



$$\left(\frac{P}{P_1} - 2\right)^2 + \left(\frac{V}{V_1} - 1\right)^2 = 1$$

(По условию) $\Rightarrow$

$$(P - 2P_1)^2 + (\cancel{P}\ V - V_1)^2 = P_1^2 V_1^2$$

$\cancel{P^2 - 2}$ 8

$S_{цикла} = 1 - \frac{\pi}{4}$ (площадь)

чтобы получить $A_{цикла}$, надо перейти в систему координат PV и умножить $S_{цикла}$ на P_1V_1

тогда $A_ц = P_1V_1\left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$

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

$= P_1V_1\left(1-\frac{\pi}{4}\right) + \frac{3}{2}\nu R\Delta T =$

$= P_1V_1\left(1-\frac{\pi}{4}\right) + \frac{3}{2}\cancel{P_1V_1}\left(2P_1\cdot 2V_1 - P_1V_1\right) =$

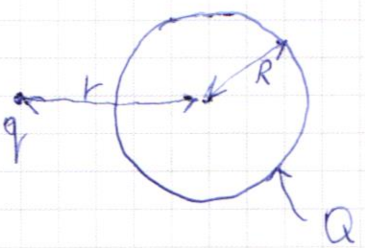
$= \left(\frac{11}{2}-\frac{\pi}{4}\right)P_1V_1$

$$\eta = \frac{A_ц}{Q_{подв}} = \frac{1-\frac{\pi}{4}}{\frac{11}{2}-\frac{\pi}{4}} \approx 0{,}32 = 32\%$$

Ответ: $A_ц = \left(1-\frac{\pi}{4}\right)P_1V_1$; $Q_{подв} = \left(\frac{11}{2}-\frac{\pi}{4}\right)P_1V_1$; $\eta = 32\%$

№ 5.

1)

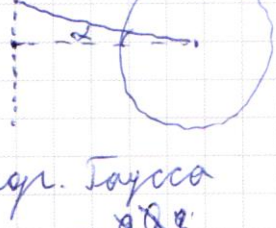


$E_{сф} = k\frac{Q}{r^2} = \frac{F_1}{q}$; где r - расст. до центра

$F_1 = \frac{kQq}{r^2}$; $r = 3R$

$F_1 = \frac{kQq}{9R^2}$

2) Силу взаимодействия стержня и сферы можно представить как силу взаимод. сферы с точечными зарядами, располож. вдоль стержня.



Тогда

$F = F_1 + F_2 + F_3 + \ldots =$

$= \cancel{2\frac{k\frac{q}{n}Q}{\left(\frac{R}{2}\right)^2+9R^2}} + \cancel{2\frac{k\frac{q}{n}Q}{\frac{R}{2}\cdot\frac{n-1}{n}}} + \ldots\ldots$

По теор. Гаусса

$ES\cos\alpha = \frac{\cancel{qQ}q}{\varepsilon_0}$,

$E = \frac{\cancel{qQ}q}{\varepsilon_0 S\cos\alpha} = \frac{q}{\varepsilon_0\cdot 2\pi\cdot 3R\cdot l} \approx \cancel{\frac{2k\frac{q}{n}Q}{\left(\frac{R}{2}-\frac{R}{n-1}\cdot 1\right)^2+9R^2} + \frac{2k\frac{q}{n}Q}{\left(\frac{R}{2}-\frac{R}{n-1}\cdot 2\right)^2+9R^2}} + \ldots$

~~т.к. $\left(\frac{R}{2}-\frac{R}{n-1}\right)^2 << 9R^2 \Rightarrow$~~

$= \frac{F}{Q}$

Ответ: $F_1 = \frac{kQq}{9R^2}$; $F_2 = \cancel{F\approx}\frac{Qq}{\varepsilon_0\cdot 6\pi R\cancel{l}R} = \frac{Qq}{\varepsilon_0\cdot 6\pi R^2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{3mv^2}{2}}$

$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + 2\frac{mv^2}{2}$

$\cancel{v^2 = \frac{v_0^2}{9}}$

$\frac{v_0 \cos\alpha}{2} = 2v$

$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv_0^2\cos^2\alpha}{4}$

$\cancel{\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{6} = mgH}$

$v_0^2\left(\frac{1}{2} - \frac{\cos^2\alpha}{4}\right) = gH$

$\cancel{v_0^2 = 3gH}$

$\cancel{v_0 = \sqrt{3gH} = \sqrt{3 \cdot 10 \cdot 0{,}2} = \sqrt{6}\ \frac{м}{с}}$

$\times \frac{3{,}2}{3{,}2}$
$1\ 024$

$v_0^2\left(\frac{1}{2} - \frac{0{,}36}{4}\right) = 10 \cdot 0{,}2$

$\times \frac{33}{33}$ $= \times \frac{121}{9}$
1089 $45 \cdot 4 = 180 \cdot 5 =$
$= 300$

$v_0^2(0{,}5 - 0{,}09) = 2$

3,3

$v_0 = \sqrt{\frac{2}{0{,}41}}$

$\sqrt{85} = 2,$ $\cancel{2}$
84
$4 \cdot |100$

$3{,}60 | 1{,}36$
$-2{,}72 | 2{,}6$
880
-816
64

$30\sqrt{5}$

$\times \frac{136}{6}$
816

mv_0^2

$\times \frac{22}{22}$
44
44
484

$\frac{23}{23}$
69
46
529

$H = -v_0\tau + \frac{g\tau^2}{2}$

$45 = -60t + 5t^2$

$\times \frac{225}{225}$
1125
450
450
50625

$2{,}25 \cdot 3 =$
$= 6{,}75$

$5t^2 - 60t - 45 = 0$

$D = 4500$

$x_{1,2} = \frac{60 \pm 30\sqrt{5}}{10} = \underline{6 \pm 6{,}75}$

☑ черновик ☐ чистовик

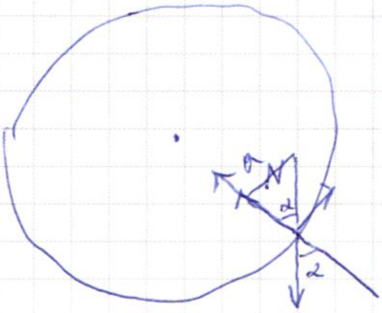
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\cancel{\sqrt{N^2+\mu^2 N^2}=mg}$$

$$\frac{2,2}{2,2+4,5}$$



$$\frac{2mg}{\cos\alpha}=mg$$

$$\begin{array}{r|l} -3,14 & 4 \\ 2\,8 & 0,78 \\ -34 & \\ -32 & \end{array}$$

$$\cancel{\Phi=ES\cos}$$

2

$$Q=Q_{12}+Q_{23}+Q_{31}$$

$$\frac{9}{2}=4,5$$

$$\cancel{mg\sin\alpha=fmg}$$

$$Q=A+$$

$$\cancel{A=}$$

$$\sqrt{Rp^2+V^2}=R$$

$$ma=$$

$$\begin{array}{r|l} -2267 & \\ 201 & 32 \\ -190 & \\ 134 & \end{array}$$

$$\cancel{P^2+\gamma^2 V^2=const}$$

$$\cancel{\Delta q}$$

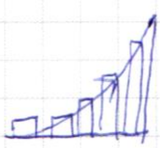
2g

mg

$$\cancel{p=\sqrt{\gamma\, const-v^2}}$$

$$\frac{F}{\Delta q}=E$$

$$\cancel{P_1^2+\gamma^2 V_1^2=}$$



$$A_y=A_{12}+A_{23}+A_{31}$$

$$\frac{F_1}{\Delta q}=\frac{kQ}{r_1^2}$$

$$S=\pi$$

p_1

$$\cancel{(p-2p_1)^2+(V-V_1)^2=const}$$

$$\cancel{p_1+0=cost\ const}$$

$$\frac{A}{A_1}=$$

$$\left(\frac{p}{p_1}-2\lambda\right)^2+\left(\frac{V}{V_1}-1\right)^2=const$$

$$F_1\sim\frac{x}{r^2}$$

$$\cancel{F_1=x}$$

$$\frac{(p-2p_1)^2}{p_1^2}+\frac{(V-V_1)^2}{V_1^2}=1$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$F = F_1 + F_2$

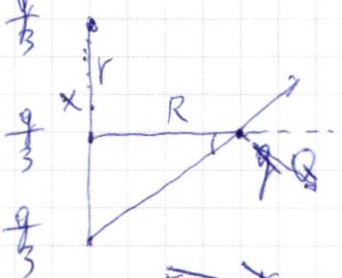
$$\frac{2k\frac{q}{3}Q}{\frac{R^2}{4}+9R^2} + \frac{2k\frac{q}{3}Q}{\frac{R^2}{16}+9R^2} + \frac{k\frac{q}{3}Q}{9R^2}$$

$$\cancel{F_x = \frac{2qQ}{\frac{R^2}{4}+9R^2}}$$

$\frac{37}{4}R^2$

$\frac{9\cdot 16+1}{16}R^2$

$$F = \frac{2qQ}{\frac{R^2}{4}+9R^2} + \frac{2qQ}{\frac{R^2}{3}}$$



$\frac{5kq}{5}$

$F = 2\frac{q}{n}Q$

$\cancel{F = \frac{1}{2}k\frac{q}{3}Q}$

$\cancel{A}$ $\cancel{\frac{A}{P_1V_1}}$

$\frac{1-0,8}{0,8} = \frac{0,2}{0,8}$

$\frac{1}{4}$

$\cancel{A = \sum k\frac{q}{n}Q}$

$\cancel{S =}$

$2F\cos\alpha$

$\cancel{2F \quad \frac{2\frac{q}{n}Q\cos\alpha}{R}}$

$$F = \frac{2k\frac{q}{3}Q}{\frac{R^2}{4}+9R^2} + \frac{k\frac{q}{3}Q}{9R^2}$$

9,25

$$F = \frac{2k\frac{q}{3}Q}{9,25R^2} + \frac{k\frac{q}{3}Q}{9R^2} =$$

$3,08 + 6 = 9$

$\frac{1}{9}\frac{kqQ}{R}$

$$= \frac{\left(\frac{18}{3} + \frac{9,25}{3}\right)kqQ}{9\cdot 9,25}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$A = A_1 + A_2 + A_3$

$A_1 = \sim$

$A_2 = 0$

$A_3 = p_1 V_1$

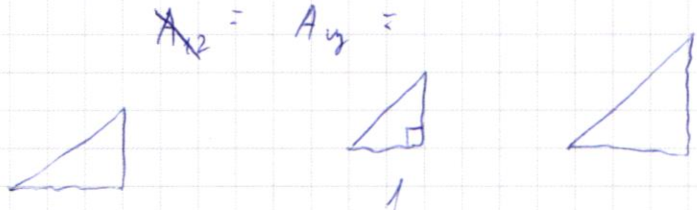
$\cancel{A_{x2}} = A_{y} =$

$E S \cos\alpha = \frac{q}{\varepsilon_0}$

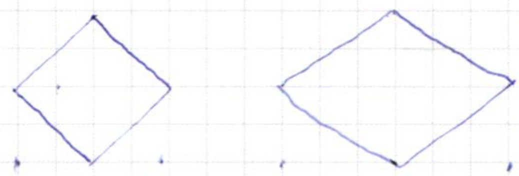
$E = \frac{q}{\varepsilon_0 S \cos\alpha}$

E

$S = 2\pi \cdot 3R \cdot l$

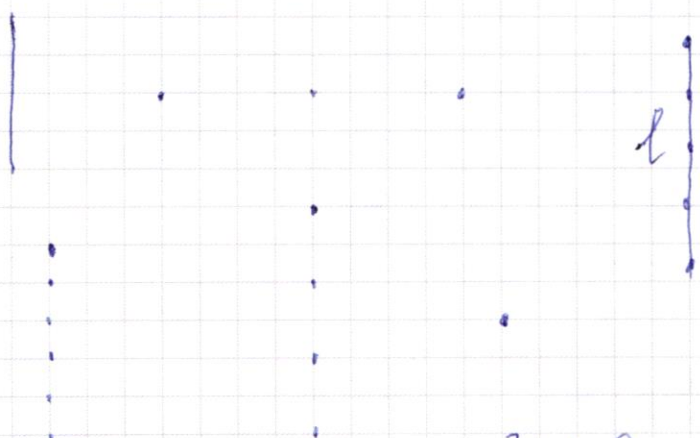


$\frac{1}{2}$



2

$\cancel{1,5}$



l

R

$\frac{2k\frac{q}{4}Q}{\left(\frac{R}{2}\right)^2 + 9R^2} + \frac{2k\frac{q}{4}Q}{\left(\frac{R}{4}\right)^2 + 9R^2} = \cancel{k}\,Q$

9,25

$9,25R^2$

$\frac{2k\frac{q}{n}Q}{\left(R - \frac{R}{n-1}\cdot 1\right)^2 + R}$

F

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

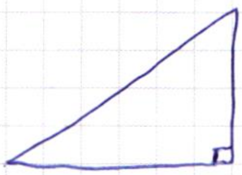
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\tau = 10c$

$m - 1кг$

$K = \frac{mv^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$



$t_1 = \cancel{7}\ 10c$

$-H = v_0\tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + K$

$-H = \sqrt{\frac{2K}{m}}\tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$\cancel{v_0^2 =}$

$-H = \sqrt{\frac{2\cdot 1800}{1}}\cdot \cancel{10}^{7} - \frac{10\cdot 10^2}{2}$

$H = \frac{v_0^2}{\cancel{2g}}\ \cancel{v_0}$

$60\cdot\cancel{10}^{7} - 10\cdot 50$

$-H = 100\ (м)$

$v_0^2 = 2gH$

$\frac{m\cdot 2gH}{2} = mgH + K \quad H = vT - \frac{gT^2}{2}$

$\frac{v_0^2}{2g} = v_0^2\tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$v_0^2\left(\frac{1}{2g} - \tau\right) + \frac{g\tau^2}{2} = 0$

$v_0^2 = \frac{g\tau^2}{\tau - \frac{1}{2g}} = \frac{10\cdot 3^2}{3 - \frac{1}{20}} = \frac{90}{\frac{59}{20}} =$

$= \frac{1800}{59}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

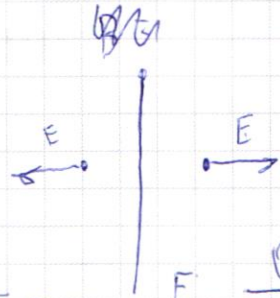
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{v_0^2}{2g} = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$v_0^2 - 2gTv_0 + \frac{g^2T^2}{4} = 0$$



$$D = 4g^2T^2 - 4g^2T^2 = 0$$

$$v_0 = \frac{2gT}{2} = gT$$

$$E \quad \frac{Q}{2S\varepsilon_0}$$

$$\Phi = \oint E S \cos\alpha$$

~~ES~~

$$v_0 = gT$$

$$H = \frac{g^2T^2}{2g} = \frac{gT^2}{2} = \frac{10 \cdot 9}{2} = 45 \text{ (м)}$$

~~$\Phi = E$~~

$$2ES = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$K = \frac{\sum \Delta m v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = 60 \left(\frac{м}{с}\right)$$

~~$2El = \frac{Q}{\varepsilon_0}$~~

$$H = v_0\tau + \frac{g\tau^2}{2}$$

$$H = v\tau_1 + \frac{g\tau_1^2}{2}$$

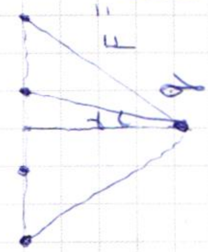
$$E \quad \frac{Q}{2E}$$

$$H = -v\tau_2 + \frac{g\tau_2^2}{2}$$

$$2E\,l = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\tau_2 - \tau_1 = \tau$$

$$F = \frac{qQ}{\left(\frac{r}{1-\sin^2}\right)^2}$$



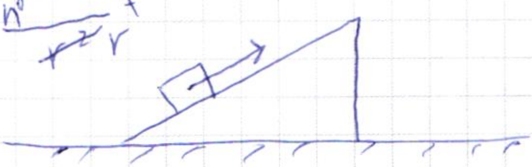
$$F = qQ$$

~~$2qQ$~~

$$0 = v(\tau_1 + \tau_2)$$

$n\,2$

$$F_1 = k\frac{q \cdot Q}{n\,r^2}\,r$$

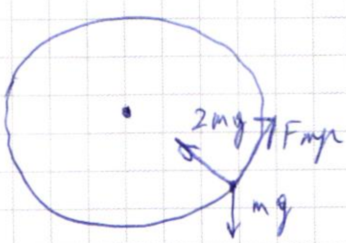


$$\cancel{\frac{mv_0^2}{2}} = \cancel{2mgH}\ mgH +$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}\ \cancel{\frac{mvu}{2} = \frac{2mv^2}{2}}$$

~~$mu = 2mv$~~

~~$u^2 = 2v^2,\ u = 2v$~~



$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgH + \frac{3mv^2}{2}$$

$$mv_0 = 3mv^2$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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