Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

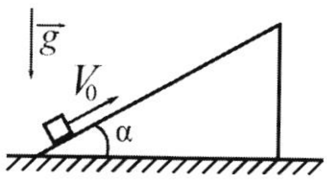
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разрывается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ м. На землю осколки падают в течение $\tau = 10$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 фейерверка.

2) Найдите суммарную кинетическую энергию K осколков сразу после взрыва.

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 $\alpha = 30^0$. Шайбе, находящейся на наклонной поверхности клина, сообщают начальную скорость $V_0 = 2$ м/с (см. рис.), далее шайба безотрывно скользит по клину. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.



1) На какую максимальную высоту H над точкой старта поднимется шайба на клине?

2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы. Ускорение свободного падения g=10 м/с^2.

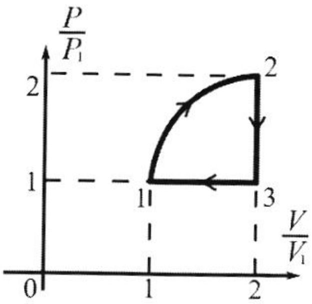
3. По внутренней поверхности проволочной металлической сферы радиуса $R = 1,2$ м равномерно со скоростью $V_0 = 3,7$ м/с движется модель автомобиля. Движение происходит в горизонтальной плоскости большого круга. Масса модели $m = 0,4$ кг. Модель приводится в движение двигателем. Силу сопротивления считайте пренебрежимо малой.

1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

2) Рассмотрим модель автомобиля равномерно движущуюся по окружности в плоскости большого круга, составляющей с горизонтом угол $\alpha = \dfrac{\pi}{6}$. Вычислите минимальную допустимую скорость V_{MIN} такого равномерного движения. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,9$.

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 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1.



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

2) Найдите работу A газа за цикл.

3) Найдите КПД η цикла.

Универсальная газовая постоянная R.

5. Заряд Q >0 однородно распределен по сфере радиуса R. В первом опыте на расстоянии $2R$ 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 $2R$ от центра.

2) Найдите силу F_2, с которой заряд сферы действует на заряженный стержень.

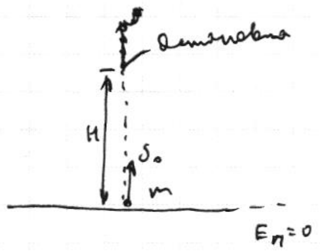
Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k. Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

1. т.к. работа была над фейерверком мгновенной, то можно считать, что он мгновенно преобрел скорость v_0 и не сместился никуда.

Тогда вначале:

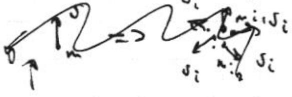


т.к. после мгновенной работы до момента, когда m достиг H на него действовала только сила $m\vec{g}$ => верен ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv^2}{2}$ (*)

т.к. точка наивысшая в траект. фейерверка, то $v_y = 0$, т.е. $v=0$

=> $\frac{mv_0^2}{2} = mgH$ => $v_0 = \sqrt{2gH}$ $= \sqrt{13}\cdot 10 = 37$ м/с

~~2. в момент разрыва:~~



т.к. ~~взрыв произошел за~~ $\Delta t \to 0$ => $\Delta p_{\text{сист}} = mg\Delta t \to 0$,

т.к ~~силы разрыва - внутренние~~

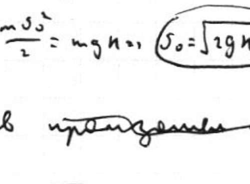
~~=> для системы верен ЗСИ: y: $mv = \sum m_i v_i = v_i \sum m_i = v_i \cdot m$ => $v_i = v$~~

$v_i = \text{const}$

3. т.к. все осколки получили одинаковую по модулю скорость, то последним упадет осколок с вертикальной ск-тью вверх, т.к. у всех осколков ускорение $\vec{g}$ вниз => для этого осколка:

и осколка со скор. вниз:

т.к. v_y - max, min



y: $-H = v_i t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$ => $v_i = \frac{gt_1}{2} - \frac{H}{t_1}$ (*)

$v_i = \frac{gt_1}{2} - \frac{H}{t_1}$

для того, что падает вниз: $H = v_i t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ => $v_i = \frac{gt_2}{2} + \frac{H}{t_2}$ (**)

№1 (продолжение 1)

~~4. Из (*) и (**):~~ ~~$\frac{m v_0^2}{2} = mgH + \frac{m v^2}{2}$, $v = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}$~~ ~~$v_0 = \sqrt{2gH + v^2}$, $v = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}$~~ ~~$\Rightarrow v_0 = \sqrt{2gH + (\frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau})^2}$~~

$v_i = const$

~~3. Из (*) ск-ть осколка $v_i = \frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau}$, а $K = \sum E_i = \frac{\sum m_i v_i^2}{2} = \frac{v_i^2}{2}\sum m_i = \frac{m v_i^2}{2}$~~

~~в момент разрыва~~

~~$\Rightarrow K = \frac{m(\frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau})^2}{2}$~~

5. Из (*) и (**): т.к. $\tau = t_2 - t_1$ – время падения последн. - первого $\to t_2 = \tau + t_1$

$\Rightarrow v_i = \frac{g\tau}{2} + \frac{g t_1}{2} - \frac{H}{\tau + t_1} = \frac{g t_1}{2} + \frac{H}{t_1} \Rightarrow \frac{g\tau}{H} = 2\frac{\tau + 2t_1}{(\tau + t_1)t_1}$

$\Rightarrow \frac{g\tau^2}{H}t_1 + \frac{g\tau}{H}t_1^2 = 2\tau + 4t_1$

$\Rightarrow t_1^2 + t_1(\tau - 4\frac{H}{g\tau}) - \frac{2H}{g} = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{4\frac{H}{g\tau} - \tau \pm \sqrt{(\tau - 4\frac{H}{g\tau})^2 + 8\tau}}{2}$, где «–» $t_1 < 0 \Rightarrow$ «+» верно

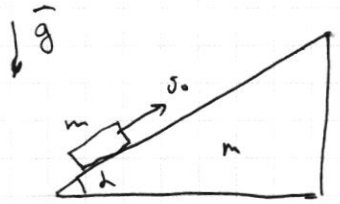
$\Rightarrow t_1 = \frac{4\frac{H}{g\tau} - \tau + \sqrt{(\tau - 4\frac{H}{g\tau})^2 + 8\frac{H}{g}}}{2} \approx 1{,}3$ с $\Rightarrow v_i = \frac{g t_1}{2} + \frac{H}{t_1} \approx S$

$K = \sum E_k = \sum \frac{m_i v_i^2}{2} \underset{v_i = const}{=} \frac{v_i^2}{2}\sum m_i = m\frac{v_i^2}{2}$

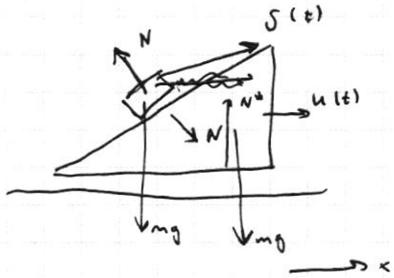
$\Rightarrow K = \frac{m v_i^2}{2} \approx$ ~~56,7~~ 728 Дж

Ответ: 1) 37,4 с
2) 728 Дж

№2.



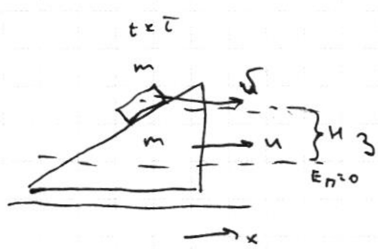
Перейдём в сист. машины



• т.к. клин дв-ется, как и шайба на нём, то ск-ть шайбы не направлена вдоль клина

1. т.к. в сист. „шайба + клин" суммарная сила по $x = 0$ → верен ЗСИ по x ⇒ от момента начала до момента, когда шайба достигнет максимальной высоты на клине: (тогда относительная ск-ть шайбы $= 0$ (условие максим. высоты) ⇒ из ЗСС: $\vec{v}_{отн} = \vec{0} = \vec{v}(\tau) - \vec{u}(\tau) \Rightarrow \vec{u}(\tau) = \vec{v}(\tau)$)

⇒



x: $mu + mu = m v_0 \cdot \cos\alpha \Rightarrow 2u = v_0\cos\alpha \to u = \frac{v_0\cos\alpha}{2}$

ЗСЭ (т.к. движение без отрыва $\sum A_N = 0$) для системы:

$\frac{m v_0^2}{2} = mgH + \frac{m v^2}{2} + \frac{m u^2}{2} = mgH + mu^2 = mgH + m\frac{v_0^2\cos^2\alpha}{4}$

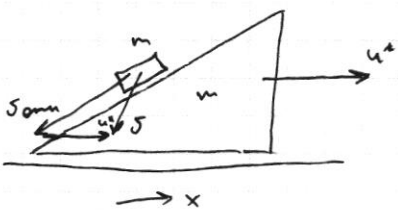
$\Rightarrow 2v_0^2 - v_0^2\cos^2\alpha = 4gH \Rightarrow H = \frac{v_0^2(2 - \cos^2\alpha)}{4g} \underset{\alpha = 30}{=} \frac{5 v_0^2}{16 g} = \frac{1}{8}$ м $= 0{,}125$ м

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2 (продолжение 1)

2. Когда шайба вернется в точку старта.



ЗСС для шайбы: $\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{u}^*$, где

$\vec{v}_{отн}$ – ск-ть шайбы относит клина,

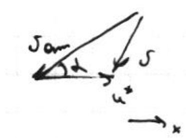
$\vec{u}^*$ – ск-ть клина.

ЗСИ на x (ΣF_x внеш $= 0$): $m u^* + m v_x = m v_0 \cos\alpha \Rightarrow u^* + v_x = v_0 \cos\alpha$ (·)

ЗСЭ для „шайба + клин" (дв-ие без отрыва → $\Sigma A_N = 0$): $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m u^{*2}}{2}$

$\Rightarrow v_0^2 = v^2 + u^{*2}$ (:)

ЗСС: $\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{u}^*$:



$\Rightarrow v_x = v_{отн\,x} + u^*_x = u^* - v_{отн}\cos\alpha$

$\Rightarrow$ подставляем в (·): $2u^* = v_{отн}\cos\alpha + v_0\cos\alpha \Rightarrow v_{отн} = \frac{2u^*}{\cos\alpha} - v_0$

Т. к. косинусов: $v^2 = v_{отн}^2 + u^{*2} - 2 v_{отн} u^* \cos\alpha \xrightarrow{в(:)} v_0^2 = v_{отн}^2 + 2u^{*2} - 2 v_{отн}\cos\alpha\, u^*$

$$v_0^2 = v_0^2 + \frac{4u^{*2}}{\cos^2\alpha} - \frac{4u^* v_0}{\cos\alpha} + 2u^{*2} - \frac{4u^{*2}}{1} + 2 v_0 u^* \cos\alpha$$

$$0 = \frac{4u^{*2}}{\cos^2\alpha} - \frac{4u^*}{\cos\alpha} v_0 - 2u^{*2} + 2 v_0 u^* \cos\alpha \Rightarrow 4u^* - 4v_0\cos\alpha - 2u^*\cos^2\alpha + 2v_0\cos^3\alpha = 0$$

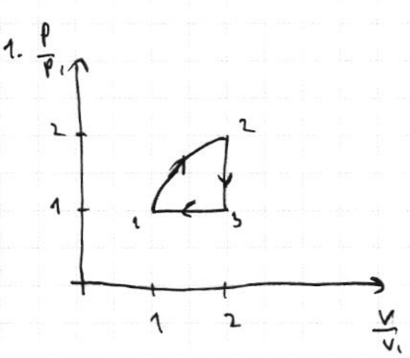
$$\Rightarrow u^* = \frac{4 v_0\cos\alpha - 2v_0\cos^3\alpha}{4 - 2\cos^2\alpha} = \boxed{\frac{2\cos\alpha - \cos^3\alpha}{2 - \cos^2\alpha} v_0} = \frac{2\cdot\frac{\sqrt3}{2} - \frac{\sqrt3}{2}\cdot\frac34}{2 - \frac34}\cdot 2\ м/с \Rightarrow$$

$$u^* = \frac{8\sqrt3 - 3\sqrt3}{16 - 6}\cdot 2\ м/с = \sqrt3\ м/с$$

Ответ: 1) $H = \frac{v_0^2(2-\cos^2\alpha)}{4g} = 0{,}135$ м

2) $u^* = \frac{2\cos\alpha - \cos^3\alpha}{2 - \cos^2\alpha}\cdot v_0 = \sqrt3$ м/с

№4.

1. 

где $V_1, p_1 = const$

В точке 1: $\frac{p}{p_1}=1 \Rightarrow p=p_1 \Rightarrow p_1V_1=\nu RT_1$

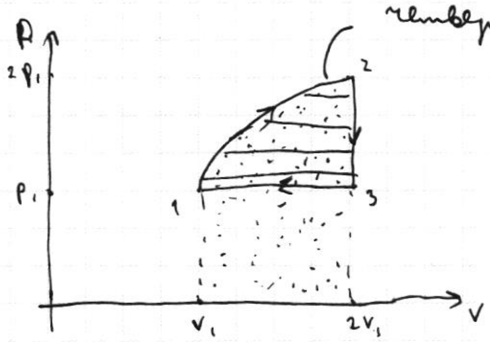
$\frac{V}{V_1}=1 \Rightarrow V=V_1$ //

$T_2=4T_1$

В точке 2: $p=2p_1$, $V=2V_1 \Rightarrow 4p_1V_1=\nu RT_2$

В точке 3: $p=p_1$, $V=2V_1 \Rightarrow 2V_1p_1=\nu RT_3 \rightarrow T_3=2T_1$

2. перерисуем в $p(V)$ координаты, т.е. увеличим абсциссу в V_1 раз, ординату в p_1 раз:



⇒ 1-2-3-1 - теперь в виде вытянутой окружности, т.е. эллипса ⇒

$S_{эллипса}=\pi\cdot r_1\cdot r_2=\pi\cdot p_1\cdot V_1$

⇒ $A_{12}=S_{12}=\frac{S_{эл}}{4}+p_1V_1=p_1V_1(\frac{\pi}{4}+1)$, где

$p_1V_1=\nu RT_1$ (п.1)

⇒ $A_{12}=\nu RT_1(\frac{\pi}{4}+1)=RT_1(\frac{\pi}{4}+1)$

$\nu=1$

$Q_{12}=A_{12}+U_2-U_1=\nu RT_1(\frac{\pi}{4}+1)+\frac{3}{2}\nu RT_2-\frac{3}{2}\nu RT_1=RT_1(\frac{\pi}{4}+1)+6RT_1-\frac{3}{2}RT_1$

$i=3$; $\nu=1$ моль, $T_2=4T_1$

⇒ $Q_{12}=RT_1(\frac{\pi}{4}+\frac{11}{2})=Q$ - подв. тепло при расширении.

3. $A_{1-2-3-1}=S_{фр}=\frac{S_{эл}}{4}=\cancel{A_{12}-}\,p_1V_1\frac{\pi}{4}=\frac{\pi}{4}\cdot RT_1$

4. $\eta=\frac{A_\Sigma}{Q_н}$, где $Q_н$ - тепло нагревателя, а т.к. в 2-3: изохор охлаждение ~~политропа~~, в 3-1: изобарн. сжатие

⇒ $Q>0$ только в пр 1-2 → $Q_н=Q_{12}$ ⇒ $\eta=\frac{A_{1-2-3-1}}{Q}=\frac{RT_1\frac{\pi}{4}}{RT_1(\frac{\pi}{4}+\frac{11}{2})}$ ⇒ $\eta=\frac{\pi}{\pi+22}$

Ответ: 1) $Q=RT_1(\frac{\pi}{4}+\frac{11}{2})$ 2) $A_\Sigma=\frac{\pi}{4}RT_1$ 3) $\eta=\frac{\pi}{\pi+22}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1. Круг в горизонтальной плоскости:

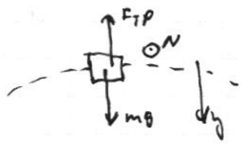
вид сверху:

т.к. вдоль y на автомобиль действует только N - реакция опоры со стороны сферы, где

3ЗН: $N = N_1$ - на сферу.

$\Rightarrow$ 2ЗН: $y: N = m a_{y.c} = m \frac{v_0^2}{R}$ ~~$\Rightarrow P = m \frac{v_0^2}{R} = 0{,}4 \cdot \frac{3{,}7^2}{1{,}2} = \frac{3{,}7^2}{3} = 1{,}5\ H$~~

т.к. движение равномерное, то $\vec{a} = \vec{a}_{y.c} \Rightarrow$ по другим осям силы компенсируются $\Rightarrow$ вид сбоку



т.к. вдоль y действует mg

$\Rightarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow mg = F_{тр}$,

т.к. других сил больше нет, а $F_{тр}$ может действовать только в пл-ти $\perp$ той, вдоль которой движется тело

$\Rightarrow F_{тр}$ и $N_1 \perp$ и $\vec{P} = \vec{N_1} + \vec{F}_{тр} \Rightarrow P = \sqrt{m^2 g^2 + m^2 \frac{v_0^4}{R^2}} = m \sqrt{g^2 + \frac{v_0^4}{R^2}} \approx 0{,}4 \cdot 15 \cdot H = 6\ H$

где верно ~~т~~ $F_{тр} \leq \mu N$ ~~=~~ ~~$mg \leq \mu mg$~~

$\Rightarrow mg \leq \mu m \frac{v_0^2}{R}$

☐ черновик ☑ чистовик

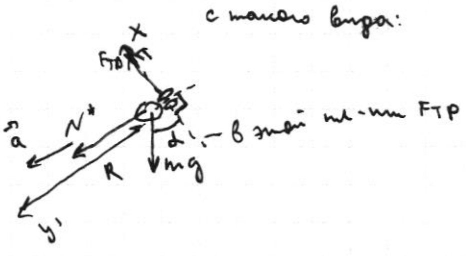
(Поставьте галочку в нужном поле)

№3. (продолжение)

т.к. дв-ие равномерное, то $\vec{a} = \vec{a}_{ц.с}$ и направлено в центр окр. => ~~т.к. на тело~~

2 ЗН для автомобиля: $\vec{F}_{тр} + m\vec{g} + \vec{N}^* = m\vec{a}_{ц.с} = m\dfrac{\upsilon^2}{R}$

с такого вида:



т.к. $F_{тр}$ в пл-ти $\perp N^*$ =>

$F_{тр}$ - определен тем, что он компенсирует mg, а вклад в N^* и $ma_{ц.с}$ проекции он не дает

=> x: $F_{тр} = mg\cos\alpha$, где $F_{тр} \leq \mu N^*$ => $N^* \geq \dfrac{mg\cos\alpha}{\mu}$

y': $N^* + mg\sin\alpha = ma_{ц.с} = m\dfrac{\upsilon^2}{R}$

$\upsilon^2(N^*) = \dfrac{RN^*}{m} + Rg\sin\alpha$ =>

$\upsilon^2(N^*) = \min$, т.е. $\upsilon = \upsilon_{min}$, когда.

$N^* = N^*_{min}$ => $N^* = \dfrac{mg\cos\alpha}{\mu}$

=> $\upsilon_{min} = \sqrt{R\dfrac{g\cos\alpha}{\mu} + Rg\sin\alpha}$

$\upsilon_{min} = \sqrt{Rg\left(\dfrac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)}$ =>

$\upsilon_{min} = \sqrt{Rg\left(\dfrac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)} \underset{\alpha = 30°}{=} \sqrt{12\left(\dfrac{\sqrt{3}}{1,8} + 0,5\right)} \simeq 4,2$ м/с

Ответ: 1) $P = m\sqrt{g^2 + \dfrac{\upsilon_0^4}{R^2}} \simeq 6$ Н

2) $\upsilon_{min} = \sqrt{Rg\left(\dfrac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)} \simeq 4,2$ м/с

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

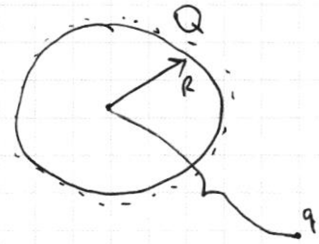
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

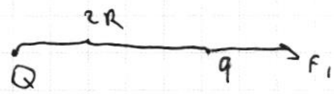
1.



т.к. сфера однородно заряжена, то сила, действующая на заряд вне шарика, равна кулоновской силе от заряда Q, который положили в центр шара.

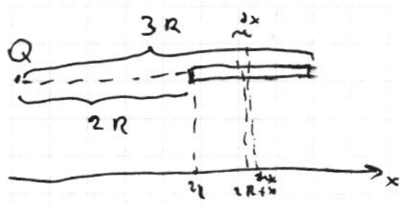
т.к. $2R > R \Rightarrow$ заряд q вне шара.

$\Rightarrow$



$$\boxed{F_1 = k\frac{|q||Q|}{(2R)^2} = k\frac{qQ}{4R^2}}$$

2. во втором случае аналогично на стержень со стороны сферы действует сила равная силе, которая была бы от Q, положенной в центр сферы:



заряд на части dx

dx - мал $\Rightarrow$ $dq = dx\,\frac{q}{R}$

и $F_{dq} = k\,\frac{dq\cdot Q}{(2R+x)^2}$

$\Rightarrow F_2 = \sum F_{dq} = Qk \sum \frac{dq}{(2R+x)^2}$

$\Rightarrow F_2 = \frac{qQk}{R}\sum\frac{dx}{(2R+x)^2}$

Ответ: 1) $F_1 = k\,\frac{qQ}{4R^2}$

2) $F_2 = k\,\frac{qQ}{R}\int\frac{dx}{(2R+x)^2}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

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

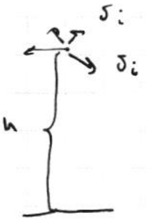
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$A S \cdot F = A = \frac{m v_0^2}{2}$ $\qquad$ $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + 2gH$

$\uparrow F$ $\tau \cdot S \to 0$

$\sum \frac{m_i v_i^2}{2} = \frac{v_i^2}{2} \sum m_i = \frac{m v_i^2}{2}$ $\qquad$ $m v = \sum m_i v_i = v_i \sum m_i = m v_i$



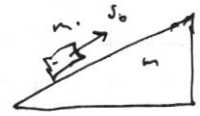
т.к. у всех ск-ти один

$\frac{m_i v_i^2}{2} + m_i g H = \frac{m_i v_k^2}{2}$

$v_k = \sqrt{v_i^2 + 2gH}$

$-v_k = v_i - g\tau$

$v_i = g\tau - \sqrt{v_i^2 + 2gH}$

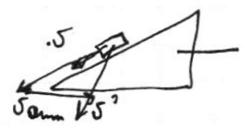


$g\tau - v_i = \sqrt{v_i^2 + 2gH}$

$2u^* = v_{отн} \cos\alpha + v_0 \cos\alpha$ $\qquad$ $g^2\tau^2 + v_i^2 - 2g\tau v_i = v_i^2 + 2gH$

$v_0^2 = v_{отн}^2 + 2u^{*2} - 2u^* v_{отн} \cos\alpha$ $\qquad$ $g\tau^2 - 2H = 2\tau v_i$

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



$v_x = v_{отн\,x} - u^*$

$m u^* + m v_x = m v_0 \cos\alpha$

$u^* + v \cos\beta = v_0 \cos\alpha$

$v_0^2 = v^2 + u^{*2}$ $\qquad$ $v^2 = u^{*2} + v_{отн}^2 - 2 v_{отн} u^* \cos\alpha$ $\qquad$ $\frac{m u^{*2}}{2} + \frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$

$v \sin\beta = v_{отн} \sin\alpha$

$v \cos\beta + u^* = v_{отн} \cos\alpha$ $\qquad$ $v \cos\beta$

$v_0^2 = v^2 + u^{*2}$

$v \sin\beta = v \operatorname{tg}\alpha \cos\beta + u^* \operatorname{tg}\alpha$ $\qquad$ $v_0^2 = v_x^2 + v_y^2 + u^{*2}$

$v_{отн} \cdot \sin\alpha = v_y$ $\qquad$ $u^* = v_0 \cos\alpha - v_x$

$\frac{v_0^4 \left(2 - \frac{3}{4}\right)}{48} =$

$v \sin\beta = v_{отн} \sin\alpha$

$v \cos\beta = v_{отн} \cos\alpha - u^*$ $\qquad$ $v_0^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_x^2 + v_0^2 \cos^2\alpha \cdot\cdot$ $\qquad$ $= \frac{5}{16} \frac{v_0^2}{g} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$

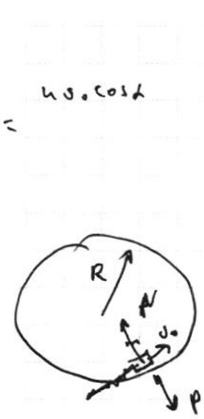
$2u^* = v_{отн} \cos\alpha + v_0 \cos\alpha$

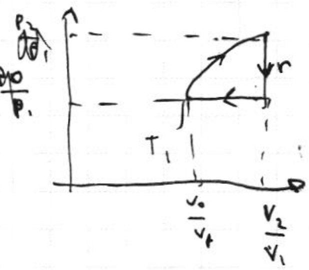
$v_0^2 = v_{отн}^2 \sin^2\alpha + v_{отн}^2 \cos^2\alpha + u^{*2} - 2u^* v_{отн} \cos\alpha$

☑ черновик ☐ чистовик $\qquad$ Страница № 8
(Поставьте галочку в нужном поле) $\qquad$ (Нумеровать только чистовики)

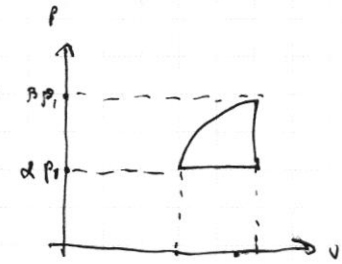
$u^* = \frac{u v_0 \cos\alpha \quad 2\cos\alpha - \cos^3\alpha}{2 - \cos^2\alpha} S_0$

$$\frac{2\frac{\sqrt3}{2} - \frac{\sqrt3}{2}\cdot\frac{3}{4}}{2 - \frac34} = \frac{8\sqrt3 - 3\sqrt3}{16-6} = \frac{5\sqrt3}{10} = 0{,}5\sqrt3$$





$Q = A_{12} + U_2 - U_1$



$\frac{V_2 - V_0}{V_1}$

$\frac{p_0}{p_1}\cdot\frac{V_0}{V_1} = \frac{\nu R T_1}{p_1 V_1}$

$p_0 V_0 = \nu R T_1$

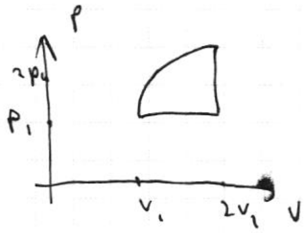
$\frac{p_2 - p_0}{p_1} = \frac{V_2 - V_0}{V_1}$ 101

$p_2 V_2 = \nu R T_2$ 57

p

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

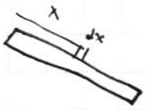
$\frac{\pi r^2}{4} + r.$ 53

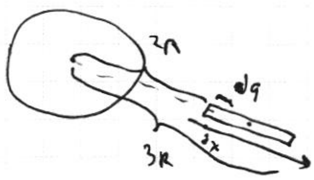


$$\frac{-7{,}4 + \sqrt{7{,}4^2 + 8\cdot\frac{65}{10}}}{2} \quad 12{,}6 \qquad \frac{\pi}{4} V_1 p_1 + p_1V_1 = p_1V_1\left(\frac{\pi}{4}+1\right) = \nu R T_1\left(\frac{\pi}{4}+1\right)$$

$\nu = 1$

$2p_1$





$F_{dq} = \frac{dq\cdot Q}{(2R+x)^2}$

$\times\begin{array}{r}3{,}7\\3{,}7\\\hline 259\\111\\\hline 13{,}69\end{array}$

$F_{dx} = \frac{dq\cdot Q}{(2R+x)^2}$ $t_2 - t_1 = \tau$

$t_1 + t_2$

$\frac{13}{5} - 10$

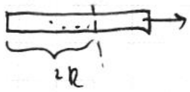
$\sum F_{dq} =$ dq

$4\cdot\frac{65}{10\cdot10}$

$v_i = \frac{g t_2}{2} - \frac{h}{t_2}$ $t_2 = \tau + t_1$

$v_i = \frac{g t_1}{2} + \frac{h}{t_1}$

$dq = dx\,\frac{q}{R}$



$\frac{13}{2} + \frac{65}{1{,}3^2}$

$\times\begin{array}{r}567\\57\\\hline 3969\\285\end{array}$

$q = R\,\frac{q}{l}$

6,5 +

$v_i = \frac{g t_1}{2} + \frac{g\tau}{2} - \frac{h}{t_1+\tau}$

по Th о ср-ни у.н!

$\frac{650 50}{13}$

$\frac{g\tau}{2} = \frac{h}{t_1+\tau} + \frac{h}{t_1}$

32 49

$F = \sum F_{dq} = \sum \frac{q}{R}\,Q\,\frac{1}{dx\,(2R+x+dx)^2}$

$dq = dx\,\frac{q}{R}$

16 20

$F_{dq} =$ dx

$\times\begin{array}{r}162\\4\\\hline 128\end{array}$ $\int \frac{dx}{(2R+x)^2}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница № 9

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

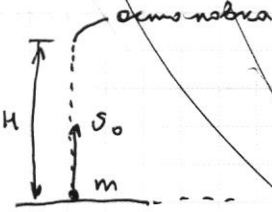
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1.

1. т.к. работа двигателя мгновенна, то фейерверк мгновенно изменил импульс, т.е. приобрел скорость υ_0, т.к. не успел пролететь никакое расстояние.

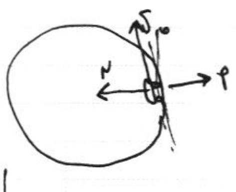


т.к. на тело m действует только $m\vec{g}$ после того, как тело начало двигаться со скоростью υ_0 => верен ЗСЭ: $\frac{m\upsilon_0^2}{2} = mgH$, т.к. на высоте H тело останавливается

$E_п = 0$

$=> \upsilon_0 = \sqrt{2gH}$

$N = m\frac{\upsilon_0^2}{R}$

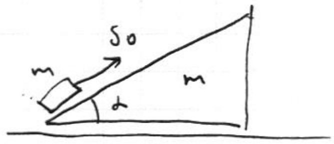


$m\frac{\upsilon_0^2}{R} = 0,4\cdot\frac{3,7^2}{1,2} = \frac{3,7^2}{3} = 1,23^2$

$1,23 \cdot 1,23$: 369, 246, 123, 1,5129

$\upsilon_0 = \sqrt{2gH + (\frac{g\tau}{2} - \frac{H}{\tau})^2}$

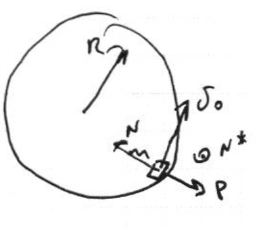
$2\cdot10\cdot65 + (\frac{10\cdot10}{2} - \frac{65}{10})^2$



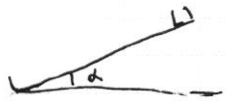
$50 - 6,5$

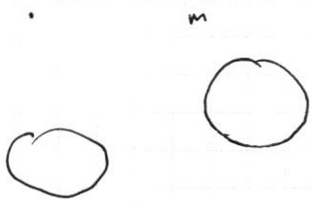
$\upsilon = 50 - 6,5 = 47,5 \quad 1300 + 43,5^2$

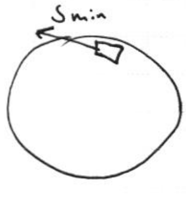
$(\frac{87}{2})^2$

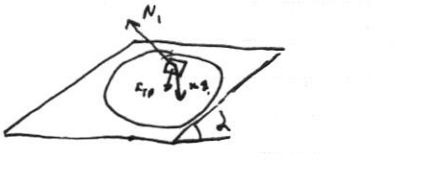


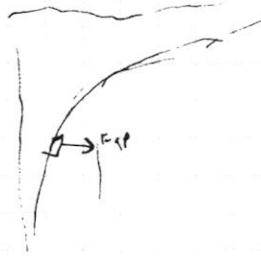
$N = ma_{ц.с} = m\frac{\upsilon_0^2}{R} = P$

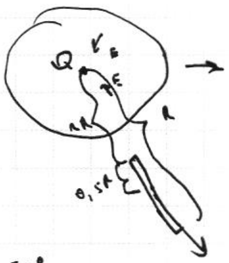


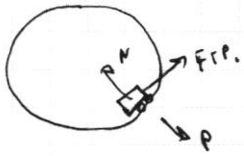












т.к. сфера однородно заряжена,

=> ее напряженность внутри = $\bar{0}$,

а снаружи на заряд действует

сила от заряда, который находился

бы в центре с таким же зарядом Q.

по Th одн-ти у.н. ~~по~~ ~~...~~

~~...~~ $F_2 = \frac{k \cdot Q q}{(2,5R)^2}$

$0,4\sqrt{12^2 + \frac{37^4}{12^2}}$

$37 \cdot 37 = 1369$

$1369 \cdot 1369$

$1369 : 120 = 11,4$

3,7

$\frac{3,7^2}{1,2} = \frac{37^2}{120}$

$N\mu \geq mg$

$\mu N \geq mg$

$\mu g \geq mg$

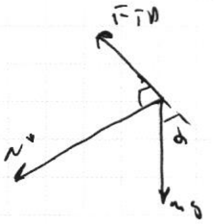
$1,4 \cdot 3 = 4,2$

$1,71 \cdot 1,71 = 2,9241$

$11,4 \cdot 11,4 = 129,96$

$2 \cdot 129,96$

$\frac{1,71}{1,8} = 1$



$\frac{13,63}{3}$

$\frac{3,7^2}{3}$

$3\sqrt{2}$

$mg \cdot \cos\alpha = F_{тр_x}$

$N^* = \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$mg\cos\alpha = F_{тр} \leq \mu N^*$

$mg a_{y.c.}^2 \quad N^* + F_{тр_{y}}$

$\sqrt{Rg\left(\frac{\cos\alpha}{\mu} + \sin\alpha\right)}$

$N^* + mg\sin\alpha = m\frac{\upsilon_{min}^2}{R} \quad m\frac{\upsilon^2}{R}$

~~Fтр~~ $\mu^2 N^2 = N^{*2} + m^2 a_{y.c.}^2 - 2N^*$

$\sqrt{12\left(\frac{\sqrt{3}}{1,8} + 0,5\right)}$

$0,4\cdot ...$ $N^* \geq \frac{mg\cos\alpha}{\mu}$

$F_{тр} \leq \mu N^*$