

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

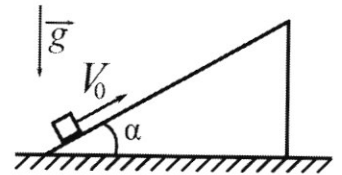
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разбивается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ 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/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. На гладкой горизонтальной поверхности расположен клин. Гладкая наклонная поверхность клина образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. 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/с².



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/с².

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 $\alpha = \frac{\pi}{6}$. 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/с².

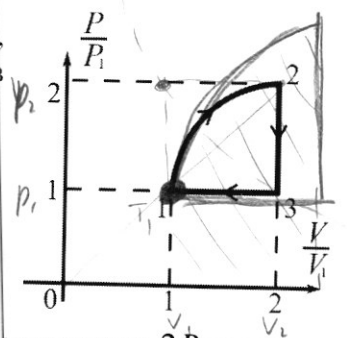
4. Один моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1 (см. рис.), участок 1-2 – дуга окружности с центром в точке 3. Температура газа в состоянии 1 равна T_1 .

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.

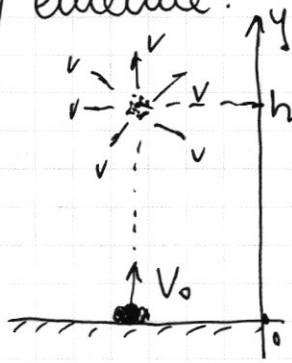
Все силы, кроме кулоновских, считайте пренебрежимо малыми. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Явлениями поляризации пренебрегите.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано:
 $m = 2 \text{ т}$
 $H = 65 \text{ м}$
 $\tau = 10 \text{ с}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $V_0 = ?$
 $K = ?$

Решение:



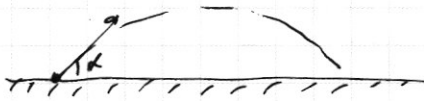
$$1) h = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gh}$$

$$V_0 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} \approx 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) τ - суммарное время полета, т.е.

время, за которое приземлился последний осколок:

Какой осколок приземлится последний?



Бросок под углом:

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}, \sin \alpha \leq 1$$

\Rightarrow Позднее всего приземлится осколок, который в начальный момент взрыва полетел вертикально вверх:

$$-h = V\tau - \frac{g\tau^2}{2} \Rightarrow V = \frac{g\tau}{2} - \frac{h}{\tau}$$

$$K = \sum \frac{m_i V_i^2}{2} = \cancel{\sum m_i V_0^2} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{g\tau}{2} - \frac{h}{\tau} \right)^2 \cdot \sum m_i =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{g\tau}{2} - \frac{h}{\tau} \right)^2 \cdot m = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{65}{10} \right)^2 \cdot 2 = 1892,25 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) $V_0 = \sqrt{2gh} = \sqrt{1300} \approx 36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $K = \frac{m}{2} \left(\frac{g\tau}{2} - \frac{h}{\tau} \right)^2 = 1892,25 \text{ Дж}$

~~XXXXXXXXXX~~

№2

Дано: | Решение:

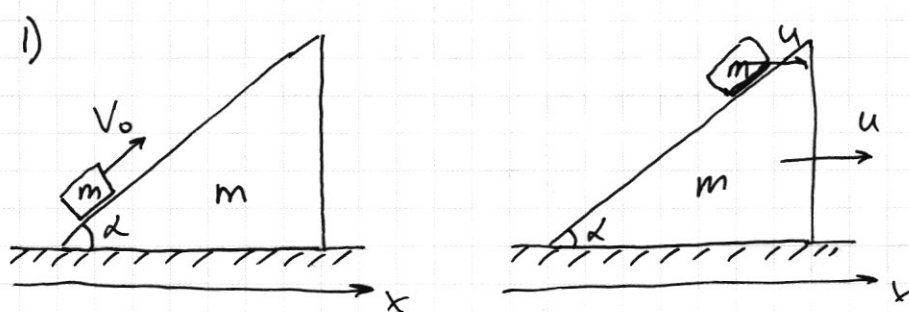
$\alpha = 30^\circ$

$V_0 = 2 \frac{м}{с}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$H = ?$

$V = ?$



З.С.И для системы клин+шайба:

Ох: $mV_0 \cos \alpha = mu + mu$, где u - скорость шайбы и клина, когда шайба достигла max высоты

$V_0 \cos \alpha = 2u \Rightarrow u = \frac{V_0 \cos \alpha}{2}$

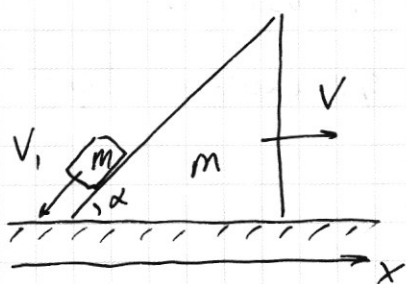
З.С.Э для системы клин+шайба:

$\frac{mV_0^2}{2} = mgH + \frac{mu^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \Rightarrow V_0^2 = 2gH + 2u^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow H = \frac{V_0^2 - 2u^2}{2g};$ ~~$H = \frac{V_0^2 - 2u^2}{2g}$~~ $H = \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2}}{2g} =$

$= \frac{4 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{3}{4}}{20} = \frac{5}{40} = 0,125 \text{ м}$

2) Шайба скатывается обратно



V_1 - скорость шайбы в нижней точке

З.С.И: Ох: $2mu = mV - mV_1 \cos \alpha$

$2u = V - V_1 \cos \alpha$

$V_0 \cos \alpha = V - V_1 \cos \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow V_1 = \frac{V}{\cos \alpha} - V_0$

З.С.Э для системы клин+шайба:

$\frac{mu^2}{2} + \frac{mu^2}{2} + mgH = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2}$

$2u^2 + 2gH = V^2 + V_1^2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 (продолжение):

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + 2g \cdot \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2}}{2g} = V^2 + \left(\frac{V}{\cos \alpha} - V_0 \right)^2$$

Подставим числа:

$$V^2 + \left(\frac{V}{\cos \alpha} - V_0 \right)^2 = \frac{4 \cdot 3}{4 \cdot 2} + 4 - \frac{4 \cdot 3}{4 \cdot 2} = 4$$

$$V^2 + \frac{V^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{2VV_0}{\cos \alpha} - V_0^2 = 4$$

~~$$\frac{3}{4}V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}}V - 8 = 0$$~~

~~$$\frac{7}{4}V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}}V - 8 = 0$$~~

~~$$D = b^2 - 4ac = \frac{64}{3} + 4 \cdot 8 \cdot \frac{7}{4}$$~~

$$V^2 + \frac{4}{3}V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}}V - 8 = 0$$

~~$$\frac{7}{3}V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}}V - 8 = 0$$~~

$$D = b^2 - 4ac = \frac{64}{3} + 4 \cdot 8 \cdot \frac{7}{3} = \frac{64}{3} + \frac{224}{3} = \frac{308}{3}$$

$$V = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{\frac{8}{\sqrt{3}} \pm \frac{\sqrt{308}}{\sqrt{3}}}{\frac{7}{3}} = \frac{3}{7} \frac{8}{\sqrt{3}} + \frac{2\sqrt{77}}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{3}{14} \left(\frac{8 + 2\sqrt{77}}{\sqrt{3}} \right) = \frac{3}{14} \left(\frac{8 + 2 \cdot 8,8}{1,7} \right) \approx 3 \frac{4}{c}$$

Ответ: 1) $H = \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2}}{2g} = 0,125 \text{ м}$

2) $V = 3 \frac{4}{c}$

№3

№3

Дано:

$$V_0 = 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$m = 0,4 \text{ м}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

$$\mu = 0,9$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

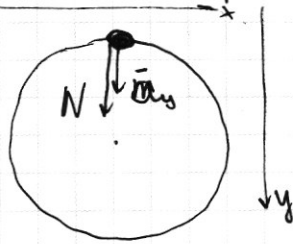
$$\alpha = \frac{\sqrt{3}}{6}$$

1) $P = ?$

2) $V_{\min} = ?$

Решение:

1) Рассмотрим буг сверху:



$$Oy: ma_y = N =$$

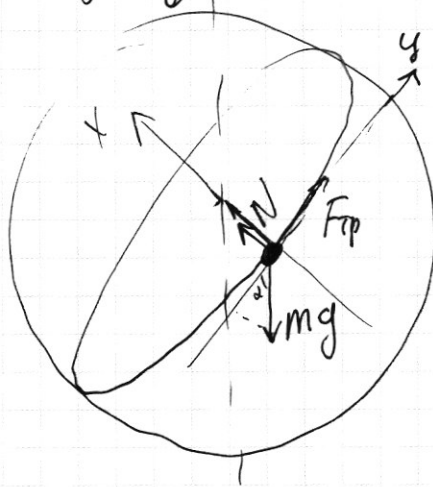
$$N = \frac{mV_0^2}{R}$$

По модулю $N = P =$

$$\Rightarrow P = \frac{mV_0^2}{R} = \frac{0,4 \cdot 3,7^2}{1,2} = 4,56 \text{ Н}$$



2)



$$Ox: ma_{xy} = N =$$

$$\Rightarrow N = \frac{mV_{\min}^2}{R}$$

$$Oy: F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha$$

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

$$\mu \frac{V_{\min}^2}{R} = g \cos \alpha$$

$$V_{\min} = \sqrt{\frac{Rg \cos \alpha}{\mu}}$$

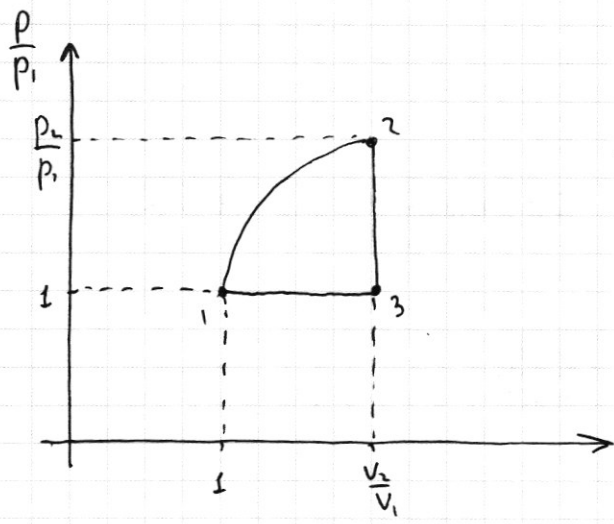
$$V_{\min} = \sqrt{\frac{1,2 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,9}} = \sqrt{\frac{12 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 0,9}} = \sqrt{\frac{6 \cdot \sqrt{3}}{0,9}}$$

$$\text{Ответ: 1) } P = \frac{mV_0^2}{R} = 4,56 \text{ Н}$$

$$2) V_{\min} = \sqrt{\frac{Rg \cos \alpha}{\mu}} = \sqrt{\frac{6 \cdot \sqrt{3}}{0,9}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



$$1) Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$\frac{Q_{12}}{P_1 V_1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_1 V_1} + \frac{P_1 (V_2 - V_1)}{P_1 V_1} + \frac{A^*}{P_1 V_1}$$

$$\frac{Q_{12}}{P_1 V_1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_1 V_1} + \frac{V_2 - V_1}{V_1} + \frac{A^*}{P_1 V_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}, \text{ т.к. } 1-2 \text{ - дуга полу окружности}$$

$$\left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) = \frac{V_2}{V_1} - 1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{P_1 V_1} = \frac{3}{2} \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + \frac{V_2}{V_1} - 1 + \frac{A^*}{P_1 V_1}, \quad \frac{V_2}{V_1} = k$$

$$\Rightarrow \frac{Q_{12}}{P_1 V_1} = \frac{3}{2} (k^2 - 1) + k - 1 + \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1)$$

$$2) A_{12} = \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1) \cdot P_1 V_1$$

$$3) \eta = \frac{A}{Q_{12}} = \frac{\frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1)}{\frac{3}{2} (k^2 - 1) + k - 1 + \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1)}$$

Ответ: 1) $Q_{12} = \left(\frac{3}{2} (k^2 - 1) + k - 1 + \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1) \right) \cdot P_1 V_1$

2) $A_{12} = \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1) \cdot P_1 V_1$

3) $\eta = \frac{\frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1)}{\frac{3}{2} (k^2 - 1) + k - 1 + \frac{\sqrt{\pi}}{4} (k^2 - 2k + 1)}, \quad k = \frac{V_2}{V_1}$

Дано: | Решение:

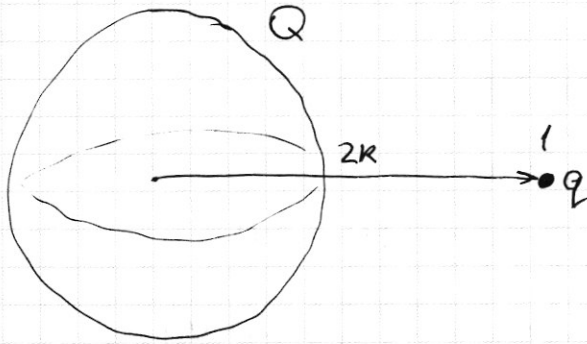
$$Q > 0$$

$$q > 0$$

$$R, 2R$$

$$1) F_1 = ?$$

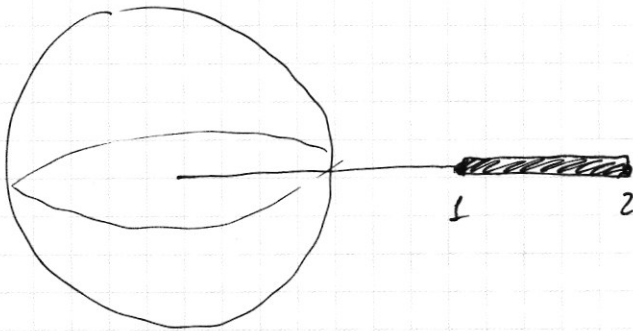
$$2) F_2 = ?$$



1) Заряд по сфере распределен однородно \Rightarrow поле за пределами шара:

$$E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow E_1 = \frac{kQ}{4R^2} \Rightarrow F_1 = E \cdot q = \frac{kQq}{4R^2}$$

2)



$$E_1 = \frac{kQ}{4R^2} \Rightarrow F_{1i} = \frac{kQq_i}{4R^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ}{9R^2} \Rightarrow F_{2i} = \frac{kQq_i}{9R^2}$$

Далее проинтегрировать от $2R$ до $3R$

$$F = \sum \frac{kQ \cdot q_i}{r^2} = \cancel{kQq} kQq \sum \frac{1}{r^2} = kQq \int_{2R}^{3R} \frac{1}{r^2}$$

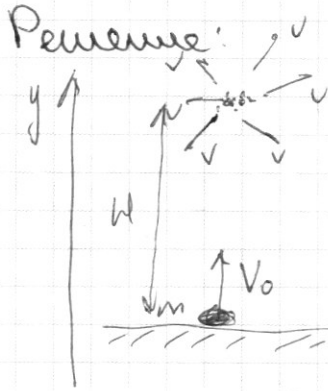
Ответ: 1) $F_1 = \frac{kQq}{4R^2}$

2) $F_2 = kQq \int_{2R}^{3R} \frac{1}{r^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~1200~~ $\times \frac{55}{4}$
220

№03
Дано:
 $m = 2 \text{ кг}$
 $H = 65 \text{ м}$
 $t = 10 \text{ с}$
 $V_0 = ?$
 $K = ?$



1) $H = \frac{V_0^2}{2g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH}$

2) $\times \frac{64}{20}$
 $\frac{1280}{1280}$

$\times \frac{220}{7}$
 $\frac{1540}{1540}$

$15 + 2 = 17$

$\times \frac{65}{2}$
 $\frac{1300}{1300}$

$\frac{30}{20} + \frac{8}{20} - \frac{3}{20} = \frac{35}{20} = \frac{7}{4}$
 $\frac{4 - \frac{37}{20}}{20} = \frac{80 - 37}{20} = \frac{43}{20}$
 $\frac{50}{20} - \frac{6,5}{20} = \frac{43,5}{20}$



$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$

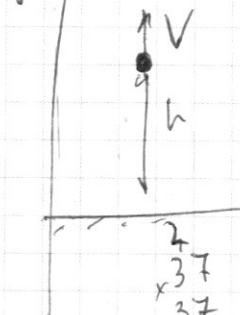
- при полете под углом α к горизонту $\sin \alpha < 1$

$0 = Vt - \frac{gt^2}{2}$
 $\frac{gt^2}{2} = Vt \Rightarrow V = \frac{gt}{2}$

$t = \frac{2V_0}{g}$ - при одинаковом полете \Rightarrow

$\frac{37}{20} + \frac{37}{20} = \frac{74}{20} = \frac{37}{10}$
 $\frac{304}{1444}$
 $\frac{43}{20}$

Бо́льшее время у шарика, который летит вверх



$-H = Vt - \frac{gt^2}{2}$

$Vt = \frac{gt^2}{2} - H \Rightarrow V = \frac{gt}{2} - \frac{H}{t}$

$K = \sum \frac{m_i v_i}{2} = \frac{v_i}{2} \sum m_i = \frac{mV_i}{2}$

$30 \cdot 30 = 900$ $100 \cdot 100 = 10000$

$10 \cdot 10 = 100$

$50 \cdot 50 = 2500$

$40 \cdot 40 = 1600$

$\times \frac{650}{2}$
 $\frac{1300}{1300}$

$(10 \cdot 5 - 6,5)^2 =$
 $= (50 - 6,5)^2 =$

$\times \frac{36}{36}$
 $\frac{192}{108}$
 $\frac{1272}{1272}$

$2 \cdot \frac{2 \cdot V \cdot 2}{\sqrt{3}}$

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№ 2

1)



$$\frac{20}{3} = 6.66$$

З.С.И: Система Ками + брусок:

Оу: $mV_0 = mu + mu$

$$mV_0 \cos \alpha = mu + mu$$

$$mV_0 \cos \alpha = 2mu$$

$$V_0 \cos \alpha = 2u \Rightarrow u = \frac{V_0 \cos \alpha}{2}$$

$$\frac{128}{12} = 10.66$$

$$\frac{112}{12} = 9.33$$

З.С.Э: $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \frac{mu^2}{2} + mgh$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$mV_0^2 = 2mu^2 + 2mgh$$

$$V_0^2 = 2u^2 + 2gh$$

$$h = \frac{V_0^2 - 2u^2}{2g} = \frac{V_0^2 - 2 \cdot \frac{V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{4}}{2 \cdot 10}$$

$$\frac{50}{40} = 1.25$$

$$= \frac{V_0^2 - \frac{1}{2} V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{20} = \frac{4 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{3}{4}}{20} = \frac{4 - \frac{3}{2}}{20}$$

$$\frac{20}{2} = 10$$

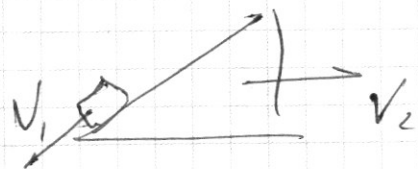
$$\frac{5}{2 \cdot 20} = \frac{5}{40} = 0,125 \text{ м}$$

2) Масса шарика обратна:

$$mu + mu = mV_2 - mV_1 \cos \alpha$$

$$2u = V_2 - V_1 \cos \alpha$$

$V_2 = ?$



З.С.Э: $mu^2 + mgh =$

$$\frac{350}{3} = 116.66$$

$$\frac{76}{19} = 4$$

$$\frac{16}{76} = 0.21$$

$$20 \cdot 3 = 4 \cdot 5 \cdot 3 = 60$$

$$\frac{50}{40} = 1.25$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V_0 \cos \alpha = \frac{V}{\cos \alpha}$$

Дано:

Решение:

$\nu \neq \text{мен}$

1) $Q = Q_{12}$

$i = 3$

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

T_1

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$

$Q = ?$

$= \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 =$

$A = ?$

$= \frac{3}{2} p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_2$

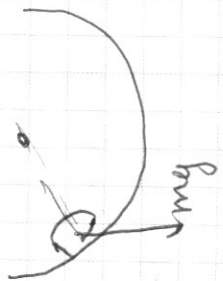
$\eta = ?$

$A = p_1 (V_2 - V_1) + \frac{1}{4} \sqrt{1} R^2 = p_1 V_2 - p_1 V_1 + \frac{1}{4} \sqrt{1}$

$\frac{p_2}{p_1} - \frac{p_1}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} - \frac{V_1}{V_1}$

$\frac{p_2}{p_1} - 1 = \frac{V_2}{V_1} - 1$

$p_2 V_1 = p_1 V_2$



$\frac{5}{508}$
 $\frac{5}{508}$
 $\frac{0.2}{0.2}$
 $\frac{0.2}{0.2}$
 $\frac{0.2}{0.2}$

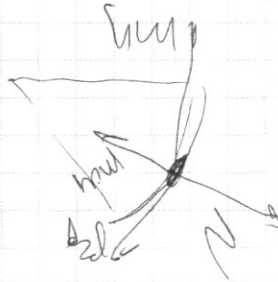
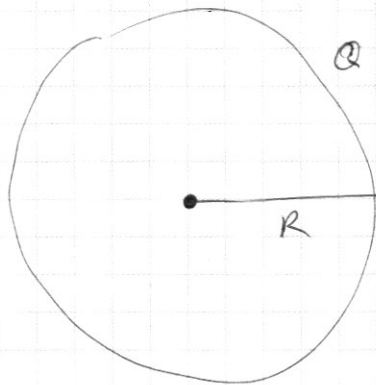
$\frac{0.15}{0.2}$

$A^* = \Delta U + A$
 $A = p_1 (V_2 - V_1) + A^*$

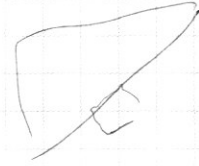
$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$

$\frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$

№5



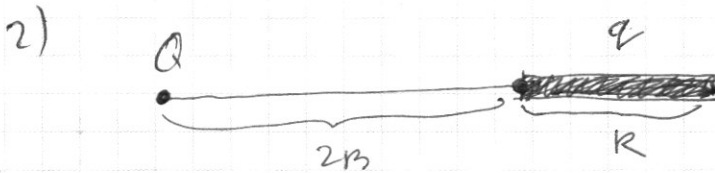
$$F_c = E \cdot q$$



$$\frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \cos 45^\circ = \sqrt{2} \cos 45^\circ$$

$$\sqrt{2} \cos 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 1$$

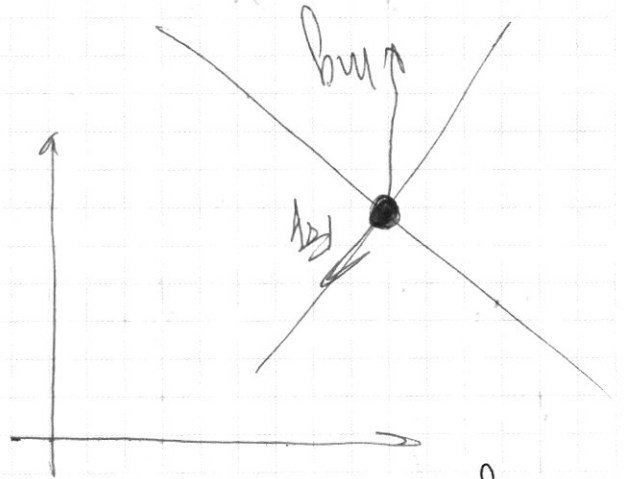
$$1) E = \frac{kQq}{4R^2} \Rightarrow F_c = \frac{kQqQ}{4R^2}$$



$$F_{c1} = \frac{kQq}{4R^2}$$

$$F_{c2} = \frac{kQq}{9R^2}$$

$$\Sigma F = \Sigma F_{ci}$$



kQq

kQqi

F1 = 24x10^-2

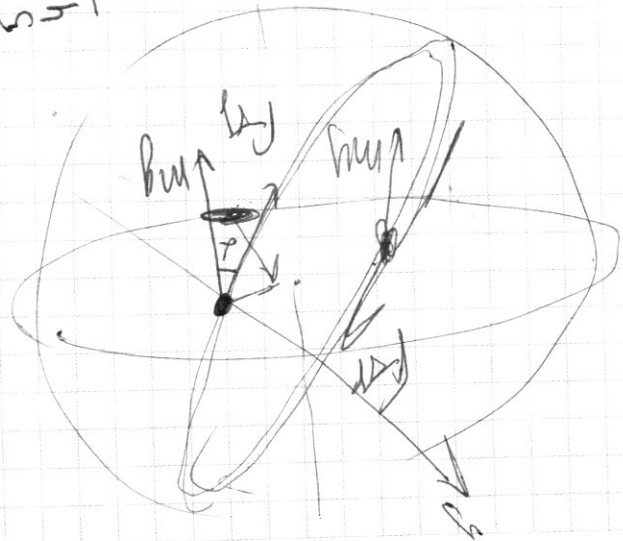
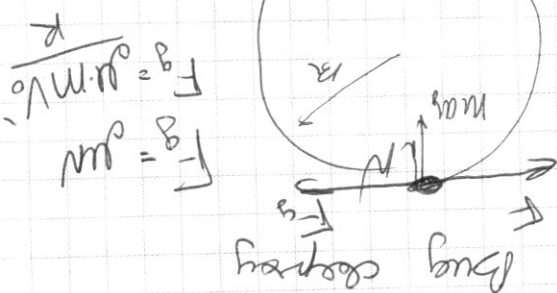
5,476 | 12
5,476 | 12
5,476 | 12
5,476 | 12
5,476 | 12

9
6
9
6
9
6
9
6

180
180
180
180

655
111
1369

13,69
5445



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + p_1 (V_2 - V_1) + A^*$$

$$\frac{Q}{p_1 V_1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{\nu R T_2 - \nu R T_1}{p_1 V_1} + \frac{p_1 V_2 - p_1 V_1}{p_1 V_1} + \frac{A^*}{p_1 V_1} =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1 \right) + \frac{V_2 - V_1}{V_1} + \frac{A^*}{p_1 V_1} =$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \frac{V_2}{V_1} - 1 = \frac{3}{2} \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \frac{\gamma}{4} \cdot \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)^2 =$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_2}{p_1}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_1 V_2 = \nu R T_3$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\frac{Q}{p_1 V_1} =$$

$$= \frac{3}{2} \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right) + \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \frac{\gamma}{4} \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 2 \frac{V_2}{V_1} + 1 \right)$$

$$\frac{3}{2} (k^2 - 1) + k - 1 + \frac{\gamma}{4} (k^2 - 2k + 1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Л. 2 (продолжение)

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2}}{g} = V^2 + \left(\frac{V}{\cos \alpha} - V_0 \right)^2$$

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = V^2 + \frac{V^2}{\cos^2 \alpha} - \frac{2VV_0}{\cos \alpha} + V_0^2$$

Подставим числа:

$$\frac{4 \cdot 3}{4 \cdot 2} + \frac{4}{10} - \frac{4 \cdot 3}{2 \cdot 4 \cdot 10} = V^2 + \frac{4V^2}{3} - \frac{2V \cdot 2 \cdot 2}{\sqrt{3}} + 4$$

$$\frac{7}{3} V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}} V + \frac{43}{20} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = \frac{64}{3} - 4 \cdot \frac{7}{3} \cdot \frac{43}{20} = \frac{64}{3} - \frac{1204}{60} = \frac{76}{60}$$

$$V = \frac{\frac{8}{\sqrt{3}} \pm \sqrt{\frac{76}{60}}}{2 \cdot \frac{7}{3}} = 3 \cdot \frac{\frac{8}{\sqrt{3}} \pm \frac{2\sqrt{19}}{2\sqrt{15} \cdot 3}}{14} = 3 \cdot \frac{\frac{8\sqrt{5} \pm \sqrt{19}}{\sqrt{15}}}{14} =$$

$$= 3 \cdot \frac{8\sqrt{5} \pm \sqrt{19}}{\sqrt{15} \cdot 14} =$$

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2} + \frac{V_0^2 - \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2}}{g} = V^2 + \left(\frac{V}{\cos \alpha} - V_0 \right)^2$$

Подставим числа:

$$V^2 + \left(\frac{V}{\cos \alpha} - V_0 \right)^2 = \frac{4 \cdot 3}{4 \cdot 2} + \frac{4 - \frac{4 \cdot 3}{4 \cdot 2}}{10} = \frac{3}{2} - \frac{5}{20} = \frac{30}{20} - \frac{5}{20} = \frac{25}{20}$$

$$V^2 + \left(\frac{V \cdot 2}{\sqrt{3}} - 2 \right)^2 = \frac{25}{20} \Rightarrow V^2 + \frac{4}{3} V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}} V + 4 = \frac{25}{20}$$

$$\frac{7}{3} V^2 - \frac{8}{\sqrt{3}} V + \frac{55}{20} = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = \frac{64}{3} - 4 \cdot \frac{55}{20} \cdot \frac{7}{3} = \frac{64}{3} - \frac{220 \cdot 7}{20 \cdot 3} = \frac{1280}{60} - \frac{1540}{60} =$$

Handwritten calculations on the right side of the page, including vertical divisions and arithmetic operations.

$$Q = U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{3}{2} \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - \frac{3}{2} \frac{p_1 V_1}{p_1 V_1} = \frac{3}{2} \left(\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1 \right)$$

$$\left(\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1 \right) = \frac{2}{3} \left(\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1 \right)$$

$$A^2 = \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) + \sqrt{A} \cdot \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)^2 = \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \left(1 + \sqrt{A} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \right)$$

$$\frac{3}{14} \cdot 15$$

$$\frac{V_1}{p_1} - \frac{V_2}{p_2} = \frac{V_1}{p_1} - \frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{p_2} \left(\frac{p_2}{p_1} - \frac{p_1}{V_2} \right)$$

$$\boxed{p_2 V_1 = p_1 V_2}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{2}{3} \nu R T_2 - \frac{2}{3} \nu R T_1$$

$$A = p_1 (V_2 - V_1) + \frac{1}{2} \sqrt{A} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)^2$$

$$= p_1 V_2 - \nu R T_1 + \frac{1}{2} \sqrt{A} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$$

$$\nu R =$$

$$\frac{256}{15} = \frac{256}{15} \cdot \frac{1}{15} = \frac{256}{225}$$

$$25.6 \cdot \frac{1}{15} = 1.7$$

$$\frac{1}{25.6} = \frac{1}{25.6} \cdot \frac{1}{1.7} = \frac{1}{43.52}$$

$$\frac{1}{17} \cdot \frac{1}{17} = \frac{1}{289}$$

$$64 + 6 = 70$$

$$\frac{7}{5.6} = 1.25$$

$$\frac{1}{6.96} = 0.1437$$

$$56 + 4 = 60$$

$$7 \cdot 8 = 56$$

$$64 + 5 = 69$$

$$\frac{7}{14} = 0.5$$