

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-01

Шифр

(заполняется секретарём)

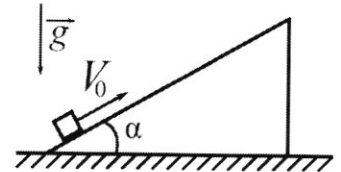
1. Фейерверк массой $m = 2$ кг стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и разбивается в высшей точке траектории на множество осколков, которые летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по величине скоростями. Высота точки разрыва $H = 65$ 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? *Handwritten: 1.2 м*

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. *Handwritten: 2 м/с*

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.

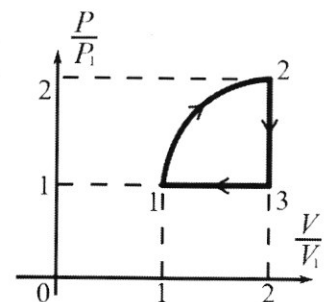
1) С какой по величине силой P модель действует на сферу?

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

4 задание

$\gamma = 1,4$ моль

$L = 3; R$

в процессе 1-2-3-1:

1-2: дуи процесс
с центром в т. 3

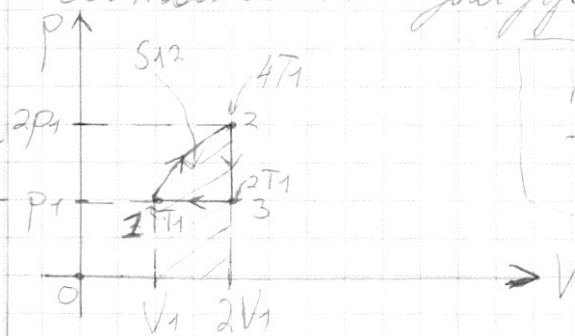
Темп-ра в т. 1 равна Т

1) $Q = ?$

2) $A = ?$

3) $p = ?$

1) Перерисую график так, чтобы он отражал зависимость давления и объема измеряемых в p_1 и V_1 соответственно - для удобства:



$p_1, V_1, T_1, p_2, V_2, T_2, p_3, V_3, T_3$ -

- давления, объемы, температуры газа в точках 1, 2, 3 соответственно.

2) Т.к. в пр-ссе 3-1: $p = \text{const}$, то это изобарный

пр-сс \Rightarrow работает з-н Гей-Люссака:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_3}{T_3} \Rightarrow T_3 = T_1 \cdot \frac{V_3}{V_1} = 2T_1$$

Т.к. в пр-ссе 2-3: $V = \text{const}$, то это изохорный

пр-сс \Rightarrow работает з-н Шарля:

$$\frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3} \Rightarrow T_2 = T_3 \cdot \frac{p_2}{p_3} = 2T_3 = 4T_1$$

3) Газ расширяется лишь в пр-ссе 1-2 $\Rightarrow Q = Q_{12}$,

где Q_{12} - количество теплоты, подведенное к

газу в пр-ссе 1-2

по первому началу термодинамики:

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$, где A_{12} - работа, соверш. газом в пр-ссе 1-2,
 ΔU_{12} - изм. внутр. э-ии газа в пр-ссе 1-2

$$\begin{aligned} A_{12} &= + S_{12} = \frac{\pi}{4} \cdot (2p_1 - p_1)(2V_1 - V_1) + p_1 \cdot (2V_1 - V_1) \\ &= \frac{\pi}{4} \cdot p_1 V_1 + p_1 V_1 = \left(\frac{\pi}{4} + 1\right) p_1 V_1 \end{aligned}$$

по урав-ю Менделеева-Клапейрона для газа в состоянии 1:

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \Rightarrow A_{12} = \left(\frac{\pi}{4} + 1\right) \nu R T_1$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R (4T_1 - T_1) = \frac{9}{2} \nu R T_1$$

$$Q = Q_{12} = \left(\frac{\pi}{4} + 1\right) \nu R T_1 + \frac{9}{2} \nu R T_1 = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{11}{2}\right) \nu R T_1 = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{11}{2}\right) R T_1 \cdot (1 \text{ моль})$$

4) $A = A_{\Sigma} = A_{1231} = +S_{123}$, где A_{Σ} и A_{1231} означают то, что это работа газа за весь цикл, S_{123} - площадь треугольника окружности (Эллипса) с центром в точке 3 и другой окр-тью 1-2.

$A = +S_{123}$, т.к. цикл идет по часовой стрелке на графике $p(V)$

$$S_{123} = \frac{\pi}{4} p_1 V_1 = \frac{\pi}{4} \nu R T_1 \Rightarrow A$$

$$\Rightarrow A = \frac{\pi}{4} R T_1 \cdot (1 \text{ моль}) = \frac{3,14}{4} R T_1 \cdot (1 \text{ моль}) \Rightarrow \pi \approx 3,14$$

$$5) \eta = \frac{A_{\Sigma}}{Q_{\text{подв}}}, \text{ где } Q_{\text{подв}} - \text{подведенное к газу количество теплоты за весь цикл } 1-2-3-1.$$

В процессе 3-1 и 2-3. Тепло от газа отводится

($\Delta U_{23} < 0, A_{23} = 0, \Delta U_{31} < 0, A_{31} < 0$), а в процессе 1-2:

Тепло к газу подводится ($A_{12} > 0, \Delta U_{12} > 0$) $\Rightarrow Q_{\text{подв}} = Q_{12} = Q \Rightarrow$

$$\Rightarrow \eta = \frac{A}{Q} \Rightarrow \eta = \frac{\frac{\pi}{4} \nu R T_1}{\left(\frac{\pi}{4} + \frac{11}{2}\right) \nu R T_1} = \frac{1}{1 + \frac{22}{\pi}} = \frac{1}{\frac{25,14}{3,14}} =$$

$$= \frac{3,14}{25,14} \approx \frac{3}{25} = 0,12 = 12\%$$

$$3*) Q = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{11}{2}\right) \nu R T_1 = \left(\frac{3,14}{4} + \frac{11}{2}\right) \nu R T_1 \approx \frac{25}{4} \nu R T_1 = \frac{25}{4} R T_1 \cdot (1 \text{ моль})$$

(продолжение пункта 3 задачи 4)

Ответ: 1) $\frac{25}{4} R T_1 \cdot (1 \text{ моль})$; 2) $\frac{3}{4} R T_1 \cdot (1 \text{ моль})$; 3) 12%.

2 задача

$$d = 30^\circ$$

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

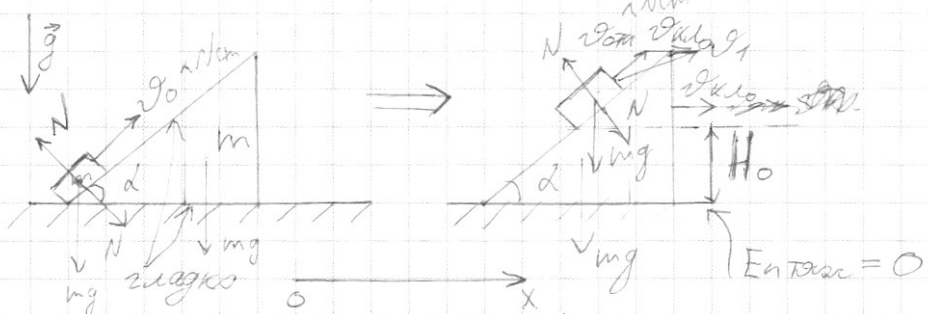
$$m_{\text{ш}} = m_{\text{ш}} = m -$$

- масса шара и масса шара

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) H = ?$$

$$2) v = ?$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) Рассмотрим систему „Клима + шайба“:

$$R_{\text{внешних сил}} \cdot \Delta t = \Delta p_{\text{сист}}; R_{\text{внешних сил}} = 0 \Rightarrow \Delta p_{\text{сист}} = 0 \Rightarrow$$

$$= p_{\text{сист}} = \text{const} \Rightarrow$$

\Rightarrow ЗСИ для сист. „Клима + шайба“:

$$m v_0 \cdot \cos \alpha = m v_{\text{кл}0} + m (v_{\text{кл}0} + v_{\text{отн}} \cdot \cos \alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 \cos \alpha = 2 v_{\text{кл}0} + v_{\text{отн}} \cos \alpha \quad (1)$$

2) Для системы „Клима + шайба“: Анемые сил = $A_n = 0$ т.к. $\vec{N} \perp \vec{v}_{\text{шайба}}$

Анемые сил = $A_{N_{\text{ш}}} + A_{N_{\text{кл}}} + A_{N_{\text{шкл}}} = 0$, т.к. $A_{N_{\text{ш}}} = -A_{N_{\text{кл}}}$, $A_{N_{\text{шкл}}} = 0$, т.к.

$$\vec{N}_{\text{ш}} \perp \vec{v}_{\text{кл}} \Rightarrow$$

\Rightarrow ЗСЭ для сист. „Клима + шайба“:

$$m \frac{v_0^2}{2} = \frac{m v_{\text{кл}0}^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} + mg H_0 / \cdot \frac{2}{m}$$

$$v_0^2 = v_{\text{кл}0}^2 + v_1^2 + 2g H_0, \quad v_{\text{кл}0}, \text{ и } v_1, H_0 \text{ — т.к. клима, шайба и}$$

$$H_0 = \frac{v_0^2 - v_{\text{кл}0}^2 - v_1^2}{2g} \Rightarrow H_0 = H_{\text{max}} = H \text{ тогда, когда } v_{\text{отн}} = 0$$

звезда шайбы откл-но клима в
какой-то момент времени

$$\text{при } v_{\text{отн}} = 0, v_1 = v_{\text{кл}} \Rightarrow H = \frac{v_0^2 - 2v_{\text{кл}}^2}{2g}, \quad \frac{v_{\text{кл}}}{v_0 \cos \alpha} \text{ — т.к. клима}$$

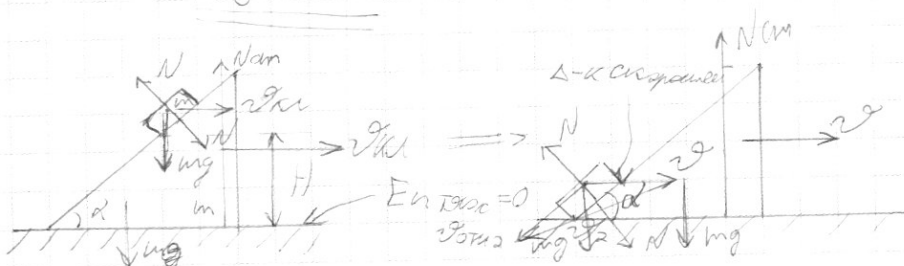
$$\text{из (1): } v_0 \cos \alpha = 2v_{\text{кл}}, \text{ при } v_{\text{отн}} = 0 \Rightarrow v_{\text{кл}} = \frac{2}{2}$$

$$H = \frac{v_0^2 - \frac{1}{2} v_0^2 \cos^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 (1 - 0,5 \cos^2 \alpha)}{2g}$$

$$H = \frac{2^2 (1 - 0,5 \cdot \cos^2 30^\circ)}{2 \cdot 10} = \frac{2 (1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4})}{10} = \frac{\frac{10}{8}}{10} = \frac{1}{8} =$$

$$= 0,125 \text{ м}$$

3)



3) Два шара, КММ = шара в момент срыва.

Анализ сил = $A_{N1} + A_{N2} + A_{N3} = 0$, т.к. $\vec{v}_{cm} \perp \vec{v}$, $A_{N1} = -A_{N3} =$

\Rightarrow ЗСЭ для систем "шары + шара":

$$\frac{mv^2}{2} + 2 \frac{mv_{sk}^2}{2} = \frac{2mv_{sk}^2}{2} + mgh / \frac{2}{m}$$

$$v^2 = 2v_{sk}^2 + 2Hg - v_{sk}^2, v_2, v_{cm2} - \text{ск-ты шара в момент взрыва}$$

и ск-ты шара отск-ки в этой точке.

4) Два шара, "шары + шара" в момент срыва:

Равенств сил = $\Delta t = \Delta p_{sk}$, Равенств сил = 0 $\Rightarrow \Delta p_{sk} = 0 \Rightarrow p_{sk} = \text{const}$

\Rightarrow ЗСЭ для систем "шары + шара": ОХ:

$$2mv_{sk} = mv + mv - mv_{cm2} \cdot \cos d / m$$

$$2v_{sk} = 2v - v_{cm2} \cdot \cos d \Rightarrow v_{cm2} = \frac{2(v - v_{sk})}{\cos d}$$

$$v = v_{sk} + \frac{1}{2} v_{cm2} \cos d \Rightarrow v^2 = v_{sk}^2 + v_{sk} \cdot v_{cm2} \cos d + \frac{1}{4} v_{cm2}^2 \cos^2 d$$

В Δ -ке шаров: $v_2^2 = v_{cm2}^2 + v^2 + 2v_{cm2} \cdot v \cdot \cos d$

$$v^2 = 2v_{sk}^2 + 2gH - v_{cm2}^2 - v^2 - 2v_{cm2} \cdot v \cdot \cos d$$

$$2v^2 = 2v_{sk}^2 + 2gH - \frac{4(v^2 - 2v v_{sk} + v_{sk}^2)}{\cos^2 d} - 4(v^2 - v v_{sk}), \cos d = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$2v^2 = 2v_{sk}^2 + 2gH - \frac{16}{3}(v^2 - 2v v_{sk} + v_{sk}^2) - 4(v^2 - v v_{sk})$$

$$2v^2 = 2v_{sk}^2 + 2gH - \frac{16}{3}v^2 + \frac{32}{3}v v_{sk} - \frac{16}{3}v_{sk}^2 - 4v^2 + 4v v_{sk}$$

$$\frac{34}{3}v^2 - \frac{44}{3}v v_{sk} + \frac{10}{3}v_{sk}^2 - 2gH = 0 / \cdot 3/2$$

$$17v^2 - 22v v_{sk} + 5v_{sk}^2 - gH = 0, v_{sk} = \frac{v_0 \cos d}{5}$$

$$17v^2 - 11v \cdot v_0 \cos d + \frac{5}{4}v_0^2 \cos^2 d - gH = 0 / \cdot 4$$

$$68v^2 - 44v_0 \cos d \cdot v + 5v_0^2 \cos^2 d - 4gH = 0$$

$$D_1 = 363v_0^2 - 255v_0^2 + 272gH = 108v_0^2 + 34g = 772 \approx$$

$$v = \frac{22v_0 \cos d \pm 28}{68} = \frac{22\sqrt{3} \pm 28}{68} \approx (2.14) \approx 28^2$$

$$= \frac{22\sqrt{3} + 28}{68}, \text{т.к. иначе отрицательная скорость}$$

$$v_{sk} \approx \frac{65,4}{68} \approx 1 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 0,125 м; 2) 1 м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 задача

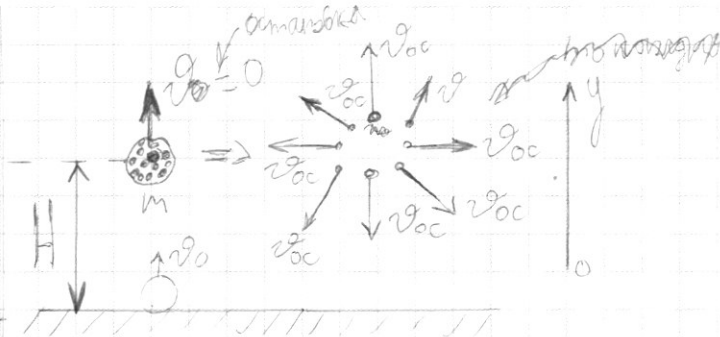
$g = 10 \text{ м/с}^2$
 $m = 2 \text{ кг}$

$H = 65 \text{ м}$

$T = 10 \text{ с}$

1) $v_0 = ?$

2) $K = ?$



1) ЗСН для шаров осколков

$$0_y: m v_0 = m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} + \dots + m_n v_{ny}$$

1) Взрывается в высшей точке траектории \Rightarrow

$\Rightarrow v = 0$, v - ск-ть шарика в момент взрыва

$$-2gH = v_0 v^2 - v^2 \Rightarrow v_0^2 = v^2 + 2gH \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 + 2gH}$$

$$v_0 = \sqrt{0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 65} = \sqrt{1300} \approx \sqrt{1296} = 36 \text{ м/с}$$

2) $K = \frac{m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 + \dots + m_n v_n^2}{2}$

$$K = \frac{m_1 v_{1x}^2 + m_2 v_{2x}^2 + \dots + m_n v_{nx}^2}{2}$$

$$= \frac{m v_0^2}{2}$$

осколков

где m_1, m_2, \dots, m_n - массы осколков, v_{ix} - ск-ть осколков (H)

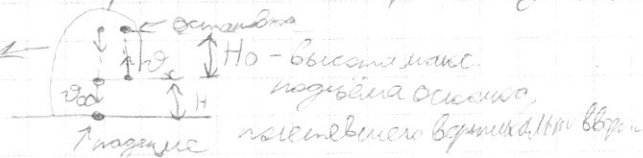
3) Старшега шарик в течение 10с \Rightarrow последний заряд осколков

упадёт спустя 10с после взрыва. Это будет заряд, прекуция которого скрестами которого на Oy максимальна.

Этот осколок яв-ся осколком, который падает после

взрыва вертикально вверх: $0_y: H = vT + \frac{gT^2}{2}$

$T = 10 \text{ с}$



$$2gH_0 = v^2$$

$$2gH_0 = v_{\alpha}^2$$

$$H_0 = \sqrt{v_{\alpha}^2 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}} \quad \Rightarrow t_1 - t_2 = t$$

$$H_0 = \frac{g t_2^2}{2} \quad (*)$$

$$H = \sqrt{v_{\alpha}^2 t_3 - \frac{g t_3^2}{2}}$$

t_1 - время, затраченное на путь от H_0 до H_0

t_2 - от H_0 до H

t_3 - от H до $h = 0$ или $h = 0$

$$t_1 + t_2 + t_3 = T = 100$$

$$2t + t_3 = T = 100 \Rightarrow t_3 = T - 2t \Rightarrow 2t \cdot t = \frac{T(T - t_3)}{2}$$

$$v_0 = H - \frac{g t_3^2}{2} \quad \Rightarrow H - \frac{g t_3^2}{2} = g t^2$$

$$v_0 = g t^2 \quad \Rightarrow H - \frac{g(T - 2t)^2}{2} = g t^2$$

$$H - \frac{g t_3^2}{2} = g t^2$$

$$H = g \left(\frac{T}{2} + t^2 - 2tT + 2t^2 \right)$$

$$H - \frac{g t_3^2}{2} = \frac{g(T - t_3)^2}{4}$$

$$H = \frac{g T^2}{2} + g t^2 - 2g T t + 2g t^2$$

$$4H - 2g t_3^2 = g(T - t_3)^2 \quad 10t^2 - 200t \quad 30t^2 - 200t + 500 - 65 = 0 / : 5$$

$$4H - 2g t_3^2 = g t_3^2 - 2g T t_3 + g T^2 \quad 6t^2 - 40t + 87 = 0$$

$$3g t_3^2 - 2g T t_3 + g T^2 - 4H = 0 \quad D_1 = 400 -$$

$$30t_3^2 - 200t_3 + 1000 - 260 = 0 / : 10$$

$$3t_3^2 - 20t_3 + 100 - 26 = 0$$

$$3t_3^2 - 20t_3 + 74 = 0$$

$$v_{\alpha} t_3 = g t^2 \Rightarrow v_{\alpha} = g t \Rightarrow t = t_1 = t_2 = \frac{v_{\alpha}}{g}, \text{ подставим в } (*).$$

$$t_3 = T - \frac{2v_{\alpha}}{g}$$

$$H = v_{\alpha} T - \frac{2v_{\alpha}^2}{g} + g \left(T - \frac{2v_{\alpha}}{g} \right)^2$$

$$H = v_{\alpha} T - \frac{2v_{\alpha}^2}{g} + g T^2 - 4v_{\alpha} T + \frac{4v_{\alpha}^2}{g} \quad / : 2$$

$$2H = 2v_{\alpha} T - \frac{2v_{\alpha}^2}{g} + g T^2 - 4v_{\alpha} T + \frac{4v_{\alpha}^2}{g}$$

$$\frac{2v_{\alpha}^2}{g} - 2v_{\alpha} T + g T^2 - 2H = 0 / : g$$

$$2v_{\alpha}^2 - 2v_{\alpha} g T + g^2 T^2 - 2g H = 0$$

$$2v_{\alpha}^2 - 200v_{\alpha} + 10000 - 1300 = 0$$

$$v_{\alpha}^2 - 100v_{\alpha} + 4350 = 0$$

$$t_3^2 = T - \frac{2v_0^2}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = v_0 t - \frac{2v_0^2}{g} + \frac{gT^2 - 4v_0 t + \frac{4v_0^2}{g}}{2} \quad | \quad 2$$

$$2H = 2v_0 t - \frac{4v_0^2}{g} + gT^2 - 4v_0 t + \frac{4v_0^2}{g}$$

$$2v_0 t = gT^2 - 2H$$

$$v_0 = \frac{gT}{2} - \frac{2H}{2T} = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{65}{10} = 50 - 6,5 = 43,5 \text{ м/с}$$

$$4) K = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{2 \cdot 43,5 \cdot 43,5}{2} \approx 1800 \text{ Дж}$$

Ответ: 1) 36 м/с; 2) 1800 Дж.

Задача

$$v_0 = 3,7 \text{ м/с}$$

$$R = 1,2 \text{ м}$$

$$m = 0,4 \text{ кг}$$

$$1) P = ?$$

$$2) d = \frac{\pi}{6}$$

$$\mu = 0,9$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_{\text{min}} = ?$$



но 2.3 м для автомобиля на ОХ (ОХ || горизонту).

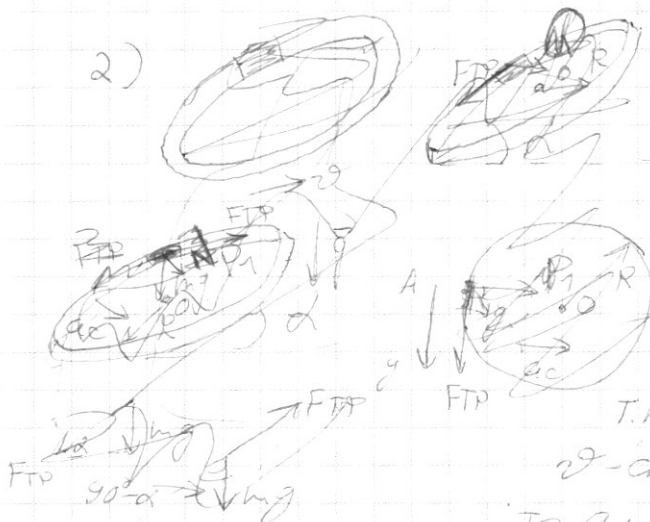
$$m a_y = P + m g_x = P, \text{ т.к. } \vec{g}_x \text{ направ. вертикально} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = m a_y, \text{ где } a_y = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{m v_0^2}{R} = \frac{0,4 \cdot 3,7 \cdot 3,7}{1,2} = \frac{3,7 \cdot 3,7}{3} \approx$$

$$\approx 4,5 \text{ Н}$$

2)



a_c - центрострем. ускор. автом.,
 Когда автомобиль
 везет $d = \frac{\pi}{6}$ с вер.,
 нормальная составляющая
 $P_1 = v \sin d$, с которой
 авто действует
 на поверхность

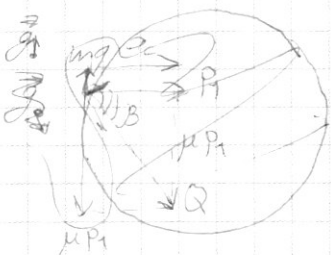
Т.к. $v = \text{const}$, где

v - ск. - не изменяется автомобилем,

то $a_t = 0$, a_t - касат. ускор. для
 автомобиля.

$$\text{но 2.3 м для авто на АУ } \perp a_c: m a_t = F_{TP} - m g \sin d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{TP} = m g \sin d$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$5 \cdot \frac{3}{4} = \frac{15}{4} \cdot 68 = 15 \cdot 17$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 17 \\ \times 15 \\ \hline 185 \\ 170 \\ \hline 255 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 68 \\ \times 4 \\ \hline 272 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 272 \overline{)8} \\ -24 \quad 34 \\ \hline 32 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 108 \\ \times 4 \\ \hline 432 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 363 \\ -255 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 772 \overline{)4} \\ -4 \quad 193 \\ \hline 37 \\ -36 \quad 72 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 193 \overline{)1} \\ -1 \quad 21 \quad 793 \\ \hline 193 \overline{)11} \\ -11 \quad 11 \\ \hline 83 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 193 \overline{)21} \\ -193 \quad 21 \quad 793 \\ \hline 193 \overline{)13} \\ -193 \quad 13 \\ \hline 63 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 389 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 73 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 22 \\ \times 17 \\ \hline 154 \\ 22 \quad 374 \\ \hline 374 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 374 \\ \times 28 \\ \hline 654 \end{array}$$

$$\sqrt{54} = 540$$

$$\begin{array}{r} 112 \\ \times 435 \\ \hline 2175 \\ 4350 \\ \hline 1740 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 37 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 778 \\ \hline 1369 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ 705 \\ \hline 1225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ 708 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1369 \overline{)3} \\ -1369 \quad 4,55 \\ \hline 4,69 \\ -4,59 \quad 1,5 \\ \hline 0,19 \\ -0,15 \quad 0,04 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 65 \\ \times 4 \\ \hline 260 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 435 \overline{)5} \\ -40 \quad 187 \end{array}$$

$$t_3 = t - 2t = t - \frac{2v_0}{g}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ 87 \\ \times .6 \\ \hline 522 \end{array}$$

$$2gH_0 = v_0^2$$

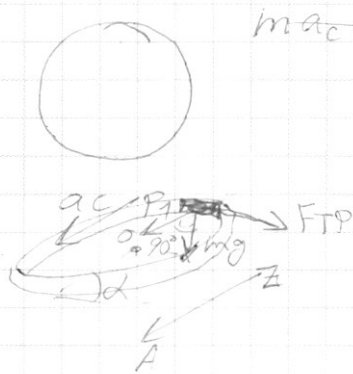
$$H_0 = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$t^2 = \frac{v_0^2}{g^2} \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

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

$$2H = 2v_0 t - \frac{4v_0^2}{g} + gt^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$m a_c = m g$$

по 23к для обмю АЗ: $m a_c = m g \cdot \sin \alpha + P_1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_1 = m (a_c - \mu g \sin \alpha)$$

$m g \cdot \sin \alpha$ - условие возникновения

фрикционя: $P_1 \geq 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow m (a_c - \mu g \sin \alpha) \geq 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_c \geq \mu g \sin \alpha \Rightarrow \frac{v^2}{R} \geq \mu g \sin \alpha =$$

$$\Rightarrow v \geq \sqrt{\mu g R \sin \alpha} \Rightarrow v_{\min} = \sqrt{\mu g R \sin \alpha} = \sqrt{9 \cdot 1,2 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{5,4} \approx 2,3 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 4,5 м; 2) 2,3 м/с.

5 задача

Q) $\rightarrow 0$

q) $\rightarrow 0$

R) $\rightarrow 2R$

K)

1) $F_1 = P$

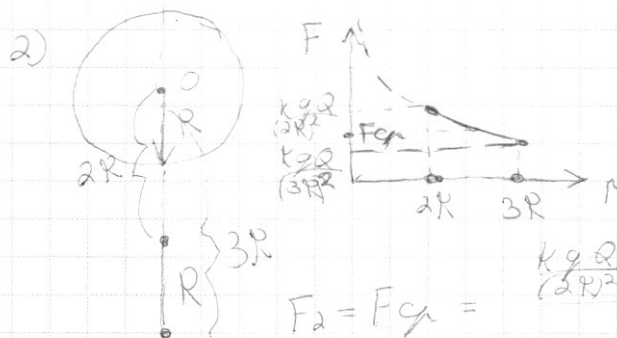
2) $F_2 = P$



по 3-ей Куплона:

$$F_1 = \frac{k q Q}{(2R)^2} =$$

$$= \frac{k q Q}{4R^2}$$



$$F_2 = F_{\text{св}} = \frac{k q Q}{(2R)^2} + \frac{k q Q}{(3R)^2} = \frac{13 k q Q}{72 R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{k q Q}{4 R^2}$; 2) $\frac{13 k q Q}{72 R^2}$.



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)