

Олимпиада «Физтех» по физике 2022

Класс 10

Вариант 10-02

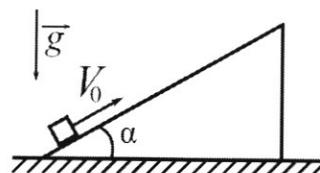
Шифр

(заполняется секретарём)

1. Фейерверк массой $m = 1 \text{ кг}$ стартует после мгновенной работы двигателя с горизонтальной поверхности, летит вертикально вверх и через $T = 3 \text{ с}$ 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 $K = 1800 \text{ Дж}$. На землю осколки падают в течение $\tau = 10 \text{ с}$.

- 1) На какой высоте H взорвался фейерверк?
 - 2) В течение какого промежутка времени τ осколки будут падать на землю?
- Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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



$H = 0,2 \text{ м}$. Масса клина в два раза больше массы шайбы. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

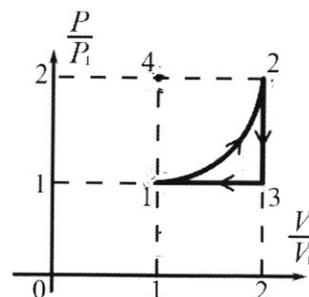
- 1) Найдите начальную скорость V_0 шайбы.
- 2) Найдите скорость V клина, в тот момент, когда шайба вернется в точку старта на клине. Массы шайбы и клина одинаковы.

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 $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения скольжения шин по поверхности сферы $\mu = 0,8$, радиус сферы $R = 1 \text{ м}$. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

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.

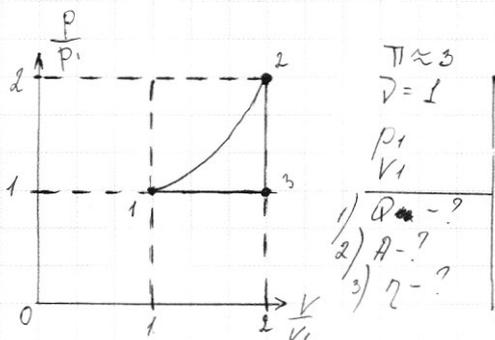


5. Заряд $Q > 0$ однородно распределен по сфере радиуса R . В первом опыте на расстоянии $3R$ от центра сферы помещают небольшой по размерам шарик с зарядом $q > 0$.

- 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№ 4

$$\pi \approx 3$$

$$V = 1$$

- 1) $Q_{12} = ?$
- 2) $A = ?$
- 3) $\eta = ?$

Решение:

1) По расширению происходит в процессе 1-2. По 1-му закону термодинамики:

$$Q = A_{12} + \Delta U_{12}, \text{ где } A_{12} - \text{ работа газа, } \Delta U_{12} - \text{ изменение внутр. энергии газа в процессе 1-2.}$$

Работа газа равна площади фигуры под графиком процесса 1-2:

$$A_{12} = 2p_1V_1 - \frac{\pi R^2}{4}, \text{ где } R = p_1 = V_1, \text{ тогда}$$

$$A_{12} = 2p_1V_1 - \frac{\pi p_1V_1}{4} = p_1V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right). \quad (T_1, T_2, T_3 - \text{ абс. темп. газа в состоя- ниях 1, 2, 3 соответственно})$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu k \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T \quad (\text{т.к. } V = 1). \text{ Тогда из закона Клапейрона - Менделеева:}$$

$$\begin{cases} 4p_1V_1 = RT_2 \\ p_1V_1 = RT_1 \end{cases} \Rightarrow 3p_1V_1 = R \Delta T, \text{ тогда } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot 3p_1V_1 = \frac{9p_1V_1}{2}.$$

$$\text{Тогда: } Q = A_{12} + \Delta U_{12} = p_1V_1 \left(2 - \frac{\pi}{4}\right) + \frac{9p_1V_1}{2} = p_1V_1 \left(2 + \frac{9}{2} - \frac{\pi}{4}\right) = p_1V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{51}{4} p_1V_1$$

2) Работа A газа за цикл равна площади криволинейного треугольника 1-2-3:

$$A = p_1V_1 - \frac{\pi p_1V_1}{4} = p_1V_1 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{4} p_1V_1$$

3) $\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} \cdot 100\%$ где Q_1 - кол-во полученной теплоты газом, Q_2 - кол-во теплоты отданное газом.

$$\text{Для процесса 1-2: } Q = p_1V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}\right)$$

Для процесса 2-3: $Q_{23} = \Delta U$ ($A_{23} = 0$, т.к. процесс изохорный, $V = \text{const}$).

$$\Delta U = \frac{3}{2} k \Delta T; \text{ по з. Клапейрона - Менделеева: } \begin{cases} 2p_1V_1 = RT_3 \\ 4p_1V_1 = RT_2 \end{cases} \Rightarrow R \Delta T = -2p_1V_1$$

$$\text{Значит, } Q_{23} = \Delta U = \frac{3}{2} (-2p_1V_1) = -3p_1V_1.$$

Для процесса 3-1: $Q_{31} = A_{31} + \Delta U$. A_{31} (работа газа в проц. 3-1) равна

площади под графиком процесса 3-1, взятая со знаком минус:

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T; \text{ т.е. } \text{з. между клапейроном - Менделеева:}$$

$$\left. \begin{aligned} p_1 V_1 &= RT_1 \\ 2p_1 V_1 &= RT_3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow -p_1 V_1 = R \Delta T, \text{ тогда: } \Delta U = \frac{3}{2} (-p_1 V_1) = -\frac{3}{2} p_1 V_1,$$

$$Q_{31} = -p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = -\frac{5}{2} p_1 V_1$$

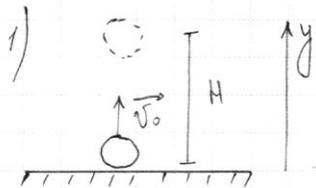
$$\eta = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} \cdot 100\%, \text{ где } Q_1 = |Q| = p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right); \quad Q_2 = |Q_{23}| + |Q_{31}| = 3p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_1 V_1 = \frac{11}{2} p_1 V_1;$$

$$\eta = \frac{p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right) - \frac{11}{2} p_1 V_1}{p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right)} \cdot 100\% = \frac{p_1 V_1 \left(\frac{4-\pi}{4} \right)}{p_1 V_1 \left(\frac{26-\pi}{4} \right)} \cdot 100\% = \left(\frac{4-\pi}{4} \right) : \left(\frac{26-\pi}{4} \right) \cdot 100\% = \left(\frac{4-\pi}{26-\pi} \right) \cdot 100\% \approx 4,3\%.$$

Ответ: 1) $Q = \frac{23}{4} p_1 V_1$ 2) $A = \frac{1}{4} p_1 V_1$ 3) $\eta = 4,3\%$

~ 1

$m = 1 \text{ кг}$
 $T = 3 \text{ с}$
 $K = 1800 \text{ Дж}$
 $J = 10 \text{ с}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$



Нагрев v_0 - начальную скорость, с которой был пущен предмет:

$$v = v_0 - gT; \text{ в высшей точке } v = 0,$$

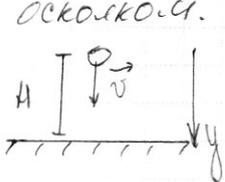
$$\text{тогда: } 0 = v_0 - gT; \quad v_0 = gT = 10 \cdot 3 = 30 \text{ м/с}$$

$$\text{Высота } H \text{ вычисляется по формуле: } H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{30^2}{20} = 45 \text{ м}$$

$$2) \quad K = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} + \dots + \frac{m_i v_i^2}{2}; \quad 2K = v^2 (m_1 + m_2 + \dots + m_i) \text{ т.е. где } m_1, m_2, \dots, m_i - \text{ масса осколков. т.е. } (m_1 + m_2 + \dots + m_i) = m, \text{ тогда:}$$

$$2K = v^2 m; \quad v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{3600}{1}} = 60 \text{ м/с.}$$

Рассмотрим падение осколка, скорость которого будет направлена вертикально вниз: он и будет первым упавшим осколком.



$$H = vt + \frac{gt^2}{2}; \text{ отсюда } t = 5t^2 + 60t - 45 = 0 \quad | :5$$

$$t^2 + 12t - 9 = 0; \quad D_1 = 81; \quad t_1 = \frac{-60 \pm \sqrt{81}}{10 \cdot 5}$$

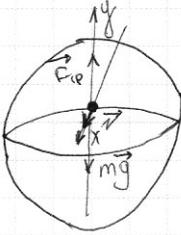
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t^2 + 12t - 9 = 0; D = 36 + 9 = 45; t = \sqrt{45} - 6$$

Ответ: 1) $U = 45 \text{ М}$ 2) $t = \sqrt{45} - 6$

№ 3

1) $P = 2mg$
 $\alpha = 45^\circ$
 $\mu = 0,8$
 $R = 1 \text{ М}$
 $g = 10 \text{ М/с}^2$
 1) $\alpha - ?$
 2) $v_{\text{min}} - ?$



Направим ось y перпендикулярно п-ти, в которой лежит траектория автомобиля:

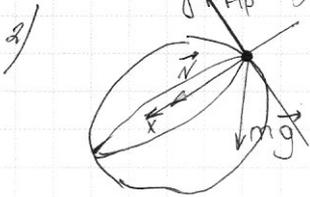
по 2-му закону Ньютона:

$$Ox: ma = N$$

(с кот. рейсв. авт. на сферу)
 Сила P по 3-му закону Ньютона равна силе N реакции опоры.

$$P = N; P = 2mg; \Rightarrow N = 2mg. \text{ Тогда:}$$

$$ma = N = 2mg; a = 2g = 20 \text{ М/с}^2$$



Направим ось x параллельно плоскости, в которой лежит траектория движения модели автомобиля, а ось y перпендикулярно ей. Тогда по 2-з. Ньютона:

$$Oy: F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha; F_{\text{тр}} = \mu N; \mu N = mg \sin \alpha;$$

$$Ox: N + mg \cos \alpha = ma_y; N = \frac{mg \sin \alpha}{\mu}$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{\mu} + mg \cos \alpha = ma_y;$$

$$\frac{g \sin \alpha}{\mu} + g \cos \alpha = a_y = \frac{v_{\text{min}}^2}{R}; v_{\text{min}} = \sqrt{\frac{g}{R} \left(\frac{\sin \alpha}{\mu} + \cos \alpha \right)}$$

$$= \sqrt{10 \left(\frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 0,8} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)} = \sqrt{10 \left(\frac{1,8\sqrt{2}}{2 \cdot 0,8} \right)} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 0,8}}$$

$$= \sqrt{\frac{10 \cdot 1,8 \cdot 1,4}{2 \cdot 0,8}} = \sqrt{5 \cdot \frac{1,8 \cdot 1,4}{0,8}} \approx 4 \text{ М/с}$$

Ответ: 1) 20 М/с^2 2) $v_{\text{min}} = 4 \text{ М/с}$.



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\begin{aligned}
 & \frac{g \sin \alpha}{\mu} + g \cos \alpha = a; \quad g \left(\frac{\sin \alpha}{\mu} + \cos \alpha \right) = a = \frac{v_{\text{max}}^2}{R}; \\
 v_{\text{min}} &= \sqrt{\frac{g}{R} \left(\frac{\sin \alpha}{\mu} + \cos \alpha \right)} = \sqrt{10 \left(\frac{\sqrt{2}}{2 \cdot 0,8} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)} = \sqrt{\frac{10\sqrt{2}}{2} (0,8+1)} = \\
 &= \frac{5 \cdot 1,8 \cdot 1,4}{0,8} = \frac{5 \cdot 18 \cdot 14 \cdot 10^5}{10 \cdot 10^8} = \frac{5 \cdot 18 \cdot 14}{10 \cdot 84} = \frac{35 \cdot 18}{10 \cdot 4} = \frac{35 \cdot 9}{304} = \frac{63}{4} \approx \frac{64}{4} = \sqrt{16}
 \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$t^2 + 12t - 9 = 0; D_1 = 36 + 9 = 45; t = \frac{-6 + \sqrt{45}}{1} = \sqrt{45} - 6$$

Ответ: 1) $M = 45 \text{ м}$ 2) $t = \sqrt{45} - 6$

$N = 2mg$
 $\alpha = 45^\circ$
 $\mu = 0,8$
 $R = 1 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $\varphi_a = ?$
 $\varphi_{\text{min}} = ?$

№ 3
Направим ось y перпендикулярно пов-ти, по которой в которой лежит траектория автомобиля.

По 2 з. Ньютона:

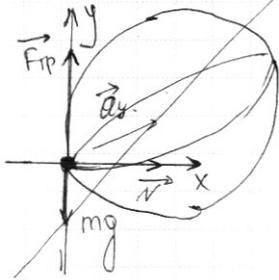
$$Ox: -ma = -N; N = ma, \text{ где } a - \text{ ускорение.}$$

$$Oy: F_{\text{тр}} = mg; \text{ по 3. Ампера - Кулона: } F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Сила P , с которой автомобиль $N = 2mg$ действует на сферу, по 3-му закону Ньютона противоположна по направлению и равна по модулю силе N реакции опоры сферы. Тогда: $P = 2mg = N$ и

$$ma = N = 2mg; \Rightarrow ma = 2mg; a = 2g = 2 \cdot 10 = 20 \text{ м/с}^2$$

2) По закону Ньютона для автомобиля, в который едет в μ -ти 45° к горизонту, на оси направления перпенд. к пов-ти Земли и параллельно ей:



$$Oy: F_{\text{тр}} - mg = ma_y \sin \alpha; F_{\text{тр}} = \mu N = 2\mu mg; 2\mu mg - mg = ma_y \sin \alpha; 2\mu g - g = a_y \sin \alpha$$

$$Ox: N = ma_x \cos \alpha = 2mg; a_x \cos \alpha = 2g$$

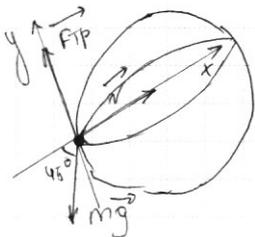
$$a = \sqrt{(a_x \cos \alpha)^2 + (a_y \sin \alpha)^2} = \sqrt{}$$

$$Oy: F_{\text{тр}} = \mu N$$

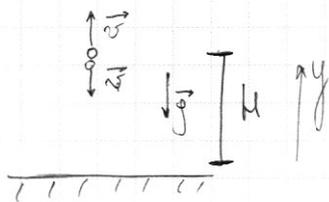
Направим ось x параллельно плоскости в которой лежит траектория автомобиля; ось y перпендикулярно ей. Тогда по 2 з. Ньютона:

$$Oy: F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha; \mu N = mg \sin \alpha; N = \frac{mg \sin \alpha}{\mu}$$

$$Ox: N + mg \cos \alpha = ma_x; \frac{mg \sin \alpha}{\mu} + mg \cos \alpha = ma$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

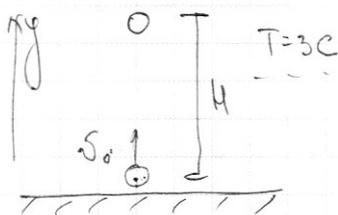


$$0 = H + vt - \frac{g}{2}t^2 \quad | \cdot (-1)$$

$$\frac{g}{2}t^2 - vt - H = 0$$

$$D = v^2 - 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot (-H) = v^2 + 2gH$$

$$t_{2,1} = \frac{v \pm \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$$



$$H = v_0t + \frac{g}{2}t^2$$

$$\frac{g}{2}t^2 + v_0t - H = 0$$

$$D = v_0^2 + 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot H = v_0^2 + 2gH$$

$$\frac{-6 + 9}{105} = \frac{3}{5} = 96 \text{ c}$$

$$5t^2 + 60t - 45 = 0 \quad | : 5$$

$$t^2 + 12t - 9 = 0$$

$$D = 144 - 4(-9) = 144 + 36 = 180 = 180$$

$$t_{1,2} = \frac{-12 \pm \sqrt{180}}{10}$$

$$0 = H - vt - \frac{gt^2}{2} \quad | \cdot (-1)$$

$$\frac{g}{2}t^2 + vt - H = 0$$

$$D = v^2 - 4 \cdot \frac{g}{2} \cdot (-H) = v^2 + 2gH$$

$$t_{1,2} = \frac{-v \pm \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}; \quad t_2 = \frac{-v + \sqrt{v^2 + 2gH}}{g}$$

$$T = t_2 - t_1 = \frac{2v}{g}; \quad v_0 = \frac{Tg}{2} = \frac{10 \cdot 10}{2} = 50 \text{ м/с}$$

$$H = v_0T - \frac{gT^2}{2}$$

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

$$v = v_0 - gT$$

$$0 = v_0 - gT$$

$$v_0 = gT, \quad T = 3$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

$$H = 30 \cdot 3 - \frac{10 \cdot 3^2}{2} =$$

$$= 90 - 45 = 45 \text{ м}$$

$$90 - 45 = 45 \text{ м}$$

$$D =$$

$$t^2 + 12t + 9 = 0$$

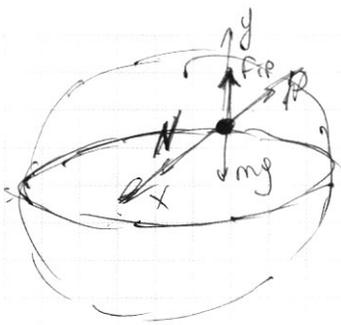
$$D = 6^2 - 4(1)(9) = 36 - 36 = 0$$

$$t^2 + 12t - 9 = 0$$

$$D = 36 + 9 = 45$$

$$D = 36 + 9 = 45$$

$$t_{1,2} = \frac{-6 \pm \sqrt{45}}{2} = \frac{-6 + \sqrt{45}}{2} = \frac{\sqrt{45} - 6}{2}$$



$$v = \text{const}$$

$$mg = 2N$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$\mu = 0.8$$

$$R = 1 \text{ m}$$

$$\rho = 10 \text{ M/c}^2$$

$$\text{OX: } N = ma$$

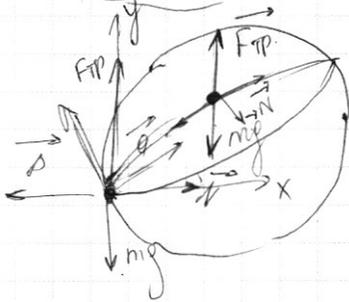
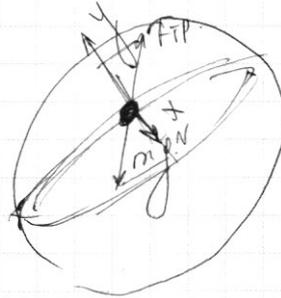
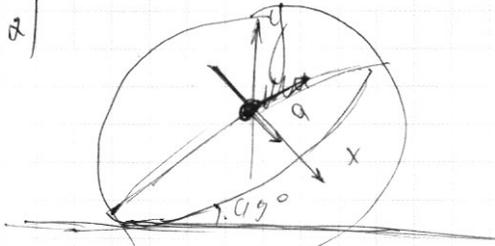
$$N = 2mg$$

1)

$$2mg = ma$$

$$a = 2g = 20 \text{ M/c}^2$$

2)



$$FTP - mg = a \sin \alpha$$

$$FTP = \mu N$$

$$N = a \cos \alpha$$

$$\mu a \cos \alpha - mg = a \sin \alpha$$

$$\mu a \cos \alpha - a \sin \alpha = mg$$

$$a (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = mg$$

$$a = \frac{mg}{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{mg}{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) R}$$

$$FTP = mg = ma \sin \alpha$$

$$\mu N - mg = ma \sin \alpha$$

$$2\mu mg - mg = ma \sin \alpha$$

$$2\mu g - g = a \sin \alpha$$

$$a \sin \alpha = \frac{2\mu g - g}{\sin \alpha} = \frac{g(2\mu - 1)}{\sin \alpha}$$

$$a \frac{v^2}{R} = \frac{g(2\mu - 1)}{\sin \alpha}$$

$$v = \sqrt{\frac{gR(2\mu - 1)}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 0.8 - 1) \cdot 2}{\sqrt{2}}} =$$

$$2mg = a \sin \alpha$$

$$\text{OX: } N = ma$$

$$N - mg \cos 45^\circ = ma$$

$$2mg - mg \cos 45^\circ = ma$$

$$2g - g \cos 45^\circ = a$$

$$2 \cdot 10 - \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10 = a$$

$$10 \left(2 - \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = a$$

$$13 \text{ M/c}^2$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.7$$

$$\frac{2}{2} \approx 1$$

$$1-2: A' = 2p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4}$$

$$U = \frac{3}{2} RT$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 3p_1 V_1 = \frac{9}{2} p_1 V_1$$

$$\textcircled{1}: 2p_1 2V_1 = RT_2 ; 4p_1 V_1 = RT_2$$

$$\textcircled{1}: p_1 V_1 = RT_1$$

$$3p_1 V_1 = R \Delta T$$

$$2 \cdot \frac{Q}{2} = \frac{U}{2} + \frac{A}{2} = \frac{13}{2}$$

$$Q - A' + \Delta U = 2p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} + \frac{9}{2} p_1 V_1 = 6,5 p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} = p_1 \left(\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} \right)$$

$$a) A = p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} = p_1 \left(V_1 - \frac{\pi p_1}{4} \right)$$

3) $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, где Q_1 - получ.; Q_2 - отданное холодильнику.

$$1-2: Q = p_1 \left(\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} \right)$$

$$2-3: Q = \Delta U \text{ (уох. пр.)}; U = \frac{3}{2} RT: \textcircled{2} 2p_1 2V_1 = RT_2$$

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} \cdot -2p_1 V_1 = -3p_1 V_1$$

$$4p_1 V_1 = RT_2$$

$$\textcircled{3} 2p_1 V_1 = RT_3$$

$$R(T_2 - T_3) = -2p_1 V_1$$

$$3-1: Q = A' + \Delta U$$

$$Q = -p_1 V_1 + \frac{3}{2} R(T_1 - T_3) \textcircled{1} p_1 V_1 = RT_1$$

$$= -p_1 V_1 + \frac{3}{2} (-p_1 V_1) = \textcircled{3} 2p_1 V_1 = RT_3$$

$$= -p_1 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = -p_1 V_1 = R(T_1 - T_3)$$

$$= -\frac{5}{2} p_1 V_1 \quad Q_2 = \frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4}$$

$$Q_1 = p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right)$$

$$Q_2 = 3p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_1 V_1 = p_1 V_1 \left(3 + \frac{5}{2} \right) = p_1 V_1 \cdot \frac{11}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} - \frac{11}{2} p_1 V_1}{\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4}} = Q_2 = \frac{5}{2} p_1 V_1 + 3p_1 V_1 = \frac{11}{2} p_1 V_1$$

$$\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4}$$

$$= p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} = \frac{4V_1 - \pi p_1}{4}$$

$$\frac{13}{2} p_1 V_1 - \frac{\pi p_1^2}{4} = \frac{13V_1 - \frac{\pi p_1}{4}}{2}$$

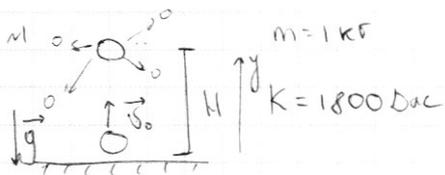
$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{11}{2} - \frac{\pi}{4} \right)}{p_1 V_1 \left(\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4} \right)} =$$

$$\frac{4V_1 - \pi p_1}{4 \left(\frac{13}{2} V_1 - \frac{\pi p_1}{4} \right)} = \frac{4V_1 - \pi p_1}{26V_1 - \pi p_1} \cdot \frac{V_1 - \frac{\pi p_1}{4}}{4}$$

$$= \frac{(4 - \pi/4)}{\frac{13}{2} - \frac{\pi}{4}} = \frac{(4 - \pi)}{4} \cdot \frac{(26 - \pi)}{4} = \frac{104 - 4\pi}{16}$$

$$= \frac{16 - 4\pi}{104 - 4\pi} = \frac{16 - 4 \cdot 3}{104 - 4 \cdot 3} = \frac{4}{96} \approx 4.1\%$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

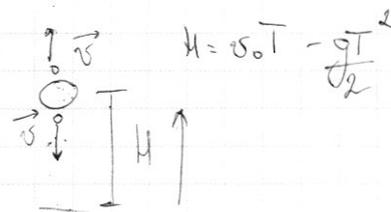


$$\omega = 10 \text{ с}$$

$$T = 3 \text{ с}$$

$$\frac{13}{2} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{26}{4} = \frac{3}{4} = \frac{23}{4}$$



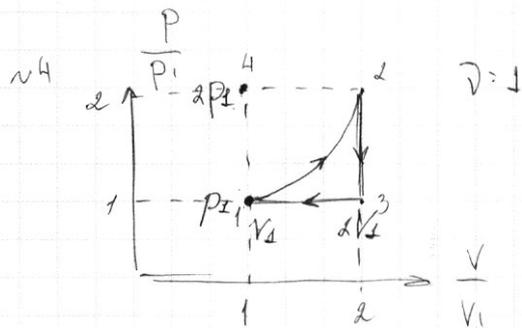
$$H = \frac{v^2}{2g}$$

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

$$\frac{100}{92} \left| \begin{array}{l} 23 \\ 4,34 \\ -88 \\ 110 \end{array} \right.$$

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

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



$$1-2: Q = A' + \Delta U$$

$$A' = \frac{p}{p_1} \cdot \frac{V}{V_1} - \frac{\pi \left(\frac{p}{p_1}\right)^2}{4}$$

работа газа за цикл

$$= \frac{p}{p_1} \left(\frac{V}{V_1} - \frac{\pi p}{4} \right) = \frac{p}{p_1} \left(\frac{V}{V_1} - \frac{\pi p}{4} \right)$$

$$S_{\text{об}} = \frac{\pi k^2}{4}$$

$$1-2: Q = A' + \Delta U$$

$$Q = p_0 V + \nu K T$$

$$A' = 2 \frac{p}{p_1} \cdot \frac{V}{V_1} - \frac{\pi \left(\frac{p}{p_1}\right)^2}{4}$$

$$= \frac{p}{p_1} \left(2 \frac{V}{V_1} - \frac{\pi p}{4} \right) = \frac{p}{p_1} \left(\frac{2V}{V_1} - \frac{\pi p}{4} \right)$$

$$2 = \frac{p}{p_1}, \quad p_1 = \frac{p}{2}$$

$$A' = \frac{p}{2} \cdot 2V_1 - \frac{\pi \left(\frac{p}{2}\right)^2}{4} = p_1 \left(2V_1 - \frac{\pi p_1}{4} \right)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu K T$$

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

$$= \frac{3}{2} K \cdot \frac{-3p_1 V_1}{K} = \frac{-9p_1 V_1}{2}$$

$$Q = 2p_1 V_1 - \frac{9p_1 V_1}{2} - \frac{\pi p_1^2}{4} = -\frac{5}{2} p_1 V_1 -$$

$$U = \frac{3}{2} p V =$$

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 =$$

$$= \frac{3}{2} p (V_2 - V_1)$$

$$2 = \frac{p}{p_1}, \quad p_2 = \frac{p}{2}$$

$$p = 2p_1$$

$$\frac{4}{2} - \frac{0}{2} = -\frac{5}{2} = -2,5$$

$$p_1 V_1 = R T_1; \quad p_2 V_1 = R T_2$$

$$p_2 V_2 = R T_2; \quad 2p_2 \cdot 2V_1 = R T_2$$

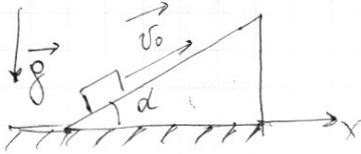
$$\frac{p_1 V_1 = R T_1}{4p_1 V_1 = R T_2}$$

$$T_1 - T_2 = \frac{-3p_1 V_1}{K}$$

$$-3p_1 V_1 = K (T_1 - T_2);$$

$$= -\frac{5}{2} p_1 V_1 -$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\cos \alpha = 0,6$$

$$m v_0 \cos \alpha = 3m v \cos \alpha$$

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

$$Oy: \mu N = mg; N = \frac{mg}{\mu}$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + m g h$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - m g h = \frac{2m v^2}{2}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)