



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

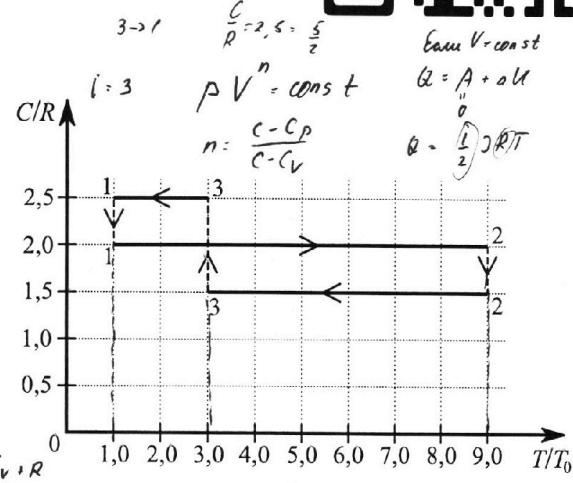


**Вариант 10-01**

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $v = 2$  моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 300 \text{ K}$ .

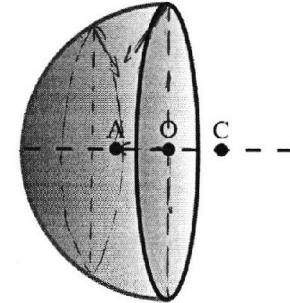
- Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , где  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.  $C_p = \frac{1+2}{2} R$      $C_V = C_p - R$      $C_p = C_V + R$



- Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 150 \text{ кг}$  за  $N = 10$  циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$ . Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . В точке О частица движется со скоростью  $V_O$ .



- С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

$$16. J \cdot 8,31 \cdot 300 = \frac{16 \cdot 6 \cdot 831}{60 \cdot 36} = \frac{96 \cdot 831}{96} =$$

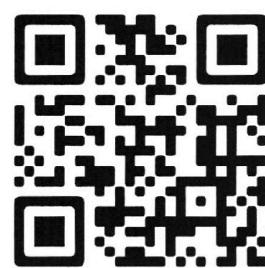
$$\begin{array}{r} 12'7 \\ 83' \\ + 96 \\ \hline 4986 \\ 7479 \\ \hline 79716 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 8,31 \cdot 300^2 \cdot 10 \\ 630 \cdot 10 \\ \hline 8,31 \cdot 4 = 13,21 \end{array}$$



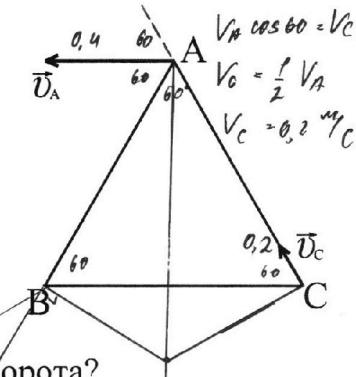
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-01



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника  $a = 0,2$  м.



- Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.
- За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой  $m = 100$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

- Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

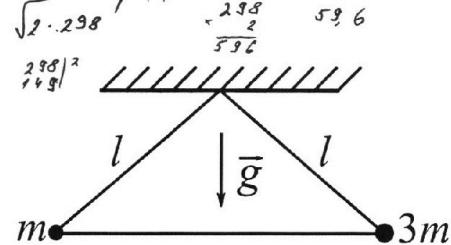
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.  $V_F = \frac{8 \text{ м}}{0,8 \text{ с}} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с}$   $10 - \frac{1}{2} = \frac{14^2}{2 \cdot 10} = \frac{9 \cdot 2 \cdot 12}{2 \cdot 2 \cdot 5} = \frac{9}{5}$

- На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 20$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

- Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.  $U^+ = \sqrt{400 + 20 \cdot 3,8} = \sqrt{20 \cdot 29,8} = \sqrt{2 \cdot 29,8} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} = 59,6$

3. Два шарика с массами  $m = 0,1$  кг и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



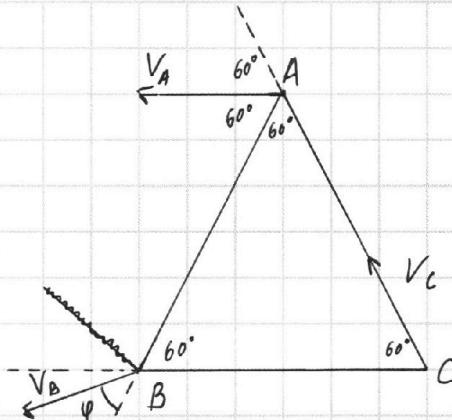
- Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .
- Найдите модуль  $a_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
- Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



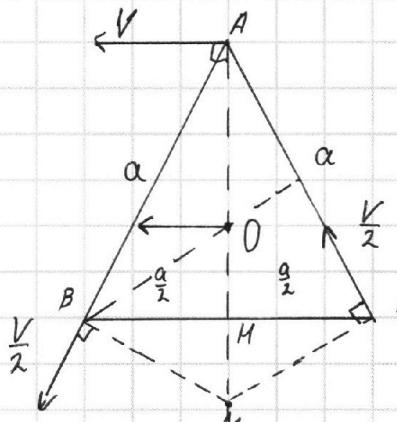
III. И. треугольник постоянной и не деформируется в процессе движения  $\Rightarrow$  проекции скоростей на стороны равны.  
н. е.  $\begin{cases} V_A \cdot \cos 60^\circ = V_C \\ V_C \cdot \cos 60^\circ = V_B \cdot \cos(180 - \varphi) \\ V_A \cdot \cos 60^\circ = V_B \cdot \cos \varphi \end{cases}$

$$V_C = \frac{1}{2} V_A \quad V_C = 0,2 \text{ м/с}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{4} V_A = V_B \cdot \cos(180 - \varphi) \\ \frac{1}{2} V_A = V_B \cdot \cos \varphi \end{cases}$$

$$\cos \varphi = 2 \cos 60^\circ \cdot \cos \varphi + 2 \sin 60^\circ \cdot \sin \varphi$$

$$\cos \varphi = \cos \varphi + \sqrt{3} \sin \varphi \Rightarrow \sin \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow V_B = \frac{1}{2} V_A$$



$$V_C = W \cdot MC, \quad V_A = W \cdot MA, \quad V_B = W \cdot MB$$

III. И.  $V_A = 2 V_C \Rightarrow MA = 2 MC$

$$MA = \frac{\alpha}{\cos 30^\circ}, \quad MB = MC = MA \cdot \sin 30^\circ$$

$$MA = \frac{2}{\sqrt{3}} \alpha$$

$$MB = MC = \frac{1}{\sqrt{3}} \alpha$$

$$V_0 = W \cdot MO$$

$$MO = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{6} \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3} \alpha$$

$$MO = MB = MC = \frac{1}{\sqrt{3}} \alpha$$

$$V_0 = V_B = V_C = \frac{V}{2}$$

$$MO = OH + HM$$

$$OH = \frac{1}{3} AH = \frac{1}{3} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{6} a$$

$$HM = \sqrt{MC^2 - HC^2} = \sqrt{\frac{1}{3} a^2 - \frac{1}{4} a^2} = \frac{1}{2 \sqrt{3}} a = \frac{\sqrt{3}}{6} a$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

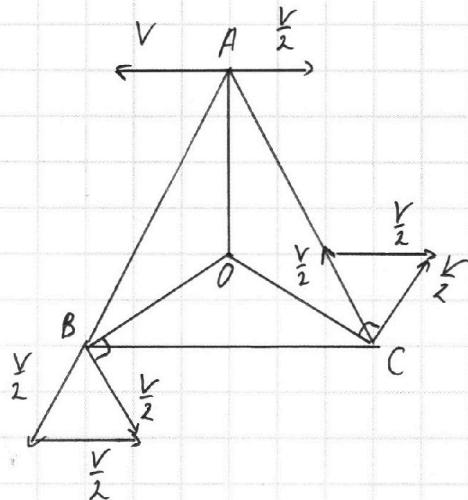


- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

В. С.О. центр масс (точка О)



$$W^+ = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{\frac{2}{3} \cdot a \cdot \sqrt{3}\pi}{2}} = \frac{V}{2} \cdot \frac{3}{\sqrt{3}a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{V}{a}$$

$$\tilde{\tau} = \frac{3 \cdot 2\tilde{\pi}}{W^+} = \frac{3 \cdot 2\tilde{\pi} \cdot 2a}{\sqrt{3}V}$$

$$\tilde{\tau} = \frac{4\sqrt{3}\tilde{\pi}a}{V}$$

$$\tilde{\tau} = \frac{4\sqrt{3} \cdot \tilde{\pi} \cdot 0,2}{0,4} = 2\sqrt{3}\tilde{\pi}$$

В. С.О. земли:

относительно т. М в данной момент идет вращение  $\Rightarrow$

$$a_B = \frac{\cancel{V_B^2}}{\cancel{OB}} = \frac{V^2}{4 \cdot MB} = \frac{\sqrt{3}V^2}{4a} \Rightarrow R = m \cdot a_B$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{V^2}{a} \cdot m$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{0,4^2}{0,2} \cdot 10^{-4} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0,4}{4 \cdot 2} \cdot 10^{-4} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} H$$

Ответ: 1)  $V_c = 0,2 \text{ м/с}$

2)  $\tilde{\tau} = 2\sqrt{3}\tilde{\pi} \text{ C}$

3)  $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} H$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 2

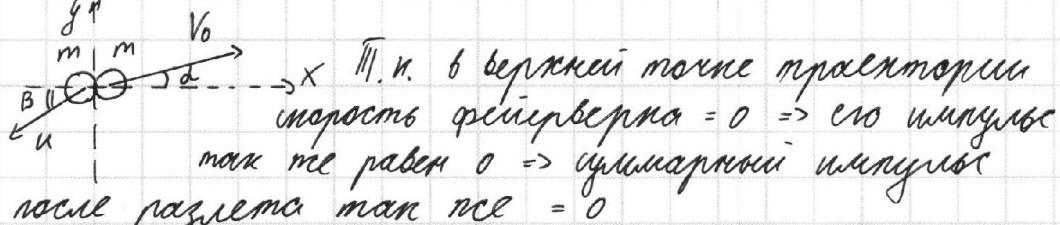
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$h = 8 \text{ м}; \quad T = 0,8 \text{ с}; \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$h = V_{\phi}T - \frac{gT^2}{2} \Rightarrow V_{\phi}T = h + \frac{gT^2}{2} \Rightarrow V_{\phi} = \frac{h}{T} + \frac{gT}{2}$$

$V_{\phi} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , где  $V_{\phi}$  - начальная скорость фонтанера.

$$H = \frac{V_{\phi}^2}{2g} \Rightarrow H = 9,8 \text{ м}$$



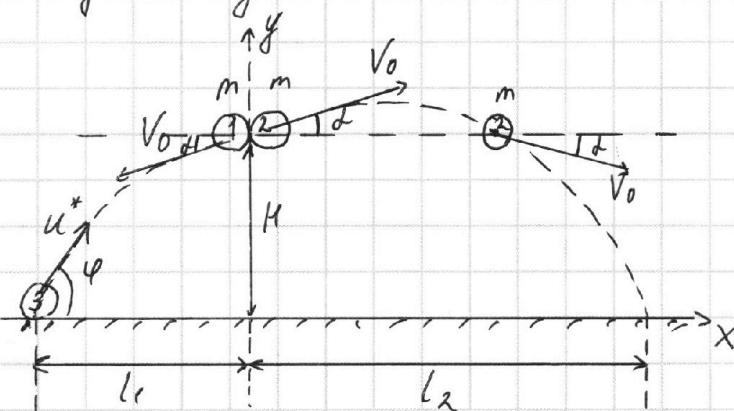
Запишем импульсы в проекциях на оси:

$$x: m V_0 \cos \alpha = m u \cos \beta$$

$$y: m V_0 \sin \alpha = m u \sin \beta$$

Отсюда видно, что  $\beta = \alpha$ ;  $u = V_0$

Тогда получим



$$l_1 = V_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$l_2 = V_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

$$l = l_1 + l_2 = V_0 \cos \alpha \cdot (t_1 + t_2)$$

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t \quad ; \quad \Delta t = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

Заметим, что суммарная траектория 1 и 2 осколков образует полную траекторию тела, движущегося с земли (3) под углом  $\varphi$  к горизонту и скоростью  $u^*$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Прическа нас интересует также  $\varphi$ , при котором его перемещение по оси  $X$  будет максимальным, и это  $\varphi = 45^\circ$ .

$$\left\{ \begin{array}{l} u^* \cos \varphi = V_0 \cdot \cos \alpha \\ \frac{m u^{*2} \sin^2 \varphi}{2} = \frac{m V_0^2 \sin^2 \alpha}{2} + mgH \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u^* \cos \varphi = V_0 \cos \alpha \quad |^2 \Rightarrow u^{*2} \cos^2 \varphi = V_0^2 \cos^2 \alpha \\ u^{*2} \sin^2 \varphi = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH \end{array} \right.$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{u^{*2}}{V_0^2} \cdot \cos^2 \varphi \Rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha = \frac{V_0^2 - u^{*2} \cos^2 \varphi}{V_0^2}$$

$$u^{*2} \sin^2 \varphi = V_0^2 - u^{*2} \cos^2 \varphi + 2gH$$

$$u^{*2} (\sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi) = V_0^2 + 2gH$$

$$u^* = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$$

$$L_{max} = u^* \cdot \cos \varphi \frac{2u^* \sin \varphi}{g} = \frac{u^{*2} \sin 2\varphi}{g} = \frac{(V_0^2 + 2gH) \cdot \sin 2\varphi}{g}$$

$$III. n. \quad \varphi = 45^\circ \Rightarrow \sin 2\varphi = \sin(90^\circ) = 1$$

$$L_{max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g}$$

$$L_{max} = 59,6 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $H = 9,8 \text{ м}$   
2)  $L_{max} = 59,6 \text{ м}$

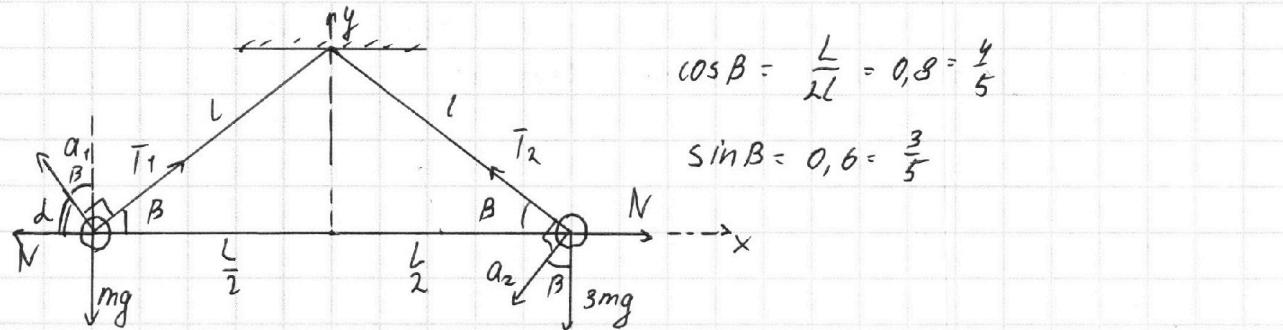
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$\cos \beta = \frac{L}{2L} = 0,8 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \beta = 0,6 = \frac{3}{5}$$

Ускорение можно представить в виде суммы 2-ух составляющих  $\ddot{a} = \ddot{a}_n + \ddot{a}_r$ , т.к. вращение происходит относительно т. подвеса. И.к. нас интересует ускорение сразу после того, как источник отпустили  $\Rightarrow$  у тел еще нет скоростей  $\Rightarrow \ddot{a}_n = 0 \Rightarrow \ddot{a} = \ddot{a}_r$ . Тогда вектор ускорения будет  $\perp$  к оси  $\Rightarrow \alpha = 90^\circ - \beta$

$$\sin \alpha = \sin 180^\circ - \beta = \cos \beta = 0,8$$

Запишем 2-ой з-к Ньютона в проекциях на оси

$$N = T_2 \cos \beta + 3ma_2 \cdot \sin \beta$$

$$N = T_1 \cos \beta - ma_1 \cdot \sin \beta$$

$$T_2 \sin \beta = 3mg + 3ma_2 \cos \beta$$

$$T_1 \sin \beta = mg - ma_1 \cos \beta$$

$$\begin{cases} N = \frac{4}{5} T_2 + \frac{9}{5} ma_2 \\ N = \frac{4}{5} T_1 - \frac{3}{5} ma_1 \\ \frac{3}{5} T_2 = 3mg + \frac{12}{5} ma_2 \cdot 1 \cdot \frac{4}{3} \\ \frac{3}{5} T_1 = mg - \frac{4}{5} ma_1 \cdot 1 \cdot \frac{4}{3} \end{cases} \quad \begin{cases} N = 4mg + 5ma_2 \\ N = \frac{4}{3} mg - 5ma_1 \\ \frac{4}{5} T_2 = 4mg + \frac{16}{5} ma_2 \\ \frac{4}{5} T_1 = \frac{4}{3} mg - \frac{16}{15} ma_1 \end{cases}$$

И.к. источник тормозил  $\Rightarrow$  просекущий ускорений на оси равен нулю  $\Rightarrow a_1 \sin \beta = a_2 \sin \beta \Rightarrow a_1 = a_2 = a$   
 $|a| = \frac{2}{5} g \Rightarrow N = 2mg$  ( $T = N$ )  $T = 2mg$

Ответ: 1)  $\sin \beta = 0,8$

$$2) |a_1| = 4 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = 24$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                                   | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\lambda = 2 \text{ моль}$$

По графику, на квадрате участок при изменении температуры остается неизменной ( $C \Rightarrow$  этот процесс адiабатический, где  $P \cdot V^n = \text{const}$ ). Для однокачественного из. газа  $i = 3$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_V}$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R ; \quad C_V = \frac{i}{2} R \Rightarrow C_p = \frac{5}{2} R ; \quad C_V = \frac{3}{2} R$$

Процесс  $1 \rightarrow 2$ :

$$C = 2R$$

$$n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} \Rightarrow n = -1$$

$$\frac{P}{V} = \text{const}$$

Процесс  $2 \rightarrow 3$ :

$$C = 1,5R = \frac{3}{2}R \Rightarrow C = C_V \Rightarrow V = \text{const}$$

Процесс  $3 \rightarrow 1$ :

$$C = 2,5R \Rightarrow \frac{5}{2}R = C = C_p \Rightarrow P = \text{const}$$

$$\frac{T_1}{T_0} = 1 \Rightarrow T_1 = T_0$$

$$\frac{T_2}{T_0} = 9 \Rightarrow T_2 = 9T_0$$

$$\frac{T_3}{T_0} = 3 \Rightarrow T_3 = 3T_0$$

Процесс  $1 \rightarrow 2$ :

Процесс  $3 \rightarrow 1$ :

$$\left. \begin{array}{l} P_0 V_0 = \lambda R T_0 \\ P_2 V_2 = 9 \lambda R T_0 \\ \frac{P_0}{V_0} = \frac{P_2}{V_2} \end{array} \right\} \Rightarrow P_2 = 3P_0 \quad V_2 = 3V_0$$

$$\left. \begin{array}{l} P_0 \cdot 3V_0 = 3\lambda R T_0 \\ P_0 \cdot V_0 = \lambda R T_0 \end{array} \right\}$$

Процесс  $2 \rightarrow 3$

$$\left. \begin{array}{l} 3P_0 \cdot 3V_0 = 9\lambda R T_0 \\ P_3 \cdot 3V_0 = 3\lambda R T_0 \end{array} \right\} \Rightarrow P_3 = P_0$$

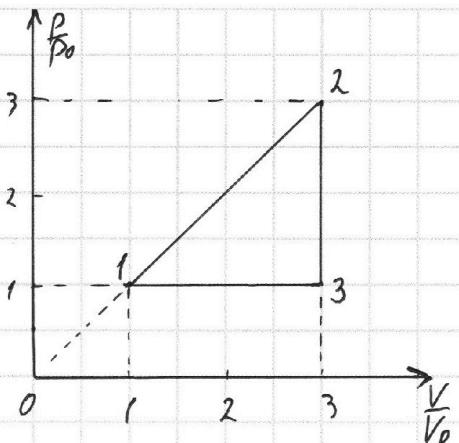


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



По графикам видно, что тепло подводится на участке 1-2, т.е. там растет  $T$ , на остальных участках тепло отводится.

$$Q_1 = C_{12} \cdot J \cdot (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 2R \cdot J \cdot 8T_0 = 16 \cdot 2RT_0$$

$$Q_1 = 79776 \text{ Дж} \approx 79,8 \text{ кДж}$$

Работа газа за цикл - площадь самого цикла, т.е. площадь A123

$$A_{123} = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0 V_0$$

$$\text{И.к. } P_0 V_0 = 2RT_0, \text{ то } A_{123} = 2RT_0$$

$$E_n = MgH$$

$$A_{\text{цикл}} = \frac{1}{2} A_{123} \cdot N = 2RT_0 \cdot N$$

$$A_{\text{цикл}} = E_n$$

$$MgH = 2RT_0 \cdot N \Rightarrow H = \frac{Mg}{2RT_0 \cdot N}$$

$$H = \frac{2RT_0 \cdot N}{Mg}$$

$$H = 13,24 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 2) } Q_1 = 79,8 \text{ кДж}$$

$$3) H = 13,24 \text{ м}$$

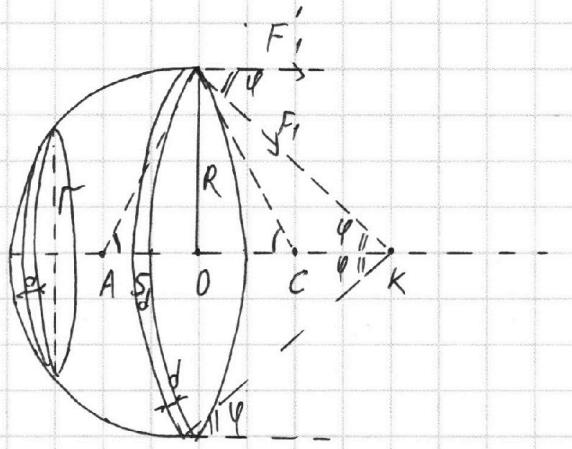
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

III. К В А:  $V_A = 0$ , а в 0:  $V_0 \neq 0 \rightarrow$  полусфера и гасящий заряденный одновременно и отталкиваются.



$$OK = l$$

$$\tan \varphi = \frac{R}{l} \quad \cos \varphi = \frac{l}{\sqrt{R^2 + l^2}}$$

$$S_0 = \pi R^2 \Rightarrow J = \frac{Q}{S_0} = \frac{Q}{\pi R^2}$$

d-биссектриса

$$S_d = d \cdot 2\pi R \Rightarrow Q_1 = S_d \cdot J$$

$$Q_1 = \frac{d \cdot 2\pi R \cdot Q}{\pi R^2} = \frac{2d}{R} \cdot Q$$

$$F_1 = k \frac{Q_1 \cdot Q}{l^2 + R^2}$$

$$F_1' = F_1 \cdot \cos \varphi = k \frac{2d Q \cdot Q}{R \cdot (l^2 + R^2)} \cdot \frac{l}{\sqrt{R^2 + l^2}}$$

Заметим, что  $\sum d_i = \frac{1}{2} \pi R \cdot \frac{1}{2}$ , а так же, что проекции на ось  $\vec{F}_1$  перпендикулярные оси симметрии в сумме дают 0 при  $l \gg R$

$F \approx k \cdot \frac{\pi Q \cdot Q}{2} \frac{\pi}{l^2}$  (т.е. полусфера будет иметь положительный заряд)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{\pi k \cdot Q^2}{2 m \cdot l^2}$$

$$l = \frac{a t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2l}{a}} \Rightarrow V = a \cdot t = \sqrt{2la}$$

$$V = \sqrt{\frac{\pi 2 k Q^2 \cdot l}{2 \cdot m \cdot l^2}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{k \pi Q^2}{m l}}$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{k \pi Q^2}{m l}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a_1 = a_2 = a$$

$$\begin{cases} \frac{4}{5} T_1 = N + \frac{3}{5} ma \\ \frac{4}{5} T_2 = N - \frac{3}{5} \cdot 3ma \\ \frac{3}{5} T_1 = mg - \frac{4}{5} ma \\ \frac{3}{5} T_2 = 3mg + 3 \cdot \frac{4}{5} ma \end{cases}$$

$$4T_1 = 5N + 3ma \quad - \quad 4(T_1 - T_2) = 12ma$$

$$4T_2 = 5N - 9ma$$

$$3T_1 = 5mg - 4ma$$

$$3(T_1 - T_2) = -10mg - 16ma$$

$$3T_2 = 15mg + 12ma$$

$$T_1 - T_2 = 3ma$$

$$9ma = -10mg - 16ma$$

$$25ma = 10mg$$

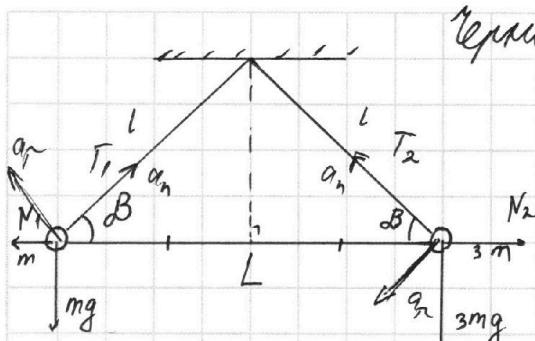
$$a = \frac{2}{5}g$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА  
3 ИЗ

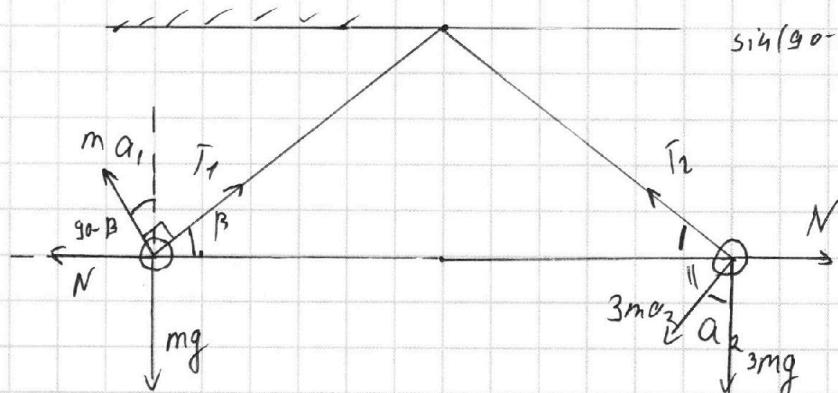
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\cos \beta = \frac{L}{2l} = 0,8 = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin \beta = \frac{3}{5}$$

$$\begin{aligned} T_1 \cos \beta &= N_1 \\ T_1 \sin \beta &= mg \\ T_2 \cos \beta &= N_2 \\ T_2 \sin \beta &= 3mg \end{aligned}$$

~~Ошибки~~



$$\sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta = 0,8$$

$$T_1 \cos \beta = N + ma_1, \sin \beta$$

$$T_2 \cos \beta = N - 3ma_2 \sin \beta$$

$$T_1 \sin \beta = mg - ma_1 \cos \beta$$

$$T_2 \sin \beta = 3mg + 3ma \cos \beta$$