



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 $\nu = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

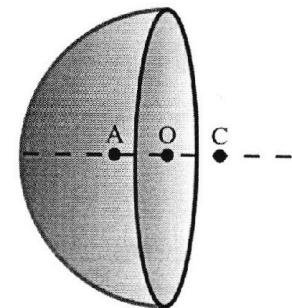
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. 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 .

1. 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.

2. 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.



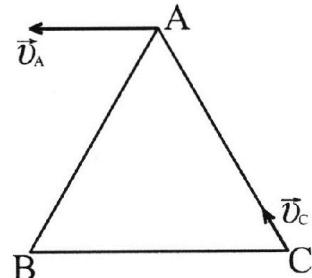
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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 τ 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.

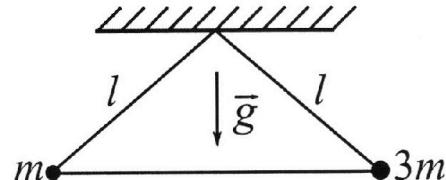
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

- На какую максимум льную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

- 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 $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



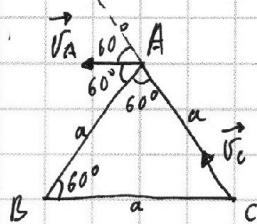
- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- 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"/> 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
1 из 8

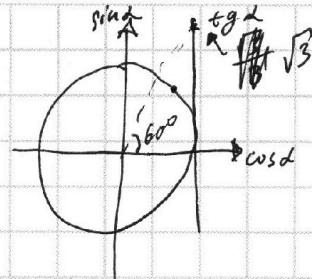
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой** из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



Задача №1

$$v_A = 0,4 \text{ м/c}$$

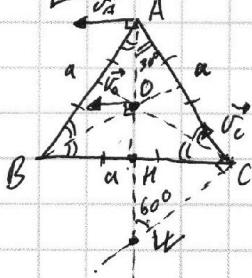
$$a = 0,2 \text{ м}$$



По правилу нахождения проекции скорости точек на АС должны быть равны:

$$v_A \cdot \cos 60^\circ = v_C$$

$$\boxed{v_C = 0,4 \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ м/c}} \rightarrow \text{Ответ на 1-й пункт}$$



Точка О - ц. вл. (точка пересечения медиан)

T.W - М.Ч. С.

~~$$v_A \cdot \tan 60^\circ = \frac{a}{CW} \rightarrow CW = \frac{a}{\tan 60^\circ}$$~~

Точка пересечения медиан делит их в отношении 2:1 отсчитывая от вершины.

$$AK = a \cdot \cos 30^\circ \Rightarrow AO = \frac{2}{3} \cdot AK = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \cos 30^\circ$$

~~$$OW = AW - AO$$~~

~~$$sin 60^\circ = \frac{a}{AW} \rightarrow AW = \frac{a}{\sin 60^\circ}$$~~

$$\begin{aligned} OW &= \frac{a}{\sin 60^\circ} - \frac{2}{3} \cdot a \cdot \cos 30^\circ = a \cdot \left(\frac{\frac{3}{2} - 2 \cdot \cos^2 30^\circ}{3 \cos 30^\circ} \right) = a \cdot \left(\frac{\frac{3}{2} - 2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \right) = \\ &= a \cdot \frac{\frac{3}{2} - 2 \cdot \frac{3}{4}}{\frac{3\sqrt{3}}{2}} = a \cdot \frac{2 \cdot \left(\frac{3}{2} - \frac{3}{4}\right)}{3\sqrt{3}} = a \cdot \frac{\frac{3}{2}}{3\sqrt{3}} = \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_C &= w \cdot \frac{a}{\tan 60^\circ} \\ v_0 &= w \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \frac{v_0}{v_C} = \frac{\frac{wa}{\sqrt{3}}}{\frac{wa}{\tan 60^\circ}} = \frac{\tan 60^\circ}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 1 \Rightarrow v_0 = v_C = 0,2 \text{ м/c}$$

$$\vec{v}_0 \uparrow \uparrow \vec{v}_A$$



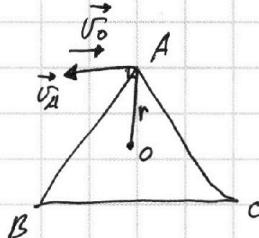
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 8

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!

Переход в С.О. Ц.М.:



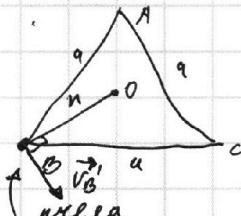
Скорость Т. А (новая):

$$v_A' = v_A - v_0 = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_A' = w \cdot r = w \cdot AO \rightarrow w = \frac{v_A'}{r} \text{ ***}$$

$$w = \frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow \frac{3 \cdot 2\pi}{2} \quad (\text{нет никаких ненулевых угловых уск.} \Rightarrow \text{угловое уск.} = 0)$$

$$\left[L = \frac{6\pi}{w} = \frac{6\pi}{v_A'} = \frac{6\pi}{0,2} \cdot AO = \frac{6\pi}{0,2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2\pi\sqrt{3}}{3} \text{ м} \right] \text{Ответ на 2-й пункт.}$$



В С.О. Ц.М. частицы находятся на концах -
емах, т.к. это О.С.О. \Rightarrow наружу R в этой С.О.:

$$v_B' = v_A' = 0,2 \text{ м/с}$$

$$R = r \cdot n$$

$$a_n = \frac{v_B'^2}{n} = \frac{0,2 \cdot 0,2}{\frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,2}{\frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{3 \cdot 0,2}{\sqrt{3}} = \frac{0,6}{\sqrt{3}} \text{ м/с}^2$$

$$\left[R = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{100}{1000000} \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{0,6}{10000 \sqrt{3}} = \frac{60}{\sqrt{3}} \cdot \text{мкм} \right]$$

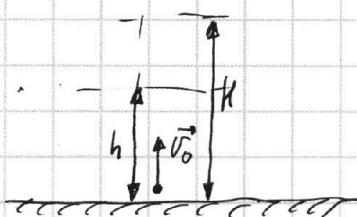
Ответ на
3-й пункт

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

СТРАНИЦА
3 из 8

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!



Задача №2

$$2aS = V_0^2 - V_b^2$$

$$\Rightarrow S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$2gH = V_0^2 \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gH}$$

$$h = \sqrt{2gH} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h + \frac{gt^2}{2} = \sqrt{2gH} \cdot t \rightarrow \sqrt{2gH} = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \rightarrow 2gH = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2$$

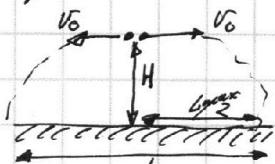
$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} \right)^2}{2 \cdot 10} = \frac{(10+4)^2}{20} = \frac{14^2}{20} = \frac{7 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 2}{5 \cdot 2 \cdot 2} =$$

$$= \frac{49}{5} = 9,8 \text{ м} \quad \boxed{- \text{ Ответ на 1-й пункт}}$$

На максимальной высоте скорость $V. M. = 0 \text{ м/с} \Rightarrow$

\Rightarrow скакки падают с одинаковой скоростью и в

одном и том же направлении.



И.к. по горизонтали скакки, то скакки проходят по горизонтали однаковое расстояние. $\Rightarrow l_{\max}$ будет только если они падают по горизонтали:

Время падения скакков равно времени падения Ч.д.:

$$\Rightarrow 2gH = V_0^2 = gt^2 \Rightarrow gt = \sqrt{2gH} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{2gH}}{g}$$

$$\frac{l_{\max}}{2} = V_0 \cdot t \Rightarrow \frac{l_{\max}}{2} = 2 \cdot V_0 \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{g} = 2 \cdot 20 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 9,8}}{10} = 4 \cdot \sqrt{20 \cdot 9,8} = \boxed{56 \text{ м}}$$

Ответ
на 2-й
пункт



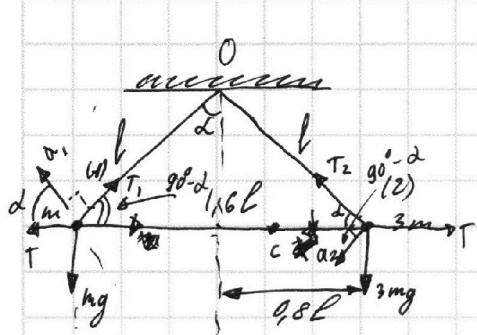
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

--	--	--	--	--	--	--

СТРАНИЦА
9 ИЗ 8

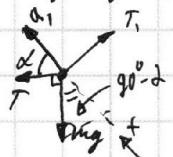
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Загара № 3

$$+ \begin{array}{c} \cancel{\begin{array}{c} F_2 \\ F_1 \\ y \\ z \end{array}} \\ \hline \begin{array}{c} 2 \\ 1 \\ a \end{array} \end{array} \quad \begin{array}{c} \cancel{\begin{array}{c} 3 \\ y \\ z \end{array}} \\ \hline \begin{array}{c} 1 \\ 7 \\ 2 \end{array} \end{array}$$

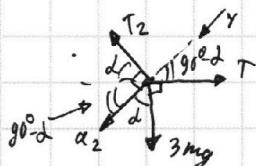
По Т. наложения: скорость $T. O = 0 \text{ м/c} \Rightarrow$ ускорение в направлении перпендикулярно плоскости (где $3m - \text{норма}$):



$$\boxed{\sin \angle = \frac{0,8\ell}{\ell} = \boxed{0,8}} - \text{Ответ на 1-й вопрос}$$

$$23.11. \text{ Ma} \text{ des } x: \quad m g = T \cdot \cos \alpha - m g \cdot \sin \alpha \quad (\text{gute } m)$$

* So T: nachrechnen: $a_1 \cdot \cos \vartheta = a_2 \cdot \sin \vartheta \rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{\sin \vartheta}{\cos \vartheta}$



$$23H \text{ на ось } y: 3m_2 = 3mg \cdot \cos\alpha - T \cdot \sin\alpha$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m\alpha_1 = T \cdot \cos \vartheta - mg \cdot \sin \vartheta \rightarrow T = \frac{m\alpha_1 + mg \cdot \sin \vartheta}{\cos \vartheta} \\ \alpha_2 = \alpha_1 \cdot \operatorname{ctg} \vartheta \\ 3m\alpha_2 = 3mg \cdot \cos \vartheta - T \cdot \sin \vartheta \end{array} \right.$$

$$3m\alpha_1 \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 3mg \cdot \cos \alpha - T \cdot \sin \alpha$$

$$3mg \cdot \cos\alpha - \frac{ma + mg \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} \cdot \sin\alpha$$

$$3ma_1 \cdot ctg\alpha = 3mg \cdot \cos\alpha - ma_1 \cdot tg\alpha - mg \cdot \sin\alpha \cdot tg\alpha$$

$$3m\alpha \cdot ctg\delta + m\alpha \cdot tg\delta = 3mg \cdot \cos\delta - mg \cdot \sin\delta \cdot tg\delta$$

$$a_1 / (3m \cdot \operatorname{ctg} \alpha + m \cdot \operatorname{tg} \alpha) = mg / (3 \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha)$$

$$[a_1] = \frac{mg(3 \cdot \cos d - \sin d \cdot \operatorname{tg} d)}{m(3 \cdot \operatorname{ctg} d + \operatorname{tg} d)} = g \cdot \frac{(3 \cdot \cos d \cdot \sin d - \sin^2 d \cdot \operatorname{tg} d)}{(3 \cdot \operatorname{ctg} d + \operatorname{tg} d)} = g \cdot \sin d \cdot \frac{3 \operatorname{ctg} d - \operatorname{tg} d}{3 \operatorname{ctg} d + \operatorname{tg} d}$$



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

СТРАНИЦА
5 из 8

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!

$$a_1 = g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{3 \operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha}{3 \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \alpha} \quad \Rightarrow \quad a_1 = g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\left(\frac{3}{\operatorname{tg} \alpha} - 1\right)}{\left(\frac{3}{\operatorname{tg} \alpha} + 1\right)}$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad / : \sin^2 \alpha$$

$$1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} \rightarrow \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{1}{\sin^2 \alpha} - 1 = \frac{1 - \sin^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} \rightarrow \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} \rightarrow$$

$$\rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$\cos \alpha = 0,6$ \leftarrow Из основного
принципа математического консервирования

$$\boxed{a_1 = g \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\frac{3\sqrt{1-\sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} - \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1-\sin^2 \alpha}}}{\left(\frac{3\sqrt{1-\sin^2 \alpha}}{\sin \alpha} + \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1-\sin^2 \alpha}}\right)}} = 10 \cdot 0,8 \cdot \frac{\frac{3 \cdot 0,6}{0,8} - \frac{0,8}{0,6}}{\frac{3 \cdot 0,6}{0,8} + \frac{0,8}{0,6}} =$$

$$= \frac{8 \cdot \left(\frac{g \cdot \frac{3}{4}}{g \cdot \frac{3}{4}} - \frac{g \cdot \frac{4}{3}}{g \cdot \frac{4}{3}}\right)}{\frac{g \cdot \frac{3}{4}}{g \cdot \frac{3}{4}} + \frac{g \cdot \frac{4}{3}}{g \cdot \frac{4}{3}}} = 8 \cdot \left(\frac{\frac{9}{4} - \frac{4}{3}}{\frac{9}{4} + \frac{4}{3}}\right) = 8 \cdot \left(\frac{9 \cdot 3 - 4 \cdot 4}{9 \cdot 3 + 4 \cdot 4}\right) = 8 \cdot \left(\frac{27 - 16}{27 + 16}\right) = \\ = 8 \cdot \frac{11}{43} = \frac{88}{43} \text{ м/c}^2 \quad - \text{Ответ на 2-й вопрос.}$$

$$\boxed{F = \frac{m a_1 + m g \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m(a_1 + g \cdot \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{0,1 \cdot \left(\frac{88}{43} + 10 \cdot 0,8\right)}{0,6} = \frac{\frac{88}{43} + 8}{0,6} =} \\ = \frac{\frac{4 \cdot 11}{3 \cdot 43} + \frac{4 \cdot 8}{3 \cdot 43}}{\frac{3 \cdot 43}{3 \cdot 43}} = \frac{4 \cdot 11}{3 \cdot 43} + \frac{4}{3} = \frac{44 + 4 \cdot 43}{3 \cdot 43} = \frac{44 + 172}{129} = \frac{216}{129} = \frac{4}{3} \left(\frac{11}{43} + \frac{43}{43}\right) \\ = \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{54}{43}\right) = \frac{4 \cdot 54}{3 \cdot 43} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 9}{3 \cdot 43} = \frac{72}{43} \text{ H} \quad - \text{Ответ на 3-й вопрос}$$

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

СТРАНИЦА
6 ИЗ 8

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!

Задача №4

$$PV^\gamma = \text{const} \quad \leftarrow \text{уравнение изотермы}$$

$$\gamma = \frac{C_p - C_v}{C_p + C_v}; \quad C_v = \frac{i}{2}R = \frac{3}{2}R; \quad C_p = \frac{i+2}{2}R = \frac{5}{2}R$$

изотермическая

Происхождение в процессах и изменение в них температуры:

$$1-2: C_1 = 2R; \quad T_0 \rightarrow 9T_0 \quad \leftarrow \rightarrow T_1 \rightarrow T_2$$

$$2-3: C_2 = 1,5R = \frac{3}{2}R; \quad 9T_0 \rightarrow 3T_0 \quad \leftarrow \rightarrow T_2 \rightarrow T_3$$

$$3-1: C_3 = 2,5R = \frac{5}{2}R; \quad 3T_0 \rightarrow T_0 \quad \leftarrow \rightarrow T_3 \rightarrow T_1$$

Ф-лы для процессов:

$$1-2: f_1 = \frac{2R - 1,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5}{0,5} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const} \Rightarrow (P \sim V^{-1})$$

$$2-3: f_2 = \frac{1,5R - 2,5R}{1,5R - 1,5R} = \frac{-1}{0} = \frac{1}{0} \quad \cancel{\text{изотермия}} \Rightarrow \text{нужно искать другим способом (!)}$$

$$3-1: f_3 = \frac{2,5R - 2,5R}{2,5R - 1,5R} = 0 \Rightarrow PV^0 = \text{const} \Rightarrow (P = \text{const})$$

$$P_1 V_1 = JR T_1 = JR \cdot T_0 \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{P_0}{P_2} = \frac{V_0}{V_2}$$

$$P_2 V_2 = JR T_2 = JR \cdot 9T_0$$

$$P_1 = P_3 \Rightarrow P_0 = P_3 \Rightarrow \frac{P_3}{P_0} = 1$$

$$P_3 V_3 = JR T_3 = JR \cdot 3T_0$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{P_0}{P_2} \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{P_0 V_0}{P_2 V_2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{V_0}{V_2} = \frac{P_2}{P_0} \cdot \frac{1}{9}$$

$$\frac{P_0}{P_2} = \frac{P_2}{P_0} \cdot \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{P_0^2}{P_2^2} = 9 \Rightarrow \frac{P_2}{P_0} = 3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_0} = 3$$

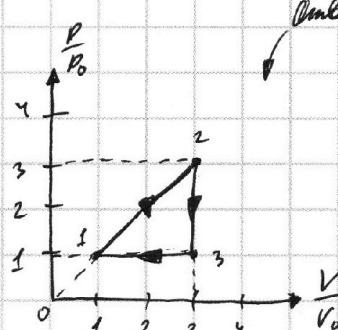
$$\frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{3}{1} \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3$$

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
7 из 8

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!



Ответ на 1-й пункт
 $(pV = \text{const})$ — ур-ние Менделеева-Капельюна
другой способ (!):

~~$C_3 \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(pV) + p_0 V$~~ в процессе 2-3

~~$\frac{3}{2} \Delta(pV) = \frac{3}{2} \Delta(pV) + p_0 V$~~

$p_0 V = 0 \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow \underline{\underline{V = \text{const}}}$

~~$Q_1 = C_v \cdot \Delta T_1 = 2 \cdot R_v \cdot \nu \cdot (gT_0 - T_0) = 2 \cdot \nu R \cdot g \cdot T_0 =$~~

$= 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = \frac{32 \cdot 831 \cdot 3 \cdot 100}{100} = 32 \cdot 3 \cdot 831 =$

$= 79776 \text{ Дж} \approx \underline{\underline{80 \text{ кДж}}} \quad \text{— Ответ на 2-й пункт}$

$A_n = \frac{Mg}{2} \cdot H \quad \text{— работа подъёма}$

~~$A_n = \frac{1}{2} A_T \cdot N$~~

$A_T = Q_2 - Q_3$, где Q_3 — модуль энергии отработавшей газов, а Q_2 — энергия полученная газом

$Q_2 = Q_1$

$A_T = Q_1 - Q_3$

$\underline{\underline{Q_3 = C_2 \cdot (gT_2/\nu + C_3 \cdot gT_3/\nu) = 1,5R \cdot \nu \cdot (9T_0 - 3T_0) + 2,5R \cdot \nu \cdot (3T_0 - T_0) =}}$

$= \frac{3}{2} \nu R \cdot g T_0 + \frac{5}{2} \nu R \cdot g T_0 = 9 \nu R T_0 + 5 \nu R T_0 = \underline{\underline{14 \nu R T_0}}$

$A_T = Q_1 - Q_3 = 16 \nu R T_0 - 14 \nu R T_0 = 2 \nu R T_0$

$Mg H = \frac{1}{2} \nu R T_0 \cdot N \rightarrow \underline{\underline{H = \frac{N \cdot \nu R T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 80} = 4,831 =}}$

$= \frac{4,831}{100} = \underline{\underline{33,24 \text{ м}}} \quad \text{— Ответ на 3-й пункт}$

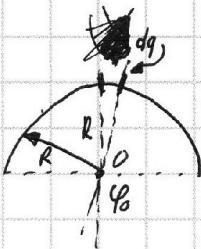
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.



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

СТРАНИЦА
8 ИЗ 8

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!



Задача д5

$$d\varphi = \frac{k dq}{R}$$

$$\int d\varphi = \frac{k}{R} \int dq \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R} \text{ пост. потенциал в т. О.}$$

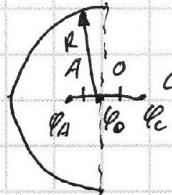
$$\varphi_{\text{на деск.}} = 0$$

$$q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \varphi_{\text{на деск.}} = 0 \rightarrow 3C9.$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{R}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR} \rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

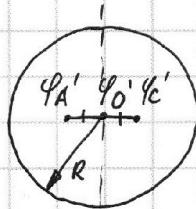
- Ответ на 1-й пункт



$$q\varphi_A = q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2q}$$

Рассмотрим пасочную сферу, её заряд $\rightarrow 2Q$:



Потенциал любой точки, лежащей внутри сферы равен единице и имеет все зна-
чення $\Rightarrow \varphi_{A'} = \varphi_{B'} = \varphi_{C'} = \frac{k \cdot 2Q}{R} = \frac{2kQ}{R}$

Когда мы рассматриваем пасочную такую сферу, то можно воспользоваться суперпозицией потенциалов (наклонение):

~~$$\varphi_A + \varphi_C = \varphi_0' = \frac{kQ}{R} \rightarrow \varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \varphi_A = \frac{2kQ}{R} - \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q} =$$~~

$$= \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2} = q\varphi_C + \frac{mv_0^2}{2} \quad | : q$$

$$\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2q} = \varphi_C + \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} - \frac{mv_0^2}{2q} + \frac{mv_0^2}{2q} \rightarrow \frac{mv_0^2}{2q} = \frac{2mv_0^2}{2q} \Rightarrow V_C = V_0 \sqrt{2}$$

- Ответ на 2-й пункт

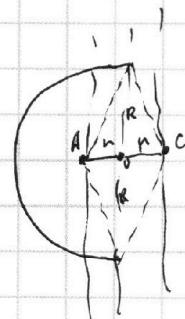
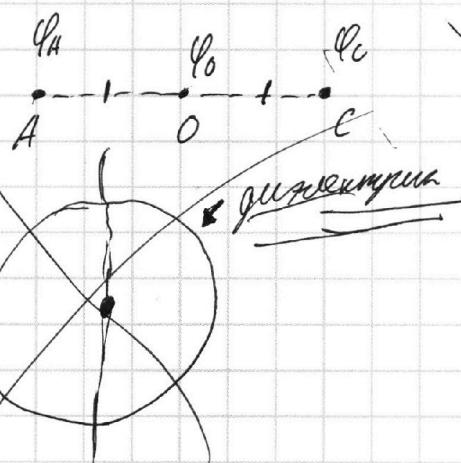
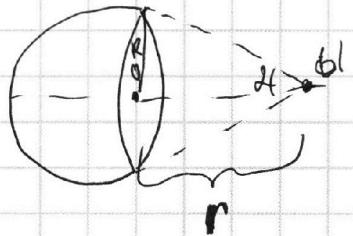
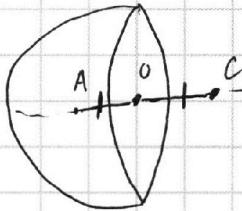


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

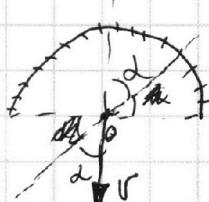
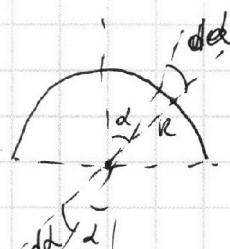
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

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!



$$\varphi = \frac{kq}{r}$$



$$d\varphi = \frac{k \cdot dq}{R}$$

~~$$d\varphi = \frac{k \cdot dq}{R}$$~~

~~$$2 \cdot 3,14 \cdot 2$$~~

~~$$6,28$$~~



$$F_1 \quad F_2 \quad F_3$$



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!