



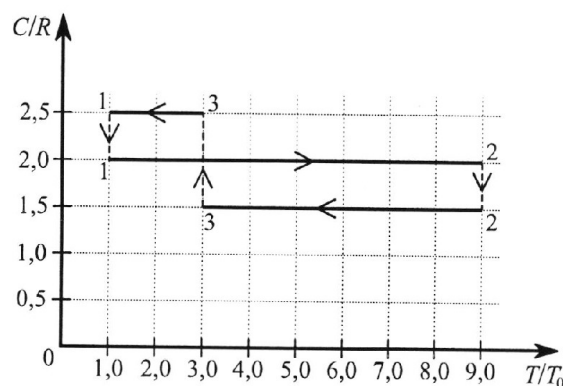
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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



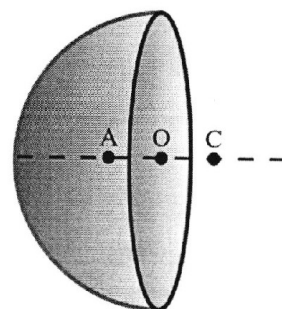
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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_0 .



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.

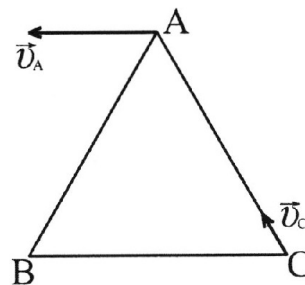
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

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

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

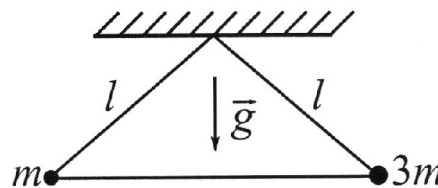
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную 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.

2. 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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. 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.



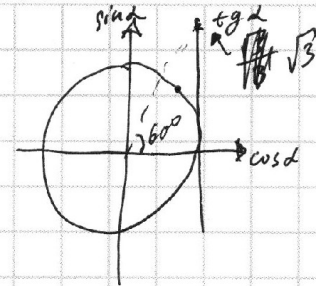
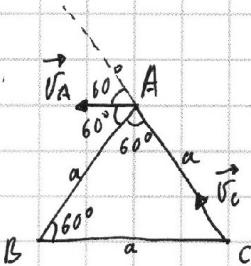
СТРАНИЦА
1 ИЗ 8

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

$$v_A = 0,4 \text{ м/с}$$

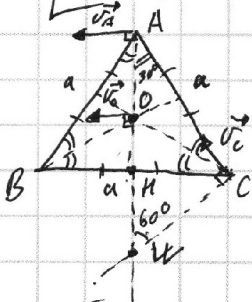
$$a = 0,2 \text{ м}$$



По правилу параллельных проекций скоростей точек на AC должны быть равны:

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

$$v_C = 0,4 \cdot \cos 60^\circ = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ м/с} \quad \leftarrow \text{ответ на 1-й пункт}$$



Точка O - ц.м. (точка пересечения медиан)

Т.В - м.ц.с.

$$\cancel{\text{tg } 60^\circ} = \frac{a}{CW} \rightarrow CW = \frac{a}{\cancel{\text{tg } 60^\circ}}$$

Точка пересечения медиан делит их в отн. 2:1 отн. вершин.

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

$$OW = \cancel{AW} - AO$$

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

$$OW = \frac{a}{\cancel{\sin 60^\circ}} - \frac{2}{3} \cdot a \cdot \cos 30^\circ = a \cdot \left(\frac{3 - 2 \cdot \cos^2 30^\circ}{3 \cos 30^\circ} \right) = a \cdot \left(\frac{3 - 2 \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \right)^2}{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \right) =$$

$$= a \cdot \frac{3 - 2 \cdot \frac{3}{4}}{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = a \cdot \frac{2 \cdot \left(3 - \frac{3}{2} \right)}{3 \sqrt{3}} = a \cdot \frac{2 \cdot \frac{3}{2}}{3 \sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\left. \begin{aligned} v_C &= w \cdot \frac{a}{\text{tg } 60^\circ} \\ v_O &= w \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{v_O}{v_C} = \frac{\frac{wa}{\sqrt{3}}}{\frac{wa}{\text{tg } 60^\circ}} = \frac{\text{tg } 60^\circ}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 1 \Rightarrow v_O = v_C = 0,2 \text{ м/с}$$

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



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.

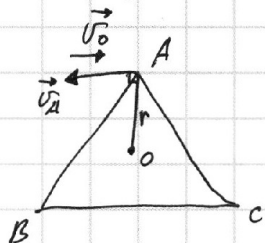
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Перейду в С.О. Ц.М.:



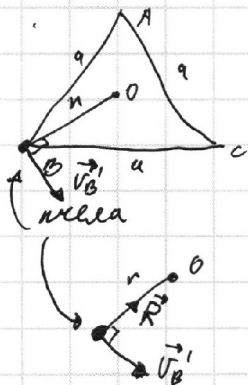
Скорость Т. А (новая):

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

$$v_A' = \omega \cdot r = \omega \cdot AO \rightarrow \omega = \frac{v_A'}{r}$$

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} \Rightarrow \frac{3 \cdot 2\pi}{\tau} \quad (\text{смысла нет} \Rightarrow \text{угловое уск.} = 0)$$

$$\boxed{\tau = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{6\pi}{v_A'} \cdot AO = \frac{2\pi}{0,2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\pi\sqrt{3} \text{ с}} \quad \approx 6,28\sqrt{3} \text{ с} \quad \text{— ответ на 2-й пункт.}$$



В С.О. Ц.М. пластины ничего не меняется, т.к. это С.О. $\Rightarrow$ найдем R в этой С.О.:

$$v_B' = v_A' = 0,2 \text{ м/с}$$

$$R = m a_n$$

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

$$\boxed{R = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{100}{1000000} \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = \frac{0,6}{10000\sqrt{3}} = \frac{60}{\sqrt{3}} \cdot \text{мкН}}$$

— ответ на 3-й пункт



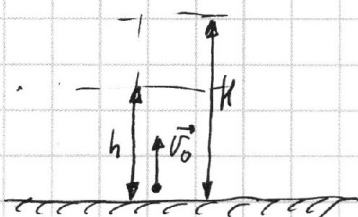
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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 12



$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

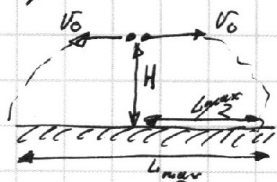
$$h + \frac{gt^2}{2} = \sqrt{2gH} \cdot t \rightarrow \sqrt{2gH} = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \rightarrow 2gH = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2$$

$$H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2}\right)^2}{2 \cdot 10} = \frac{(10 + 4)^2}{20} = \frac{14^2}{20} = \frac{196}{20} = \frac{49}{5} = 9,8 \text{ м}$$

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

На максимальной высоте скорость $v_{\text{ш}} = 0 \text{ м/с} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ осколки полетят с одинаковой скоростью и в противоположных направлениях.



П.к. по горизонтали сил нет, то осколки пройдут по горизонтали одинаковое расстояние. $\Rightarrow L_{\text{max}}$ будет только если оба полетят по горизонтали;

Время падения осколков равно времени падения $v_{\text{ш}}$:

$$2gH = v_{\text{ш}}^2 = (gt)^2 \Rightarrow gt = \sqrt{2gH} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{2gH}}{g}$$

$$\frac{L_{\text{max}}}{2} = v_0 \cdot t \Rightarrow L_{\text{max}} = 2 \cdot v_0 \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{g} = 2 \cdot 20 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 9,8}}{10} = 4 \cdot \sqrt{20 \cdot 9,8} = 4 \cdot \sqrt{196} = 4 \cdot 14 = 56 \text{ м}$$

Ответ на 2-й пункт



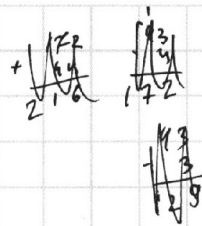
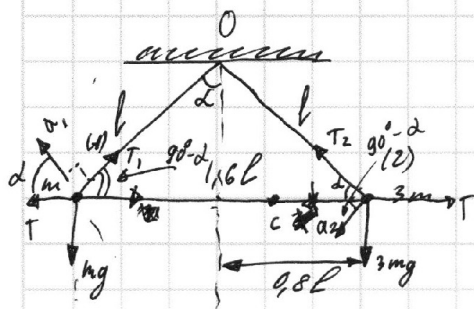
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

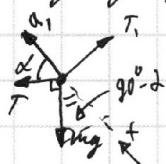
СТРАНИЦА
4 ИЗ 8

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 d3



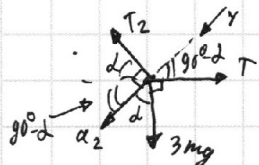
По Т. палочки: скорость Т. О = 0 м/с $\Rightarrow$ ускорение m направлено перпендикулярно палочке (для 3м-массы):



$$\sin d = \frac{0.8l}{l} = 0.8 \quad \text{— Ответ на 1-й пункт}$$

2.3.Н. на ось x: $ma_1 = T \cdot \cos d - mg \cdot \sin d$ (для m)

По Т. палочки: $a_1 \cdot \cos d = a_2 \cdot \sin d \rightarrow a_2 = a_1 \cdot \operatorname{ctg} d$



2.3.Н на ось y: $3ma_2 = 3mg \cdot \cos d - T \cdot \sin d$

$$\begin{cases} ma_1 = T \cdot \cos d - mg \cdot \sin d \rightarrow T = \frac{ma_1 + mg \cdot \sin d}{\cos d} \\ a_2 = a_1 \cdot \operatorname{ctg} d \\ 3ma_2 = 3mg \cdot \cos d - T \cdot \sin d \end{cases}$$

$$3ma_1 \cdot \operatorname{ctg} d = 3mg \cdot \cos d - T \cdot \sin d$$

$$3ma_1 \cdot \operatorname{ctg} d = 3mg \cdot \cos d - \frac{ma_1 + mg \cdot \sin d}{\cos d} \cdot \sin d$$

$$3ma_1 \cdot \operatorname{ctg} d = 3mg \cdot \cos d - ma_1 \cdot \operatorname{tg} d - mg \cdot \sin d \cdot \operatorname{tg} d$$

$$3ma_1 \cdot \operatorname{ctg} d + ma_1 \cdot \operatorname{tg} d = 3mg \cdot \cos d - mg \cdot \sin d \cdot \operatorname{tg} d$$

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

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



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**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 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!

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

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

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

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

$\cos \alpha = 0,6$ $\leftarrow$ из основного тригонометрического тождества

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

$$= g \cdot \frac{\left(\frac{9 \cdot 3}{4 \cdot 2} - \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot 2}\right)}{\frac{9 \cdot 3}{4 \cdot 2} + \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot 2}} = g \cdot \frac{\left(\frac{9}{4} - \frac{4}{3}\right)}{\left(\frac{9}{4} + \frac{4}{3}\right)} = g \cdot \frac{(9 \cdot 3 - 4 \cdot 4)}{(9 \cdot 3 + 4 \cdot 4)} = g \cdot \frac{(27 - 16)}{(27 + 16)} =$$

$$= g \cdot \frac{11}{43} = \frac{88}{43} \text{ м/с}^2 \quad - \text{ответ на 2-й пункт.}$$

$$T = \frac{m a_1 + m g \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{m(a_1 + g \cdot \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{0,1 \cdot \left(\frac{88}{43} + 10 \cdot 0,8\right)}{0,6} = \frac{\frac{88}{43} + 8}{\frac{6}{10}} =$$

$$= \frac{4 \cdot 2 \cdot 11}{3 \cdot 2 \cdot 43} + \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot 2} = \frac{4 \cdot 11}{3 \cdot 43} + \frac{4}{3} = \frac{44 + 4 \cdot 43}{3 \cdot 43} = \frac{44 + 172}{129} = \frac{216}{129} = \frac{4}{3} \left(\frac{11}{43} + \frac{43}{43}\right) =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \left(\frac{54}{43}\right) = \frac{4 \cdot 54}{3 \cdot 43} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 9}{3 \cdot 43} = \frac{72}{43} \text{ Н} \quad - \text{ответ на 3-й пункт}$$



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.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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 14

$$pV^\gamma = \text{const} \quad \text{— уравнение политропы}$$

$$i = 3$$

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

мольная

Плотность в процессах и изменение в них температуры:

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

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

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

Ф-ые процессов:

$$1-2: \gamma_1 = \frac{2R - 1,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5}{0,5} = -1 \Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p \sim V$$

$$2-3: \gamma_2 = \frac{1,5R - 2,5R}{1,5R - 1,5R} = \frac{-1}{0} = \frac{1}{0} \quad \text{нужно искать другие способы!}$$

$$3-1: \gamma_3 = \frac{2,5R - 2,5R}{2,5R - 1,5R} = 0 \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const}$$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 = \nu R \cdot T_0$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{p_0}{p_2} = \frac{V_0}{V_2}$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 = \nu R \cdot 9T_0$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3 = \nu R \cdot 3T_0$$

$$p_1 = p_3 \Rightarrow p_0 = p_3 \Rightarrow \frac{p_3}{p_0} = 1$$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{p_0}{p_2} \cdot \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{p_0 V_0}{p_2 V_2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{V_0}{V_2} = \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{1}{9}$$

$$\frac{p_0}{p_2} = \frac{p_2}{p_0} \cdot \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{p_2^2}{p_0^2} = 9 \Rightarrow \frac{p_2}{p_0} = 3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_0} = 3$$

$$\frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{3}{1} \Rightarrow \frac{V_3}{V_0} = 3$$

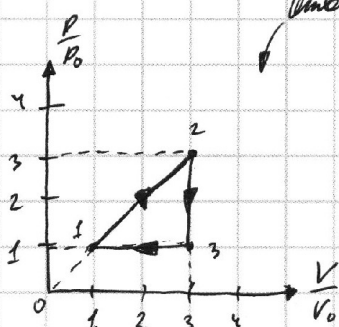


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 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

$$pV = \nu RT$$

уравнение Менделеева-Клапейрона
другой способ (!):

$$pV = \nu R \cdot C_3 \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \Delta(pV) + p \Delta V$$

в процессе 2-3

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

$$p \Delta V = 0 \Rightarrow \Delta V = 0 \Rightarrow V = \text{const}$$

$$Q_1 = C_1 \cdot \nu \cdot \Delta T_1 = 2 \cdot R \cdot \nu \cdot (9T_0 - T_0) = 2 \cdot \nu R \cdot 8 \cdot T_0 =$$

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

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

$$A_n = M_g \cdot H \quad \text{— работа подвеса}$$

$$A_n = \frac{1}{2} A_r \cdot N$$

$A_r = Q_2 - Q_3$, где Q_3 — модуль энергии отданной газом, а Q_2 — энергия полученная газом

$$Q_2 = Q_1$$

$$A_r = Q_1 - Q_3$$

$$Q_3 = C_2 \cdot \nu \cdot \Delta T_2 + C_3 \cdot \nu \cdot \Delta T_3 = 1,5 R \cdot \nu \cdot (9T_0 - 3T_0) + 2,5 R \cdot \nu \cdot (3T_0 - T_0) =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T_0 + \frac{5}{2} \nu R \cdot 2T_0 = 9 \nu R T_0 + 5 \nu R T_0 = 14 \nu R T_0$$

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

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

$$= \frac{4 \cdot 831}{100} = \frac{3324}{100} = 33,24 \text{ м} \quad \text{— Ответ на 3-й пункт}$$

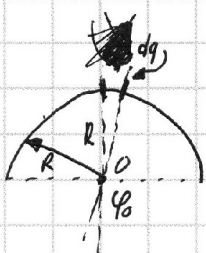


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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 15

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

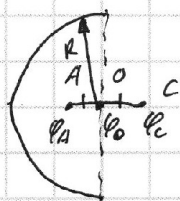
$$\int d\varphi = \frac{k}{R} \int dq \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R} \quad \text{потенциал в т. О.}$$

φ на беск. = 0

$$q\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \varphi_{\text{на беск.}} = 0 \quad \text{ЗСЭ.}$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + q \cdot \frac{kQ}{R}$$

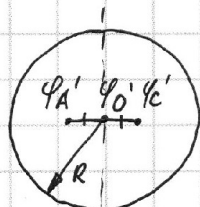
$$V^2 = V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR} \rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}} \quad \text{— ответ на 1-й пункт}$$



$$q\varphi_A = q\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q}$$

Рассмотрю полную сферу, её заряд $\rightarrow 2Q$:



Потенциал любой точки, лежащей внутри сферы равен одному и тому же значению $\Rightarrow \varphi_A' = \varphi_0' = \varphi_C' = \frac{k \cdot 2Q}{R} = \frac{2kQ}{R}$

Когда мы рассматриваем поверхность такой сферы, то можно воспользоваться суперпозицией потенциалов (наложения):

$$\varphi_A + \varphi_C = \varphi_0' = \frac{2kQ}{R} \rightarrow \varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \varphi_A = \frac{2kQ}{R} - \frac{kQ}{R} - \frac{mV_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} - \frac{mV_0^2}{2q}$$

$$q\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2} = q\varphi_C + \frac{mV_C^2}{2} \quad | : q$$

$$\varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2q} = \varphi_C + \frac{mV_C^2}{2q}$$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} = \frac{kQ}{R} - \frac{mV_0^2}{2q} + \frac{mV_C^2}{2q} \rightarrow \frac{mV_C^2}{2q} = \frac{2 \cdot mV_0^2}{2q} \Rightarrow V_C = V_0 \sqrt{2} \quad \text{— ответ на 2-й пункт}$$

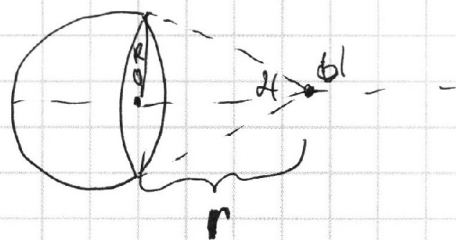
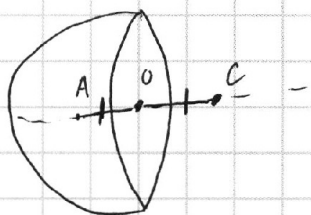


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

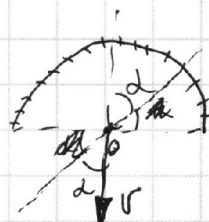
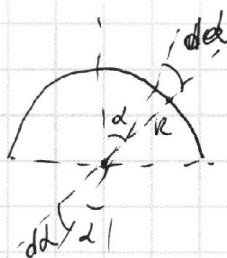
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

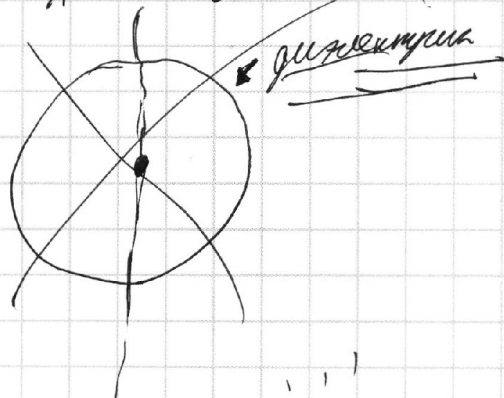
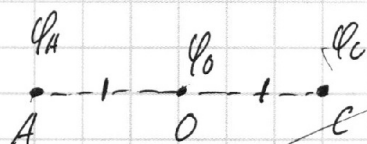
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

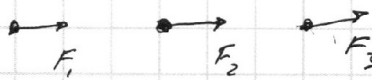
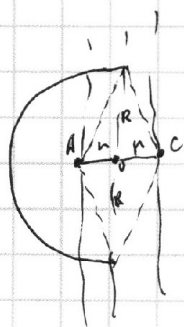


$$d\varphi = \frac{k \cdot dq}{R}$$



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

$$R = 3,14 \cdot 2$$
$$6,28$$





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
__ 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!

