



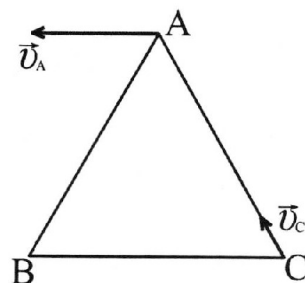
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

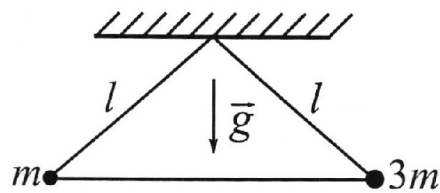
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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.



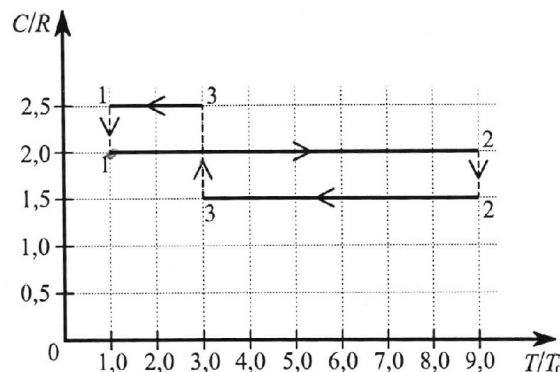
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 300 \text{ K}$.



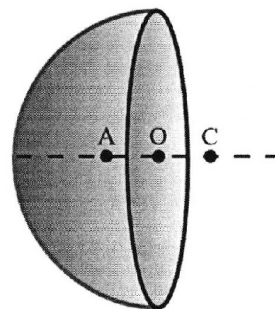
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.

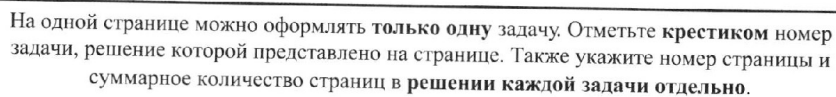
5. По поверхности закрепленной диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица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

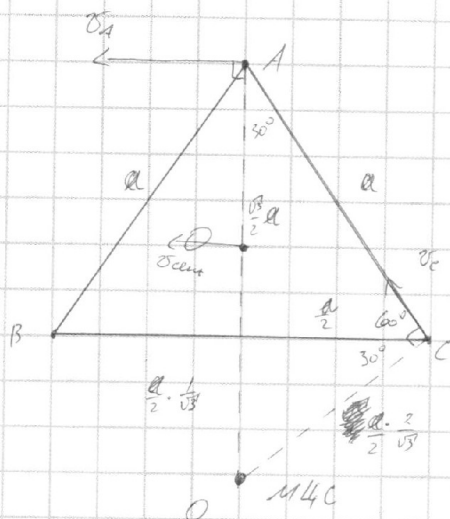
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



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!



Г.К. Фигура твердая, по
вращается вокруг M_4 с
периодом. на пересечении
1-ой к скорости.

$$\omega = \frac{v_2 v_c}{r} = \frac{v_4}{r \left(\frac{v_2}{2} + \frac{1}{2v_2} \right)} \Rightarrow$$

Косинусная теорема, что $\angle C$
и $\angle B$ симметричны относительно AC .
 $\angle C \rightarrow$ равны и $\angle B \rightarrow$
 $\Rightarrow$ равны стороны $\neq DB = DC$

$$\textcircled{\Rightarrow} \quad \frac{\cancel{1800}}{1} = \frac{25}{14 \quad 3} \quad \underline{21 \quad \cancel{31}}$$

$$\sigma_c = \frac{1}{2} \sigma_A = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{L}}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ 76 \\ \hline 186 \end{array} \quad \begin{array}{r} 17 \\ 109 \\ \hline \end{array}$$

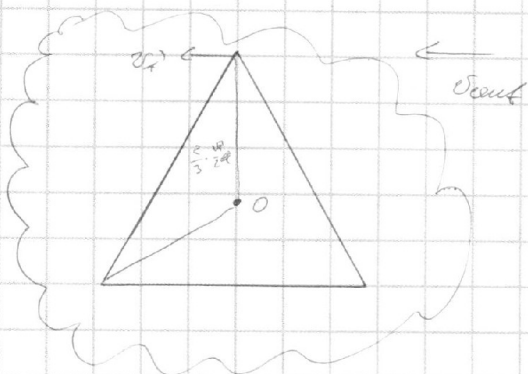
2) Kängien Vars (Vier)

$$v_{\text{cent}} = \frac{\cancel{\sqrt{3}} v_c}{\cancel{\lambda}} \cdot \frac{\cancel{\lambda}}{\cancel{\sqrt{3}}} = v_c = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow \sigma_2'(600 \text{ g.u.}) = 0,2 \frac{\text{cm}}{\text{e}} = v_e$$

$$\sqrt{3} \approx 1,7$$

$\pi \approx 3.1$



$$\omega = \frac{\sqrt{3} \cancel{24}^2}{a} = \frac{\sqrt{3} \cdot \cancel{24}^2}{\cancel{24} \cdot 24} = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{c}$$

$$\gamma = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} \text{ cm} \approx \frac{6 \cdot 3,1}{1,7} \text{ cm} =$$

$$= \frac{18,6}{1,7} \text{ e} \approx 11 \text{ e}$$



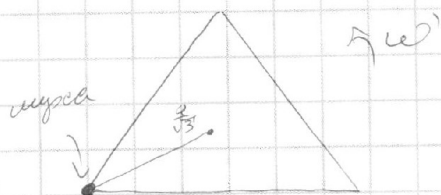
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

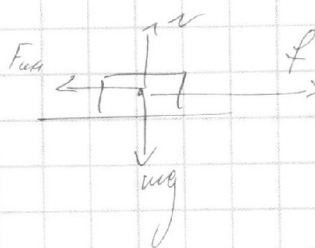
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

3) По принципу суперпозиции: $a = a_{\text{центр}} \neq a_{\text{отл.}}$. В п.о. центра масс $a_{\text{центр}} = 0 \Rightarrow$ остается в к.с.б.



На массу действует сила инерции.



$$F_{\text{ин}} = m \omega^2 \frac{a}{\sqrt{3}} = m \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3 \cdot \sigma_4^2}{a^2} = \sqrt{3} m \frac{\sigma_4^2}{a}$$

$$F = m g \rightarrow R$$

Однако в п.о. $R = F$ ($F = F_{\text{ин}}$ экв. создано центром ускорения смел.)

$$F = \sqrt{3} m \cdot \frac{1}{4} \frac{\sigma_4^2}{a} = \sqrt{3} \cdot 0,1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{0,16}{0,2} \text{ Н} = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{8}{10} \text{ Н} = \frac{2\sqrt{3}}{100} \cdot \frac{\sqrt{3}}{10} \text{ Н} = 0,006 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } 1) v_c = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{1}{2} v_A$$

$$2) T = \frac{6\pi}{\omega} = \frac{6\pi a}{\sqrt{3} \sigma_4} = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} \text{ с} \approx 11 \text{ с}$$

$$3) R = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{\sigma_4^2}{a} = \frac{\sqrt{3}}{50} \text{ Н} \cdot 10^{-3}$$

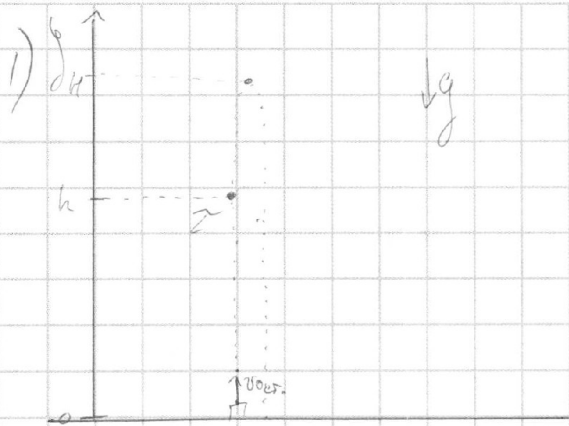


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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!



На высоте h фейерверк
подобен гранате, однако
нам сказано, что "в процессе
подъема" $\Rightarrow$ первый корень.

$$y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t_{\text{вст.}} = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{v_0} = \frac{8 + \frac{10 \cdot 0,64}{2}}{0,8} \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

$$= \frac{8 + 5 \cdot 0,64}{0,8} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{11,2}{0,8} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \boxed{14 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \quad \begin{array}{r} 64 \\ \times 5 \\ \hline 320 \end{array}$$

Формула перемещ. без времени:

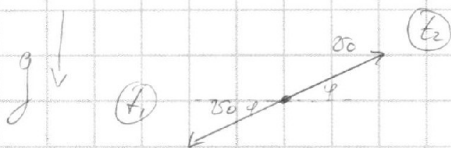
$$H = \frac{v_{\text{вст.}}^2}{2g} = \frac{196}{20} \text{ м} = \boxed{9,8 \text{ м}}$$

$$\begin{array}{r} 112 \overline{) 8} \\ \underline{32} 14 \\ 56 \\ 14 \\ \underline{196} 2 \\ 18 18 \\ 16 \end{array}$$

2)

Во-первых, на макс. выс. $v=0 \Rightarrow v_0=0$.

Во-вторых, у снарядов равны массы $\Rightarrow$ их импульсы при-
выполнены.

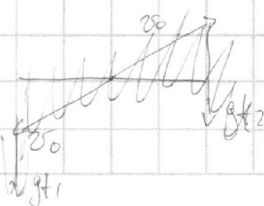


$$\textcircled{1}: H = \frac{v_{0k}^2 - (v_0 \sin \varphi)^2}{2g} = v_0 \sin \varphi t_1 + \frac{gt_1^2}{2}$$

$$t_1^2 + \frac{2v_0 \sin \varphi}{g} t_1 - \frac{2H}{g} = 0$$

$$D = \frac{(v_0 \sin \varphi)^2}{g^2} + \frac{2Hg}{g^2}$$

$$t_1 = -\frac{v_0 \sin \varphi}{g} + \frac{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}}{g}$$





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 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

Видеовые симметрии и симметричности:

$$L = 2v_0 \cos \varphi t_1 + v_0 \cos \varphi T = 2v_0 \cos \varphi \left(t_1 + v_0 \frac{\sin \varphi}{g} \right)$$

$$\frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$

~~$$L = 2v_0 \cos \varphi \left(\frac{v_0 \sin \varphi}{g} + \frac{v_0 \sin \varphi}{g} \right) = 4v_0^2 \frac{\cos \varphi \sin \varphi}{g}$$~~

~~$$L = 2v_0 \cos \varphi \left(\frac{v_0 \sin \varphi}{g} + \frac{v_0 \sin \varphi}{g} \right) = 4v_0^2 \frac{\cos \varphi \sin \varphi}{g}$$~~

~~$$L = 4v_0^2 \frac{\cos \varphi \sin \varphi}{g}$$~~

$$L = 2v_0 \cos \varphi \left(\frac{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}}{g} + v_0 \frac{\sin \varphi}{g} \right) =$$

$$= 2 \frac{v_0}{g} \cos \varphi \sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}$$

$f(\varphi)$ макс. мин.

$$f'(\varphi) = -\sin \varphi \sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH} + \cos \varphi \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}} = 0$$

$$(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH = v_0^2 \cos^2 \varphi = v_0^2 - v_0^2 \sin^2 \varphi$$

$$2v_0^2 \sin^2 \varphi = v_0^2 - 2gH$$

$$\sin \varphi = \sqrt{\frac{v_0^2 - 2gH}{2v_0^2}} = \sqrt{\frac{100 - 196}{800}} = \sqrt{\frac{204}{800}} =$$

$$= \sqrt{\frac{51}{200}} = \sqrt{\frac{51}{200}} \Rightarrow \cos \varphi = \sqrt{\frac{149}{200}}$$



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 3

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!

$$\begin{aligned} L_{\text{м}} &= 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{149}{200}} \cdot \left(\sqrt{400 \cdot \frac{51}{200} + 136} - 20 \cdot \sqrt{\frac{51}{20}} \right) - 40 \cdot \sqrt{\frac{51}{10}} \\ &= 4 \sqrt{\frac{149}{2}} \cdot \left(\sqrt{136 + 102} \right) = 4 \sqrt{149 \cdot 149} = \\ &= 4 \cdot 149 = \boxed{596 \text{ м}} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 149 \\ \times 4 \\ \hline 596 \end{array}$$

Ответ:

1) $H = 9,8 \text{ м}$

2) $L_{\text{max}} = 596 \text{ м}$

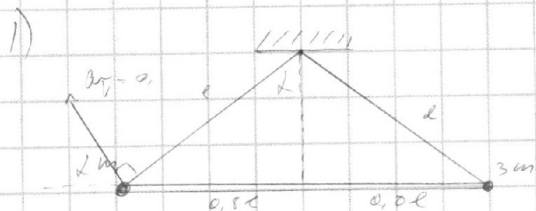


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

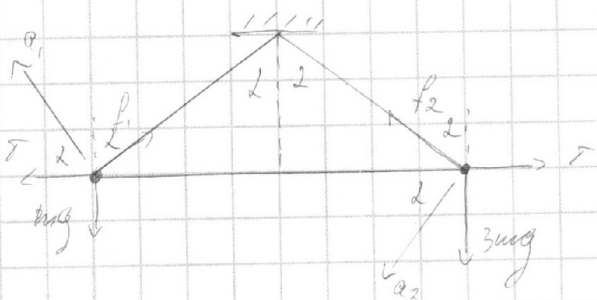
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



масса $2m$ на $2m$ и $3m$ на $3m$
 нити $\rightarrow$ движ. по шир.
 В нач. момент $v=0 \rightarrow$
 $\Rightarrow a_n = 0 \Rightarrow$ ссfb равно
 тангенциальной.

$$\sin \alpha = 0,8 = \frac{4}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{4}{3}$$

2) В начальный момент система находится в состоянии "равновесия" для ускорения.



И-но массы:

$$[P_1 = P_2]$$

2 3H:

$$\begin{cases} T - P_1 \sin \alpha = m a, \cos \alpha \\ P_1 \cos \alpha - m g = m a, \sin \alpha \\ 3m g - P_2 \cos \alpha = 3m a, \sin \alpha \\ P_2 \sin \alpha - T = 3m a, \cos \alpha \end{cases}$$

$$P_1 = \frac{1}{\cos \alpha} m(a, \sin \alpha + g)$$

$$P_2 = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot 3m(g - a, \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T - \operatorname{tg} \alpha m(a, \sin \alpha + g) = m a, \cos \alpha \\ 3m \operatorname{tg} \alpha (g - a, \sin \alpha) - T = 3m a, \cos \alpha \end{cases} \quad \textcircled{1}$$

$$4m a, \cos \alpha = m \operatorname{tg} \alpha (3g - 3a, \sin \alpha - a, \sin \alpha - g)$$

$$4a, \cos \alpha = \operatorname{tg} \alpha (2g - 4a, \sin \alpha) = 2g \operatorname{tg} \alpha - 4a, \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}$$

$$a, \left(4 \cos \alpha + 4 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \right) = 2g \operatorname{tg} \alpha$$

$$a_1 = g \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{4 \cos \alpha + 4 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = \frac{\frac{4}{3} \cdot \frac{4}{3}}{\frac{4}{5} + 2 \cdot \frac{16}{25} \cdot \frac{5}{3}} g = \frac{\frac{16}{9}}{\frac{18 + 32}{15}} g = \frac{4 \cdot 15}{3 \cdot 50} g = \frac{4}{10} g = 0,4g$$



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

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!

$$3) \boxed{T} = m g \cos \alpha + m \operatorname{tg} \alpha (g \sin \alpha + g) =$$

$$= m g \left(0,4 \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{3} \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} + 1 \right) \right) = m g \left(\frac{6}{25} + \frac{4}{3} \cdot \frac{8+25}{25} \right) =$$

$$= m g \left(\frac{6}{25} + \frac{4}{3} \cdot \frac{33}{25} \right) = \frac{6+44}{25} m g = \boxed{2 m g}$$

ответ:

$$1) \sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$2) g_1 = \boxed{\frac{2}{5} g} = g \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2 \cos \alpha + 2 \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = \frac{4}{5} g$$

$$3) T = \boxed{2 m g} = m g \cos \alpha + m \operatorname{tg} \alpha (g \sin \alpha + g) =$$
$$= 2 m g$$



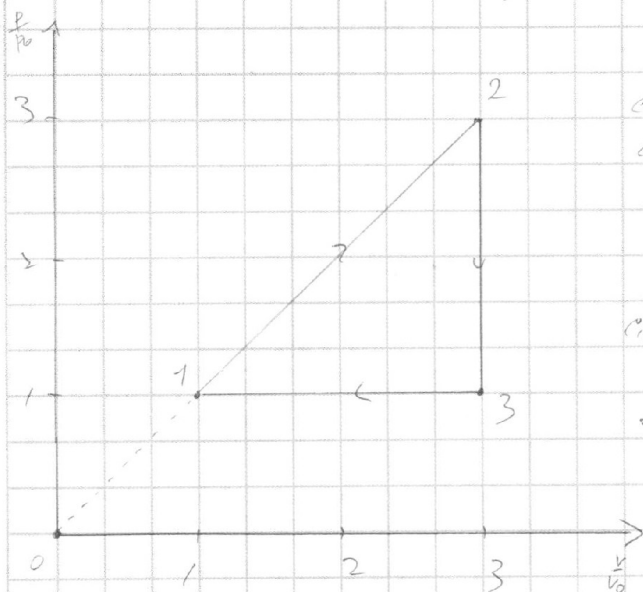
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

1) Видно, что процесс 2-3 имеет $C = \frac{3}{2}R$, что для одноатомного газа является C_V , то есть V -const.
Для 3-1 $C_P \Rightarrow p = \text{const.}$



ИТДР: для 1-2.

$$C_V dT = \frac{3}{2} R dT + p dV$$

$$C = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{dT} = \frac{3}{2} R + \frac{p dV}{\frac{1}{\gamma} \left(\frac{p dV}{p} + V dp \right)} =$$

$$= R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{\gamma}{p} \frac{dp}{dV}} \right)$$

$$C_{12} = 2R = R \left(\frac{3}{2} + \frac{1}{1 + \frac{\gamma}{p} \frac{dp}{dV}} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{V}{p} \frac{dp}{dV} = 1$$

$$\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V}$$

$$\ln p = \ln V + C$$

$p = 2V \Rightarrow$ прямая из начала координат.

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 96 \\ \hline 4986 \\ 7479 \\ \hline 79776 \end{array}$$

Квант. - моль:

$$\begin{cases} p_0 V_0 = 2R \cdot T_0 \\ p_0 V_2 = 2R \cdot 3T_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0 \\ p_3 V_2 = 2R \cdot 9T_0 \Rightarrow p_3 = 3p_0 \end{cases}$$

2)

	Q	A	ΔU
1-2	Q_1	$4p_0V_0$	$\frac{3}{2}2R(8T_0)$
2-3	Q_2	0	$\frac{3}{2}2R(-6T_0)$
3-1	Q_3		$\frac{3}{2}2R(-2T_0)$

$$Q_1 = 4p_0V_0 + \frac{3}{2}2R \cdot 8T_0 =$$

$$= 4p_0V_0 + 12p_0V_0 = 16p_0V_0 =$$

$$= \boxed{16 \cdot 2R T_0} \approx 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{ Дж} =$$

$$= 32 \cdot 831,3 \text{ Дж} = 831,36 \text{ Дж} =$$

$$= 79776 \text{ Дж}$$

Q_{x1} и Q_{x2} - другое решение



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!

$$3) A = 2 \cdot 2R \cdot \gamma_0 \Rightarrow A_{\text{пол}} = 2R \cdot \gamma_0$$

$$A_{\text{с}} = V \cdot A_{\text{пол}}$$

ЗСД:

$$V \cdot A_{\text{пол}} = mg \cdot l \Rightarrow l = \frac{V \cdot A_{\text{пол}}}{mg} = \left[\frac{V \cdot 2R \cdot \gamma_0}{mg} \right] =$$

$$\approx \frac{10^{-2} \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 360}{9 \cdot 10^{-3}} \text{ м} = 4 \cdot 8,31 \text{ м} = 33,24 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 4 \\ \hline 3324 \end{array}$$

Ответ:

1) см. начало

$$2) Q_1 = 16 \cdot 2R \cdot \gamma_0 \approx 79776 \text{ Дж}$$

$$3) l = \frac{V \cdot 2R \cdot \gamma_0}{mg} \approx 33,24 \text{ м}$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

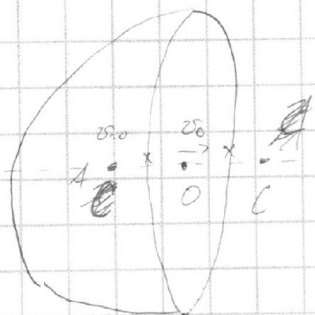
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

N 5

$\varphi = 0$

1)



Найдём потенциал сферы
в $\gamma = 0$:

$$\varphi_0 = \int_{\gamma} k \frac{Q}{R} = k \frac{Q}{R}$$

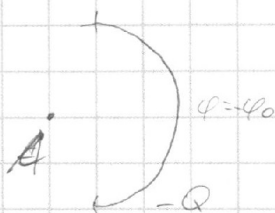
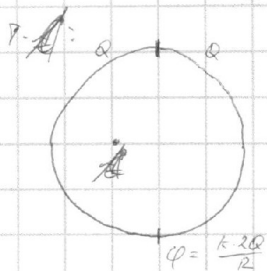
$\uparrow$
п-сфера

Затем:

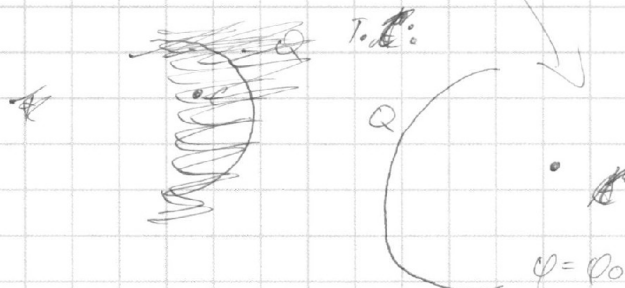
$$\frac{m v_0^2}{2} + k \frac{Q q}{R} = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \boxed{v} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{m}{2} v_0^2 + k \frac{Q q}{R} \right)} = \sqrt{v_0^2 + \frac{2}{m} k \frac{Q q}{R}}$$

2)

Рассмотрим малую сферу радиуса r и зарядом q .
Добавим сферу радиуса R с зарядом Q и $-Q$.



сечения сферы,
по которой помещены
заряды.





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!

$$\left\{ \begin{aligned} F_4 &= \left(\frac{2kQ}{R} - 40 \right) g \\ F_c &= 40g + \frac{mv_c^2}{2} \\ F_0 &= \frac{kQ}{R}g + \frac{mv_0^2}{2} \end{aligned} \right. \quad F = \text{const.}$$

$$2k \frac{Qg}{R} - 40g = \cancel{2k} k \frac{Qg}{R} + \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow 40g = k \frac{Qg}{R} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{2kQg}{12} - 240g &= \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = \frac{2}{m} \left(\frac{2kQg}{12} - 2k \frac{Qg}{12} + mv_0^2 \right) = \\ &= 2v_0^2 \Rightarrow v_c = \sqrt{2} v_0 \end{aligned}$$

Ответ:

$$1) v = \left(v_0^2 + \frac{2}{m} k \frac{Qg}{R} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$2) v_c = \sqrt{2} v_0$$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

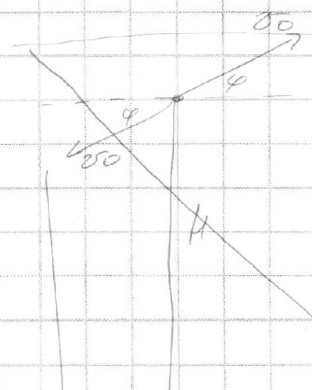
5
☐

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!


$$L = 2v_0 \cos \varphi \left(\frac{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH} - v_0 \sin \varphi}{g} + v_0 \frac{\sin \varphi}{g} \right) =$$
$$= 2 \frac{v_0^2}{g} \left(\cos \varphi \left(\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH} \right) \right)$$
$$\sin \varphi \sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH} + \cos \varphi \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}} \cdot 2v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi = 0$$
$$(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH = \frac{v_0^2 \cos^2 \varphi}{\sqrt{(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH}}$$
$$\left((v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH \right)^2 = v_0^2 \cos^2 \varphi$$
$$(v_0 \sin \varphi)^2 + 2gH = v_0^2 \cos^2 \varphi = v_0^2 - v_0^2 \sin^2 \varphi$$