



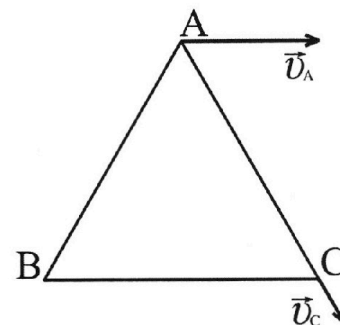
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ 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.

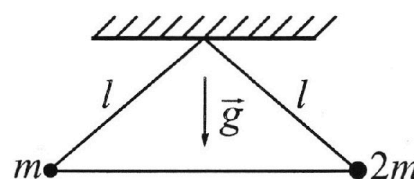
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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 $V_0 = 30$ 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 $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. 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.



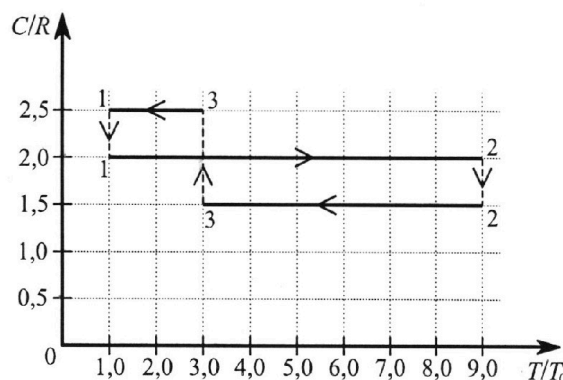
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

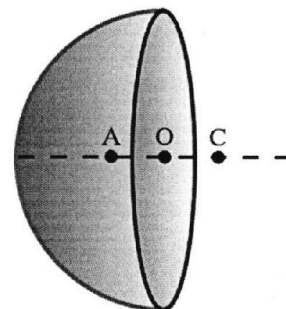


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $M = 415$ кг за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ 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 кинетическая энергия частицы равна K .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . 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.



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.

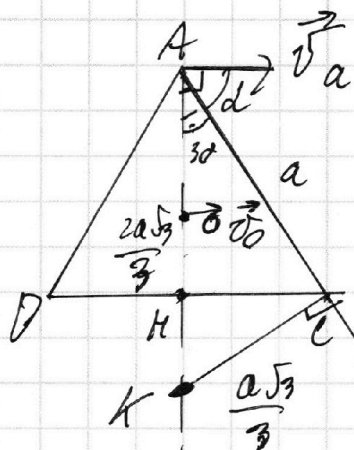
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

N 1



1) К-МЦР:
 $\vec{v}_A \cdot \cos \alpha = \vec{v}_C$ (правильно
 нарисовано)
 $\vec{v}_C = \frac{\vec{v}_A}{2} = 0,3 \text{ м/с}$

2) $\vec{v}_B = \vec{v}_A = 0,3 \text{ м/с}$
 (из МЦР).

2) $AK = \frac{2a\sqrt{3}}{3}$
 $AH = \frac{a\sqrt{3}}{2}$
 $HO = \frac{1}{3} AH = \frac{a\sqrt{3}}{6}$
 $AO = \frac{2\sqrt{3} \cdot a}{3}$
 $AO = \frac{1}{2} AK =$

Перейдем в С.О. м. О;

$\vec{v}_{AO} = \vec{v}_{CO} = \vec{v}_{BO} = |\vec{v}_A - \vec{v}_O| = 0,3 \text{ м/с}$

$\vec{v}_{AO} = \omega \cdot AO \Rightarrow \omega = \frac{v_{AO}}{AO} = \frac{0,3 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 0,3} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

$\tau = T \cdot N = \frac{26\pi}{\omega} = \frac{26\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$

$N = 8$ - количество оборотов.

3) Для мачты:

$a_y = \omega^2 R = \omega^2 \cdot AO = (\sqrt{3})^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,3 = \frac{3\sqrt{3}}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$R = m \cdot a_y = \frac{60 \cdot 3\sqrt{3}}{10 \cdot 1000 \cdot 3} = \frac{78\sqrt{3}}{1000 \cdot 10} \text{ Н}$

Ответ: 1) $\vec{v}_C = 0,3 \text{ м/с}$; 2) $\tau = \frac{16\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с}$; 3) $R = 78\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$



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 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!

№2 v_0 — начальная скорость фейерверка.

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

$$15 = v_0 \cdot 1 - 5$$

$$v_0 = 20 \text{ (м/с)}$$

На высоте H : $v_H = 0$; t — время подъема

~~$$v_0 = gt; t = \frac{v_0}{g} = 1 \text{ с} \Rightarrow H = h = 15 \text{ м}$$~~

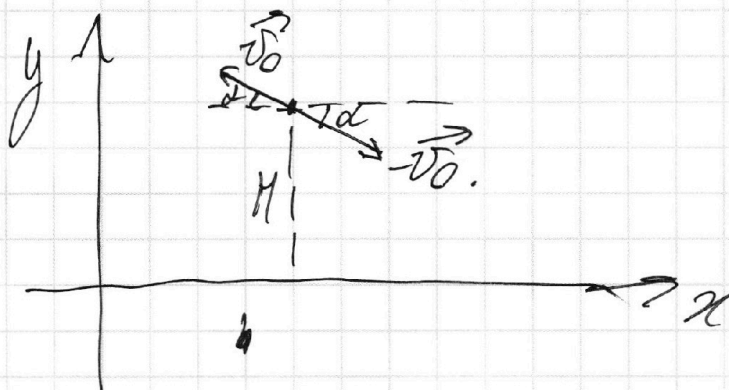
~~$$H = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$~~

$$v_0' = gt; t = \frac{v_0'}{g} = 2 \text{ с}$$

$$H = v_0' \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 4}{2} = 20 \text{ м}$$

2) м.к в момент разрыва выпадает

3 осколки разлетаясь со векторными скоростями $\vec{v}_0$ и $-\vec{v}_0$ соответственно (м.к $\vec{v}_H = \vec{0}$).





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
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!

Затмивая упр-е найдем:

Для 1-20:

$$+v_0 \cdot \cos d \cdot t_1 = L_1.$$

$$H + v_0 \cdot \sin d \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 0.$$

Для 2-20:

$$v_0 \cdot \cos d \cdot t_2 = L_2.$$

$$H - v_0 \cdot \sin d \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0; \text{ решая кв. упр-е найдем:}$$

$$t_1 = \frac{v_0 \cdot \sin d + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \cdot \sin d + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 d + 2gH}}{g}$$

Вторые корни с $-\sqrt{g}$ не пом., так $t \geq 0$.

$$L_1 + L_2 = \frac{v_0 \cdot \cos d}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 d + 2gH}.$$

$v_0^2 = 2gH$ (из 3(3)). Подставим формулу:

$$L_1 + L_2 = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{\sin^2 d + 4\cos^2 d \cdot \frac{1}{4}}; \text{ согласно}$$

формуле $\cos 2d$:

$$\begin{aligned} L_1 + L_2 &= \sqrt{\frac{1 - \cos 4d}{2} + (2 + 2\cos 2d) \cdot \frac{1}{4}} \cdot \frac{v_0^2}{g} = \\ &= \frac{v_0^2}{g} \sqrt{2\cos^2 d + 2\cos 2d - 0,5 \cdot \cos 4d} = \frac{v_0^2}{g} \sqrt{3\cos^2 d - \cos^2 2d} \end{aligned}$$



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!

Умова:

$$L_1 + L_2 = \sqrt{-\cos^2 2\alpha + 2 \cdot \cos 2\alpha + 3} \cdot \frac{v_0^2}{g}$$

$$L_1 + L_2 \rightarrow L_{\max} \Rightarrow -\cos^2 2\alpha + 2 \cdot \cos 2\alpha + 3 \rightarrow \max.$$

$$\text{Пусть } y = -\cos^2 2\alpha + 2 \cdot \cos 2\alpha + 3.$$

$$y_{\max} = y(x_0) \quad x_0 - \text{вершина параболы.}$$

$$y_{\max} = y\left(-\frac{2}{-2}\right) = y(1), \text{ т. е. при } \cos 2\alpha = 1.$$

$$\Rightarrow L_1 + L_2 = \sqrt{4} \cdot \frac{v_0^2}{g} = 2 \cdot \frac{v_0^2}{g} = \frac{2 \cdot 20^2}{10} = 80 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м; } L_{\max} = 80 \text{ м.}$$

К сожалению, я перепутал заданное v_0 .

$$2gH \neq v_0^2.$$

$$2gH = v_0^2 \cdot \frac{4}{g}.$$

Получаем без ошибок:

$$-\cos^2 2\alpha + 2 \cdot \cos 2\alpha + \frac{17}{9} \rightarrow \max.$$

$$\cos 2\alpha = \frac{4}{9}.$$

$$y = \frac{169}{81}.$$

$$L_1 + L_2 = \sqrt{\frac{169}{81}} \cdot \frac{30^2}{10} = \frac{13 \cdot 30^2}{9 \cdot 10} = 130 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } 2) = 130 \text{ м.}$$

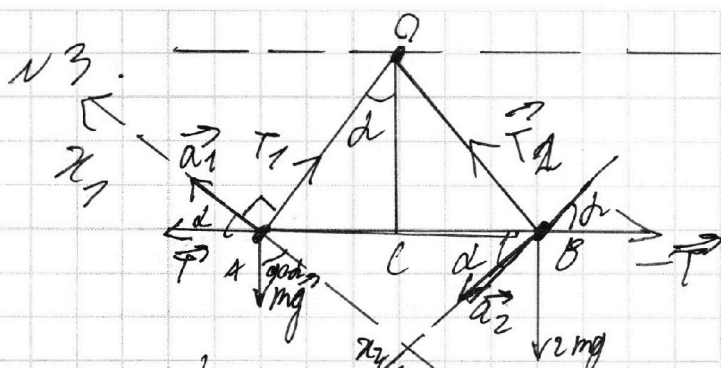


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Rightarrow d = \angle AOC.$$

$$\sin \angle AOC = \frac{3}{5} = 0,6.$$

2) м.к. Стержень легкий и нерастяжимый, нити нерастяжимы, нить силы будут направлены, как на рисунке показано:

м.к $\vec{a}_y = \vec{0}$, дискретизируя правую часть нити:

$$a_1 \cdot \cos \alpha = a_2 \cdot \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2.$$

Запишем II з. Н. на следующие оси:

$$Ox_1: ma_1 = T \cdot \cos \alpha - mg \cdot \sin \alpha$$

$$Ox_2: 2ma_2 = 2mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha.$$

$$3ma_1 = mg \cdot \sin \alpha.$$

$$a_1 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{3} = \frac{10 \cdot 0,6}{3} = 2 \text{ м/с}^2.$$

$$3) T = \frac{m(a_2 \cdot \cos \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{0,2(2+6)}{0,8} = 2 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,6; a_1 = 2 \text{ м/с}^2; T = 2 \text{ Н.}$$



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 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!

1) Процесс $3 \rightarrow 1$; $C_{31} = 2,5 R$; $\bar{i} = 3$; $\bar{i}$ — кон-
ста интенс. свободной энергии одноатомного газа.

$$C_{31} = \left(\frac{\bar{i}}{2} + \frac{2}{2} \right) R \Rightarrow 3 \rightarrow 1 - \text{изохора}$$

Процесс $2 \rightarrow 3$; $C_{23} = 1,5 R$; $C_{23} = \frac{\bar{i}}{2} R \Rightarrow$
 $2 \rightarrow 3$ — изохора

Процесс $1 \rightarrow 2$: $C_{12} = 2R$. $C_{12} = \text{const} \Rightarrow$

$1 \rightarrow 2$ — изохора, $PV^n = \text{const}$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1 \Rightarrow PV^{-1} = \text{const}$$

$$\Rightarrow P \neq \text{const}, V$$

м. 1 $P_0; V_0$ $P_0^2 = \frac{9R}{K} \cdot T_0$ ($P_0; V_0$)

м. 2: $P_2 \cdot V_2 = 3R \cdot 9T_0$

$$P_2 \cdot K \cdot P_2 = 3R \cdot 9T_0$$

$$P_2^2 = \frac{9R}{K} \cdot 9T_0$$

$$P_2 = 3P_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0. \quad (3P_0; 3V_0)$$

м. 3. $V_3 = \text{const} = V_2$; $\Rightarrow P_3 \cdot V_3 = 3 \cdot 3R \cdot T_0$

$$P_3 \cdot 3V_0 = 3 \cdot 3R \cdot T_0$$

$$P_3 = P_0.$$

$$(P_0; 3V_0).$$



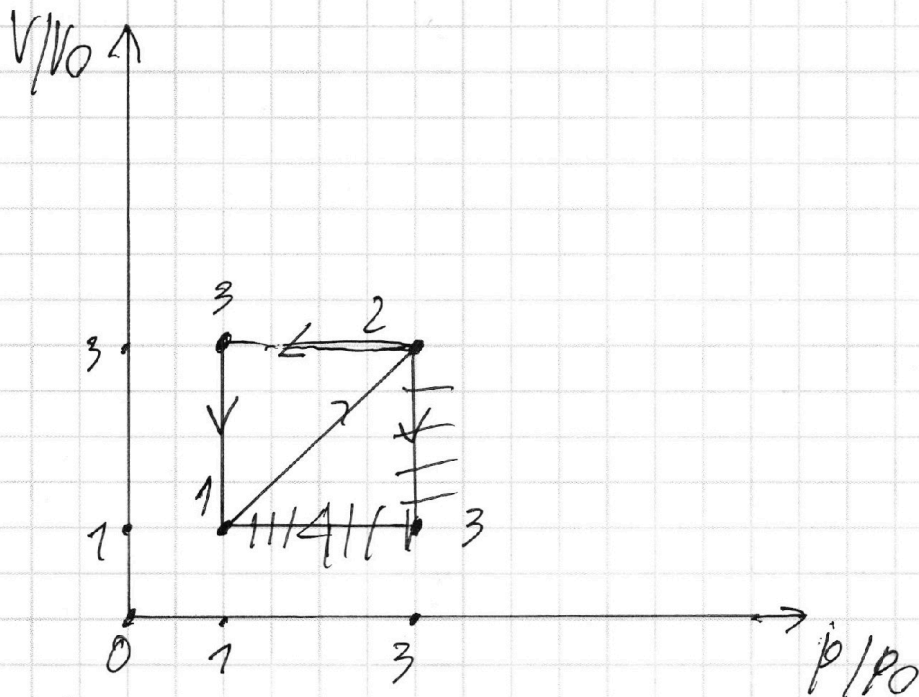
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

Построим график:



2) Q_1 - подводимое тепло, равно $C_i \cdot \Delta T_i$,
где i - индекс процесса; а также $\Delta T_i > 0$.
Из графика $\Delta T_i > 0$ только в процессе $1 \rightarrow 2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow Q_1 = Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = \nu \cdot 2 \cdot R \cdot (9T_0 - T_0) =$
 $= 2 \cdot 8,31 \cdot 7(1600) = 13200 \cdot 8,31 = 32 \cdot 831 =$

$= 26592 \text{ Дж.}$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ + 24930 \\ \hline 26592 \end{array}$$

3) $Q_+ = A + |Q_-|$
 Q_+ - подводимое тепло
 Q_- - отводимое тепло
 A - работа газа за цикл.

$Q_+ = Q_1$ (как было выше).

$$Q_- = C_{31} \cdot \Delta T_{31} \cdot \nu + C_{23} \cdot \Delta T_{23} = \nu R \left(\frac{i+2}{2} \cdot \Delta T_{31} + \frac{i}{2} \cdot \Delta T_{23} \right)$$



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!

$$= -1 \cdot 8,31 \left(2,5 \cdot 400 + 1,5 \cdot \frac{1200}{28} \right) =$$

$$= -1 \cdot 8,31 \cdot \frac{28}{28} 400 = -831 \cdot 28 \text{ (Дж)}.$$

$$A = Q_+ - |Q_-| = 831 \cdot |32 - \frac{28}{28}| = 831 \cdot \frac{4}{28} =$$

$$= \frac{10807}{28} \text{ Дж} \approx 389,5 \text{ Дж}$$

$$A \cdot N = M \cdot g \cdot H.$$

$$H = \frac{A \cdot N}{M \cdot g} = \frac{389,5 \cdot 28}{415 \cdot 10} = \frac{10807}{89 \cdot 2} \approx$$

$$\approx 60,7 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 13 \\ \hline 2493 \\ 831 \\ \hline 10803 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10807 \overline{) 83} \\ - 83 \\ \hline 250 \\ - 249 \\ \hline 170 \\ - 93 \\ \hline 77 \end{array}$$

Ответ:

Много было неучтено условие,
что половина работы газа преобразуется
в полезную работу. Правильный ответ получается
высота $H = \frac{1}{2} \frac{A \cdot N}{M \cdot g} \approx 30,4 \text{ м}$

Ответ: 2) $Q_1 = 2639,5 \text{ Дж}$; 3) $H \approx 30,4 \text{ м}$.

Много исправлений было вызвано тем, что
отсюда было взято неправильно: $\text{от } T_{23} \approx 2200 \text{ К}$.



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!

№5. 1/м.к. м. Q равно-удалена от сферы:

$$W_p = \frac{k \cdot q \cdot Q}{R} \quad (\text{потенциальная энергия взаимодейств.})$$

$$R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Полная энергия:

$$k + \frac{q \cdot Q}{R \cdot 4\pi\epsilon_0} = \frac{m V^2}{2}$$

(при удалении
на бесконечность
 $W_p \rightarrow 0$).

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot m}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(k + \frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot R} \right)}$$

$$2) \text{ Ответ: } V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(k + \frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0 \cdot R} \right)}$$



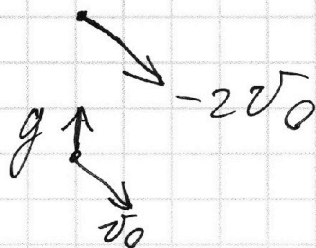
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Если перейти в CO_1 :
 $-2\sqrt{0}$



$$gt_1^2 - H - v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_1 = 0$$

$$\frac{g}{2} t_1^2 = v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$L_2 + L_1 \rightarrow \max$

$$L_2 = \left(\frac{v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right) \cdot v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$L_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \left(\frac{v_0 \cdot \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$L_1 + L_2 = \frac{2v_0 \cdot \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha + 2gH} \right)$$

$$L_1 + L_2 = 4 \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{10^2 \cdot \sin^2 \alpha + 40}$$

$$L_1 \times L_2 = 4 \sqrt{10^2 \cdot \sin^2 2\alpha + 40 \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{d(x^2)^2}{dx} = 2 \cdot x^2 \cdot 2 \cdot x = 4 \cdot x^3 \quad \frac{d(f(g(x)))}{dx} =$$

$$\frac{d(L_1 + L_2)}{d\alpha} = 4 \cdot \frac{10 \cdot \sin 2\alpha}{\sqrt{10^2 \cdot \sin^2 2\alpha + 40 \cdot \cos^2 \alpha}}$$

$$100 \sin^2 2\alpha + 40 \cdot \cos^2 \alpha = 100 \cdot 2 \cdot (\sin 2\alpha)'$$

$$\frac{d((2x)^2)^2}{dx} = 16x^4 = 64x^3$$

$$2 \cdot (2x)^2 \cdot 2 \cdot (2x)' = 4 \cdot 2 \cdot 2$$

$$2 \cdot (2x)^2 \cdot (2x)'' = 2 \cdot 4x^2 \cdot 2$$



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
__ 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!

$$\sin^2 2\alpha \rightarrow$$

$$\frac{1 - \cos 4\alpha}{2} + 2 \cos 2\alpha$$

$$0,5 - 0,5 \cos 4\alpha + \frac{8}{9} + \frac{8}{9} \cos 2\alpha$$

$$0,5 + 0,5 + \cos^2 2\alpha + \frac{8}{9} + \frac{8}{9} \cos 2\alpha$$

$$- \cos^2 2\alpha + \frac{8}{9} \cos 2\alpha + \frac{14}{9}$$

$$\cos 2\alpha =$$

$$\frac{8}{9} \cdot \frac{4}{9} + \frac{14}{9} - \frac{16}{9} = \frac{16 + 14 \cdot 9}{81}$$

$$14 \cdot 9$$

$$156$$

$$\frac{156}{9} =$$

$$17 \frac{2}{3}$$

$$17 \frac{2}{3} + 16 = 33 \frac{2}{3}$$

$$\frac{33 \frac{2}{3}}{9} =$$

$$3 \frac{7}{9}$$

$$3 \frac{7}{9}$$



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
☐

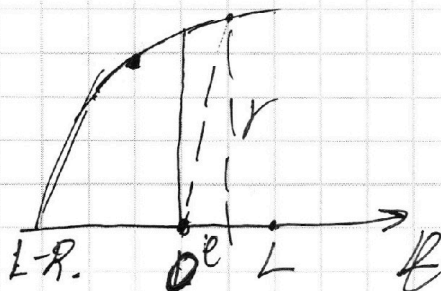
5
☐

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!



$$W_{\pi} = \frac{Q}{2\pi k} \cdot r \cdot d\varphi \cdot q$$

$$4\epsilon_0 \pi L (\sqrt{R^2 - e^2})$$

$$r = \sqrt{R^2 - (L - e)^2}$$

$$W_M = \frac{Q \cdot q}{8\pi^2 R \cdot \epsilon_0} \cdot \sqrt{R^2 - (L - e)^2} \cdot de$$

$$L_{1+2} = \frac{2\sqrt{g}}{g} \sqrt{\frac{v_0^2}{4} \cdot \sin^2 2d + 2gM \cos^2 d}$$

$$L_{1+2} = \frac{2\sqrt{g}}{g} \sqrt{\frac{\sin^2 2d}{4} + \cos^2 d}$$

$$L_{1+2} = \frac{2\sqrt{g}}{g} \sqrt{\frac{1 + \cos 2d}{2} + \frac{1 - \cos 4d}{2}}$$

$$L_{1+2} = \frac{2\sqrt{g}}{g} \sqrt{2 + 2\cos 2d + 0,5 - 0,5 \cdot \cos 4d}$$

$$= \frac{2\sqrt{g}}{g} \sqrt{2,5 + 2\cos 2d - 0,5 \cdot \cos 4d}$$

$$2,5 + 2\cos 2d - 0,5 \cdot \cos 4d \rightarrow \max.$$

$$2,5 + 2\cos 2d - \cos^2 2d + 0,5 \rightarrow \max.$$

$$\cos 2d - \cos^2 2d + 2\cos 2d + 3 \rightarrow \max.$$

$$- \sin^2 2d + 2\sin 2d + 3 = 0.$$

$$\sin^2 2d + 2\sin 2d - 3 = 0.$$

$$\sin 2d = 1.$$

$$2\cos^2 d - 1 = \cos 2d.$$

$$1 - 2\sin^2 d = \cos 4d.$$

$$\frac{1 - \cos 4d}{2} = \sin^2 d.$$



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
__ 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!

$$100 \sin^2 2\alpha = -(50 - 100 \sin^2 2\alpha) + 50 =$$

$$= 50 - 50 \cos 4\alpha.$$

$$40 \cos^2 2\alpha = 20 \cdot \cos 2\alpha + 20.$$

$$L_1 =$$

$$\frac{a\sqrt{3} \cdot 2}{2 \cdot \frac{2}{3}} \rightarrow 0,3 \quad \frac{a\sqrt{3}}{3}$$

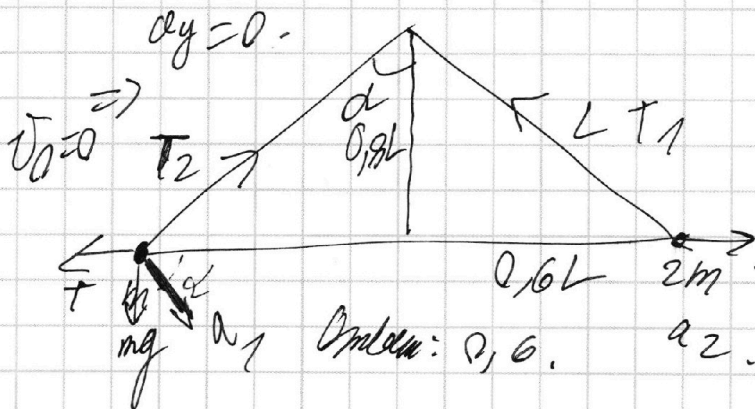
$$\omega \cdot h$$

$$\omega \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3} = 0,3$$

$$\omega = \frac{3}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{13 \cdot 2 \cdot 25}{20} = 13,5$$

$$a_y = \omega^2 \cdot R = 3$$



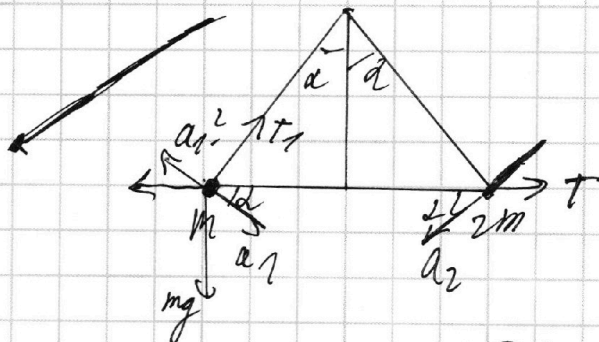
$$\frac{gt^2}{2} = H; \quad \sqrt{2} \cdot t = e.$$

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

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

$$gt = \sqrt{2}g$$

$$e = \sqrt{2}g$$



$$|a_1| = |a_2|$$

$$ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$2m a_2 = -T \cdot \sin \alpha + 2mg$$

$$t = 2H.$$

$$0,6 \cdot a_1 = 2 \cdot 0,6$$

$$a_1 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$t =$$

$$0,4a_1 = 4 \cdot 0,6 - T \cdot 0,8$$

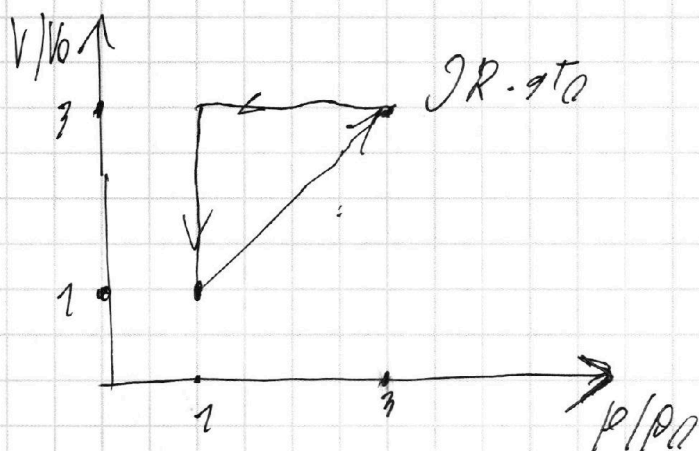


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!



$$\frac{2\sqrt{3}}{3} - \omega = 0,3$$

$$\omega = \frac{3}{32}$$

$$\frac{3 \cdot 0,3}{\sqrt{3}} = 0,3\sqrt{3} - 0$$

$$= 0,5196$$

$$A = 2p_0 \cdot V_0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 2p_0 V_0 = 2 JRT$$

$$2 \cdot 1600 - 1,5 R \cdot 1200 - 2,5 R \cdot 400$$

$$\begin{array}{r} 3200 \\ - 1600 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$dQ = \frac{Q}{2\pi L R} \cdot r \cdot dr$$

$$\frac{8 \cdot 25}{10} = 20 \text{ м.}$$

$$W_H = \int \frac{dQ \cdot q}{\sqrt{r^2 + e^2} \cdot 4\pi \epsilon_0}$$

$$2 JRT \quad \eta = \frac{MgH}{2 \cdot N \cdot JRT}$$

$$H = \frac{q \cdot 2 \cdot N \cdot J \cdot R \cdot \frac{1}{2}}{Mg}$$

$$= \frac{25 \cdot 831 \cdot 2}{415 \cdot 10} = \frac{41560}{4150} = 10$$

$$2 \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 1600 = 32 \cdot 831$$

$$= \frac{k \cdot q \cdot Q \sqrt{R^2 - e^2} \cdot de}{R^2 \pi \epsilon_0}$$

$$W_H = \int \frac{q \cdot dQ \cdot k}{\sqrt{r^2 + e^2}} =$$

$$= \int \frac{k \cdot q \cdot dQ}{R} = dQ =$$

