



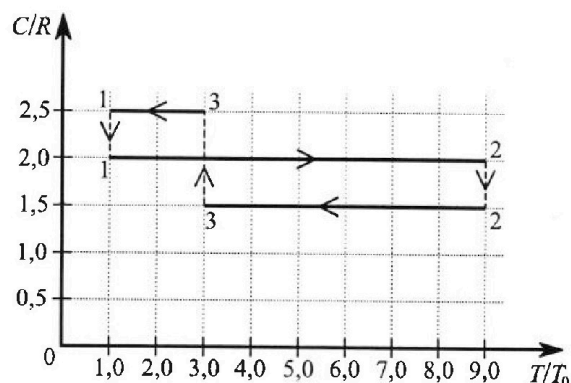
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

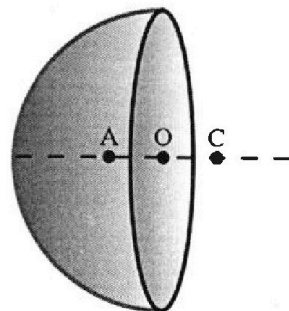


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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.



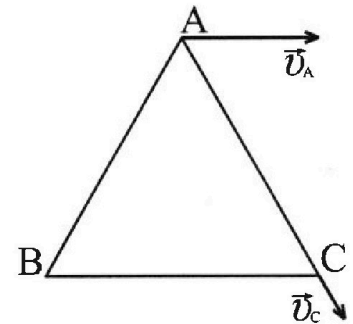
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

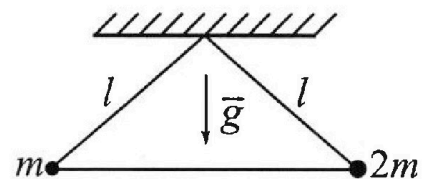
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся 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.

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!

N1

Дано:

$$v_A = 0,6 \text{ м/с}$$

$$a = 0,3 \text{ м}$$

$$1) v_c - ?$$

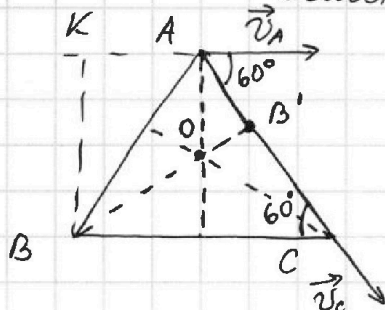
$$2) N = 8$$

$$z - ?$$

$$3) m = 60 \text{ кг}$$

$$R - ?$$

Решение:



1) Из условия, что
пластина нерастетива:

$$v_A \cdot \cos(60^\circ) = v_c$$

$$v_c = \frac{1}{2} \cdot 0,6 \text{ м/с} = 0,3 \text{ м/с}$$

2) У.м. находимое ~~то~~ в точке пересечения
медиан (в точке O)

3) Представим, как будто O - центр окр.
найдем угловые скорости:

$$\omega_A = OA \cdot v_A = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a\right) \cdot v_A = \left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right) v_A (\omega)^{-1} = \frac{\sqrt{3} v_A}{a}$$

$$\omega_C = \frac{v_c}{OB'} = \frac{v_c}{\frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} v_c}{a}$$

$$\omega_O = \omega_A + \omega_C = \frac{2\sqrt{3} v_c + \sqrt{3} v_A}{a} = \frac{2\sqrt{3} v_A}{a}$$

$$4) z = \frac{N \cdot 2\pi}{\omega_O} = \frac{16\pi a}{2\sqrt{3} v_A} = \frac{8\sqrt{3} \pi a}{3 v_A} = \frac{4\sqrt{3} \cdot \pi}{3}$$

5) Норме самое для B

$$\omega_A = \frac{v_A}{BK} = \frac{v_A}{\frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} v_A}{3a}$$

$$\omega_C = \frac{v_c}{BB'} = \frac{v_c}{\frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{2\sqrt{3} v_c}{3a}$$

$$\omega_B = \omega_A + \omega_C = \frac{2\sqrt{3} v_A + 2\sqrt{3} v_c}{3a} = \frac{\sqrt{3} v_A}{a}$$

$$6) R = ma = m \cdot \omega_B^2 \cdot B = m \cdot \frac{3v_A^2}{a^2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3} v_A^2 \cdot m}{a}$$

$$\text{Ответ: } v_c = 0,3 \text{ м/с}, z = \frac{4\sqrt{3}}{3} \pi; R = \frac{\sqrt{3} v_A^2 m}{a}$$



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
4 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!

№2

Дано:

$$h = 15 \text{ м}$$

$$\tau = 1 \text{ с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 30 \text{ м/с}$$

$$1) H_{\max} - ?$$

$$2) L_{\max} - ?$$

Решение:

$$1) h = v \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2}$$

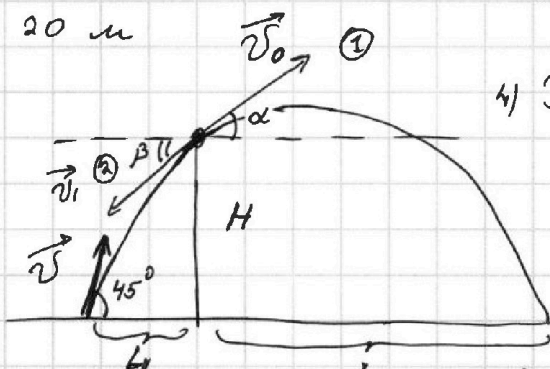
$$2) H_{\max} \Rightarrow v_{\text{конеч}} = 0$$

$$3) H_{\max} = \frac{v_{\text{конеч}}^2 - v^2}{-2g}$$

$$H_{\max} = \frac{v^2}{2g} = \left(\frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} = \left(\frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}}{2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$= 20 \text{ м}$$

II



4) ЗСН на оси:

$$v_0 \cos \alpha = v_1 \cos \beta$$

$$v_0 \sin \alpha = v_1 \sin \beta \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$v_0 = v_1$$

5) Получаем, что

суммарная длина равно длине траектории если бы запустили тело из той же точки, куда приземлится тело 2

В таком случае ($L_{\max} \rightarrow \max$) надо запускать под углом 45° так, чтобы на высоте H тело имело скорость v_0 . При этом заметим, что если $H = H_{\max}$ для этой траектории, то L_1 будет максимально удалён, и значит и суммарная длина будет макс.

тогда $v_0 = v_x$; Разобьём на два равных участка ($L_1 = L_0$):

$$\begin{cases} L_0 = v_0 \cdot t \\ H = \frac{g t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow L_0 = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L_{\max} = 2L_0 = 2v_0 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \cdot 30 \text{ м/с} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2}} = 120 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = 20 \text{ м}; L = 120 \text{ м}$$



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!

Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г} = m$$

$$m_2 = 2m$$

$$l = 1,2 \text{ м}$$

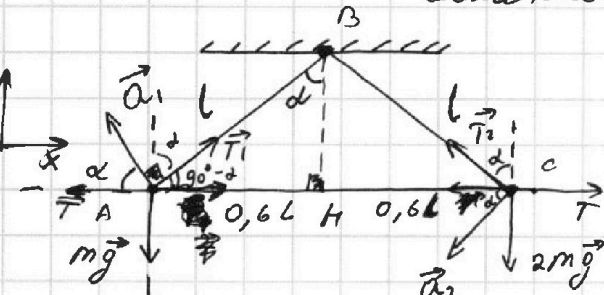
$$1) \sin \alpha = ?$$

$$2) a_1 = ?$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$3) T = ?$$

Решение:



1) Так как нить и стержень нерастяжимы, то груз массой

m будет двигаться по окр., с радиусом l , как и груз массой $2m$

2) Так как изначальная скорость $v = 0$, то и $a_n = 0 \Rightarrow$ есть только $\vec{a}_\tau \Rightarrow \vec{a}_1 \perp l$ (ускорение перпендикулярно радиусу)

3) Тогда угол α будет равен углу между l и перпендикуляром, опущенным из точки подвеса на стержень

4) м.к. $\triangle ABC$ - р/б, то $AH = \frac{1}{2} \cdot AC = 0,6L$

5)

$$\sin \alpha = \frac{AH}{AB} = \frac{0,6L}{L} = 0,6; \cos \alpha = 0,8$$

6) Из условия нерастяжимости стержня:

$a_1 = a_2$, а сила упругости тоже одинаковая и равна T

7) II закон Ньютона в проекциях на оси:

$$\begin{cases} -ma_1 \cos \alpha = T_1 \sin \alpha + T \\ ma_1 \sin \alpha = T_1 \cos \alpha - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} -2ma_1 \cos \alpha = +T - T_2 \sin \alpha \\ -2ma_1 \sin \alpha = T_2 \cos \alpha - m \cdot 2g \end{cases}$$

$$\begin{cases} -3 \cdot 0,8ma_1 = 0,6T_1 - 0,8T_2 \\ 0 = 1,6T_1 - 4mg + 0,8T_2 \\ 0,6ma_1 = 0,8T_1 - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} -2,4ma_1 = 0,6T_1 - 0,8T_2 \\ 4mg - 1,6T_1 = 0,8T_2 \\ T_1 = \frac{0,6ma_1 + mg}{0,8} \end{cases}$$



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!

$$\begin{cases} -2,4ma_1 = 0,6(T_1 - T_2) \\ 4mg - 2(0,6ma_1 + mg) = 0,8T_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -2,4ma_1 = 0,6(T_1 - T_2) \\ \frac{2mg - 1,2ma_1}{0,8} = T_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -2,4ma_1 = 0,6 \left(\frac{0,6ma_1 + mg}{0,8} - \frac{2mg - 1,2ma_1}{0,8} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4a_1 = \frac{1,2a_1 + 2g - 2g + 1,2a_1}{1,6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4a_1 = \left(\frac{0,6a_1 + g - 2g + 1,2a_1}{0,8} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -3,2a_1 = -g + 1,8a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{5}g = 2 \text{ м/с}^2$$

$$8) -0,8 \cdot 0,2mg = 0,6 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,2mg + mg}{0,8} + T$$

$$-0,16mg = \frac{3}{4} \cdot (0,12mg + mg) + T$$

$$T = 0,09mg + 0,75mg + 0,16mg = mg = 2 \text{ Н}$$

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 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!

№4

Дано:

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

$$T_0 = 200 \text{ K}$$

$$1) \text{ график } P(V)$$

$$2) Q_1$$

$$3) \mu = 415 \text{ м}$$

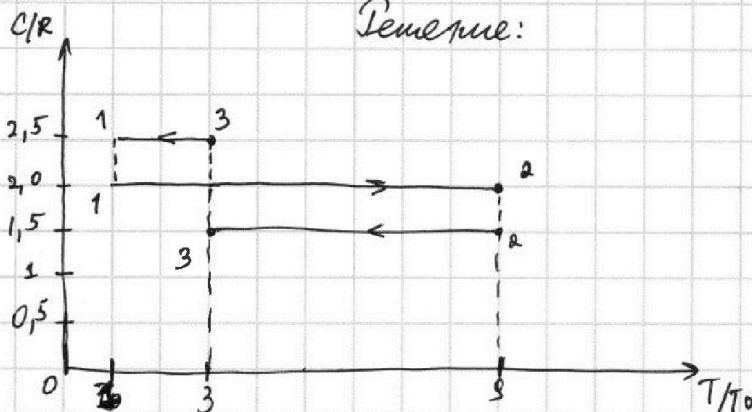
$$N = 25$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \text{ Н-?}$$

Решение:



1) Заметим Γ начало термодинамики:

$$Q = A + \Delta U = C_V V \Delta T \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R + \frac{A}{V \Delta T}$$

$$2) C_{1-2} = 2R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{V \Delta T} \Rightarrow A_{1-2} = \frac{1}{2} V R \Delta T_{1-2} = 4 V R T_0$$

$$C_{2-3} = \frac{3}{2} R + \frac{3}{2} R + \frac{A}{V \Delta T} \Rightarrow A_{2-3} = 0 \Rightarrow 2-3 \text{ - изохорический процесс}$$

$$C_{3-1} = \frac{5}{2} R = \frac{3}{2} R + \frac{A}{V \Delta T} \Rightarrow A_{3-1} = V R \Delta T_{3-1} = 2 V R T_0$$

3) Работа представляет собой площадь под кривой процесса. Так как по модулю $A_{1-2} > A_{3-1} > A_{2-3}$, то процесс 1-2 будет находиться выше, чем процесс 3-1.

4) Ур-е Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_1 V_1 = \nu R \cdot 3 T_0 \Rightarrow p_1 = 3 p_0$$

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

$$5) V_2 = V_3 (A_{2-3} = 0)$$

6)

$$A_{1-2} = \frac{p_0 + p_1}{2} \cdot (V_2 - V_0) = 4 V R T_0$$

$$A_{3-1} = \frac{p_0 + p_3}{2} \cdot (V_2 - V_0) = 2 V R T_0 \quad \ominus$$

$$2 V R T_0 = p_3 \cdot (V_3 - V_0) = \frac{3 V R T_0}{V_3} \cdot (V_3 - V_0) \Rightarrow V_3 = 3 V_0 = V_2$$

$$7) p_2 = 3 p_0 ; p_3 = p_0 \text{ смотри продолжение}$$



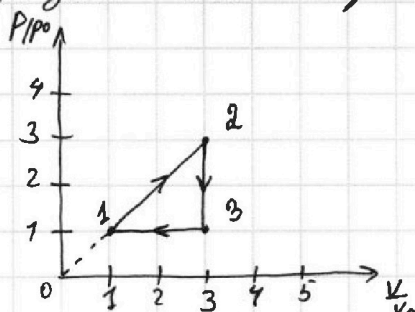
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

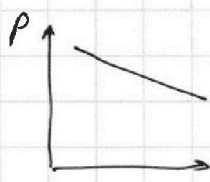
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

Получаем, что процесс 3-1 - изобарический, а процесс 1-2 - прямая пропорциональность



8) Терминирование:



такой процесс
не можно было,
так как в нём
 $C_V \neq \text{const}$,
а также не можно
было изотерм

9) $Q_{1-2} = A_{1-2} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{1-2} > 0$

$$Q_{1-2} = 4 \nu R T_0 + \frac{3}{2} \nu R \cdot 8 T_0 = 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 200 \text{ K} \cdot 8,31 \cdot 1 =$$

$$= 26592 \text{ Дж}$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{2-3} < 0 \Rightarrow Q_1 = Q_{II} = Q_{1-2} = 26592 \text{ Дж}$$

$$Q_{3-1} = A_{3-1} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{3-1} < 0$$

10) $A_{1-2-3-1} = |A_{1-2}| - |A_{3-1}| = 4 \nu R T_0 - 2 \nu R T_0 = 2 \nu R T_0$

~~3.1.1~~ $M g H = \frac{N}{2} A_{1-2-3-1} = \nu R T_0 \cdot N \Rightarrow H = \frac{N \cdot \nu R T_0}{M g}$

$$H = \frac{25 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} = \frac{831 \cdot 5}{415} = \frac{831}{83} = 10 \frac{1}{83} \text{ м}$$

Ответ: а) б) 26592 Дж в) $10 \frac{1}{83} \approx 10 \text{ м}$



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!

№5

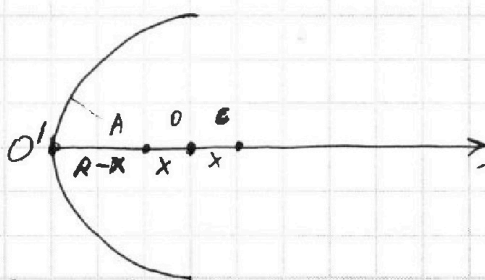
Дано:

Q, m, R, q, k

1) v - ?

2) v_c - ?

Решение:



1) Так как

сфера симметрична, то на тело будет действовать всего

"две" силы. Их вклад по горизонтали будет складываться, а по вертикали взаимно-уничтожаться. Значит можно представить что весь заряд Q находится в точке O

ЗСЭ при переносе из B в бесконечность

$$\cancel{k - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0(R-x)}} = k - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R \cdot m}}$$

Все энергии перешла в кинетическую, т.к. на бесконечности $W_{пот} = 0$

ЗСЭ при переносе из A в O :

$$-\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0(R-x)} = k - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 x} = k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 k}$$

ЗСЭ при переносе из O в C :

$$k - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0(x+R)} + \frac{mv_c^2}{2}$$



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.

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!

$$k - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 x} + \frac{mv_c^2}{2}$$
$$v_c = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2qQ}{m4\pi\epsilon_0 R}} = \frac{2k}{m} + \frac{2qQ}{m4\pi\epsilon_0 R} = \frac{2k}{m}$$
$$= \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2qQ}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{qQm}{4\pi\epsilon_0 k}}} = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2k}{m}} = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R \cdot m}}$

$$v_c = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$



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!

$$\Delta T_{1-3} = -2T_0$$

$$\Delta T_{1-2} = 8T_0$$

$$\Delta T_{2-3} = 6T_0$$

$$A_{2-3} = 0$$

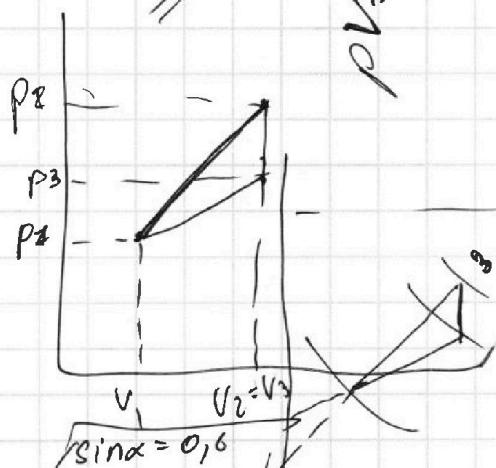
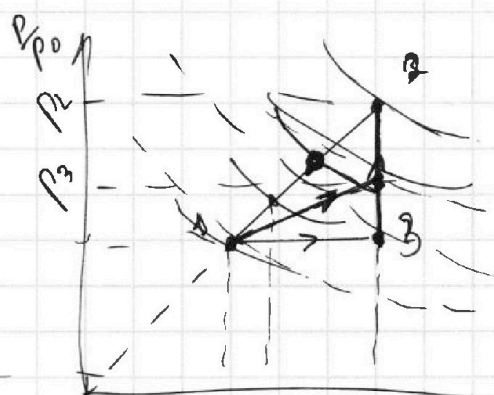
$$C_V \nu \Delta T = A + \Delta U$$

$$C_V = \frac{A + \Delta U}{\nu \Delta T} =$$

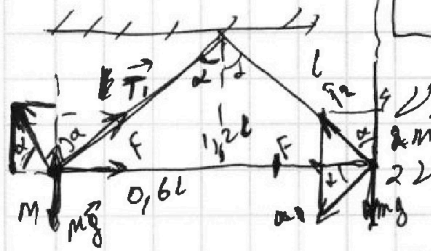
$$= \frac{\frac{3}{2} \nu R \Delta T + A}{\nu \Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\nu \Delta T}$$

$$\frac{A}{\nu \Delta T} = \frac{1}{2} R \quad A = \frac{1}{2} \nu R \Delta T$$

$$pV = \nu RT$$



18



$$\sin \alpha = 0.6$$

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 8T_0$$

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

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

$$V_3 = \frac{3\nu R T_0}{p_3}$$

$$a_1, F_1, T_1, T_2$$

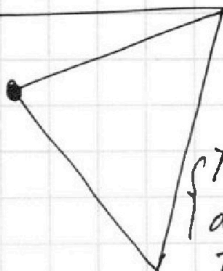
$$2\nu R T_0 = p_3 (V_3 - V_0)$$

$$2\nu R T_0 = \frac{3\nu R T_0}{V_3} \cdot (V_3 - V_0)$$

$$\frac{2}{3} V_3 = V_3 - V_0$$

$$V_3 = 3V_0$$

$$X = \frac{9Q}{4\pi \epsilon_0 k}$$



$$\begin{cases} T_1 \cos \alpha + a_1 \sin \alpha = mg \\ a_1 \cos \alpha = T_1 \sin \alpha + F \\ T_2 \cos \alpha = mg + a_1 \sin \alpha \end{cases}$$

$$3200$$

$$8131$$

$$\times 831$$

$$\times 32$$

$$\frac{1662}{26552}$$

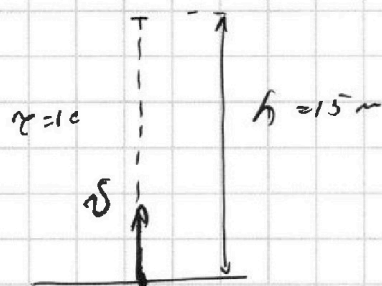


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



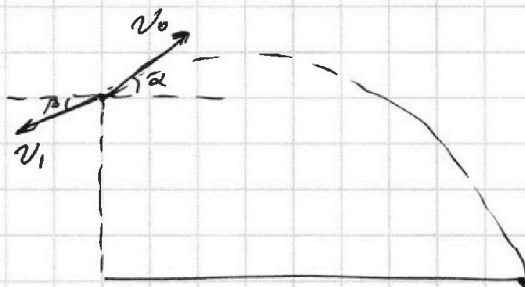
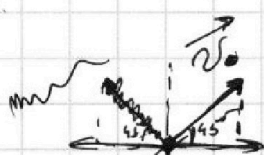
$$H = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = vt + \frac{gt^2}{2}$$

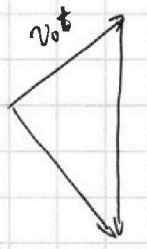
$$v = \left(\frac{h}{t} - \frac{gt}{2} \right) \approx 10 \text{ m/s}$$

$$0 = H + \frac{L_0}{\cos \beta} - \frac{L_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$L_0 \rightarrow \max$



$$0 = H + \frac{L_0}{\cos \beta} - \frac{L_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$$L_0 = v_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{L_0}{v_0 \cos \alpha}$$

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

$$0 = H + \frac{L_0}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{L_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$C_V = C_{OP} t \Rightarrow A = 0$$

$$Q = \frac{\Delta U}{C_V \Delta T} = \Delta U = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$C_V = \frac{3}{2} R$$

$$C_V \Delta T = A + \Delta U$$

$$A_1 = 2 V R \Delta T$$

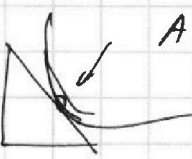
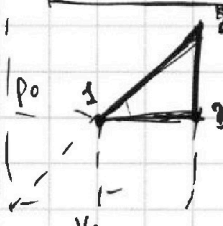
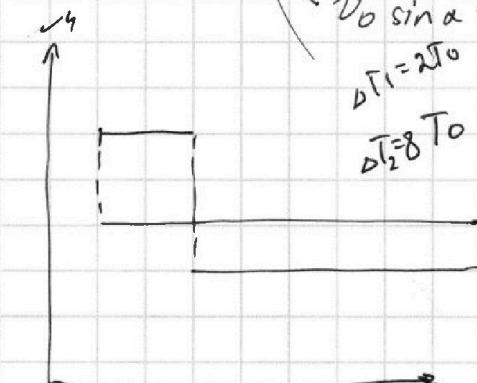
$$A_2 = \frac{1}{2} V R \Delta T$$

$$A_3 = 0$$

$$C_V = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = \frac{3}{2} V R$$

$$3 = V = \text{const}$$

$$A = p \cdot \Delta V$$



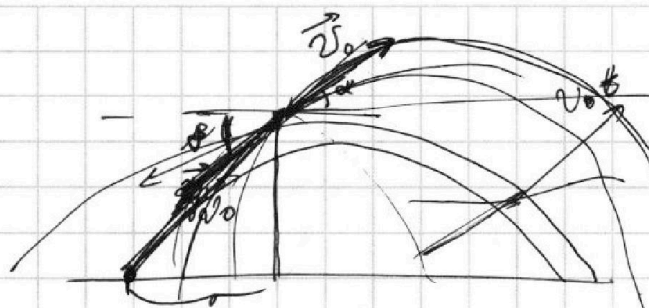


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\begin{cases} v_0 \cos \beta = v_0 \cos \alpha \\ v_0 \sin \beta = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} -H = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} \\ L_0 = v_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{L_0}{v_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

$$H = \frac{g}{2} \cdot \frac{L_0^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} - L_0 \cdot \tan \alpha$$

$$H = L_1 \tan \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{L_1^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

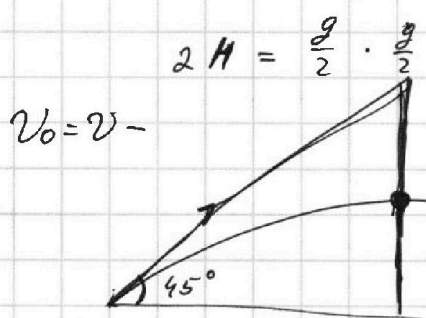
$$\begin{cases} -H = -v_1 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} \\ L_1 = v_1 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{L_1}{v_0 \cos \alpha} \end{cases}$$

$$(L_1 + L_0) \tan \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot (L_1^2 + L_0^2) = 0 \quad (H + \frac{g t^2}{2}) \neq v_1^2$$

$$\tan \beta = \tan \alpha$$

$$\tan \alpha + \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot (L_1 - L_0) = 0$$

$$L_1 - L_0 = \frac{-\tan \alpha \cdot v_0^2 \cos^2 \alpha \cdot 2}{g}$$



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

$$v_0 = v$$

$$H = v$$

$$v_{0x} = v \cos 45^\circ$$

$$v_{0y} = v \sin 45^\circ - g t$$

$$v_0 = \sqrt{v^2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 + (v \frac{\sqrt{2}}{2} - g t)^2}$$

$$L = v \frac{\sqrt{2}}{2} t$$

$$t = \frac{L}{v \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$H = v \cos 45^\circ t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = \frac{\sqrt{2}}{2} v t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_0^2 = \frac{1}{2} v^2 + \frac{1}{2} v^2 - \sqrt{2} v g t + \frac{g^2 t^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{H + \frac{g t^2}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}}} = \sqrt{2} t + \frac{\sqrt{2}}{2} g t^2$$