



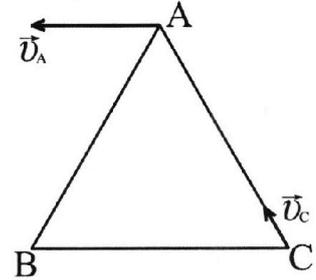
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

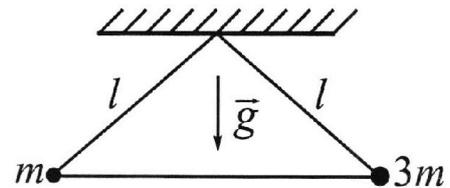
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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.



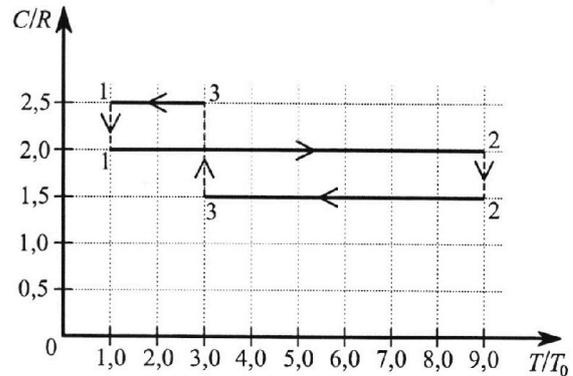
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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



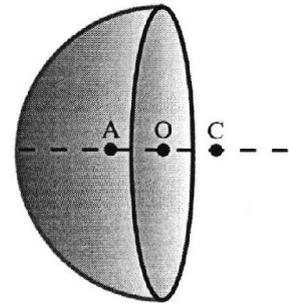
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. 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.



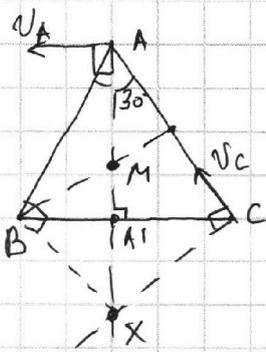
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Выделим маленький кружок пластины (плоскую) вдоль стороны AC. Она сохр. свою длину, поэтому проекции скоростей на ось, сонапр. с AC, равны для любой точки выделенной плоски: $v_A \cos \alpha = v_C$, где $\alpha = 60^\circ$ - угол между осью и \vec{v}_A :
 $v_C = \frac{1}{2} v_A = 0,2 \frac{m}{c}$.



Проведем перпендикуляры к \vec{v}_A и \vec{v}_C из точек A и C. Точка их пересечения X - центр вращения пластины в момент $t=0$. Т.к. на нее внеш. силы не действуют, она сохраняет своё положение.

M - точка пересеч. медиан, биссектрис и высот ABC и центр масс (лежит на пересеч. медиан). $AM \perp BC = A'$.

$$AA' = a \sin 60^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad AX = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}; \quad AM = \frac{1}{3} AA' = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

(т.к. медианы т. пересеч. делятся в отн. 2:1 от вершины);

$$A'M = \frac{\sqrt{3}}{2} a - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} a; \quad MX = \frac{\sqrt{3}}{6} a + \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$W_M = W_A; \quad v_M : MX = v_A : AX \Rightarrow v_M = v_A \left(\frac{2a\sqrt{3}}{\sqrt{3}a} \right)^{-1} = \frac{1}{2} v_A.$$

Перейдем в С.О. т. М. Для соверш. 3 оборотов нужно

$$W_{ABC \text{ о.м. } \tau} = 3 \cdot 2\pi; \quad \frac{v_A - v_M}{AM} \tau = 6\pi \Rightarrow \tau = \frac{6\pi \cdot a/\sqrt{3}}{v_A/2} =$$



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!

$$= \frac{12a\pi}{\sqrt{3}v_A} \approx 11,1 \text{ с}$$

$R = ma_B$. Найдём a_B . Оно имеет только нормальную составляющую, т.е. $a_B = \frac{v_B^2}{R}$. $BX = AX \sin 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$.

v_B найдём как v_C в пункте 1, выделяя треугольнику AB и записывая рав-во проекции скорости на неё: $v_A \cos 60^\circ = v_B$.

$$= v_B = \frac{v_A}{2}. \quad a_B = \frac{v_A^2 \sqrt{3}}{4a}, \quad R = ma_B = m \frac{v_A^2 \sqrt{3}}{4a} = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{v_A^2}{a} =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{0,4^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ м}} = 20\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} \approx 34 \text{ мН}.$$

Ответ: 1) $v_C = \frac{v_A}{2} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $t = \frac{12a\pi}{\sqrt{3}v_A} \approx 11,1 \text{ с}$
3) $R = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{v_A^2}{a} \approx 34 \text{ мН}.$

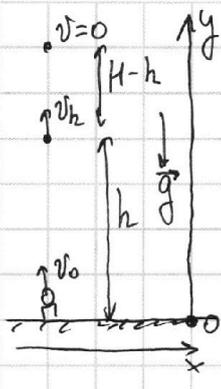


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Рассматриваем систему дрейфверка без тормоза. Т.к. оно слетело равномерно, оно слетело на высоте 0. Пусть нач. скорости дрейфверка v_h . Запишем ЗД и ЗСЭ на ось y :

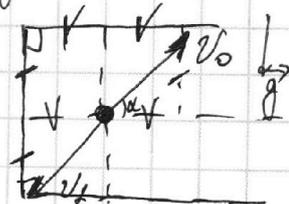
$$\begin{cases} m v_h - m v_h = mg \tau \\ \frac{m v_h^2}{2} = mgh + \frac{m v_h^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} v_h = g\tau + v_h \\ v_h^2 = 2gh + v_h^2 \end{cases} \quad \begin{cases} v_h^2 = g^2 \tau^2 + v_h^2 + 2g\tau v_h \\ \ddot{v}_h^2 = 2gh + v_h^2 \end{cases}$$

$$g^2 \tau^2 + v_h^2 + 2g\tau v_h = 2gh + v_h^2 \Rightarrow v_h = \frac{2gh - g^2 \tau^2}{2g\tau} = \frac{h}{\tau} - \frac{g\tau}{2}$$

$v_h = g\tau + v_h = g\tau + \frac{h}{\tau} - \frac{g\tau}{2} = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}$. На высоте H дрейфверки скорости не имеет, и $\frac{m v_h^2}{2} = mgH \Rightarrow H = \frac{v_h^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2} \right)^2 =$

$$= \frac{1}{2g} \left(\frac{h^2}{\tau^2} + \frac{g^2 \tau^2}{4} + 2 \frac{h}{\tau} \frac{g\tau}{4} \right) = \frac{h^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{8} + \frac{h}{2} = \left(\frac{8^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,8} + \frac{10 \cdot 0,8^2}{8} + \frac{8}{2} \right) \text{ м} = 9,8 \text{ м.}$$

По горизонтали дрейфверки не летел \Rightarrow импульсы по оси x нет и тогда, т.к. массы одинаковы, сумма проекций скоростей на ось x равна нулю. Т.к. дрейфверки разорвались на максимальной высоте, на которой его скорость также была 0 по оси y , сумма проекций на ось y тоже равна нулю. Значит, скорости равны и противоположно направлены (можно нарисовать векторный треугольник, — достроив верт. и гориз. линии; отсюда сразу видно, что $|v_0| = |v_1|$ и $v_0 \perp v_1$).





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!

Пусть угол α к y горизонтально и скоростью $-v$, тогда

~~$L = 2v \cdot \cos \alpha \cdot t$~~ $L = l_1 + l_2$, l_1 и l_2 - дальности отлета

1 и 2-го осей: $l_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$; $-H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ на ay

$l_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$; $+H = v_0 \sin \alpha \cdot t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$ на $-ay$

~~$t_1 = \frac{l_1}{v_0 \cos \alpha}$~~ ; $-H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{l_1}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{l_1^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} l_1^2 + \tan \alpha \cdot l_1 + H = 0$. $D = \tan^2 \alpha + 4H \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$l_1 = \frac{-\tan \alpha \pm \sqrt{\tan^2 \alpha + 4H \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}}}{-\frac{2g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \cdot \tan \alpha \pm \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \sqrt{\tan^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha}}$

$+ \frac{2gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$; т.н. $l_1 > 0$, $l_1 = \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha + \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2H \frac{v_0^4 \cos^2 \alpha}{g}}$

$\frac{2H v_0^4 \cos^2 \alpha}{g v_0^2 \cos^2 \alpha}$. l_1 экстремально при $l_1' = 0$; $l_1' = \frac{v_0^2}{g} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)$

~~$2 \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha} + \frac{2H v_0^4 \cos^2 \alpha}{g v_0^2 \cos^2 \alpha}$~~ Но ~~вперед~~ будет ~~гашность~~

наибольшей, если положение векторов единственно и не имеет симметричного себе второго положения.

Значит, ~~оба~~ ~~вектора~~ по горизонтали направлено

\vec{v}_0 и \vec{v}_1 . Тогда ~~$v_0 \neq v_1$~~ $l_1 = v_0 t$, $l_2 = v_0 t$; $H = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow L = 2v_0 t = 2v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2\sqrt{2} v_0 \sqrt{\frac{H}{g}} = 2\sqrt{2} \cdot 20 \sqrt{\frac{9,8}{10}} \text{ м} \approx 56,4 \text{ м}$



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
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!

Ответ: 1) $H = 9,8M = \frac{h^2}{2g^2\tau^2} + g\frac{\tau^2}{8} + \frac{h}{2}$

2) $L_{max} = 2\sqrt{2}v_0 \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 56,4M$



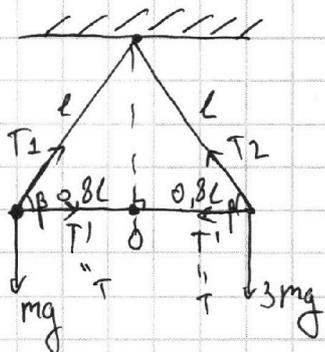
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Стержень лёгкий с центром в O .

Запишем пр. кол. сил. в O :

$$T_1 \cdot 0,8l \sin \beta + mg \cdot 0,8l = T_2 \cdot 0,8l \sin \beta + 3mg \cdot 0,8l$$

(обозн. см и углов на рисунке); $\cos \beta = \frac{0,6l}{l} = 0,6$;

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0,8.$$

$$0,48 T_1 + 0,8mg = 0,48 T_2 + 2,4mg.$$

Запишем 2-й и 3-й законы Ньютона на ось \perp стержню и ось \parallel нему для груза cm и $3m$:

$$\begin{cases} T_1 \sin \beta - mg = ma_y, \\ T_1 \sin \beta + mg \cos \beta = ma_x, \\ a_1^2 = a_y^2 + a_x^2; \end{cases} \quad \begin{cases} T_2 \sin \beta - 3mg = 3ma_y', \\ T_2 \sin \beta + 3mg \cos \beta = 3ma_x', \\ a_2^2 = a_y'^2 + a_x'^2; \end{cases}$$

$$T_1 \cdot 0,8 - mg = ma_y$$

$$0,6 T_1 + 0,8mg = ma_x$$

$$0,36 T_1^2 + m^2 g^2 - 1,2 T_1 mg + 0,36 T_1^2 + 0,64 m^2 g^2 + 0,96 T_1 mg = m^2 a_1^2$$

$$0,36 T_2^2 + 9m^2 g^2 - 3,6 T_2 mg + 0,36 T_2^2 + 5,76 m^2 g^2 + 2,88 T_2 mg = 9m^2 a_2^2$$

$$a_1 = a_2$$

Сразу после освобождения шарик движется по окружности



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!

радиусом l с центром в т. подвеса. $a_n = \frac{v_c^2}{l}$. Т.к.
сразу после освобожд. $v=0$, центрострем. ускорение
 $a_n = 0$ и ускорение $a_1 \perp$ нити, т.е. $a_y = 0$, $a_1 = a_x$



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

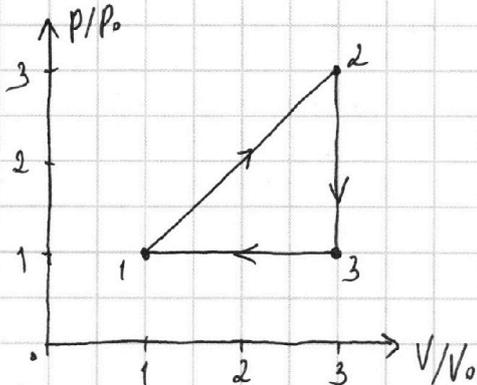
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

Т.к. газ одноатомный, где нево $C_p = \frac{5}{2}R$ и $C_v = \frac{3}{2}R$. Знаем, процесс 3-1 изобарный, а 2-3 - изохорный. В 1-2 $C = 2R$:

$$pV^n = \text{const}, n = \frac{C_p - C}{C_v - C} = \frac{2,5 - 2}{1,5 - 2} = -1 \Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const}, \text{ т.е. 1-2}$$

на p -ке $\frac{p}{p_0} \left(\frac{V}{V_0} \right)$ - уг. прямой, проходящей через $(0;0)$.



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

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ p_2 V_2 = \nu R \cdot 9T_0 = \frac{p_0}{V_0} V_2^2 \end{cases}$$

$$\frac{p_0 V_2^2}{9V_0} = p_0 V_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0, \text{ и}$$

точка, соотв. соотв. осей. соотв. 2, лежит на прямой, прох. через $(0;0)$ и $(1;1)$.

2-3 - изохорный процесс, ~~назад~~ $p_2 = p_3 = 3p_0$ $V_3 = V_2 = 3V_0$;

$$p_3 V_3 = \nu R 3T_0 = 3p_0 V_0; p_3 \cdot 3V_0 = 3p_0 V_0 \Rightarrow p_3 = p_0.$$

3-1 - изобарный процесс (соединяем Т. 3 и Т. 1 по прямой $\frac{p}{p_0} = 1$).

По построенному p -ку расширится - только 1-2: ~~Затем~~

$$Q_1 = C_{12} \nu \Delta T = 2R \nu (9T_0 - T_0) =$$

$$= 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} = 79776 \text{ Дж.}$$

Работа за цикл соответствует площади в шине и равна

$$A_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} 2p_0 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2 \nu R T_0.$$



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 2

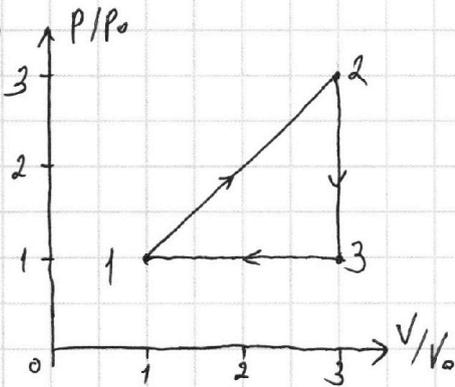
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. полезной работы половина, $A_{\text{пол цикла}} = \frac{1}{2} A_{\text{цикла}} = \nu R T_0$.

Вся работа $A = N A_{\text{пол цикла}} = N \nu R T_0$ идёт в пот. энергию

груза MgH : $N \nu R T_0 = MgH \Rightarrow H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} \text{ м} = 34,24 \text{ м}$.

Ответ: 1)



2) $Q_1 = 16 \nu R T_0 = 79776 \text{ Дж}$

3) $H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} = 34,24 \text{ м}$.



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 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!

Потенциал в точке O равен сумме потенциалов, создаваемых равноудаленными кусочками полушария: $d\varphi_0 = k \frac{dq}{R}$, и

полный потенциал $\varphi_0 = k \frac{Q}{R}$. Запишем ЗСЭ:

$$\varphi_0 q + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \quad \leftarrow \text{на бесконечности } \varphi = 0.$$

$$k \frac{Qq}{R} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + 2 \frac{kqQ}{mR}}$$

Запишем ЗСЭ, исп. поз. положение и покоя на поверхности:

$$\varphi_A q = \frac{mV^2}{2}; \quad \varphi_A = \frac{mV^2}{2q} = \frac{m}{2q} (V_0^2 + 2 \frac{kqQ}{mR}) = \frac{mV_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R}$$

Теперь найдём потенциал в т. с. Для этого дополним

полушару до сферы и на противоположную половину наложим

такую же как исходную полушару, но с зарядом

$-Q$. Потенциал внутри сферы постоянен и равен $\frac{k \cdot 2Q}{R}$.

Добавление "отрицательной" полушария вычитает потенциал, ко

$$\text{который равен } \varphi_A: \quad \varphi_C = 2 \frac{kQ}{R} - \varphi_A = \frac{kQ}{R} - \frac{mV_0^2}{2q}$$

$$\text{Запишем ЗСЭ: } \varphi_A q = \frac{mV_C^2}{2} + \varphi_C q;$$

$$q(\varphi_A - \varphi_C) = \frac{m}{2} V_C^2 \Rightarrow V_C^2 = \frac{2q}{m} \left(\frac{mV_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} \right) = \frac{2q}{m} \cdot \frac{mV_0^2}{q} =$$

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

$$\text{Ответ: 1) } V = \sqrt{V_0^2 + 2k \frac{qQ}{mR}}$$

$$2) V_C = \sqrt{2} V_0.$$

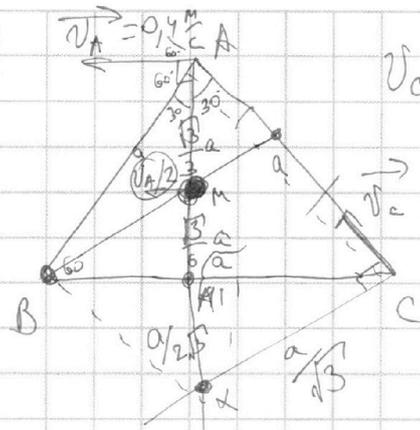


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$v_C = v_A \cos 60^\circ = 0,4 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = \boxed{0,2 \frac{m}{c}}$$

$$W = \frac{v}{r} = \frac{v_A \cdot 3}{\sqrt{3}a} = \frac{\sqrt{3}v_A}{a}$$

$$W\tau = 3 \cdot 2\pi$$

$$\frac{a\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}}{6}a = \frac{\sqrt{3}+\sqrt{3}}{6}a = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

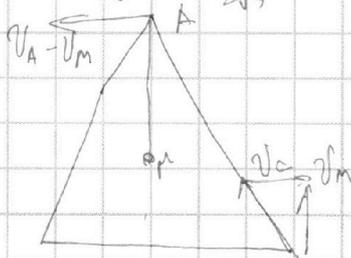
$$\frac{2a^2}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{4a - 3a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

$$AA' = a \sin 60^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$A'x = \frac{2}{\sqrt{3}}a - \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{4-3}{2\sqrt{3}}a = \frac{1}{2\sqrt{3}}a$$

$$Ax = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{a \cdot 2}{\sqrt{3}}; AM = \frac{2}{3}AA' = \frac{\sqrt{3}}{3}a, MA' = \frac{\sqrt{3}}{2}a - \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{\sqrt{3}}{6}a$$

$$Mx = \frac{\sqrt{3}}{6}a + \frac{a\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}a}{6} = \frac{\sqrt{3}}{3}a \quad v_M = \frac{v_A}{Ax} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{v_A \sqrt{3}}{2a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{v_A}{2}$$



$$\frac{v_A - v_M}{AM} \tau = 6\pi$$

$$\frac{v_A \sqrt{3}}{2a} \tau = 6\pi$$

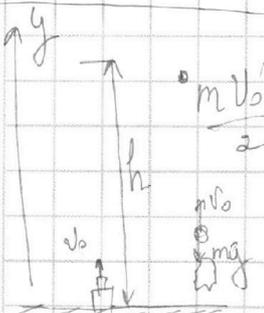
$$\frac{v_A \cdot 3}{2\sqrt{3}a} \tau = 6\pi$$

$$\tau = \frac{2\sqrt{3}a \cdot 2\sqrt{3}a}{3} = \boxed{4\sqrt{3}a\pi}$$

$$v_A \cos 60^\circ = v_B = \frac{v_A}{2}$$

$$a_B = \frac{v_B^2}{Bx} = \frac{v_A^2}{4 \left(\frac{2a}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} \right)^2}$$

$$a = \frac{\sqrt{3}v_A^2}{4a} \quad | m a = R$$



$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh \quad \Sigma p = Ft$$

$$m v_0 = m g t + m v_h$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v_h^2}{2}$$

$$v_0 = g t + v_h$$

$$v_0^2 = 2gh + v_h^2$$

$$\begin{cases} v_0^2 = g^2 t^2 + v_h^2 + 2 v_h g t \\ v_0^2 = 2gh + v_h^2 \end{cases}$$

$$2gh + v_h^2 = g^2 t^2 + v_h^2 + 2 v_h g t$$

$$v_h = \frac{2gh - g^2 t^2}{2gt} = \frac{h}{t} - \frac{gt}{2}$$

$$v_0^2 = g^2 t^2 + v_h^2 = \frac{h^2}{t^2} + \frac{g^2 t^2}{4} = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2 = 14 \frac{m}{c}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2}{2g} = \frac{136}{20} m = \frac{98}{10} m = \boxed{9,8 m}$$

$$\frac{0,16}{0,2} = \frac{16}{20} = 98$$

$$80 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$



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!

$(v_x = v_0 \cos \alpha)$
 $l_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$
 $l_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t$
 $L = 2t v_0 \cos \alpha$
 $\frac{gt^2}{2} = H, L_{max} = 2v_0 t = 2v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2\sqrt{2} v_0 \sqrt{H} = 2\sqrt{2} \cdot 20 \cdot \sqrt{10} = 20 \cdot 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{10} = 20 \cdot 2\sqrt{20} = 20 \cdot 2 \cdot 2\sqrt{5} = 80\sqrt{5} \approx 178.88$
 $1,41 \cdot L = 2,82 \cdot 60 = 169,2$
 $28,1 \cdot 2 = 56,2$
 $-H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $0 = H + v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$
 $0 = H - v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$
 $h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $L = v_0 \cos \alpha \cdot t$
 $(\sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha)' = 2(\sin \alpha \cos \alpha)(\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)$
 $1,5 \cdot 8 = 12$
 $Q_1 = 1,5 DR (T_2 - T_1) + 2p_0 \cdot 2V_0 = 12 DR T_0 + 4 DR T_0 = 16 DR T_0 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{ Дж}$
 $A_{max} = \frac{1}{2} 2p_0 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2 DR T_0$
 $A_{max} = DR T_0$
 $A = N DR T_0 = MgH \Rightarrow H = \frac{N DR T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} = 33,24$
 $3-1 \quad p = \text{const}$
 $2-3 \quad v = \text{const}$
 $1-2 \quad \frac{p}{v} = \text{const}$
 $\frac{2-2,5}{2-1,5} = -1$
 $\frac{p}{v} = \text{const}$
 $\frac{20 \cdot 2493}{150 \cdot \phi} = \frac{2493}{75} = \frac{831}{25} = \frac{324}{100} \cdot 2,54$
 $8,31 \cdot 300 = 831 - 3 = 2493$
 $\times 2493 \quad 79776$
 $\quad \quad 32$
 $\quad \quad \underline{4986}$
 $\quad \quad 7479$



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!

4

$E = e q$
 $\frac{kQ}{r^2} = \frac{18,87}{1,71} = \frac{1087}{11,1}$
 $e_0 q + \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2}$
 $v = 2 \frac{k q q_0}{R m} + \frac{m v_0^2}{m} = v_0 + 2 \frac{k q q_0}{m R}$

$d\varphi_0 = k \frac{dq}{r^2} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$
 $\varphi_A q = \frac{m v^2}{2}$
 $\varphi_A q = \frac{m v_0^2}{2} + \varphi_C q$
 $\varphi_A = \frac{4\pi}{2} \frac{(R-r)^2}{R-r} \sigma k$
 $q = \sigma 2\pi R dx$
 $E_{\text{кон}} = \frac{k q x}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$
 $E_{\text{всего}} = \int \frac{k x \sigma 2\pi R dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$

$\varphi_0 = \frac{kQ}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$
 $d\varphi_C = k \frac{dq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$
 $dq = \frac{Q}{2\pi R^2} 2\pi r dx = \frac{Q r dx}{R^2}$
 $d\varphi_C = k \frac{Q r dx}{R^2 \sqrt{R^2 + x^2}}$
 $\varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \varphi_A = \varphi_C$
 $\frac{kQ}{R^2} E = e q$
 $\frac{kQ q}{R^2}$

$\varphi_C = k \frac{q_0}{\sqrt{x^2 + R^2}}$
 $d\varphi_C = k \frac{\sigma 2\pi r dx}{\sqrt{x^2 + R^2}}$
 $d\varphi_C = k \frac{\sigma 2\pi r dx}{\sqrt{x^2 + R^2}} = k \frac{\sigma 2\pi dx}{1} \sin \alpha$
 $r^2 + R^2$
 $\varphi_A q = \frac{m v^2}{2} + \frac{2kQq}{R} - \varphi_C q$
 $\frac{kQ}{R^2} E = e q$
 $\frac{kQ q}{R^2}$

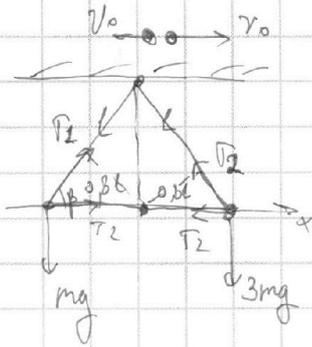


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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!



$$0,8l \sin \beta T_1 + mg \cdot 0,8l = 0,8l \sin \beta T_2 + 3mg \cdot 0,8l$$

$$\cos \beta = 0,8, \quad \sin \beta = \sqrt{0,36} = 0,6$$

T_1