



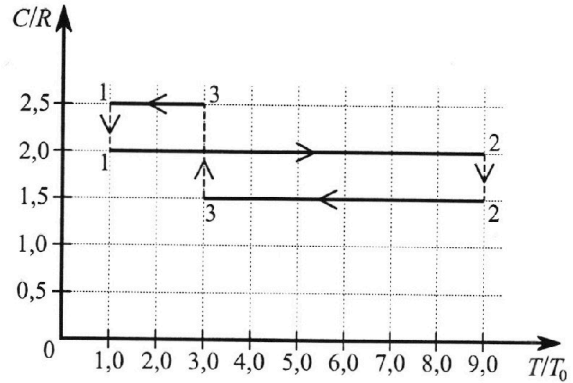
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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, $T_0 = 300$ 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.

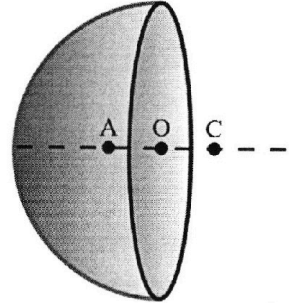
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ 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 закрепленной электрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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

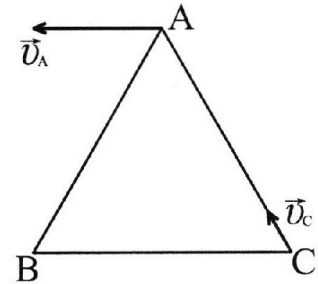
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



✂ 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.

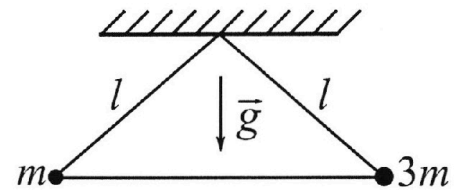
✂ Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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.

✂ Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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

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!

$$AB = AC = BC = a$$

$$t = 0$$

$$v_A = 0,4 \text{ м/с}$$

$$a = 0,2 \text{ м}$$

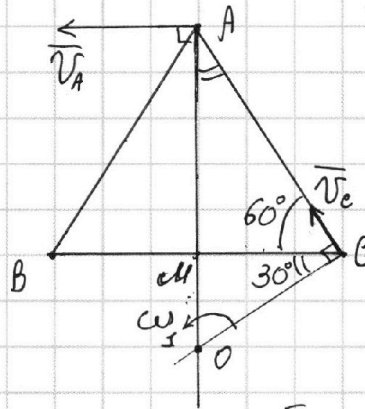
$$v_C = ?$$

$$2. \tau = ? \quad m \ll M!$$

Задворота.

$$m = 100 \text{ мкг} = 10^2 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 10^{-4} \text{ кг}$$

$$3. |R| = ?$$



1. Проведем \perp к v_A и v_C , на пересечении будет мгновенная ось вращения.

$$\textcircled{1} \quad OC = \frac{a/2}{\cos 30^\circ} = \frac{a/2}{\sqrt{3}/2} = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad AD = a \cos 30^\circ + a/2 \cdot \tan 30^\circ \textcircled{2}$$

$$OM/a/2 = \tan 30^\circ$$

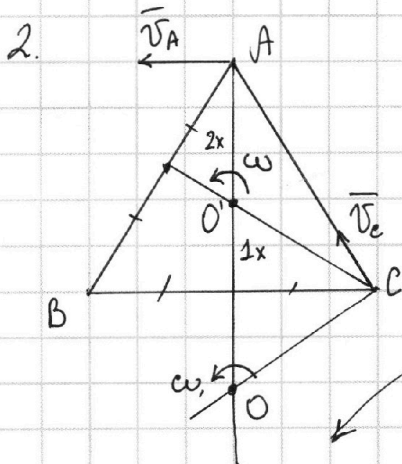
$$OM = \tan 30^\circ \cdot a/2$$

$$\textcircled{2} \quad a \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 2} \right) = \frac{a (3\sqrt{3} + \sqrt{3})}{6}$$

$$= \frac{a \cdot 2\sqrt{3}}{2 \cdot 3} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\textcircled{2} \quad v_A = OA \cdot \omega, \quad v_C = OC \cdot \omega$$

$$v_A = \frac{2a}{\sqrt{3}} \omega, \Rightarrow v_C = \frac{a}{\sqrt{3}} \cdot \omega = \frac{v_A}{2} = 0,2 \text{ м/с.}$$



Для того чтобы ч.м. не совершил вращательного движения, то ~~$\omega = \omega^*$~~

разложим движение точки на скорость поступательного движения ч.м. и ω вращения вокруг ч.м.

$$v_{O'} = O'O \cdot \omega$$

$$O'O = OA - \frac{2}{3} a \cos 30^\circ = \frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$v_{O'} = \frac{a}{\sqrt{3}} \omega = \frac{v_A}{2} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$v_A = \omega \cdot AO = v_{O'} + \omega \cdot AO'$$

~~$v_A = \omega \cdot AO'$~~

$$\omega = \frac{v_A - v_{O'}}{AO'} = \frac{0,4 - 0,2}{a/\sqrt{3}} = \frac{0,2\sqrt{3}}{0,2} = \sqrt{3} \text{ [с}^{-1}\text{]}$$

$$\tau = 3 \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} \text{ [с]} = \frac{2\sqrt{3}\pi}{\sqrt{3}} \text{ [с]} \quad \pi = 3,14$$

$$\tau = 6,28\sqrt{3} \text{ [с]} = \frac{157\sqrt{3}}{25} \text{ [с]}$$



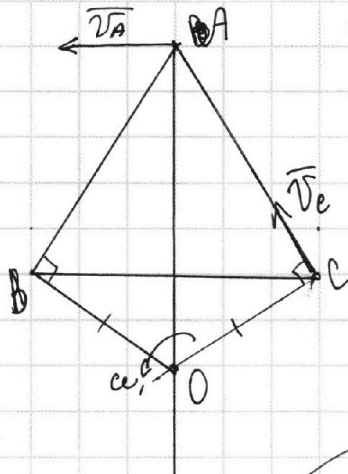
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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.



$$\textcircled{1} v_B = v_c, OB = OC = a/\sqrt{3}$$

$$\textcircled{2} R = ma = m \frac{v_c^2}{OB} = m \cdot \frac{(v_A/2)^2}{a/\sqrt{3}}$$

$$\textcircled{=} \frac{m \cdot v_A^2 \cdot \sqrt{3}}{a \cdot 4} = \frac{10^{-4} \cdot 0,4^2 \cdot \sqrt{3}}{0,2 \cdot 4} =$$

$$= \frac{10^{-4} \cdot 0,2^2 \cdot \sqrt{3}}{0,2} = \frac{2\sqrt{3}}{10^5} \cdot 10^{-4} \text{ Н} =$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{5} \cdot 10^{-4} \text{ Н} = \frac{\sqrt{3}}{50} \text{ мН}$$

Ответа:

1. $v_c = 0,2 \text{ м/с}$
2. $T = \frac{157\sqrt{3}}{25} \text{ [с]}$
3. $R = \frac{\sqrt{3}}{50} \text{ [мН]}$

$$T \approx 2\sqrt{3}\pi = 2 \cdot 1,73 \cdot 3,14 \text{ с}$$

$$\textcircled{=} 10,8644 \text{ с} \approx 10,9 \text{ с.}$$

$$R \approx \frac{1,73}{10^3 \cdot 50} = \frac{3,46}{10^3 \cdot 100} = 3,46 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} = 3,46 \cdot 10^{-6} = 3,46 \text{ мкН}$$



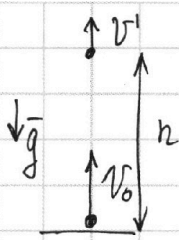
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$F = 0,8$
 $h = 8 \text{ м}$
 $H = ?$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
 $V_0 = 20 \text{ м/с}$
 $L_{\text{MAX}} = ?$



1: 1) $v_0 - gZ = v_1$
2) ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\begin{cases} (v_0 - v_1)(v_0 + v_1) = 2gh \Rightarrow \\ v_0 - v_1 = gZ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (v_0 + v_1) = \frac{2h}{Z} \\ v_0 - v_1 = gZ \end{cases} \Rightarrow v_0 = v_1 + gZ$$

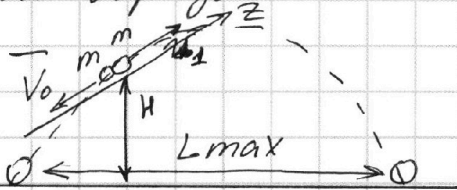
3) $Hmg = \frac{mv_0^2}{2}$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{196}{2 \cdot 10} = \frac{98}{10} = 9,8 \text{ м}$$

$$2v_1 = \frac{2h}{Z} - gZ \quad \ominus$$

$$\ominus \frac{2 \cdot 8}{0,8 \cdot 1} - 0,8 \cdot 10 = 20 - 8 = 12 \text{ м/с}$$

2. Исходя из ЗСЭ скорость осколков будут на правленны ~~вдоль~~ вдоль одной оси с равными по модулю скоростями, то их траекторию можно изобразить данным образом:



ЗСЭ:
ОЗ:
 $0 = mv_0 - mv_1$
 $mv_1 = mv_0$
 $v_1 = v_0$

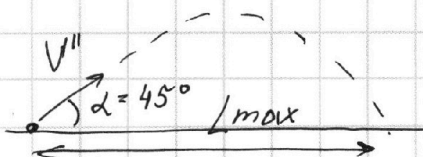
как траекторию одного тела

В таком случае L будет максимальна, если траектория осколков будет описывать траекторию тела, брошенного под 45° к горизонту. (данная ситуация возможна если $v_0 \geq v_*$)

ЗСЭ: найдем скорость, с которой будет запущено тело: из ЗСЭ:

$$\frac{V''^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V''^2 = 196 + 400 = 4(149) \Rightarrow V'' = 2\sqrt{149} \text{ м/с}$$





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
24 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!

$$t_n = \frac{V'' \sin \alpha}{2g} \quad L_{MAX} = V'' \cos \alpha t_n \quad 2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \sin 2\alpha$$

$$L_{MAX} = \frac{V'' \cos \alpha \cdot V'' \sin \alpha}{2g} = \frac{V''^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2 \cdot 2g} = \frac{V''^2 \sin 2\alpha}{4g}$$

$\sin 2\alpha$ max при $2\alpha = 90^\circ$ (потому максимальное значение $\sin 2\alpha = 1$ достигается при броске под 45°)

Отсюда:

$$L_{MAX} = \frac{V''^2}{2 \cdot 2g} = \frac{149}{2 \cdot 2 \cdot 10} = \frac{149}{40} = 3,725 \text{ м}$$

Ответа:

1. $H = 9,8 \text{ м}$
2. $L_{MAX} = 14,9 \text{ м}$



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!

$m = 0,1 \text{ кг}$

l

$L = 1,6 \text{ л}$

1. α -?

\vec{a}_1 в опоры?

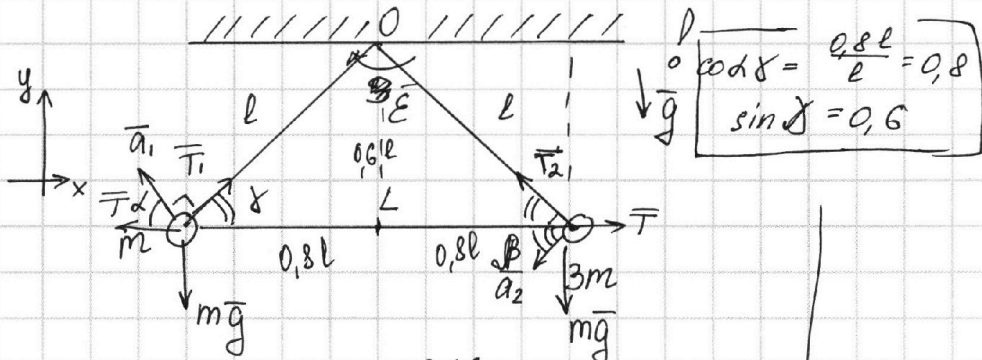
$m, \sin \alpha$ -?

2. $|\vec{a}_1|$

$v_0 = 0$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

3. T -?



1) II з. Ньютоника ~~для~~ m :
 OY: $T_1 \sin \alpha - mg = a_1 \sin \alpha m$
 OX: $-T + T_1 = -a_1 \cos \alpha m$
 $T_1 \cos \alpha$

~~II з. Ньютоника для $3m$~~
~~OY~~

2) Когда системе отпустят она начнет проворачиваться вокруг точки O с угловым ускорением ϵ :

$J \cdot \epsilon = \sum M$

$J = l^2 m + l^2 3m = 4ml^2$

Внешние силы, действующие на систему только силы тяжести.

$OA = OB = l \cos \alpha$

Потому:

$4ml^2 \cdot |\epsilon| = |mg \cdot l \cos \alpha - 3mg \cdot l \cos \alpha| a_1$

$4l|\epsilon| = |(g - 3g) \cos \alpha| = |2g \cos \alpha|$

$|\epsilon| = \frac{|2g \cos \alpha|}{4l}$

П.к. g_0 шара m расстойшие l , m_0

$|\vec{a}_1| = |\epsilon| l = \frac{|2g \cos \alpha|}{4} = \frac{g \cos \alpha}{2}$

$a_1 = \frac{g \cos \alpha}{2} = \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,4}{2} = 4 \text{ м/с}^2$

3) П.к. нить не является жесткой $\vec{a}_1 \perp l \Rightarrow$
 $\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} + \delta + d \Rightarrow$
 $\Rightarrow d = \frac{\pi}{2} - \delta$

$\sin d = \sin \left(\frac{\pi}{2} - \delta \right) = \cos \delta = 0,8$
 $\cos d = 0,6$

4)

$-T = -a_1 \cos d m - T_1 \cos \alpha \Rightarrow$
 $\Rightarrow T = a_1 m \cos d + T_1 \cos \alpha$



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
20 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!

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = \frac{a_1 \sin \alpha m + mg}{\sin \delta} \\ T = a_1 m \cos \alpha + T_1 \cos \delta \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{a_1 m \cos \alpha + (a_1 \sin \alpha m + mg) \cos \delta}{\sin \delta} \ominus$$

$$\ominus m(a_1 \cos \alpha + (a_1 \sin \alpha + g) \operatorname{ctg} \delta) =$$

$$= 0,1(4 \cdot 0,6 + (4 \cdot 0,8 + 10) \cdot \frac{0,8}{0,6}) =$$

$$= 0,1(2,4 + (3,2 + 10) \frac{4}{3}) = 0,1(2,4 + 4,4 \cdot 4) = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ Н}$$

Ответы:

1. $\sin \alpha = 0,8$

2. $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$

3. $T = 2 \text{ Н}$



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!

$\nu = 2$ моль $i = 3$

$T_0 = 300^\circ\text{K}$

1. график
в коорд. $(P/P_0, V/V_0)$

2. Q_{1-2} - в νR записки

3. H - ?

$M = 150 \text{ кг}$

$N = 10$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$R = 8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$

Пометка:

$i = 3$, т.к. одноатомный газ

Процесс 1-2:

$c/R = 2,0$

$PV^{\gamma_1} = \text{const}_1$

$\gamma = \frac{c - c_p}{c - c_v}$

$\rightarrow P = \text{const}_1 V^{-2}$

линейная зависимость

$\gamma_1 = \frac{2R - \frac{i+2}{2}R}{2R - \frac{i}{2}R} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5R}{0,5R} = -1$

Процесс 2-3:

$c/R = 1,5$

$PV^{\gamma_2} = \text{const}_2$

$\gamma_2 = \frac{1,5R - 2,5R}{1,5R - 1,5R}$

$c_v = c \Rightarrow$ процесс изохорический.
 $V = \text{const}_2$

Процесс 3-1:

$c/R = 2,5$, $c = c_p \Rightarrow$ процесс изобарический
 $P = \text{const}_3$

3. Менделеева-Клайперона:

1. $P_0 V_0 = \nu R T_0$

$T_1 = T_0$, $P_1 = P_0$, $V_1 = V_0$

2. процесс $P \sim V$ линейно \Rightarrow

$\Rightarrow P_0 = c_1 V_0$

$\frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0}$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$T_2 = 9T_0$

$P_2 = 3P_0$, $V_2 = 3V_0$

3. процесс $P \sim V$ при $V = \text{const}_2$

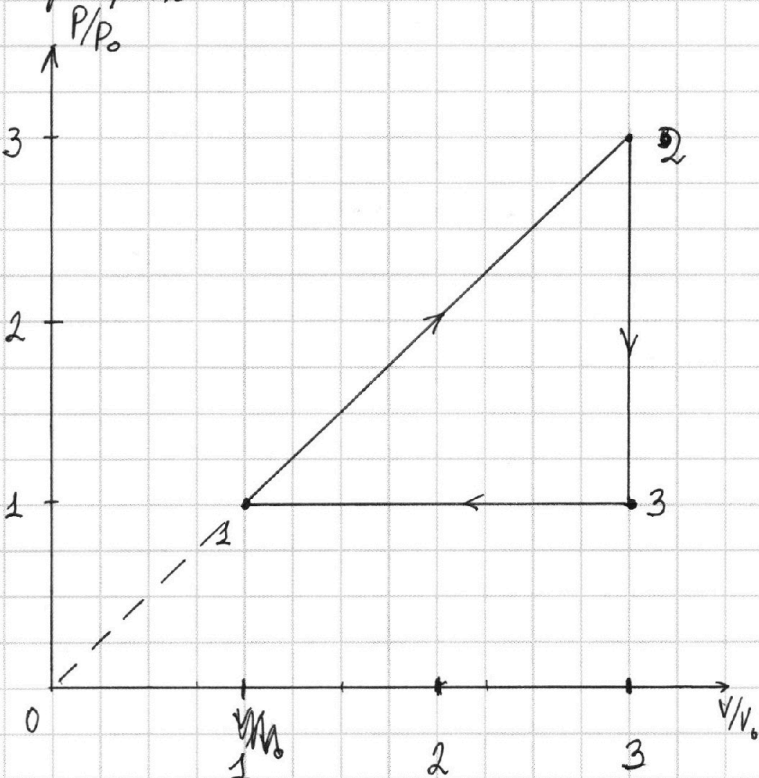
$\nu R T_3 = P_3 V_3$

$V_3 = V_2 = 3V_0$

$T_3 = 3T_0$

$P_3 = \frac{\nu R \cdot 3V_0}{3V_0} = P_0$

1. График:



2. Расширяется газ только в процессе 1-2.

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R 8T_0 = 12 \nu R T_0$

$A_{12} = \int_{V_0}^{3V_0} P(V) dV = \int_{V_0}^{3V_0} \text{const}_1 V^{-2} dV$



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 ~~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!

$$A_{12} = \int_{V_0}^{3V_0} \text{const} \cdot V dV = \text{const} \cdot \left(\frac{(3V_0)^2}{2} - \frac{V_0^2}{2} \right) = \frac{P_0}{2V_0} \cdot V_0^2 (9 - 1) = \frac{P_0 V_0}{2} \cdot 8 = 4P_0 V_0$$

79776

$$Q_1 = Q_{12} = 4P_0 V_0 + 12DRT_0 = 16DRT_0 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = \del{79776} \text{ Дж}$$

3. Работа за цикл равна площади, заключенной внутри графика:

$$A = \frac{2P_0 \cdot 2V_0}{2} = 2P_0 V_0$$

329:

$$\mu g H_1 = N A$$

$$H_1 = \frac{N \cdot A}{\mu g} = \frac{2P_0 V_0 N}{\mu g} = \frac{2 \cdot DRT_0 N}{\mu g} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot 10^2}{150 \cdot 10} \text{ м}$$

$$\text{м} \Rightarrow 66,48 \text{ м}$$

Полно сейчас увидела, что КПД $\eta = 0,5$

$$\mu g H = N A \eta$$

$$H = \frac{\eta N A}{\mu g} = 0,5 H_1 = 33,24 \text{ м}$$

$$H = \frac{\eta N A}{\mu g} = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot 2}{10 \cdot 150} = 4 \cdot 8,31$$

Ответы:

1. график см. на другом листе
2. $Q_1 = 79776 \text{ Дж}$
3. $H = \del{66,48} \text{ м}$
33,24 м



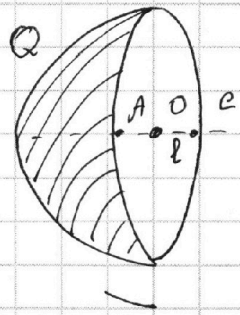
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

~~27~~
 $V_A = 0$
 m, q, Q
 O - центр
 1. V - ?
 $S \gg R$
 k
 2. V_0 - ?
 $AO = OC$



1.

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

$$\varphi_\infty = k \frac{Q}{S}, S \rightarrow \infty \Rightarrow \varphi \rightarrow 0$$

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - \varphi_\infty \approx k \frac{Q}{R}$$

$$\Delta\varphi = \frac{A}{q} \Rightarrow A = \Delta\varphi q$$

Потенциал:

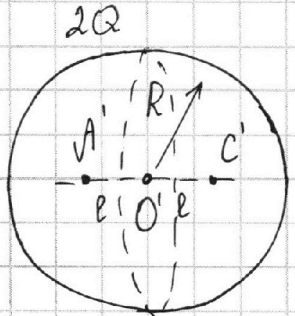
ЗУЭ ~~ЗУЭ~~:

$$\frac{mV_0^2}{2} + A = \frac{mV_{\text{кон}}^2}{2}$$

$$V^2 = V_0^2 + \frac{2A}{m} = V_0^2 + \frac{2\Delta\varphi q}{m}$$

$$= V_0^2 + \frac{2 \cdot k Q q}{m R}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kQq}{mR}}$$



Рассмотрим сферу, состоящую из двух полушар ~~полюсов~~ идентичных полушаров в условии задачи.

Точки A', O, C' расположены как в начальном условии. E внутри сферы будет равно 0 $\Rightarrow \varphi_{A'} = \varphi_{C'} = \varphi_{O'} = k \frac{2Q}{R}$

Заряд сферы $2Q$.

Если мы уберем правую часть сферы (просто исчезла, не на каком-то расстоянии убрали), то $\varphi_{A''} = \varphi_A$, а $\varphi_{C'}$ станет меньше на φ_A (т.к. убрали ту часть сферы, которая $\varphi = \varphi_A$ создавала в этом месте в силу симметрии). $\Rightarrow \varphi_{C''} = \varphi_{C'} = \varphi_{O'} - \varphi_A, \varphi_{O''} = \varphi_{O'}$



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!

$$\begin{cases} \varphi_0' = k \frac{2Q}{R} \\ \varphi_c = \varphi_0' - \varphi_A \end{cases}$$

$$v_A = 0$$

$$v_0 = v_0$$

$$\text{ЗУЭ: } A_{AO} = (\varphi_A - \varphi_0)q = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_A^2}{2}$$

$$\begin{cases} \varphi_A - \varphi_0 = \frac{mv_0^2}{2q} \\ \varphi_0' = k \frac{2Q}{R} \\ \varphi_0 = k \frac{Q}{R} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \varphi_A = \frac{mv_0^2}{2q} + k \frac{Q}{R} \\ \varphi_c = k \frac{2Q}{R} - \varphi_A \end{cases} \Rightarrow$$



$$\text{ЗУЭ: } \varphi_c = \varphi_0' - \varphi_A$$

$$\frac{mv_c^2}{2} + \varphi_c q = \varphi_0 q + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\Rightarrow \varphi_c = k \frac{2Q}{R} - \frac{mv_0^2}{2q} - k \frac{Q}{R} = k \frac{Q}{R} - \frac{mv_0^2}{2q}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} + q \left(\frac{mv_0^2}{2q} + k \frac{Q}{R} \right) = k \frac{Q}{R} \cdot q + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + k \frac{Qq}{R} = k \frac{Qq}{R} + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = \frac{2mv_0^2}{2} \Rightarrow v_c = \sqrt{2} v_0$$

Ответы:

$$1. v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2Qqk}{mR}}$$

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



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!

Черновик

8,831 64 2,48 66,48

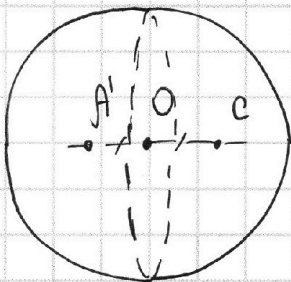
$\varphi = k \frac{Q}{R} \Rightarrow$ на бесконечности $S \rightarrow \infty \Rightarrow \varphi \rightarrow 0$

$N_1 = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 8,831 \cdot 300}{100 \cdot 10}$

Зая ε

$8 \cdot 8,31 = 66,48$

$\times 8,31 \quad 32 + 2,24$



В данном случае $\varphi_{A'} = \varphi_0 = k \frac{Q}{R} = \varphi_c$

когда мы уберем половинку сферы, то $\varphi_A = \varphi_{A'}$, а $\varphi_c = \varphi_{c0} \Delta \varphi_A$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 18 \\ \hline 324 \\ 180 \\ \hline 324 \end{array}$$

$$\begin{cases} \varphi_0' = k \frac{2Q}{R} \\ \varphi_0 = k \frac{Q}{R} \\ (\varphi_A - \varphi_0)q = \frac{mV_0^2}{2} \\ \varphi_c = \varphi_0' - \varphi_A \\ (\varphi_A - \varphi_c)q = \frac{mV_c^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} \varphi_0' = k \frac{2Q}{R} \\ \varphi_0 = k \frac{Q}{R} \\ \varphi_A = \frac{mV_0^2}{2q} + \varphi_0 \\ (-\varphi_0' + 2\varphi_A)q = \frac{mV_c^2}{2} \end{cases}$$

$$2 \cdot \left(\frac{mV_0^2}{2q} + \varphi_0 \right) - \varphi_0' \cdot q = \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\Rightarrow mV_0^2 + (2\varphi_0 - \varphi_0')q = \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\Rightarrow mV_0^2 + \left(2 \cdot k \frac{Q}{R} - k \frac{Q}{R} \right) q = \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\begin{aligned} 2V_0^2 &= V_c^2 \\ V_c &= \sqrt{2} V_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3} &= \frac{1}{3} \\ \frac{2\sqrt{3}}{3} &= \frac{1}{3} \\ 2\sqrt{3} &= 1 \\ \sqrt{3} &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Handwritten calculations on a grid background:

$54322 \times 10,8644 = 543220,8644$

$1211 \times 193 = 233723$

$549 \times 173 = 94887$

$1092 \times 314 = 342888$

$29929 \times 173 = 5177817$

$519 \times 193 = 100067$

$54322 \times 193 = 10484146$



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!

$\begin{array}{r} \times 24 \\ \times 300 \\ \times 7200 \\ \times 831 \\ \times 831 \\ \times 72 \\ \hline 1662 \\ 5817 \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{r} 59832 \\ \underline{-3} \\ 29 \\ \underline{-27} \\ 28 \\ \underline{-27} \\ 13 \\ \underline{-12} \\ 12 \\ \underline{-12} \\ 0 \end{array}$

$\begin{array}{r} 14^2 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$

$\frac{a^2}{2} = h$

$A = kmg + \frac{mv^2}{2}$

$v_0 = v_1 + gE$

$2v_1 + gE = \frac{2h}{E}$

$\frac{2h}{E} - gE$

$6 + 0.8 \cdot 10 = 8 + 6$

$T = 0.1m \cos \alpha$

$T \cdot \sin \alpha - mg = 0.1 \sin \alpha \cdot m$

$T = 0.1m \cos \alpha + T \cos \alpha$

$m \cdot m = m \cdot m$

$m^2 = m^2$

$m^2 = m^2$

$32 \cdot 831 \cdot 3$

$\begin{array}{r} 59832 \\ \underline{-3} \\ 29 \\ \underline{-27} \\ 28 \\ \underline{-27} \\ 13 \\ \underline{-12} \\ 12 \\ \underline{-12} \\ 0 \end{array}$

$\begin{array}{r} \times 3,14 \\ \times 2 \\ \hline 6,28 \\ + 150 \\ \hline 157 \end{array}$

$\frac{2h}{E} - 0,8 \cdot 10$

$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{3,6}{2} = 1,8$

$g + 0.8 \cdot 10 = 8 + 6$

$T = 0.1m \cos \alpha$

$T \cdot \sin \alpha - mg = 0.1 \sin \alpha \cdot m$

$T = 0.1m \cos \alpha + T \cos \alpha$

$m \cdot m = m \cdot m$

$m^2 = m^2$

$m^2 = m^2$

$32 \cdot 831 \cdot 3$

$\begin{array}{r} \times 19944 \\ \times 4 \\ \hline 79776 \end{array}$

$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$a = \frac{v^2}{R}$

$\frac{6,28}{100} = \frac{314}{50} = \frac{157\sqrt{3}}{25}$

$\begin{array}{r} \times 14 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ \underline{-14} \\ 196 \\ + 50 \\ + 3 \\ \hline 98 \end{array}$

$\sqrt{200}$

$\frac{4}{8} = \frac{5}{6}$

$3,2$

$2,4$

$T = 0.1m \cos \alpha$

$T \cdot \sin \alpha - mg = 0.1 \sin \alpha \cdot m$

$T = 0.1m \cos \alpha + T \cos \alpha$

$m \cdot m = m \cdot m$

$m^2 = m^2$

$m^2 = m^2$

$32 \cdot 831 \cdot 3$

$\begin{array}{r} \times 8,31 \\ \times 8 \\ \hline 6648 \end{array}$

$v_1^2 = v_0^2 + v_0^2 = 196 + 4(49 + 100)$

$14 \cdot 14 = 49$

$144 = 12^2$

$144 = 12^2$