



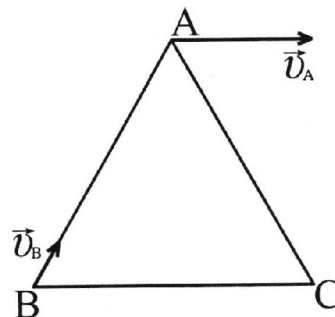
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



57 = 3

1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

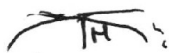
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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.

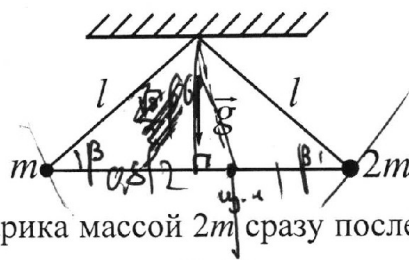
1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



На максимальной высоте H 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 $m = 90$ г и $2m$ 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 $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 02 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ \times 30 \\ \hline 7680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 156 \end{array}$$

$$\frac{156}{900}$$

$$\begin{array}{r} 1056 \\ - 768 \\ \hline 288 \end{array}$$



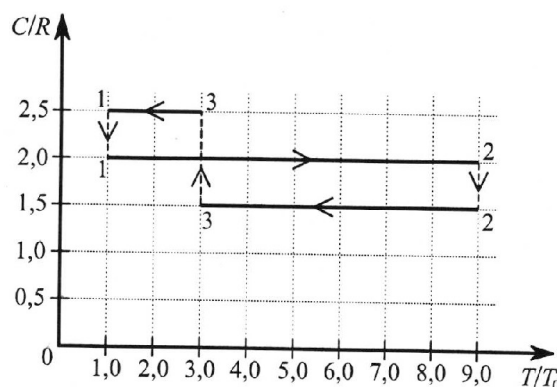
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ 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.



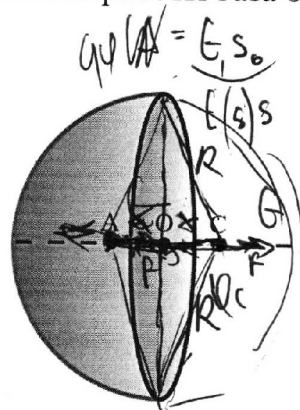
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

$$\Gamma = \overline{a}$$

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.

Handwritten calculations and diagrams for problem 5:

Diagram 1: Particle trajectory from A to O. $L_{AO} = V_O$, $V_1 \cos \beta = V_0 \sin \alpha$, $\frac{m V_1^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} + m g H$, $V_1^2 = V_0^2 + 2 g H$, $L_{max} \approx 13 - 45^\circ$.

Diagram 2: Particle trajectory from A to C. $L_{AC} = 2 g H$, $L_{max} \approx 149$.

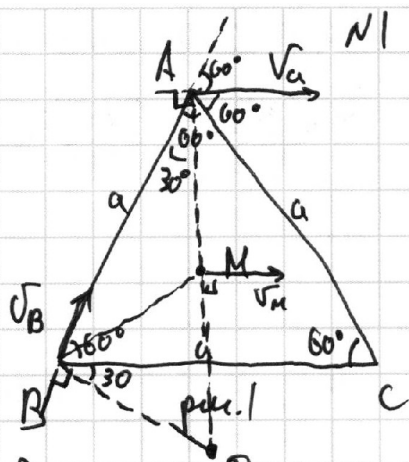


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$V_b = 0,4 \text{ м/с}$$

$$u = 0,4 \text{ м}$$

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

• высота в р/с треуг.

$$h = a \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

Решение:

- 1) $\triangle ABC$ - р/с (по усл.) $\rightarrow$ все углы в нем по 60° .
- 2) $\triangle ABC$ - твердое тело $\Rightarrow$ если соединить две его точки, то их скорости - проекции на эту прямую будут равны, теорема "палочки" $\Rightarrow$ рассмотрим AB : $V_b = V_a \cos 60^\circ \rightarrow$

$$\Rightarrow V_a = \frac{V_b}{\cos 60^\circ} = \frac{2V_b}{1} = 0,8 \text{ м/с}$$

- 3) центр масс у р/с треугольника (сплошного) находится в точке пересечения медиан (т.М на рис. 1)

- 4) перейдем на картинке мгновенный центр вращения (т.О) - если соединить любую т. треуг. с ним то вектор скорости будет $\perp$ ему $\Rightarrow$ т.О - МЦВ $\Rightarrow V_M = \omega \cdot OM$, а $\omega = \frac{V_b}{OB} = \frac{V_b}{a \tan 30} =$

$$= \frac{0,4}{0,4 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \text{ м/с} \Rightarrow V_M = \sqrt{3} \cdot OM$$

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

- 5) заметим, что $AM = BM$ $\Rightarrow$ $\triangle OBA$ - прямоугольный $\rightarrow$
 $\Rightarrow OM = AM = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}a}{2} = \frac{\sqrt{3}a}{6}$ $\Rightarrow V_M = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}a}{6} = 0,4 \text{ м/с}$

- 6) перейдем в систему отсчета центра масс $\Rightarrow V_a' = V_a - V_M =$

$$= 0,8 \text{ м/с} - 0,4 \text{ м/с} = 0,4 \text{ м/с} \Rightarrow$$
 в этой СО точка О будет



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.

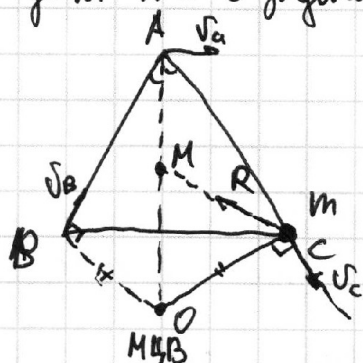
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

кружится вокруг ц.м со скоростью $v_a' = 0,4 \text{ м/с}$ по окружности с радиусом $R = AM = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a \rightarrow \tau = \frac{2\pi R}{v_a'} = \frac{2\pi \sqrt{3} a}{3v_a'} =$
 $= \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$

Пункт №3 в задании:



пусть масса пластины = M и по усл. $M \gg m$.

1) $\Rightarrow$ скорость в т.с. поворачиваем вдоль AC и $v_c = v_b$, т.к. $OC = OB$ (по симметрии) $0,4 \text{ м/с}$

2) $\Rightarrow$ медная плита не повлияет на $\vec{v}_c$, т.к. $M \gg m \rightarrow$ можно тоже считать, что она

движется сейчас по окружности радиусом $R = OC = a \tan 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$

3) Поймем, что в системе ц.м. треугольника и плиты их общий ц.м. находится в точке в т.с. M , т.к. $M \gg m$ (по усл.) $\rightarrow$ в ней треуг. движется равномерно вокруг $\rightarrow$ а при переходе в эту с.о. модуль $\vec{R}$ не меняется, а она будет направлена к т.с. M , т.е. плита имеет нормальное ускорение $\Rightarrow R = m \frac{v_c'^2}{|MC|} \rightarrow$

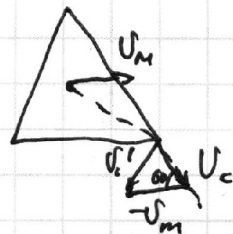
$|\vec{R}| = m \frac{v_c'^2}{|MC|}$, или $\vec{v}_c' = \vec{v}_c - \vec{v}_M \Rightarrow$ $R = m \frac{v_c'^2}{|MC|}$

$\Rightarrow$ из геометрии рисунка: $|\vec{v}_c'| = |\vec{v}_c| = 0,4 \text{ м/с}$, а $|MC| = \frac{\sqrt{3}}{3} a$ из пред. пунктов и симметрии

$\Rightarrow |\vec{R}| = m \frac{v_c'^2}{\frac{\sqrt{3}}{3} a} = 0,12 \frac{0,4}{0,4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}} = (0,12 \cdot \sqrt{3}) \text{ Н}$

Ответ: 1) $v_a = 0,8 \text{ м/с}$
 2) $\tau = \frac{2\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$

3) $|\vec{R}| = (0,12 \cdot \sqrt{3}) \text{ Н}$





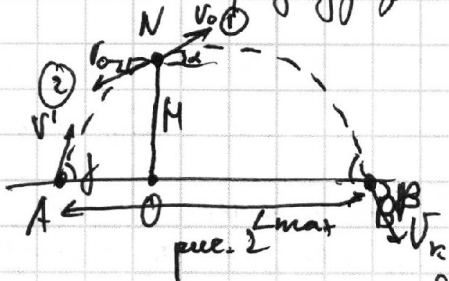
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

5) Докажите предыдущее утверждение:



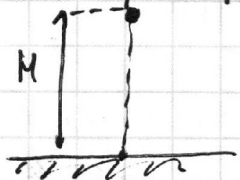
пусть $N(1)$ полетел вверх по параболе и приземлился в $i.B$ с какой-то V_k под углом β к горизонту $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ то если из $i.B$ кинуть влево осколок со скоростью V_k под углом β , то из-за обратимости процесса и ЗСЭ и ЗСИ, то в $i.N$ он снова будет иметь скорость V_0 под углом α к гор., но уже в другую сторону, т.к. осколок полетел бы точно по той же самой траектории $\Rightarrow$ траектория осколка (2) совпадает с продолжением траектории осколка (1)

6) Тогда $L_{max} = AB$ и это то же самое если из $r.A$ запустить осколок под углом β со скоростью V' , по по условию сказано, что L - максимум $\Rightarrow AB - max \Rightarrow$
 $\Rightarrow \beta = 45^\circ$, а $L_{max} = \frac{V'^2 \sin 90}{g} = \frac{V'^2}{g}$

7) из ЗСЭ: $\frac{mV'}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + mgH \Rightarrow V'^2 = V_0^2 + 2gH$
 $\Rightarrow L_{max} = \frac{V_0^2 + 2gH}{g}$

• Теперь вернемся к пункту 1 в задаче:



по условию фейерверк летел вертикально $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ из ЗСЭ: $\frac{mV^2}{2} + mgh = mgH \Rightarrow$ т.к. на высоте H скорость $= 0$, т.к. H - max высота
 $\Rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 + \frac{36}{20} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$

$\Rightarrow$ тогда $L_{max} = \frac{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16}{10} = 40 + 32 = 72 \text{ м}$

Ответ: 1) $H = 16 \text{ м}$ 2) $L_{max} = 72 \text{ м}$

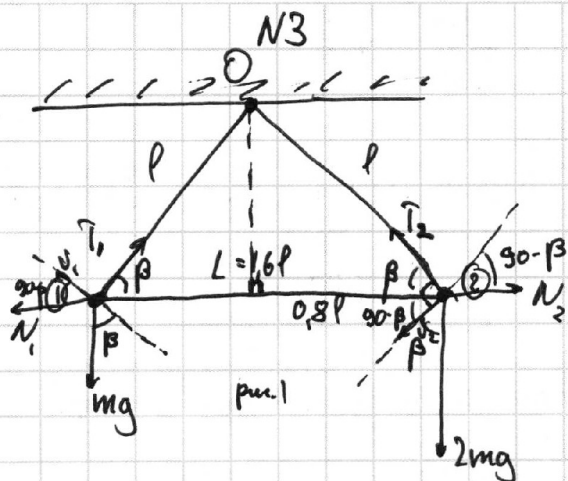


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



1. Расставим действующие силы на 1 и 2-ой шарик

2. $N_1 \neq N_2$, где N_1 и N_2 - сила реакции от штерня и они направлены вдоль самого штерня.

3. Поймём, что когда мы бросим эту систему, то 1-ый и 2-ой шарик

каждый двигаться по окружности радиусом $R = l$, вокруг т.О (рис.1)

4. найдём угол β (рис.1) $\Rightarrow \cos \beta = \frac{0.8l}{l} = 0.8 \rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - 0.64} = 0.6$

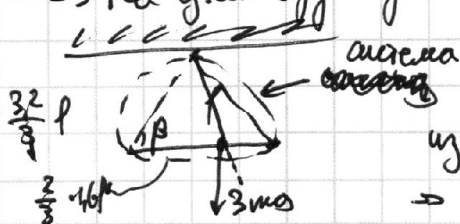
$$5. \rightarrow \begin{cases} a_{n2} = \frac{T_2 - 2mg \sin \beta - N_2 \cos \beta}{2m} & a_{n1} = \frac{T_1 - mg \sin \beta - N_1 \cos \beta}{m} \\ a_{\tau 2} = \frac{2mg \cos \beta - N_2 \sin \beta}{2m} & a_{\tau 1} = \frac{N_1 \sin \beta - mg \cos \beta}{m} \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$

6. Пусть шарик 1 и 2 при этом будут

Поймём, что это так, что $a_{\tau 2} = a_{\tau 1}$ (тангенциальные) ускорения равны, т.к. их скорости в любой момент времени должны быть равны из-за уравнения полойки: $V_1 \cos \beta = V_2 \sin \beta \Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow a_{\tau 1} = a_{\tau 2}$

7. Отсюда и $a_{n1} = a_{n2}$, т.к. $a_n = \frac{v^2}{R}$, а $R_1 = R_2 = l$ и $V_1 = V_2$ всегда

8. Теперь рассмотрим центр масс системы: 2 шарика + штерень + нитки $\Rightarrow$ силы взаимодействия штерня (реакции опоры) и силы натяжения нитки станут внутренними $\rightarrow$ на ц.м. будет действовать 1 внешняя сила $= 3mg$:



Ц.м. тоже будет двигаться по окружности с радиусом R_{cm}

из теор. косинусов:

$$R^2 = \frac{1056}{500} l^2 - \frac{156}{50} l^2 = \frac{298}{500} l^2 \rightarrow R = l \frac{\sqrt{298}}{30}$$



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!

по грузам

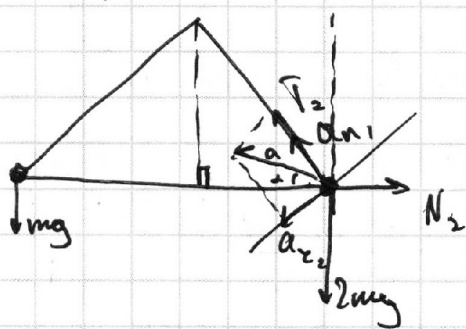
$$\frac{15}{225} + \frac{15}{225} = \frac{30}{225} = \frac{2}{15}$$

$$\frac{16}{225} + \frac{16}{225} = \frac{32}{225}$$

$$\frac{2}{15} \cdot 1.6l = 1.6l \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{6} \cdot 1.6l = \frac{16}{60} l = \frac{8}{30} l = \frac{4}{15} l$$

$$\rightarrow R^2 = \frac{9}{25} l^2 + \frac{16}{225} l^2 = \frac{97}{225} l^2 \Rightarrow R = \frac{l}{15} \sqrt{97}$$

теперь рассмотрим



~~по оси x и y~~
~~3mg sin \alpha = a_z~~

$$a \sin \alpha = a_n \sin \beta - a_{\tau_2} \cos \beta$$

$$\sin \alpha = \frac{a_n \sin \beta - a_{\tau_2} \cos \beta}{\sqrt{a_n^2 + a_{\tau_2}^2}}$$

из (2): $2mg \cos \beta - N_2 \sin \beta = 2N_1 \sin \beta - 2mg \cos \beta \rightarrow 4mg \cos \beta = \sin \beta (N_2 + 2N_1)$ (3)

из (1): $T_2 - 2mg \sin \beta - N_2 \cos \beta = 2T_1 - 2mg \sin \beta - 2N_1 \cos \beta \rightarrow T_2 - 2T_1 = 4mg \sin \beta + \cos \beta (N_2 - 2N_1)$ (4) $\cos \beta = 0.8$
 $\sin \beta = 0.6$

Сам стел у самого стержня будет ускорение вдоль его оси - $a_{\text{ст}} = a_{\tau} \sin \beta$

$$a_{\text{пол}} = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2}$$



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
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!

$$\nu = 5 \text{ моль}$$

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

$$\frac{C}{R} = \text{моляр. тепло.}$$

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

N4

1.) изохорно: $P_0 V_0 = \nu R T_0 \rightarrow \text{разделим}$
потом: $P V = \nu R T$

$$\rightarrow \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\frac{Q}{\nu \Delta T}}{R} = \frac{Q}{\nu \Delta T R}$$

1. Процесс 1 $\rightarrow$ 2:

здесь $\frac{C}{R} = \text{const}$ при $T \uparrow$ и здесь из графика:

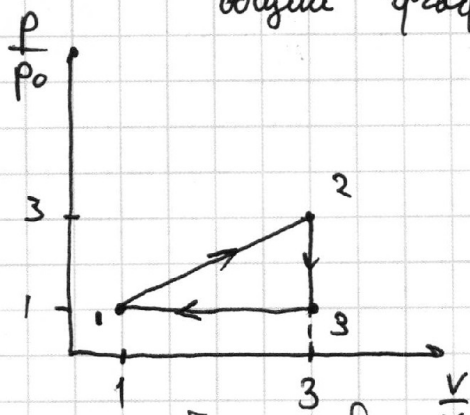
$C = 2R \Rightarrow$ этот процесс в $P(V)$ координатах будет выглядеть как прямой отрезок с положительным коэффициентом наклона

2. Процесс 2 $\rightarrow$ 3: это процесс, где $C = \frac{3}{2}R = C_v$ при (по усл. одноатомный газ) $\Rightarrow$ это изохора, а $T \downarrow \Rightarrow P \downarrow$

3. Процесс 3 $\rightarrow$ 1, это процесс, где $C = \frac{5}{2}R = C_p \Rightarrow$ это изобара, где $T \downarrow \Rightarrow$ при $P = \text{const}$, V должно уменьшаться

↓

общий график будет выглядеть так



$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P_3} = 1 \cdot 3 = 3$$

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{T_2}{T_0} \cdot \left(\frac{V_0}{V_2} \right) = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3$$

$\frac{V_0}{V_2} = \frac{V_0}{V_3}$

здесь масштабы не соблюден $\Rightarrow$ см. другой гр.

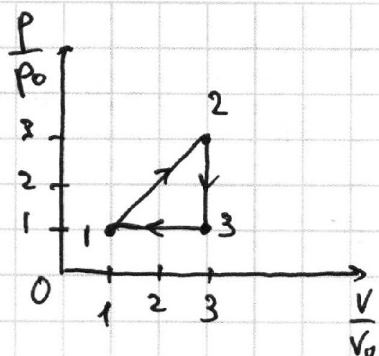


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Пункт №2

$$A_{\text{цикл}} = A_1 - \text{это } S_{0123} \cdot p_0 V_0 =$$

$$= \frac{1}{2} 2 \cdot 2 \cdot p_0 V_0 = 2 p_0 V_0, \text{ а из}$$

уравнения состояния №1:

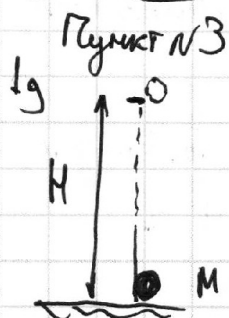
$$p_0 V_0 = 2 R T_0 \rightarrow A_1 = 2 R T_0 =$$

$$= 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = 3000 \cdot 8,31$$

$$= 30 \cdot 831 = 24930 \text{ Дж} = A_1$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ 30 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24930 \cdot 2 \\ 1280 \quad 12460 \\ \hline 12460 \end{array}$$



По условию: $\frac{1}{2} A_{\text{цикл}} = A_{\text{полезная за 1 цикл подвешивания}}$

$$\rightarrow A_{\text{полезн за цикл}} = 12465 \text{ Дж} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{за } N=20 \text{ циклов } A_{\text{полезная общая}} = N \cdot A_{\text{п/ц}} =$$

$$= 249300 \text{ Дж} \Rightarrow \text{это работа подвешивания}$$

датчика по отношению к изменению потенциальной энергии груза, где $\sigma F_{\text{пот}} = M g H$

$$\sigma F_{\text{пот}} = A_{\text{п.о}}$$

$$= 623,25 \text{ м}$$

$$H = \frac{A_{\text{п.о}}}{M g} = \frac{249300}{4000} =$$

$$\begin{array}{r} 249300 \\ 2400 \quad 623,25 \\ \hline 623,25 \end{array}$$

Ответ: $A_1 = 24930 \text{ Дж}$

$H = 623,25 \text{ м}$



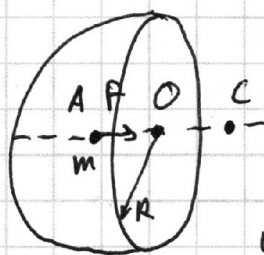
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
12 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!

N5



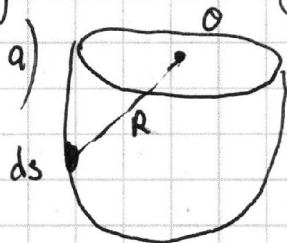
1) найдём поверхностное распределение зарядов у полусферы $\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$

2) сила Кулона от полусферы, действующая на этот заряд всегда направлена по прямой AC

3) Возьмём, что по определению потенциальная энергия в точке пространства при взаимодействии 2 тел - это работа, которую нужно совершить телу, чтобы увести заряд этой точки на бесконечность. В данной задаче нам дали K энергии на расстоянии $S \gg R \rightarrow$ можно считать, что на бесконечности $\Rightarrow$ из ЗСЭ: $\Delta K = A_{\text{кул}}$, а $A_{\text{кул}} = -W$, где $W = q\varphi_A$, где φ_A - потенциал - в этой точке $A \Rightarrow$ $q\varphi_A = K \Rightarrow \varphi_A = \frac{K}{q}$ (1)

4) Спрашивается найти V_0 в $i. O$.

для этого найдём φ_0 : Рассмотрим маленький участок сферы dS :



$$d\varphi = k \frac{\sigma dS}{R}, \quad R \text{ у всех равен}$$

$$\varphi_0 = \frac{k\sigma}{R} S_{\text{поверх}} = \frac{k}{R} Q = \frac{Q}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$E_{\text{кин}} = q(\varphi_A - \varphi_0) = K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}, \quad \text{а с другой стороны } E_{\text{кин}} = \frac{mv_0^2}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$



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.

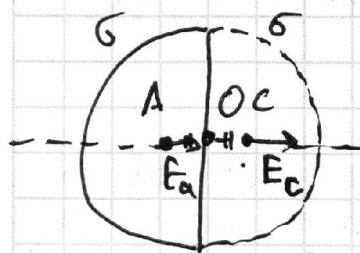
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

5) теперь найдем V_a : По условию: $(AO = OC)$, но они не известны

а) приложим к нашей сфере полусфере такую же сферу, чтоб получилась полусфера целая сфера (рис. 3). Пусть она будет иметь поверхностный заряд тоже σ



б) мы знаем, что напряженность поля в

любой точки внутри $E = 0$, пусть п.с.н1 создавала в т.С напряженность $E_c \Rightarrow$

п.с.н1 п.с.н2 $\Rightarrow$ п.с.н2 должна создавать в т.С E'_c , где

$\vec{E}_c + \vec{E}'_c = \vec{0}$, но $E'_c = E_c$, но заметим, что т.С для п.с.н2

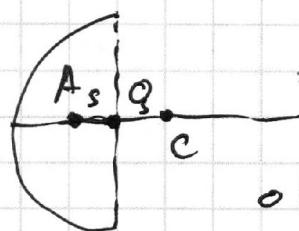
равнозначна, как т.А для п.с.н1 $\rightarrow$ из симметрии (то у нас $AO =$

OC), то $E'_c = E_a$ - напряженность в т.А от полусферы н1 $\rightarrow$

$\Rightarrow E_a = E_{ac}$ из (1) $\rightarrow$

$$d\varphi = -E dx$$

б) $\Rightarrow$ из (1) $F_a = qE_a = F_c = qE_c \rightarrow$ рассмотрим движение заряда от точки А до О.



на протяжении этого отрезка полусфера действует на заряд с силой от F_a до $F_o \rightarrow$

$\rightarrow$ работа этих сил на расстоянии s (рис. 3) дана $\circ E_k$ (из пункта 4).

А на отрезке OC набор сил от F_o до $F_c (= F_a)$ передвигает заряд на расстояние $(OC = AO = s) \rightarrow$

$\Rightarrow$ совершена такая же работа кулоновских сил, как и на отрезке AO .

$\rightarrow \circ K_{oc} = \circ K_{ao}$ (изменение кин. энергии на отрезках равно), а из п. 4: $\circ K_{ao} = \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right) \Rightarrow \circ K_{oc} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{из 3(б)}: \frac{mV_c^2}{2} - \frac{mV_o^2}{2} = \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right) \Rightarrow \frac{mV_c^2}{2} = 2 \left(K - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right)$$



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
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!

Отсюда получается, что

$$V_c = \sqrt{\frac{4}{m} \left(k - \frac{Qa}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$\text{или } V_c = V_0 \sqrt{2}$$



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!

