



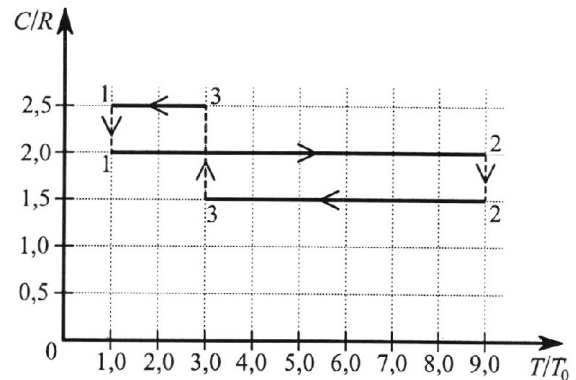
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

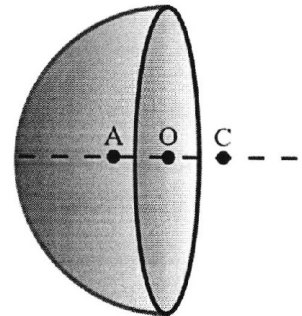


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

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.



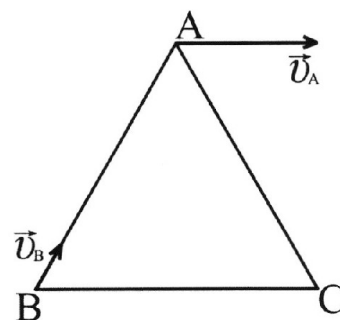
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.



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.

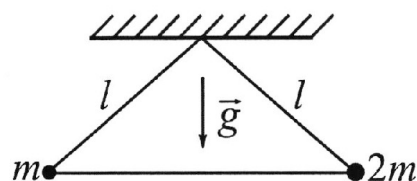
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся 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.



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
☐

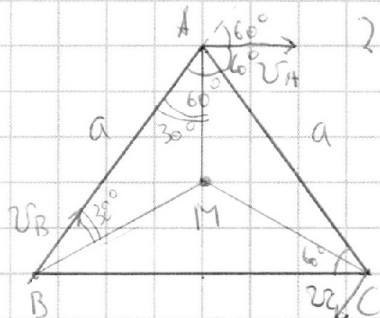
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 9

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!



Угол между v_A и AC и $\angle ACB$ равен как и при вращении. Тогда угол между v_A и AB равен 60° . Проекция

скоростей v_A и v_B на сторону AB равна т.к. пластина

$$\text{плоская} \Rightarrow v_B = v_A \cos 60^\circ \Rightarrow v_A = \frac{v_B}{\cos 60^\circ} = 2v_B = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Пластина однородна $\Rightarrow$ её центр масс находится на пересечении медиан т.е. в точке M . Видим, что $\triangle AMB$ - р-б $\Rightarrow$

$$\Rightarrow 2 \cdot AM \cdot \cos 30^\circ = a \Rightarrow AM = \frac{a}{2 \cos 30^\circ} = \frac{0,4 \text{ м}}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{0,4 \text{ м}}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

Заметим, что $v_A \perp AM$. Длина окружности, по которой будет двигаться т.А равна $\ell = 2\pi AM = \frac{8\pi\sqrt{3}}{3} \text{ м}$. $\ell = v_A T \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{\ell}{v_A} = \frac{8\pi\sqrt{3}}{3 \cdot 0,8} = \frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с. После этого длину вершины С}$$

села угла. Т.к. по условию масса плиты много меньше массы пластины, то центр масс системы находится на пластине, а значит что система так и продолжает вращение вокруг т.М

$CM = AM \Rightarrow v_C = v_A$. По IIЗН: $F = ma$; где нашей задаче $R = ma$, где

a - центростремительное ускорение. Плита движется по окружности $\Rightarrow$ на неё действует

$$\text{центростремительное ускорение} \Rightarrow a = \frac{v^2}{R} = \frac{v_A^2}{AM} \Rightarrow R = ma = \frac{mv_A^2}{AM} =$$

$$= \frac{120 \cdot 10^{-3} \cdot 0,64 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{3}}{0,4 \sqrt{3} \text{ м}} = \frac{120 \cdot 1,6 \sqrt{3}}{1000} \text{ Н} = \frac{192 \sqrt{3}}{1000} \text{ Н} = 0,192 \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } v_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}; T = \frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с}; R = 0,192 \sqrt{3} \text{ Н}$$

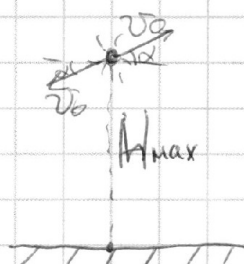


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 9

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!



На фотодверку не действует сила сопр. воздуха и можно мгновенно считать $\Rightarrow$ на протяжении всего полёта можно использовать ЗСЭ. Запишем его для точки с высотой h и для наименьшей высоты H_{max} :

$$\Rightarrow gh + \frac{v^2}{2} = gH_{\text{max}} \Rightarrow H_{\text{max}} = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2 \text{ м} + \frac{36}{20} = 14,2 \text{ м} + 1,8 \text{ м} = 16 \text{ м}.$$

Из ЗСЭ вытекает что скорость полёта с одинаковыми по модулю скоростями v_0 и одинаковым углом к горизонту (см. рис.)

т.е. углы одинаковы. Время падения объекта, летящего вниз равно t_H ; летящего вверх $-t_B$; $L = v_0 \cos \alpha (t_H + t_B)$. При этом:

$$\begin{cases} H_{\text{max}} + v_0 \sin \alpha t_B = g \frac{t_B^2}{2} \\ H_{\text{max}} - v_0 \sin \alpha t_H = g \frac{t_H^2}{2} \end{cases}$$

Вычтем из верхнего нижнее, получим:

$$v_0 \sin \alpha (t_B + t_H) = \frac{g}{2} (t_B^2 - t_H^2) \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_B - t_H)$$

Приведем систему к виду квадратного уравнения:

$$\begin{cases} g t_B^2 - 2 v_0 \sin \alpha t_B - 2 H_{\text{max}} = 0 \\ g t_H^2 + 2 v_0 \sin \alpha t_H - 2 H_{\text{max}} = 0 \end{cases}$$

Решим их, выдрав везде положительный корень, т.е. отрицательный корень это малое время если канат не касался.

$$t_B = \frac{2 v_0 \sin \alpha + \sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g H_{\text{max}}}}{2 g}$$

$$t_H = \frac{-2 v_0 \sin \alpha + \sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g H_{\text{max}}}}{2 g}$$

$$\Rightarrow t_B + t_H = \frac{\sqrt{4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g H_{\text{max}}}}{g} =$$

$$= \frac{2 \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 g H_{\text{max}}}}{g} = \frac{2 \sqrt{v_0^2 + 2 g H_{\text{max}} - v_0^2 \cos^2 \alpha}}{g}$$

Страница 1 из 2
продолжение на стр. 9



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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

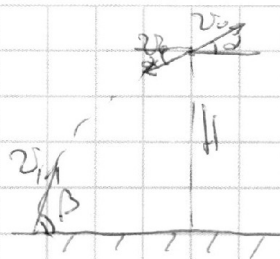
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
9 из 9

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!



Заметим, что траектория полета
основной - окружность.

$$3(\text{Д}): \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} =$$

$$= \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16} = \sqrt{720} \text{ м/с. Оса построения не зависит}$$

от угла α . Но $v_1 \cos \beta = v_0 \cos \alpha$, т.к. горизонтальная скорость не изм.

$$\text{Максимальная дальность при } \beta = 45^\circ \Rightarrow \cos \beta = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sqrt{720} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 20 \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{1440}}{40} = \frac{12\sqrt{10}}{40} = \frac{3\sqrt{10}}{10} = \frac{3}{\sqrt{10}} < 1 \Rightarrow \text{такая траектория}$$

$$L_{\max} = \frac{v_1^2 \cdot \sin 2\beta}{g} = \frac{v_1^2}{g}, \text{ т.к. } \beta = 45^\circ \Rightarrow L_{\max} = \frac{v_1^2}{g} = \frac{720}{10} = 72 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 16 \text{ м}$; $L_{\max} = 72 \text{ м}$.

Страница 2 из 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
☐

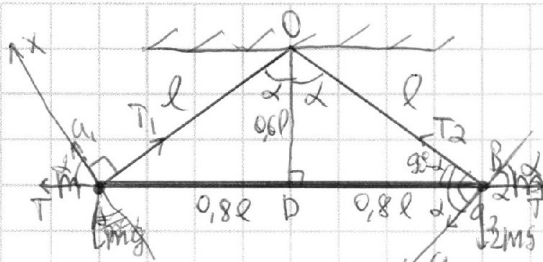
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
8 из 9

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!



Когда систему освободят, она как и при движении отск. т. О. При этом кинем. характеристики и не проявятся. Сразу после того, как грузы отпустили, их скорости равны 0. При движении по дуге радиуса l есть центростремительное и тангенциальное ускорения. Полное ускорение — их векторная сумма, но в касательной момент скорости, а значит и центрострем. ускорения, равен 0 $\Rightarrow$ полное ускорение есть тангенциальное ускорение, т.е. $a_2 \perp OB$. $\angle DOB = \alpha$ из геометрии. $\sin \alpha = \sin \angle DOB = \frac{0.4l}{0.5l} = 0.8$.

Запишем IIЗН для шарика массой m в проекции на ось x : ($T_1 \perp x$)
 $ma_{1x} = T_1 \sin \alpha - mg \cos(90^\circ - \alpha)$ т.е. $ma_{1x} = T_1 \cos \alpha - mg \sin \alpha$

Запишем IIЗН для шарика массой $2m$ в проекции на ось y : ($T_2 \perp y$)
 $2ma_{2y} = -T_2 \cos \alpha + 2mg \cos(90^\circ - \alpha)$ т.е. $2ma_{2y} = -T_2 \cos \alpha + 2mg \sin \alpha$.

При этом $a_{2y} = a_2$; $a_{1y} = a_1$ и $a_1 = a_2$ т.к. $OB = OA$ и $a_1 \perp OA$; $a_2 \perp OB$.
Получаем систему:

$$\begin{cases} ma_2 = T_1 \cos \alpha - mg \sin \alpha & \text{①} \\ 2ma_2 = -T_2 \cos \alpha + 2mg \sin \alpha & \text{②} \end{cases}$$

Сложим эти уравнения, получим:

$$3ma_2 = mg \sin \alpha \Rightarrow a_2 = \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{10 \cdot 0.8}{3} = \frac{8}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Подставим это в ①: } m \cdot \frac{g \sin \alpha}{3} = T_1 \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 \cos \alpha = \frac{4mg \sin \alpha}{3} \Rightarrow T_1 = \frac{4mg \tan \alpha}{3} = \frac{4 \cdot 0.09 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{0.8}{0.6}}{3} =$$

$$= \frac{4}{3} \cdot 0.9 \cdot \frac{4}{3} = \frac{16}{9} \cdot \frac{9}{10} = 1.6 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0.8$; $a_2 = \frac{8}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$; $T = 1.6 \text{ Н}$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 7 из 9

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!

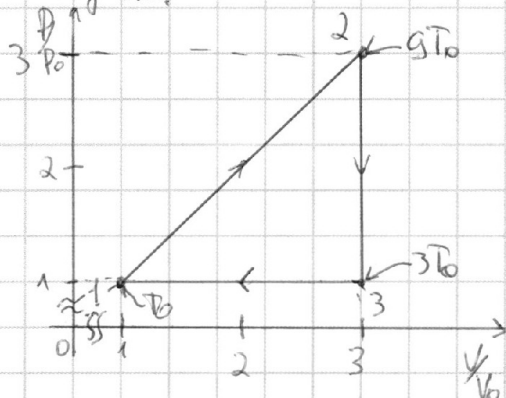
Т.к. газ одноатомный, $\nu = 3$. $C_V = \frac{\nu}{2} R = \frac{3}{2} R$ — теплоёмкость изохора

$C_P = \frac{\nu+2}{2} R = \frac{5}{2} R$ — теплоёмкость изобара $\Rightarrow$ процесс 1-3 изобара;

процесс 2-3 изохора. При этом в процессе 1-2 $PV^{-1} = \text{const}$, т.е.

$\frac{P}{V} = \text{const}$, значит на PV диаграмме это линия. Процесс 3-1 —

изобарическое сжатие, т.к. к ней температура падает. Процесс 2-3 — изохорическое повышение давления, т.к. температура к ней тоже падает.



Давление падает в Т.2 в 3 раза больше, чем в точке 1, т.к. $P_0 V_0 = P_2 V_0$; $3P_0 \cdot 3V_0 = 9P_0 V_0$. Температура в Т. 3-3V из условия.

Работа газа за цикл — площадь под графиком.

$$A_1 = \frac{1}{2} (3P_0 - P_0) \cdot (3V_0 - V_0) = 2P_0 V_0; \text{ но } P_0 V_0 = P_2 V_0$$

$$\text{по условию} \Rightarrow A_1 = 2P_2 V_0 = 2 \cdot 5 \cdot 8,31 \cdot 300 = 24930 \text{ Дж.}$$

За N циклов общая работа газа составит

$$N A_1; \text{ из условия } \eta N A_1 = M g H, \text{ где } \eta = 50\% \Rightarrow H = \frac{\eta N A_1}{M g} = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 24930}{400 \cdot 10}$$

$$= \frac{24930 \cdot 10}{400 \cdot 10} = \frac{2493}{40} \text{ м} = \frac{2400 + 93}{40} \text{ м} = 62 \frac{13}{40} \text{ м} = 62,325 \text{ м.}$$

Ответ: $A_1 = 24930 \text{ Дж}$; $H = 62,325 \text{ м}$.

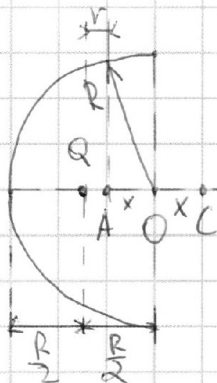


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 9

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!



Заметим, что ~~на~~ однородно заряженную полуциркулю можно "стать" до того, как заряд так, как показано на рисунке. При этом данный факт выполняем, где все ток, данный заряд. Тогда $E_{пот} + E_{кин} = 0$ const.

$$E_{потA} + E_{кинA} = E_{потk} + E_{кинk} \quad \text{также } \Delta E_{пот} = -\Delta \phi$$

т.е. $A_{полз} = k$ т.к. $E_{кинA} = 0$ по k

$$A_{полз} = \frac{kqQ}{r} \Rightarrow \frac{kqQ}{r} = k \Rightarrow r = \frac{kqQ}{k}; k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow r = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 k}$$

при этом $x + r = \frac{R}{2} \Rightarrow x = \frac{R}{2} - r = \frac{R}{2} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 k}$. Заметим $\Delta \phi$ от O .

$$E_{потA} + E_{кинA} = E_{потO} + E_{кинO} \Rightarrow E_{кинO} = A_{ползA} - 0 = \frac{kqQ}{r} - \frac{kqQ}{\frac{R}{2}} =$$

$$= \frac{kqQ}{r} - \frac{2kqQ}{R} = k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = k - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2k - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R}}{m}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2k - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R}}{m}}$$

Аналогично для точки C. $E_{потA} + E_{кинA} = E_{потC} + E_{кинC}$

$$A_{ползA \rightarrow C} = E_{кинC} \quad \text{т.е.} \quad \frac{mv^2}{2} = \frac{kqQ}{r} - \frac{kqQ}{\frac{R}{2} + x} = k - \frac{kqQ}{R - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 k}}$$

$$= k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R - \frac{Qq}{k}} \Rightarrow v_C^2 = \frac{2k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R - \frac{Qq}{k}}}{m} \Rightarrow v_C = \sqrt{\frac{2k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R - \frac{Qq}{k}}}{m}}$$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{2k - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R}}{m}}; v_C = \sqrt{\frac{2k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R - \frac{Qq}{k}}}{m}}$.

P.S. из симметрии точка, где до потерь можно "стать" сфера, как на рисунке AC. Если мы возьмем 2 полуциркули и соединим, как на рисунке. То мы получим сферу, а где любой ток внутри сферы как равно, по принципу суперпозиции мы можем представить весь заряд сферы как 2 заряда Q





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 9

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!

$$\frac{64}{40} = \frac{16}{10} = 1.6$$

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ 16 \\ \hline 1920 \end{array}$$

$$gt_B^2 - 2V_0 \sin \alpha t_B - 2H_{\max} = 0$$

$$D = \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH_{\max}}$$

$$t_B = \frac{2V_0 \sin \alpha + \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH_{\max}}}{2g}$$

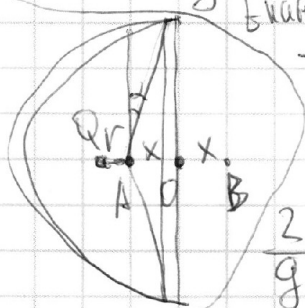
$$gt_H^2 + 2V_0 \sin \alpha t_H - 2H_{\max} = 0$$

$$D = \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH_{\max}}$$

$$\begin{cases} H + V_0 \sin \alpha t_B = \frac{gt_B^2}{2} \\ H - V_0 \sin \alpha t_H = \frac{gt_H^2}{2} \end{cases}$$

$$V_0 \sin \alpha (t_B + t_H) = \frac{g}{2} (t_B^2 - t_H^2) \text{ т.е. } V_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_B - t_H) \quad t_H = \frac{2V_0 \sin \alpha + \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH}}{g}$$

$$\left(\frac{2V_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{V_0^2 + 2gH - V_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = -\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{1}{\sqrt{V_0^2 + 2gH - V_0^2 \cos^2 \alpha}} \quad \frac{2g}{V_0 \sin \alpha} = 0$$



$$t_{\text{up}} + t_{\text{down}} = \cos \alpha$$

$$-\Delta \text{not} = \Delta \text{max} (V_0^2 \cos^2 \alpha) = 2V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha (\cos \alpha \cos \alpha) = \sin^2 \alpha$$

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

$$\frac{2}{g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{\sqrt{V_0^2 + 2gH - V_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$L = \frac{2V_0}{g} \sqrt{\frac{15V_0^2 - 32gH}{15V_0^2}}$$

$$3200 + 6 \cdot 320 = 4 \sqrt{\dots} = V_0 g \sin \alpha$$

$$3200 = 3200 + 1800 + 120 = 5120$$

$$16(V_0^2 + 2gH - 2gH + V_0^2 \sin^2 \alpha) = V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$\frac{320 \cdot 16}{15 \cdot 400} = \frac{5120}{6000} \Rightarrow 32gH = 15V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$4 \cdot \sqrt{\frac{880}{10000}}$$

$$\frac{62 \cdot 10 \cdot 16}{15 \cdot 3} = \frac{62 \cdot 32}{3}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{32gH}{15V_0^2}$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \frac{32gH}{15V_0^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{15V_0^2 - 32gH}{15V_0^2}$$

$$V_0^2 + 2gH - \frac{15V_0^2 - 32gH}{15} = 2V_0^2 + 2gH - \frac{15V_0^2}{15}$$

$$\frac{88}{600} = \frac{22}{150} = \frac{11}{75}$$

$$620 + 62 = 682$$

$$\times 682$$



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



СТРАНИЦА
4 из 9

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!

После $L = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 + 2gh - v_0^2 \cos^2 \alpha}$. Возьмем производную и приравняем её к нулю, получим $-\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{2v_0^2 \sin \alpha}{2\sqrt{v_0^2 + 2gh - v_0^2 \cos^2 \alpha}} = 0$

После всех преобразований получим $16(v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh) = 2v_0^2 \sin \alpha$.

Отсюда $\sin^2 \alpha = \frac{32gh}{15v_0^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{15v_0^2 - 32gh}{15v_0^2}$. Подставим в L , тогда

$$L_{\max} = \frac{2v_0}{g} \sqrt{1 - \frac{32gh}{15v_0^2}} \sqrt{\frac{62}{15}gh} = 4 \sqrt{\frac{88}{600}} \sqrt{\frac{62 \cdot 32}{3}} \text{ м} = 4 \sqrt{\frac{88 \cdot 62 \cdot 32}{600 \cdot 3}} \text{ м}$$

$$= 4 \sqrt{\frac{11 \cdot 62 \cdot 32}{75 \cdot 3}} \text{ м} = 4 \sqrt{\frac{21824}{225}} \text{ м} = \frac{4}{15} \sqrt{21824} \text{ м}$$

Ответ: $H = 16 \text{ м}$;

Страница 2 из 2

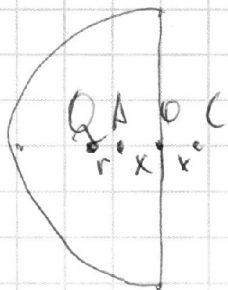


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 из 9

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!



$$r+x=\frac{R}{2}$$

$$\frac{3}{2}R \quad \frac{5}{2}R$$

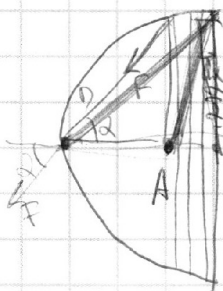
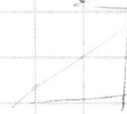
$$E_{пот1} + E_{кин1} = E_{пот2} + E_{кин2}$$

$$2R \cdot \frac{5}{2}R - \frac{2R - \frac{5}{2}R}{\frac{5}{2}R \cdot \frac{3}{2}R} = \frac{0,5R}{0,5R}$$

$$A_{пот2} + E_{кин2} = E_{кин2} = l$$

$$A_{пот2} = k \quad \frac{kqQ}{r} = k \Rightarrow r = \frac{kqQ}{k}$$

$$\left[\frac{P}{V} = \cos \alpha \right]$$

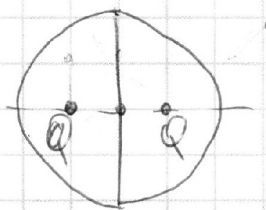


$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2} \quad F = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot dx \cdot R \sin \alpha \cdot R \sin \alpha =$$

$$= \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot dx \cdot 2R \sin^2 \alpha = \frac{Q dx \sin^2 \alpha}{\pi R}$$

$$\int F_x = \frac{Q dx \sin^2 \alpha}{R}$$

$$\left[\frac{kqQ dx \sin^2 \alpha}{R^3} \right] = dF_v$$



$$(\cos^2 \alpha) \quad Q \cos^2 \alpha \Big|_{45^\circ}^{90^\circ} = Q - \frac{Q}{2} = \frac{Q}{2}$$

$$\int F_x dx$$

$$\frac{2kqQ}{R} = k$$

$$\frac{682}{32}$$

$$\frac{21824}{375}$$

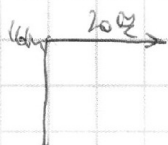
$$13,25 = 26 + 6,5 = 32,5$$

$$\frac{1364}{2046}$$

$$\frac{140 \cdot 4}{15} = 40M$$

$$\frac{yR}{2} = 16 \quad t = \sqrt{32}$$

$$S = 40\sqrt{32}$$





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!

