



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**

**Вариант 10-04**



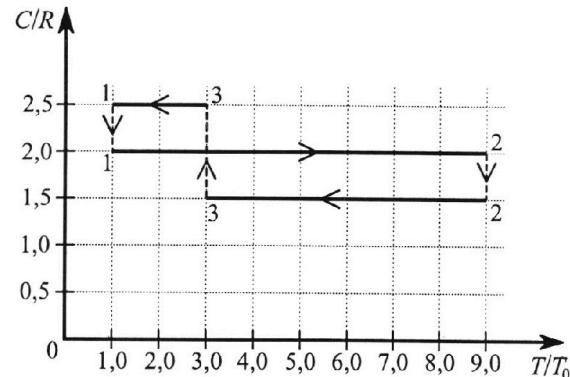
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 5$  моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 300 \text{ K}$ .

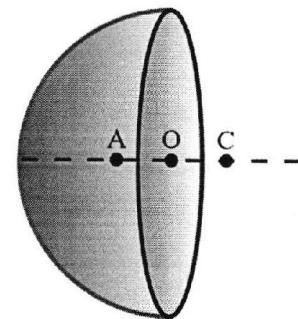
1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , где  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу  $A_1$  газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 400 \text{ кг}$  за  $N = 20$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ , универсальная газовая постоянная  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$ . 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  $\epsilon_0$ . 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.



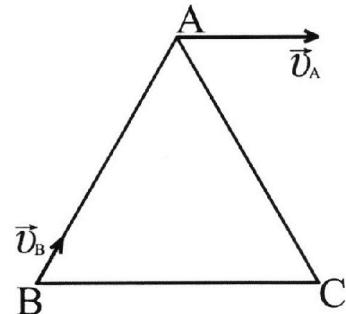
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.



- Найдите модуль  $v_A$  скорости вершины A.

- За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил один оборот?

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

- Найдите модуль  $R$  равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

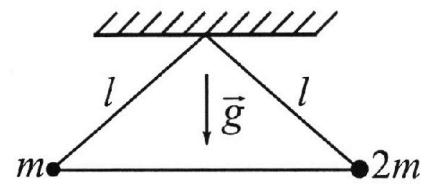
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

- 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/с<sup>2</sup>. 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.

- Найдите максимальное расстояние  $L_{\text{MAX}}$  между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

- Два шарика с массами  $m = 90$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_2$  ускорения шарика массой  $2m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .

- Найдите модуль  $a_2$  ускорения шарика массой  $2m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

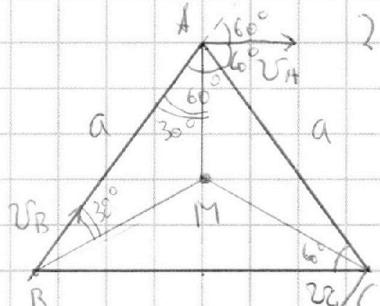
- Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.

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                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!



Углы между  $V_A$  и  $AC$  и  $V_B$  равны  
как наше значение. Тогда угол  
между  $V_A$  и  $AB$  равен  $60^\circ$ . Прекрасно

сторонами  $V_A$  и  $V_B$  на сторону  $AB$  равна т.к. плоскости

$$\text{плоскости} \Rightarrow V_B = V_A \cos 60^\circ \Rightarrow V_A = \frac{V_B}{\cos 60^\circ} = 2V_B = 0,8 \frac{m}{c}$$

Плоскость огорожена  $\Rightarrow$  её центр имеет какое-либо  
пересечение линий т.е. в точке  $M$ . Видим, что  $\triangle AMB$ -锐角  $\Rightarrow$

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

Значит, что  $V_A \perp AM$ . Длина окружности, но намного  
Будем делим  $\pi \cdot r$  на  $l = 2\pi \cdot AM = \frac{0,8\pi\sqrt{3}}{3} \text{ м}$ .  $l = V_A \cdot T \Rightarrow$

$$\Rightarrow T = \frac{l}{V_A} = \frac{0,8\pi\sqrt{3}}{3 \cdot 0,8} = \frac{\pi\sqrt{3}}{3} \text{ с. После этого будем краинка с}$$

своим ртом. Т.к. по условию масса мяча много меньше массы  
плоскости, то центр имеет скорость никаких сдвигов,  
а значит что система мая и продолжает вращение вокруг  $M$

$CM = AM \Rightarrow V_C = V_A$ . Но ИЗН:  $F = ma$ ; где наше загадка  $R = ma$ , т.е.  
а-центробежное силы. Реша гравитацию по окружности  $\Rightarrow$  на это расходы.  
Центробежное ускорение  $\Rightarrow a = \frac{V_C^2}{MC} = \frac{V_A^2}{AM} \Rightarrow R = ma = \frac{m^2\pi^2}{AM} -$

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

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

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**.



- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

~~20~~  
~~20~~

$H_{\max}$

~~+++~~

На редукторе не действует сила тяж. Поэтому можно использовать закон сохранения энергии для определения максимальной высоты подъёма:

$$\Rightarrow gh + \frac{v^2}{2} = gH_{\max} \Rightarrow H_{\max} = h + \frac{v^2}{2g} = 14,2m + \frac{36}{2 \cdot 10} = 14,2m + 1,8m = 16m.$$

Из ЗСУ вытекает что сила подъёма с одинаковыми по модулю спортивными 20 и одинаковыми усилиями к тросам (см. рис.)

т.к. усилия одинаковые на оба. Время падения обеих одинаково равно  $t_B$ , времени полёта  $t_B$ ;  $L = v_0 \cos(\theta_B + \theta_B)$ . При этом:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_{\max} + v_0 \sin \theta_B = \frac{gt_B^2}{2} \\ H_{\max} = v_0 \sin \theta_B = \frac{gt_B^2}{2} \end{array} \right.$$

Возьмем из первого уравнения, получим:

$$v_0 \sin \theta_B = \frac{g(t_B^2 - t_H^2)}{2} \Leftrightarrow v_0 \sin \theta_B = \frac{g(t_B - t_H)}{2}$$

Приведём систему к виду квадратичного уравнения:

$$\left\{ \begin{array}{l} gt_B^2 - 2v_0 \sin \theta_B t_B - 2H_{\max} = 0 \\ gt_H^2 + 2v_0 \sin \theta_B t_H - 2H_{\max} = 0 \end{array} \right.$$

Решим их, выделив разность на константный корень, т.к. отрицательных корней это может привести если например надо поднимать груз.

$$t_B = \frac{2v_0 \sin \theta_B + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \theta_B + 8gH_{\max}}}{2g}$$

$$t_H = \frac{-2v_0 \sin \theta_B + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \theta_B + 8gH_{\max}}}{2g}$$

$$= \frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \theta_B + 2gH_{\max}}}{g} = \frac{2\sqrt{v_0^2 + 2gh_{\max} - 2v_0^2 \cos^2 \theta_B}}{g}$$

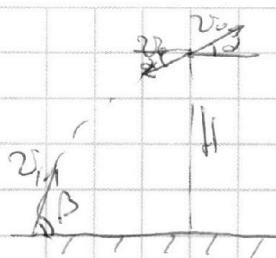
$$\Rightarrow t_B + t_H = \frac{\sqrt{4v_0^2 \sin^2 \theta_B + 8gH_{\max}}}{g} =$$

Страница 1 из 2  
проверяется 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 7СТРАНИЦА  
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!



Задачи решены, что траектории полета  
одинаковы - сферы переданы.

$$3(\text{д}): \frac{mV_0^2}{2} = mV_0^2 + mgH \Rightarrow V_0 = \sqrt{2g^2 + 2gh} =$$

$= \sqrt{400 + 2 \cdot 10 \cdot 16} = \sqrt{720} \text{ м}$ . Ока пострадала ико зависть  
от угла. Но  $V_0 \cos \beta = V_0 \cos \alpha$ , т.к. траектории одинаковые.

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

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{\sqrt{1440}}{40} = \frac{\sqrt{360}}{40} = \frac{3\sqrt{10}}{10} > 1 \Rightarrow \text{такого угла не имеется.}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{V_0^2}{g}, \text{т.к. } \alpha = 45^\circ \Rightarrow L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} = \frac{720}{10} = 72 \text{ м.}$$

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

Страница 2 из 2

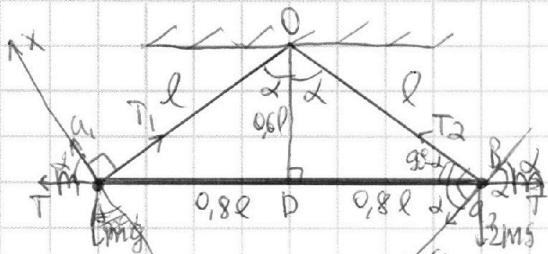


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 система обводнена, она кардинально меняется. При этом кинетика неизменна и неизвестна. сразу после того, как шар отпущен, он сорвется вправо. При движении по окружности есть центростремительное и тангенциальное ускорение. Тангенциальное ускорение - это всегда оно есть, но в начальный момент сорвавшись, оно является центростремительным. Ускорение, равное  $0 \Rightarrow$  некое ускорение есть тангенциальное ускорение, т.е.  $a_2 \perp OB$ .  $\angle DOB = \alpha$  из чертежа.  $\sin \alpha = \sin \angle DOB = \frac{0.8l}{l} = 0.8$ .

Запишем II ЗН для шарика массой  $m$  в проекциях на оси: ( $T_1, x$ )  
 $ma_{1x} = T \cos \alpha - mg \cos(90^\circ - \alpha)$  т.е.  $ma_{1x} = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$

Запишем II ЗН для шарика массой  $2m$  в проекциях на оси: ( $T_2, y$ )

$$2ma_{2y} = -T \cos \alpha + 2mg \cos(90^\circ - \alpha) \text{ т.е. } 2ma_{2y} = -T \cos \alpha + 2mg \sin \alpha.$$

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

Рассуждаем следующим образом:

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

Сложив эти два уравнения, получим:

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

Подставляем это в ①:  $mg \sin \alpha = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow T \cos \alpha = \frac{4mg \sin \alpha}{3} \Rightarrow T = \frac{4mg \tan \alpha}{3} = \frac{4 \cdot 0.09 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot \frac{8}{3}}{3} = \frac{4 \cdot 0.9 \cdot 4}{3} = \frac{16}{3} \cdot \frac{9}{10} = 1.6 \text{ Н.}$$

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



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**.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
7 из 9

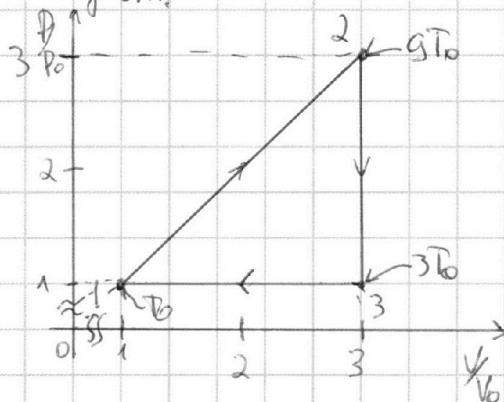
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. из однотактной, то  $i=3$ .  $C_V = \frac{c}{2} R = \frac{3}{2} R$  - меньшее изолировано

$C_P = \frac{c+2R}{2} = \frac{5}{2} R$  - меньшее изолировано  $\Rightarrow$  процесс 1-3 изолирован

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

$P/V = \text{const}$ , значит на PV-диаграмме это линия. Процессы 3-4 - изолированное сжатие, т.к. на нем температура не меняется. Процессы 2-3 - изолированное понижение давления, т.к. температура на нем тоже не меняется.



Давление изолировано в Т.2 в 3 раза выше, чем в точке 1, т.к.  $P_0 V_0 = 3 P_0 T_0$ ;  $3 P_0 \cdot 3 V_0 > P_0 V_0$ . Температура в 3 раза выше.

Година газа за счет изолированного излучения.

$$A_1 = \frac{1}{2} (3P_0 - P_0) \cdot (3V_0 - V_0) = 2P_0V_0; \text{ но } P_0V_0 = PR_0$$

$$\text{Но } A_1 = 2P_0RT_0 = 2 \cdot 5 \cdot 831 \cdot 300 = \\ = 2 \cdot 5 \cdot 831 \cdot 3 = 8310 \cdot 3 = 24930 \text{ Дж.}$$

За 1 год газ излучает радиоактивность  $N_A$ ; из условия  $\eta N_A = MgH$ , где  $\eta = 50\%$   $\Rightarrow H = \frac{\eta N_A}{Mg} = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 24930}{400 \cdot 10} =$

$$= \frac{24930 \cdot 0,5}{400 \cdot 10} = \frac{2493}{40} \text{ М} = \frac{2400 + 80 + 13}{40} \text{ М} = 62 \frac{13}{40} \text{ М} = 62,325 \text{ М.}$$

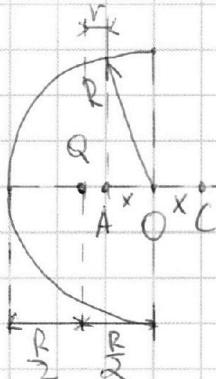
Ответ:  $A_1 = 24930 \text{ Дж.}$ ;  $H = 62,325 \text{ М.}$

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.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



Запомни, что на однородно заряженную полусферу можно "столкнуть" заряда так, как показано на рисунке. При этом движение происходит всплескание для всех точек, движущихся за пределами  $E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} = \text{const}$ .

$$E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} = E_{\text{пот}} k + E_{\text{кин}} \text{ т.к. } \Delta E_{\text{пот}} = 0$$

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

$$\text{При этом } x+r = \frac{R}{2} \Rightarrow x = \frac{R}{2} - r = \frac{R}{2} - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 k}. \text{ Запишем 3У для } O.$$

$$E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} = E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} \Rightarrow E_{\text{кин}} = \text{Апогей} - \frac{kqQ}{r} = \frac{kqQ}{\frac{R}{2}} =$$

$$= \frac{bQq}{r} - \frac{2bQq}{R} = k - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R} = k - \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R} = \frac{m\omega^2}{2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{2k}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R m}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R m}}. \text{ Аналогично для точки } C. E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}} = E_{\text{пот}} + E_{\text{кин}}$$

$$\text{Апогей} \rightarrow C = E_{\text{кин}} C \text{ т.е. } \frac{m\omega^2}{2} = \frac{bQq}{r} - \frac{bQq}{\frac{R}{2}+x} = k - \frac{bQq}{R - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 k}} =$$

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

$$\text{Ответ: } \omega_0 = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{Qq}{\pi\epsilon_0 R m}}; \omega_C = \sqrt{\frac{2k}{m} - \frac{2Qq}{4\pi\epsilon_0 R m - \frac{Qq}{k}}}.$$

P.S. Учтывая что моя задача одна, то я поместил "следующую страницу" в конце решения, так как предыдущие 2 полусфера и сферы имели разные заряды. То есть первыми были сферы, а для второй задачи моя страница будет страницей 2, следующую страницу я поместил в конец предыдущей, так как 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**.

- |                                       |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$\begin{array}{r} \times 120 \\ \hline 12 \\ \hline 1920 \end{array}$$

$$gt_B^2 - 2v_0 \sin \alpha t_B - 2H_{\max} = 0$$

$$D = \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8H_{\max}}$$

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

$$gt_H^2 + 2v_0 \sin \alpha t_H - 2H_{\max} = 0$$

$$D = \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8H_{\max}}$$

$$v_0 \sin \alpha (t_H + t_B) = \frac{g(t_B^2 - t_H^2)}{2} \Rightarrow \text{т.е. } v_0 \sin \alpha = \frac{g(t_B - t_H)}{2} \quad t_H = 2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8H_{\max}}$$

$$\left( \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 + 2gh} \right) = -\frac{2v_0 \sin \alpha + 1}{g} \quad 2v_0 \sin \alpha = 0$$

$$-\Delta(\sin^2 \alpha) = \Delta(\cos^2 \alpha) \Rightarrow \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha$$

$$\ell_0 = \frac{1}{400}$$

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

$$\frac{2}{g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{\sqrt{v_0^2 + 2gh + 2v_0^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$L = \frac{2v_0}{g} \sqrt{\frac{1520^2 - 32gh}{1520^2}}$$

$$3200 + 6 \cdot 320 = 4 \sqrt{\dots} = v_0 g \sin \alpha$$

$$3200 = 3200 + 1800 + 200 \Rightarrow$$

$$= 5120 \quad 16(v_0^2 + 2gh) - 2v_0^2 \sin^2 \alpha = 2v_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$\frac{320 \cdot 16}{15 \cdot 400} = \frac{5120}{6000} \quad 32gh = 1520 \sin^2 \alpha$$

$$4 \cdot \frac{880}{6000}$$

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

$$620 + 62 = 682$$

$$\frac{682}{320}$$

$$20 \sin^2 \alpha = \frac{32gh}{1520}$$

$$\frac{62 \cdot 16}{1520} = \frac{62 \cdot 32}{3}$$

$$1 - \cos^2 \alpha = \frac{32gh}{1520} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1520^2 - 32gh}{1520^2}$$

$$v_0^2 + 2gh - \frac{1520^2 - 32gh}{15} = 2v_0^2 + 2gh - 2v_0^2 + 32gh$$



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**.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

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!

Решение  $L = \frac{2V_0 \cos \alpha \sqrt{2g^2 + 2gh - 2V_0^2 \cos^2 \alpha}}{g}$ . Воспользуемся

$$\text{Константами её параметров, получив } -\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} + \frac{2V_0^2 \sin^2 \alpha}{2\sqrt{2g^2 + 2gh - 2V_0^2 \cos^2 \alpha}} = 0$$

После всех преобразований получим  $16(2V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh) = 2V_0^2 \sin^2 \alpha$ .

$$\text{Отсюда } \sin^2 \alpha = \frac{32gh}{15V_0^2} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{15V_0^2 - 32gh}{15V_0^2} \text{. Подставив в } L, \text{ получим}$$

$$L_{\max} = \frac{2V_0}{g} \sqrt{1 - \frac{32gh}{15V_0^2}} \sqrt{\frac{62}{15} gh} = 4 \sqrt{\frac{88}{600}} \sqrt{\frac{62 \cdot 32}{3}} M = 4 \sqrt{\frac{88 \cdot 62 \cdot 32}{600 \cdot 3}} M =$$

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

$$\text{Ответ: } H = 16 \text{ м;}$$

Страница 2 из 2

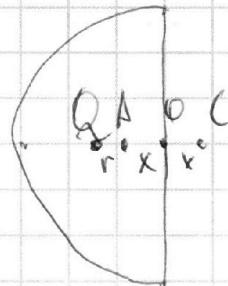


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 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!



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

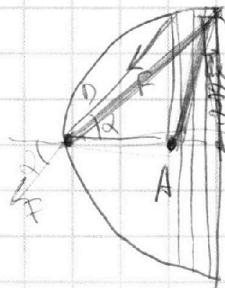
$$\frac{3}{2}R \quad \frac{5}{2}R$$

$$2R - ? \\ \frac{5}{2}R - 2R = \frac{5}{2}R - \frac{4}{2}R = \frac{1}{2}R \\ PV = \frac{1}{2}R \cdot \pi R^2 = \frac{\pi R^3}{2}$$

$$\text{Болт} + \text{Бкин} 1 = \text{Бкин} 2 + \text{Бкин} 3$$

$$\text{Болт} + \text{Бкин} 1 = \text{Бкин} 2 = l \\ \frac{P}{V} = \frac{Q}{r} \Rightarrow r = \frac{Q}{P}$$

$$\frac{P}{V} = \cos \theta$$



$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2}$$

$$F = \int dx \cdot R \sin \theta \tau R \sin \theta =$$

$$= \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot d x \cdot 2\pi R \sin \theta = \frac{Q d x \sin \theta}{R^3}$$

$$\int F_x dx = \frac{Q d x \sin \theta}{R}$$

$$\left[ \frac{Q d x \sin \theta}{R^3} \right] = -F_x$$

$$(Q \cos \theta) \Big|_{45^\circ}^{30^\circ} = Q \theta - \frac{Q}{2} = \frac{Q \theta}{2}$$

$$\int F_x dx$$

$$\frac{2QdQ}{R} = K \frac{682}{32}$$

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

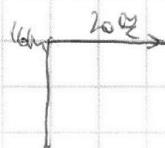
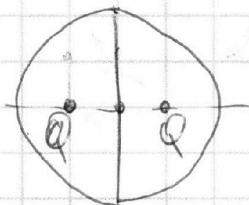
$$13 \cdot 2,5 = 26 + 6,5 = 32,5 + \frac{1364}{2046}$$

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

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

$$7$$

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





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!

