



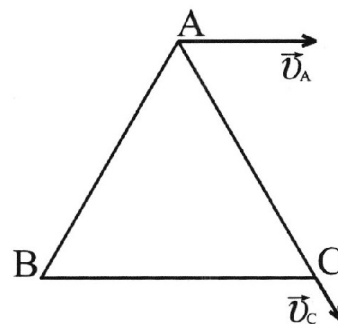
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент  $t = 0$  оказалось, что скорость  $\vec{v}_A$  точки A параллельна стороне BC и по величине равна  $v_A = 0,6$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника  $a = 0,3$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой  $m = 60$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

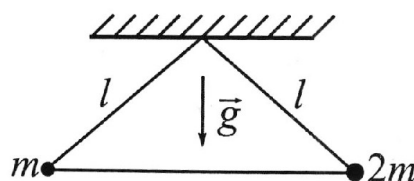
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 30$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами  $m = 200$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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



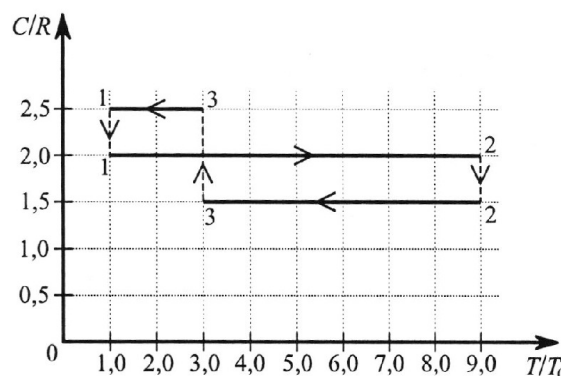
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 1$  моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 200$  К.

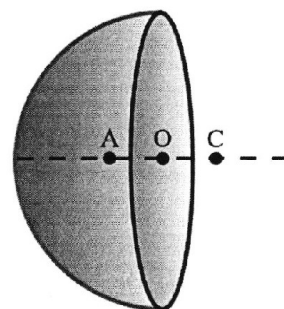


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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  $M = 415$  кг за  $N = 25$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, 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  $q$ . В точке О кинетическая энергия частицы равна  $K$ .



1. С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

Дано:

$$|\vec{v}_A| = 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$|\vec{v}_C| = ?$$

$$a = 0,3 \text{ м}$$

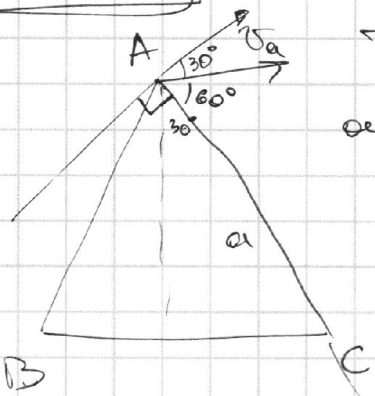
$$h = ?$$

$$h = 8$$

$$m = 6 \text{ кг}$$

$$R = ?$$

Решение



Т.к. отрезок AC - абсолютно тв. тело, то:

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

$$= 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{3}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Т.к.  $\sum \vec{F}_{\text{внешних}} = 0$

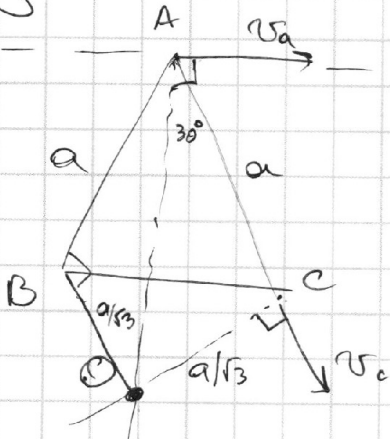
и  $\sum \vec{M}_{\text{внешних сил}} = 0$ ,

ведь внешних сил нет, то  $\vec{\omega} = \text{const}$   
Если можно посчитать относит. любой точки, посчитаем относит. C:  $v_A \sin 60^\circ = a\omega$

$$\Rightarrow \omega = \frac{\sqrt{3} v_A}{2a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,6 \text{ м/с}}{2 \cdot 0,3 \text{ м}} = \sqrt{3} \text{ с}^{-1}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi h}{\omega} = \frac{2\pi \cdot 8}{\sqrt{3} \text{ с}^{-1}} = \frac{16\sqrt{3}\pi}{3} \text{ с}$$

Найдём мгновенный центр вращения:



Раз  $\omega = \text{const}$ , то ускорение точки B будет ~~только~~  $\parallel BO$  (будет только нормальное).

В силу симметрии  $CO \perp AC \Rightarrow AB \perp BO$ .

$$\Rightarrow BO = AB \cdot \tan \angle BAO = a \cdot \tan 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow a_B = \omega^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{3 v_A^2}{4 a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} v_A^2}{4 a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,36 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{4 \cdot 0,3 \text{ м}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,09}{0,3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{\sqrt{3}}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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**.



СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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

Т.к.  $m \ll M_{\Delta ABC}$ , то  $a_{\text{мужик}} = a_B$

по II З.Н.:  $\vec{a}_B \parallel BO$

$\Rightarrow$  по осев BO  $ma_B = R =$

$$= 60 \text{ кг} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$= 18\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} = \sqrt{18\sqrt{3}} \text{ мкН}$$

— Вдоль  $\vec{BO}$

~~Вдоль~~

Ответ:  $v_c = \frac{v_a}{2} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$\tau = \frac{\gamma_{II} \cdot \gamma_{a1}}{\sqrt{3} v_a} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \text{ с}$$

$$\cancel{\tau = \frac{\gamma_{II} \cdot \gamma_{a1}}{\sqrt{3} v_a} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \text{ с}}$$

$$R = \frac{m \cdot \sqrt{3} v_a^2}{4 a_1} = 18\sqrt{3} \text{ мкН}$$



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

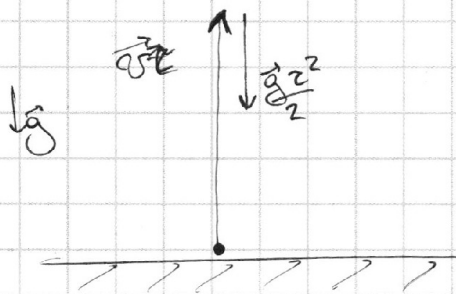
1 из 3

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!

Дано:

$h = 15 \text{ м}$   
 $\tau = 1 \text{ с}$   
 $H = ?$   
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$   
 $v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $L_{\text{max}} = ?$

Решение:



пусть  $v$ -ого нач. ско-  
 рость.

$$v\tau - \frac{g\tau^2}{2} = h$$

$$\Rightarrow v = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}$$

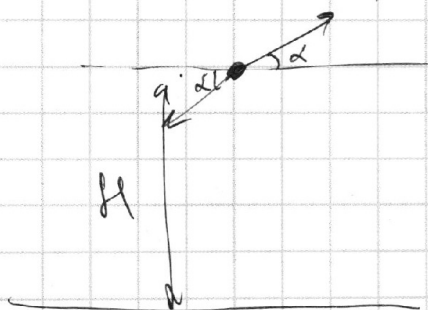
$$H = \frac{v^2 - 0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}\right)^2}{2g} = \frac{h^2}{2g\tau^2} + \frac{gh}{g} + \frac{g^2\tau^2}{2g} = \frac{h^2}{2g\tau^2} + h + \frac{g\tau^2}{2}$$

формула  
 перемещения  
 без времени

$$H = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{(15 + 5)^2}{20} \text{ м} = \boxed{20 \text{ м}}$$

Найдём  $L_{\text{max}}$ :

подойдём к решению задачи векторно:

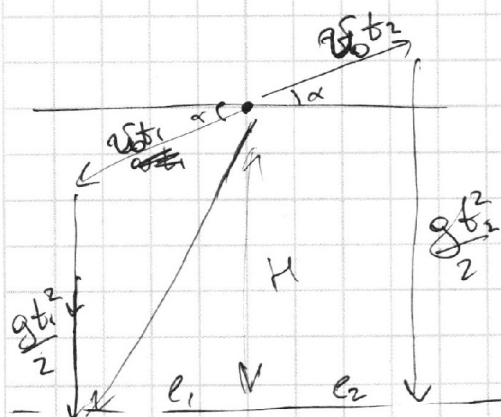


~~Внешних сил нет~~

$\Rightarrow$  ц.м. (центр масс)

будет падать (до первого удара, по крайней мере) как шарик без взрыва (с  $\vec{g}$  вниз), т.е. осколки движутся

массой, то скорость второго равна  $-v_0$  (по 3-й) (по 3-й).



$$\Rightarrow \frac{g t_1^2}{2} + \frac{g t_2^2}{2} = H \Rightarrow (t_1^2 + t_2^2) g = 2H$$

$$L = v_0(t_1 + t_2) \cos \alpha$$



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.

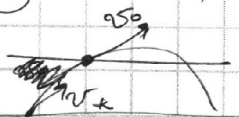
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!

① + ②:  $g(t_1^2 + t_2^2) + 2v_0 \sin \alpha (t_1 - t_2) - 4H = 0$   
 $\Rightarrow g(t_1^2 + t_2^2) - \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - 4H = 0$   
 $t_1^2 + t_2^2 = \frac{4H}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$   
 $(t_2 - t_1)^2 = t_1^2 + t_2^2 - 2t_1 t_2 = \frac{4H}{g} + \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} - 2t_1 t_2$   
 $-2t_1 t_2 = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$   
 $\Rightarrow t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$   
 $\Rightarrow t_1 + t_2 = \sqrt{(t_2 - t_1)^2 + 4t_1 t_2} = \sqrt{\frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{8H}{g}}$   
т.к.  $(t_1 + t_2) \cos \alpha = \frac{L}{v_0} \rightarrow \max$   
 $\Rightarrow (t_1 + t_2) \cos \alpha \rightarrow \max$   
 $\Rightarrow (t_1 + t_2) \cos^2 \alpha = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{g^2} + \frac{8H \cos^2 \alpha}{g}$

Развернём во времени движение из левого кусочка. И преведём сна-гала его, а потом запустим правый кусочек в нормальном времени. Если окажется, что мы запустим с земли какой-то кусочек, затем он пролетит точку взрыва, а потом упадёт где-то дальше. найдём его скорость внизу параболы:





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

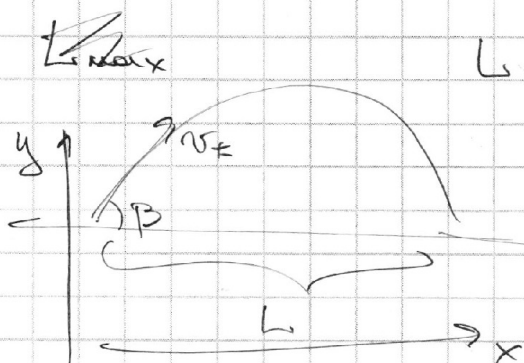
СТРАНИЦА

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!

3C2:

$$\frac{mv_x^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$
$$v_x = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$



$L \rightarrow \max$

$$L = v_x \cdot t = v_x \cos \beta \cdot \frac{2v_x \sin \beta}{g} = \frac{2v_x^2 \sin \beta \cos \beta}{g} \leq \frac{v_x^2}{g}$$

при  $\beta = 45^\circ$

$$\rightarrow L_{\max} = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = \frac{900}{10} \text{ м} + 2 \cdot 20 \text{ м} = 130 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{\left(\frac{v_0^2}{2} + \frac{g^2}{2}\right)^2}{2g} = 20 \text{ м}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = 130 \text{ м}$$



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!

Дано:

$$m = 200 \text{ г}$$

$$L = 1,2 \text{ м}$$

$$\alpha = ?$$

~~g~~

$$a_1 = ?$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

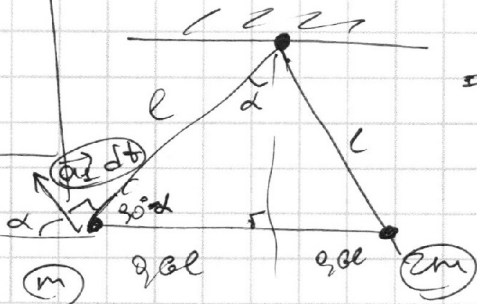
$$T = ?$$

Решение:

Через время  $dt$  ( $dt$  - <sup>го</sup> дифференциал ~~dt~~  
 $dt \rightarrow a$ ) скорость  $m$  будет равна  $\vec{a}_1 dt$ .  
 $\Rightarrow$  А шарик движется  $\perp$  своей нити  
 $\Rightarrow \vec{a}_1 \perp$  левой нити!

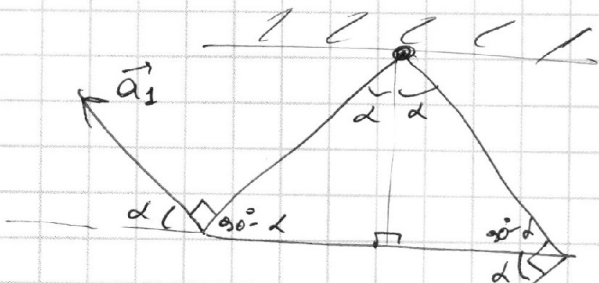
$$\Rightarrow \sin \alpha = 0,6 = \frac{3}{5}$$

$$a \text{ его перемещение } \Delta S = \frac{\vec{a}_1 dt^2}{2}$$



Решение 2 В.Н. на ось  $\perp \vec{a}_1$ :

Т.к. система из начального покоялась ( $v=0$ ), то работает кин. связь для ускорений на стержнях: ( $\vec{a}_2 \perp$  правой нити)



$$\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha$$

$$\boxed{a_2 = a_1} \equiv a$$

2 В.Н. ::

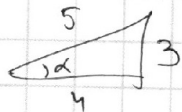
1) на ось  $\parallel \vec{a}_1$  для  $m$ :

$$ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

2) на ось  $\parallel \vec{a}_2$  для  $2m$ :

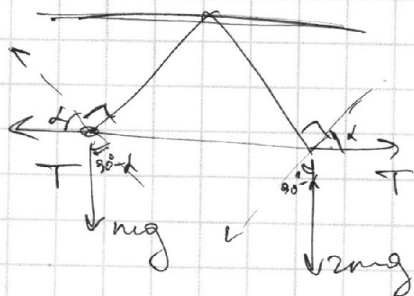
$$2ma = 2mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

~~cos alpha~~



$$\sin \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{4}{5}$$





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!

$$\rightarrow \begin{cases} ma = \frac{4}{5}T - \frac{3}{5}mg & (1) \\ 2ma = \frac{6}{5}mg - \frac{4}{5}T & (2) \end{cases}$$

$$\text{где } a = a_1 = a_2$$

$$\Rightarrow 2 \cdot (1) = (2) \Rightarrow \frac{8}{5}T - \frac{6}{5}mg = \frac{6}{5}mg - \frac{4}{5}T$$

$$12T = 12mg$$

$$\boxed{T = mg}$$

$$a_1 = a = \frac{4T - 3mg}{5m} = \frac{mg}{5m} = \boxed{\frac{g}{5}}$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = 0,6 = 3/5$$

$$a_1 = g/5 = 2 \frac{m}{c^2}$$

$$T = mg = \boxed{2H}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

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

Дано:

$$\gamma = 1,4$$

$$T_0 = 200 \text{ K}$$

$$P/P_0 (V/V_0) - ?$$

$$Q_1 - ?$$

$$\eta - ?$$

$$M = 4,15 \text{ кг}$$

$$N = 25$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\eta = \frac{1}{2}$$

Решение: п.нт.

$$C_p = \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV + \frac{3}{2}RdT}{dT} = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{dT}$$

Зн-е Менделеева-Клапейрона:

$$d(PV) = d(RdT) \quad PV = RT$$

$$\Rightarrow d(PV) = pdV + dP \cdot V = d(RdT) = RdT$$

$$\Rightarrow C = \frac{3}{2}R + \frac{pdV}{pdV + dP \cdot V} \cdot R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{dP \cdot V}{pdV}}$$

$$1 \rightarrow 2; C_1 = 2R \text{ и } T \uparrow$$

$$2 \rightarrow 3; C_2 = 1,5R \text{ и } T \downarrow$$

$$3 \rightarrow 1; C_3 = 2,5R \text{ и } T \downarrow$$

$$1) 1 \rightarrow 2; C_1 = 2R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{dP \cdot V}{pdV}} = \frac{R}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{dP \cdot V}{pdV} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{dP}{P} - \frac{dV}{V} = 0$$

Рассмотрим в общем случае;

$$\frac{dP}{P} + \gamma \frac{dV}{V} = 0$$

$$\Rightarrow \int \left( \frac{dP}{P} + \gamma \frac{dV}{V} \right) = \int \frac{dP}{P} + \int \frac{dV}{V} \cdot \gamma = \ln P + \gamma \ln V + \text{const} = \ln P + \ln V^\gamma + \text{const} = \ln PV^\gamma + \text{const} = 0$$

$$\Rightarrow PV^\gamma = \text{const}$$



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!

Результат:  $\frac{dp}{p} = \frac{dV}{V}$  в  $1 \rightarrow 2$   $\frac{dp}{p} - \frac{dV}{V} = 0$   
 $\Rightarrow pV^{-1} = \text{const}$   
 $\Rightarrow p = dV, \text{ где } d = \text{const}$

2)  $2 \rightarrow 3$ :  $C_2 = \frac{3}{2}R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{dp}{p} \frac{dV}{dV}} = \frac{3}{2}R$

$\Rightarrow \frac{dp}{p} = \infty$  ("это равно  $\infty$ ")  
 $\Rightarrow dV = 0$  "это изохора"

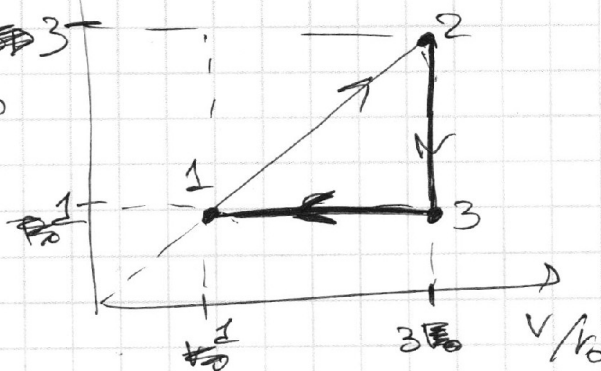
3)  $3 \rightarrow 1$ :  $C_3 = \frac{5}{2}R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{dp}{p} \frac{dV}{dV}} = \frac{3}{2}R$

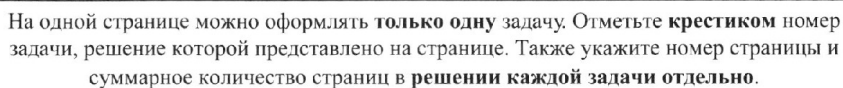
$\Rightarrow \frac{dp}{p} = 0 \Rightarrow dp = 0$   
 $\Rightarrow$  "изобара"

$T_1 = T_0 = \frac{p_0 V_0}{\gamma R}$   
 $T_2 = 9T_0 = \frac{(3p_0)(3V_0)}{\gamma R}$   
 $T_3 = 3T_0 = \frac{p_0 (3V_0)}{\gamma R}$

Результат  $T_2 = 9T_0 \sim pV$ , а  $p \sim V$ , то

$\frac{p_2}{p_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$ , где  $3^2 = 9$







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  
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!

Дано:

$Q$   
 $R$   
 $m$   
 $q$   
 $v_-?$   
 $E_0$   
 $v_c?$

Решение:

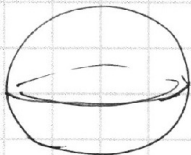
примем  $\varphi_\infty = 0$

ЗСД:  $q\varphi_0 + K = \frac{mv^2}{2}$

$$\varphi_0 = \int \frac{k dQ}{R} = \frac{kQ}{R}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2kQq + K}{m}} = \sqrt{\frac{2kQq + kR}{mR}}$$

поле внутри равномерно заряженной сферы — 0.  
→ потенциал внутри нее равен потенциалу в центре, где  $\frac{kQ}{R}$  сферы (0 от-  
сутствие других зарядов)

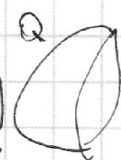


т.к.  $d\varphi = E \cdot dr$

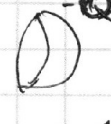
существование других зарядов

Найдём потенциал  $\varphi_c$  следующим образом:

метод суперпозиции



=



с симметрией

В точке c:  $\varphi_c = -\frac{kQ}{R} = -\varphi_A$

ЗСД:  $q\varphi_A = \varphi_0 q + K \Rightarrow \varphi_A = \varphi_0 + \frac{K}{q} = \left[ \frac{kQ}{R} + \frac{k}{q} \right]$

$A \rightarrow 0$

$$\varphi_c = -\varphi_A + \frac{kQ}{R} = \boxed{-\frac{k}{q}}$$

ЗСД:

$0 < r < R$

$$\varphi_0 q + K = \frac{mv^2}{2} + \varphi_c q$$

$$\frac{kQ}{R} + k = \frac{mv^2}{2} - K$$

$$v_c = \sqrt{\frac{2(kQ + 2kR)}{mR}}$$



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!

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow U = \sqrt{\frac{2\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Qq + kR\right)}{mR}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(Qq + 4\pi\epsilon_0 kR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$$

$$U_c = \sqrt{\frac{2\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Qq + 2kR\right)}{mR}} = \sqrt{\frac{(Qq + 8\pi\epsilon_0 kR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$$

~~Решение~~

Ответ:  $U = \sqrt{\frac{(Qq + 4\pi\epsilon_0 kR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$

$$U_c = \sqrt{\frac{(Qq + 8\pi\epsilon_0 kR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$$



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!

$$L = v_0(t_1 + t_2) \cos \alpha \rightarrow t_1 + t_2 = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = \frac{g t_1^2}{2} \cdot l_2 + \frac{g t_2^2}{2} \cdot l_1$$

$$2H(L) = g(t_1^2 l_2 + t_2^2 l_1) \rightarrow \max$$

const

$$l_2 \sim t_2^2$$

$$(l = v_0 \cos \alpha t)$$

$$t_1^2 t_2 + t_2^2 t_1 \rightarrow \max$$

$$t_1 t_2 (t_1 + t_2) \rightarrow \max$$

$$H = \frac{g t_1^2}{2} + v_0 t_1 \sin \alpha = \frac{g t_2^2}{2} + v_0 t_2 \sin \alpha$$

$$g t_1^2 + 2 v_0 \sin \alpha t_1 - 2H = 0 \quad (1)$$

$$g t_2^2 - 2 v_0 \sin \alpha t_2 - 2H = 0 \quad (2)$$

$$(1) - (2): g(t_1^2 - t_2^2) + 2 v_0 \sin \alpha (t_1 + t_2) = 0$$

$$(g(t_1 - t_2) + 2 v_0 \sin \alpha)(t_1 + t_2) = 0$$

$$\rightarrow g(t_2 - t_1) = 2 v_0 \sin \alpha$$

$$t_2 - t_1 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$t_2 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{L}{v_0 \cos \alpha} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + g L}{2 g v_0 \cos \alpha}$$

$$t_1 = \frac{-2 v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$



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  
\_\_ 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!

