



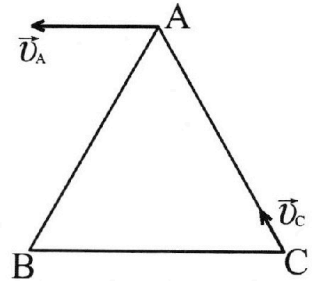
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-01

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  $v_A = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника  $a = 0,2$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.

2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой  $m = 100$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

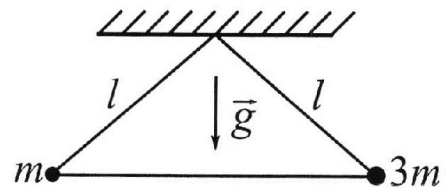
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/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  $V_0 = 20$  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  $m = 0,1$  кг и  $3m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  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.



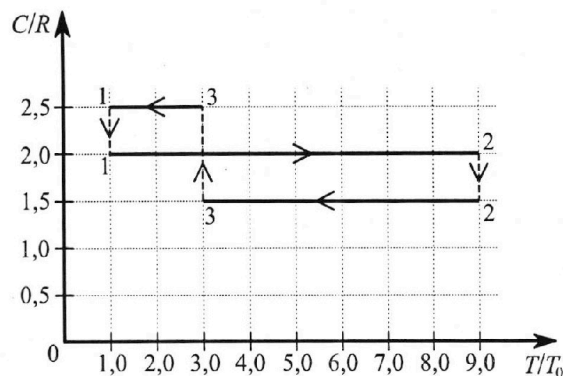
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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



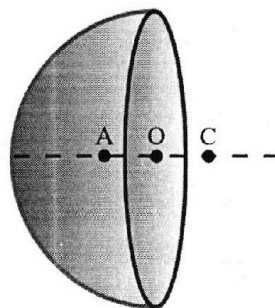
1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 150$  кг за  $N = 10$  циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/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.

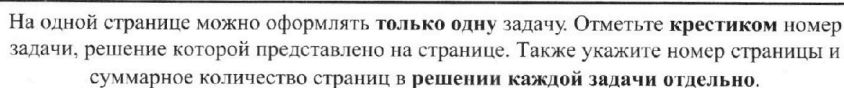
5. По поверхности закрепленной диэлектрической полусферы однородно распределен заряд  $Q$ . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние  $R$ . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой  $m$ , заряд  $q$ . В точке О частица движется со скоростью  $V_0$ .



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

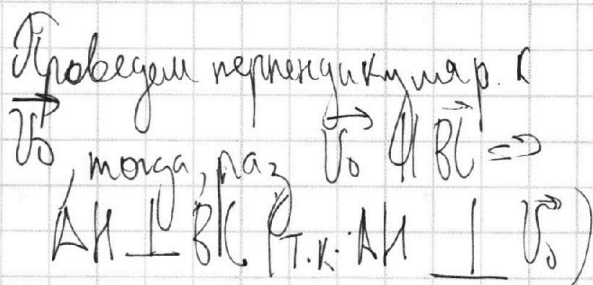
2. Найдите скорость  $V_C$ , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

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



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!



Пусть  $f \rightarrow$  точка касат. пересечения

перпендикуляр, тогда раз  $AN \perp BC \rightarrow AN \rightarrow \text{высота} \rightarrow$

т.к.  $\triangle ABC \rightarrow$  равнобедренный  $\Rightarrow AH \rightarrow$  высота  $\rightarrow$

Бис-са  $\rightarrow$  метил-н  $\Rightarrow$  Проведем параллелизм

к  $\mathcal{U}_s$ , тогда пусть  $O \rightarrow$  точка пересечения прямой  $AK_n$

pernyataan  $\vec{v}_C$  mungkin  $AK \rightarrow \text{Suda} \rightarrow$

$$\angle = \frac{\angle BAC}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ, \triangle AOC \text{ ngy t.v. } \angle AOC \perp \alpha \Rightarrow$$
$$AO - \text{zunovana} \Rightarrow OC = AO \cdot \sin \alpha = \frac{RO}{2} \quad \text{manga mounka}$$

$O \rightarrow$  инверсионный центр. Вершина.

$$m = \text{const} = \frac{v_0}{A\theta} = \frac{v_c}{OC} \Rightarrow v_c = \frac{v_0 \cdot OC}{A\theta} = \frac{v_0}{2} = 0,2 \text{ m/c}$$

Т.к.  $u, m$ : ~~только~~  $\Rightarrow$   $u, m$   $\Rightarrow$  пересечение

меднак, ~~тогда~~, а меднакна димитиа точкой

пересечение  $\frac{2}{1}$  миним. см. вершины  $\Rightarrow$ . Пусть  $M \rightarrow$  точка  
пересечения медиан,

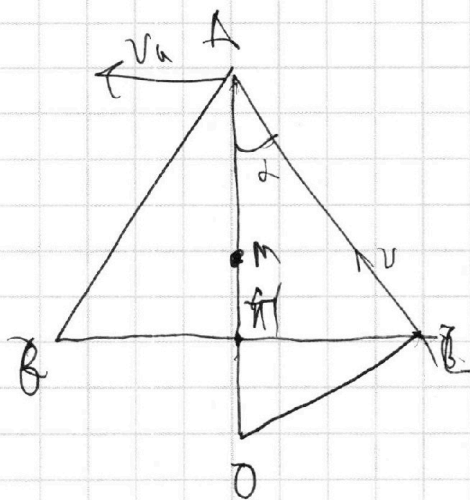


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Найдем  $AM \rightarrow$ .

из  $\triangle AKB \rightarrow n_{AB} \rightarrow AB \rightarrow \text{аналогично}$   
 $AM = \frac{AB}{\cos \alpha}$

$$AM = \frac{2}{3} \frac{AB}{\cos \alpha} = \frac{2}{3} \frac{AB \cdot \cos \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

Найдем. Как ранее было показано.

$AD =$  из  $\triangle AOC \rightarrow n_{AC} \rightarrow AO \rightarrow \text{аналогично}$

$$AO = \frac{AC}{\cos \alpha} \Rightarrow OM = AO - AM = \frac{AC}{\cos \alpha} - \frac{2AC \cdot \cos \alpha}{3} =$$

$$= \frac{2AC}{\sqrt{3}} - \frac{2AC \sqrt{3}}{3 \sqrt{3} \cdot 2} = \frac{AC}{\sqrt{3}} \Rightarrow OM = \frac{AC}{\sqrt{3}};$$

$$u = \text{const} = \frac{v_{\text{cm}}}{OM} = \frac{v_A}{OA} \Rightarrow$$

$$v_{\text{cm}} = \frac{OM v_A}{OA} = \frac{v_A}{2}; \text{ тогда; перейдем в } \triangle OAM, \text{ где } (v_A \rightarrow \text{скорость в } \triangle OAM)$$

$\rightarrow$  необходим  $\rightarrow$  центр вращения;  $v_A = \frac{v_A}{2} \Rightarrow v_A - v_{\text{cm}} = \frac{v_A}{2}$ ; тогда

$$W = \frac{v_A}{AM} = \frac{v_A \cdot 3}{4 \cdot \cos \alpha} = \frac{v_A \cdot \sqrt{3}}{2} \Rightarrow$$

$$\rightarrow \text{оборота} \rightarrow 6\pi \Rightarrow W T = 6\pi \Rightarrow T = \frac{6\pi}{W} = \frac{6\pi \cdot 2}{v_A \cdot \sqrt{3}} =$$

$$= \frac{4\sqrt{3}\pi}{v_A} = \frac{4\sqrt{3}\pi \cdot 10}{0,4} = 10\sqrt{3}\pi \approx 31,4\sqrt{3} \text{ с}$$



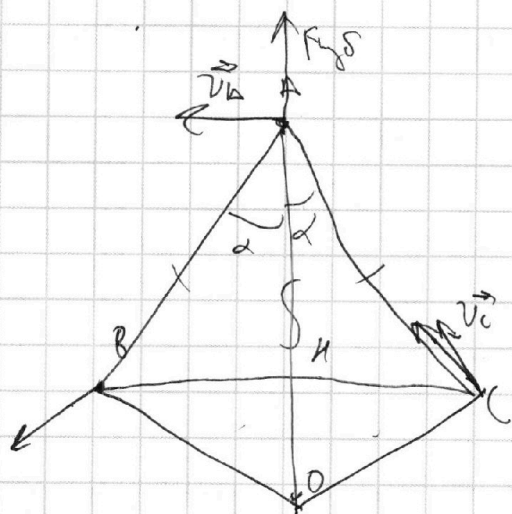


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
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!



~~В~~ сила тяжести компенсируется силой реакции опоры.

Заметим, что если  $\triangle ABC$  — эр/с, то  $AB = AC$ ; как биссектриса  $AH$  — висс  $\Rightarrow \angle BAH = \angle CAH$

$\angle BAH = \angle CAH$  и  $AO \Rightarrow$  биссектриса  $\Rightarrow \triangle ABO = \triangle ACO \Rightarrow OB = OC$

$$w = \text{const} = \frac{v_C^2}{OC} = \frac{v_B^2}{OB} \Rightarrow v_B = \frac{v_C \cdot OB}{OC} \Rightarrow v_C = v_B$$

Из-за того, что  $AO$  — перпендикулярна всем скоростям пресечения  $BO \Rightarrow v_B \perp OB$  и сонаправлен с  $AB \Rightarrow$

$$R = m a_y = \frac{m v^2}{R} = \frac{m v_C^2}{OB} = \frac{m v_C^2}{OC} = \frac{m v_C^2}{AC} = \frac{10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 10}{0,2}$$

$$= 0,16 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$

Ответ:  $0,2 \text{ м/с}$ ;  $10^{-3} \text{ Н}$ ;  $0,16 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$



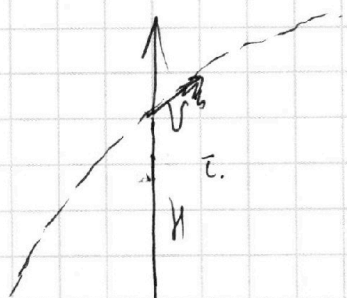
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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!



В. заменим  $h = v_0 \sin \alpha \cdot t \Rightarrow$   
 $\Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{h}{t}$

$$h = v_{0y} t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow$$

$$v_{0y} = \frac{\left(h + \frac{g t^2}{2}\right)}{t} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$   $h_{\max}$  достигается при  $v_y = 0 \Rightarrow v_y = g t = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{dv_y}{dt} = t_2 \Rightarrow$

$$h_{\max} = v_{0y} \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = \frac{\left(h + \frac{g t^2}{2}\right)^2}{t^2 \cdot g} \cdot t_2 - \frac{g \left(h + \frac{g t^2}{2}\right)^2}{2 t^2 \cdot g \cdot g}$$
$$= \frac{\left(h + \frac{g t^2}{2}\right)^2}{t^2} \cdot \left(\frac{1}{g} - \frac{1}{2g}\right) = \frac{\left(h + \frac{g t^2}{2}\right)^2}{2 t^2 g}$$

$$= \frac{\left(8 + \frac{10 \cdot 0,8 \cdot 0,8}{2}\right)^2}{2 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 10} = \frac{(11,2)^2}{2 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 10}$$

$$\begin{array}{r} 11,2^2 \\ 125,44 \\ + 11,2^2 \\ + 11,2^2 \\ \hline 125,44 \cdot 2 \\ 250,88 \\ \hline 250,88 \end{array}$$

$$= \frac{8 \cdot (1 + 0,4)^2 \cdot 10}{2 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 10} - \frac{(1,4)^2 \cdot 10}{2} = 1,4 \cdot 14 = 19,6 \text{ м}$$



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

СТРАНИЦА  
2 из 4

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!

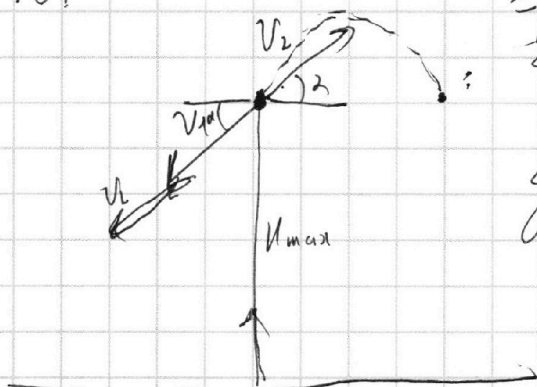
На максимальной высоте  $\Rightarrow V = 0$  (вершина)  $\Rightarrow$

$$\vec{p}_0 = 0; \quad \vec{0} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 \Rightarrow$$

$$\vec{v}_1 = -\vec{v}_2 \Rightarrow v_{y1} = -v_{y2}; \quad v_{x1} = v_{x2} \quad \text{Перейдем}$$

в С.С.

$$\Rightarrow v_1 = v_2 = v_0$$



~~$\frac{v_0 \sin \alpha}{g}$  - заменим, что~~  
~~связанное по параболе~~  
~~симметричное  $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow$  Запишем закон движения для первой части, тогда~~

$$(v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}) = K_{\max}$$

Перейдем в С.С. (0, т.е. второй кусок <sup>(падают)</sup> не получаем, тогда

$$(v_1 + v_2)t - (v_1 t) + \frac{gt^2}{2} = K_{\max} \Rightarrow$$



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  
☐

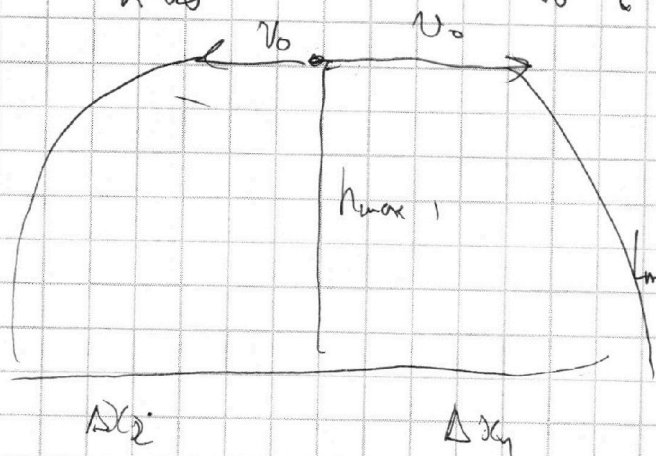
СТРАНИЦА  
4 из 4

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!

Или  $\vec{v}_0$  образует с горизонталью  $15^\circ$  или  $\vec{v}_0 \parallel OS \Rightarrow$  для обоих случаев справедливо  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  найдем же второе:

$2v_0 \cdot t = \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}} \Rightarrow$



$$\Delta x_1 = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}}$$

$$\text{и } \Delta x_1 = \Delta x_2 \Rightarrow$$

$$h_{\max} = \Delta x_{\text{одн}} \cdot \Delta x_1 + \Delta x_2 = 2\Delta x_1 =$$

$$= 2v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h_{\max}}{g}} =$$

$$= 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{9,8 \cdot 2}{10}} =$$

$$= 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{1,96} = 2 \cdot 20 \cdot 1,4 =$$

$$= 40 \cdot 1,4 = 56 \text{ м}$$

Ответ: 56 м и 9,8 м



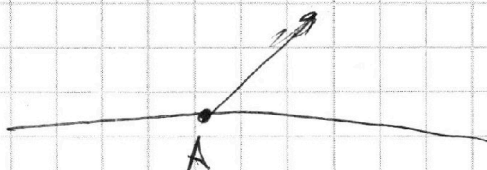
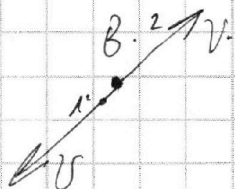


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

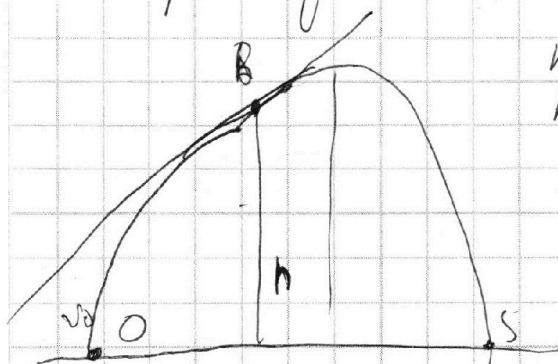
СТРАНИЦА  
3 из 4

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!



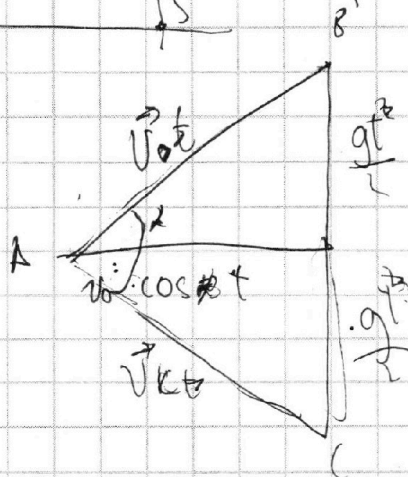
Перейдем в с. О. в которой шарик 1  
покоится  $\Rightarrow$  масса падает с  $g$ , масса  
точка А (над которой происходит  
взрыв)

Заметим, что после взрыва  
траектории шариков вместе образуют параболу, масса  
(скорость одна и та же); тогда траектория - тогда можно  
представить весь полет как.



как шарик, выходящий

из точки O и падающий в точку B, масса шарика  $\propto$  скорости,



$$S = \frac{(V_0 t \cdot V_k t \cdot \sin \alpha)}{2}$$

$$S = V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$S = \frac{(V_0 \cdot V_k \cdot \sin \alpha)}{2} = \frac{V_k \cdot \frac{gt^2}{2}}{2}$$

$$S = \frac{V_0 \cdot V_k \cdot \sin \alpha}{2} = \frac{V_k \cdot \frac{gt^2}{2}}{2}$$

$$\sin \alpha = 0 \Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

$\Rightarrow V_0 \perp V_k \Rightarrow$  где продолжением  $\perp$   $OB$  это направление

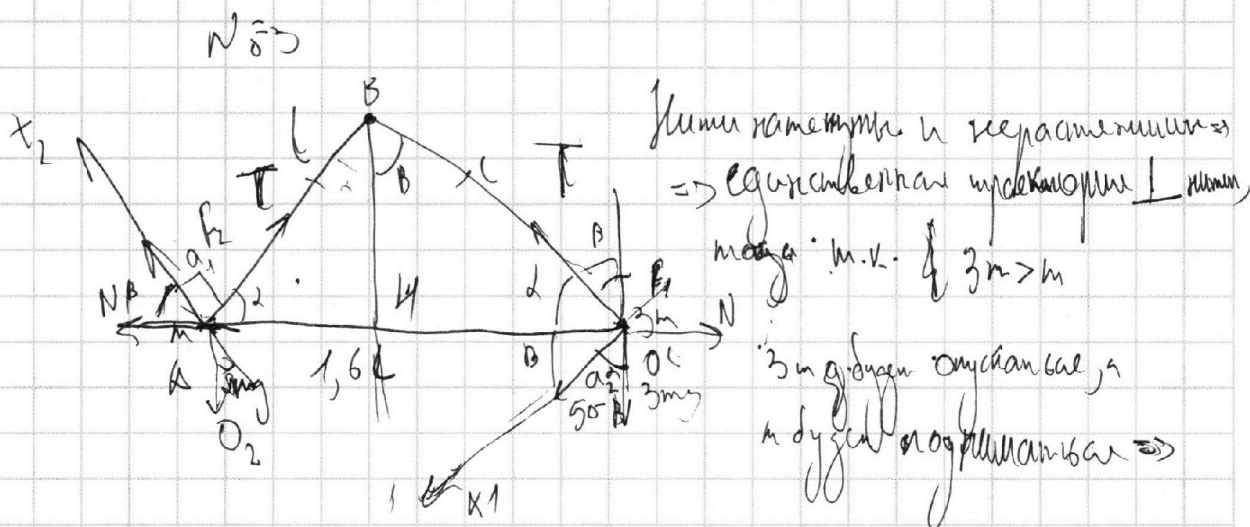


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\vec{a}_2$  будет направлен вниз;  $\vec{a}_1$  вверх

Т.к.  $\triangle ABC \rightarrow p/p \Rightarrow BH = h = \text{медiana} \Rightarrow AH = \frac{1}{2}AC = 0,8 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \cos \alpha = 0,8 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 0,6 \Rightarrow$$

Т.к.  $\vec{a}_1 \perp BA \Rightarrow \angle \beta = 90 - \alpha \quad (180 - 90 - \alpha) = 90$

$\sin \beta = \cos \alpha = 0,8$ ; пусть  $N \rightarrow$  сила реакции опоры; тогда

$$3ma_2 = 3mg \cdot \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha \quad (\text{II закон Ньютона на } O_1 X_1)$$

$$ma_1 = mg \cdot \cos \alpha - N \cdot \cos \beta \quad (\text{II закон Ньютона на } O_2 X_2)$$

$$3ma_2 = 3mg \cdot \cos \alpha - N \cdot \sin \alpha$$

$$ma_1 = N \cdot \sin \alpha - mg \cdot \cos \alpha \rightarrow 4ma_1 = 2mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$a_1 = \frac{2 \cdot \cos \alpha}{2}$$

Из закона сохранения  $a_1 \cdot \cos \beta = a_2 \cdot \cos \beta = 1$

$$\Rightarrow a_1 = a_2$$



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  
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!

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

$$2ma_2 = 4mg \cdot \cos \alpha - 2N \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

~~42~~ =

$$N = \frac{4mg \cdot \cos \alpha - mg \cdot \cos \alpha}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{mg(3 \cos \alpha)}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{3mg \cos \alpha}{2 \cdot \sin \alpha}$$

$$= \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,8}{0,6 \cdot 2} = 2 \text{ Н} = P_{\text{упр.}}$$

Ответ: 0,8; 4 м/с<sup>2</sup>; 2 Н.



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 5

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!

$N=4$

Заметим, что процесс с  $\frac{C}{R} = 2,5 \rightarrow$  изобарный  $\Rightarrow$

процесс с  $\frac{C}{R} = 1,5 \rightarrow$  изохорный:

$$\frac{C}{R} \left( \frac{P}{T} \right) = \frac{Q}{V}$$

$$\left( \frac{C}{R} \right) \Delta T = Q = \text{по 1-му началу термодинамики} = A + \Delta U$$

$$\left( \frac{C}{R} \right) \Delta T = Q$$

Заметим  $Q$  при каком-то из процессов, тогда:

$$Q_{31} = (3T_0 - 2T_0) \cdot \left( \frac{C}{R} \right) = 2T_0 \cdot 2,5 \cdot 8,31 \cdot 2 = 3000 \cdot 8,31 = 24930 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow Q_{12} = R \cdot 8,31 \cdot 8T_0 \cdot 2 = 3000 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 8,31 = 19968 \text{ Дж}$$

$$Q_{23} = -6T_0 \cdot 1,5 \cdot R \cdot 2 = -18R \cdot T_0 \Rightarrow$$

$$Q_{обм} = 32T_0R - 18RT_0 - 10RT_0 = 4RT_0 = 12000 \cdot 8,31 = 99720 \text{ Дж}$$

Но заметим, что при изохорном расширении  $\Rightarrow$

вызванное в процессе расширение:

$$Q_{12} = 32T_0R = 32 \cdot 3000 \cdot 8,31 = 798720 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 300 \\ \hline 9600 \\ + 9600 \\ \hline 19200 \\ + 19200 \\ \hline 38400 \\ + 38400 \\ \hline 76800 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3000 \\ \times 8,31 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3000 \\ \times 4 \cdot 2 \cdot 8,31 \\ \hline 19968 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12000 \\ \times 8,31 \\ \hline 99720 \end{array}$$





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  
☐

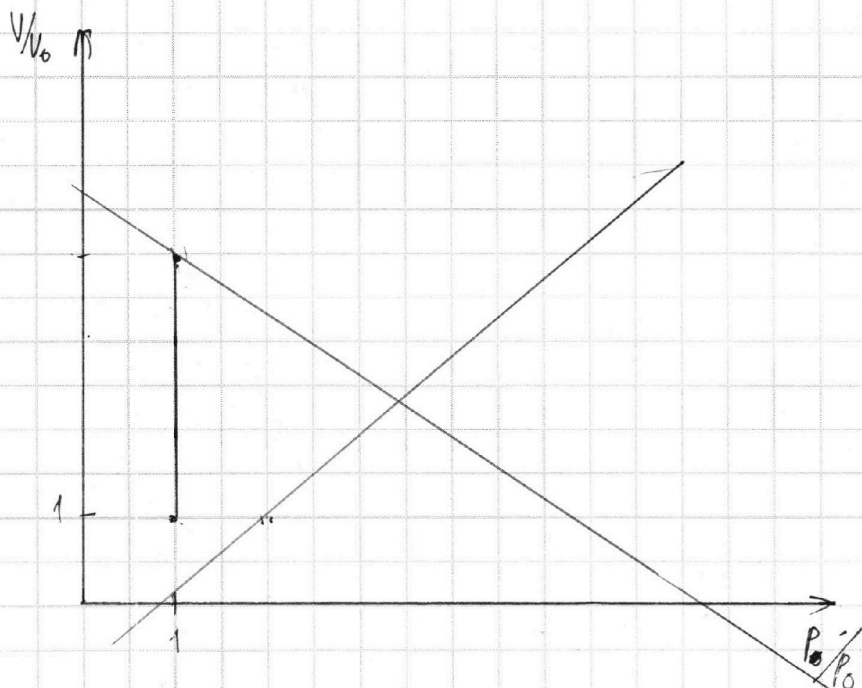
6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
2 из 5

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!

~~Задача 4~~



$$C_{VE} = \frac{Q}{D} \quad C_{VE} = Q \Rightarrow C \Delta T = \frac{C}{2} R \Delta T + A \Rightarrow$$
$$A = \left( C - \frac{C}{2} \right) R \Delta T = \frac{C R \Delta T}{2} (1 - 2)$$

$$A = \int_1^2 p dV = \frac{C R \Delta T}{2} \Rightarrow \frac{p_0 V_0 - p_1 V_1}{2} \Rightarrow \text{зависимость линейная}$$



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

СТРАНИЦА

2 ИЗ 5

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. процесс  $2 \rightarrow 3 \rightarrow$  изохорный  $\Rightarrow$   
 $A_{2 \rightarrow 3} = 0;$

$$\dot{Q} = C \Delta T = A + \Delta U \quad \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow$$

$$C \Delta T - \frac{i}{2} \nu R \Delta T = A$$

$$\nu R \Delta T \left( C - \frac{i}{2} \nu R \right) = A \Rightarrow \nu R \Delta T \left( \frac{C}{R} - \frac{i}{2} \right) =$$

$$A_{31} = \nu R \Delta T_{31} (3,5 - 1,5) = \nu R \Delta T_{31} = -\nu R \cdot 600$$

$$A_{12} = 0,5 \nu \cdot 8 \cdot 300 R = 1200 \nu R \Rightarrow$$

$$A_{\text{газ}} = 600 \nu R \Rightarrow A_{\text{газ}} = 10 A_{31} \Rightarrow$$

3(3):

$$10 A_{\text{газ}} \cdot \eta = m g \Delta h \Rightarrow$$

$$10 \cdot \frac{600 \nu R}{2} = m g \Delta h$$

$$10 \cdot 300 \nu R = 150 \cdot 10 \Delta h \Rightarrow \Delta h = 2 \nu R = 4 R = 4 \cdot 8,31 = 33,24 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 4 \\ \hline 33,24 \end{array}$$



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 5

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!

Процесс 3-2 изобарный  $\Rightarrow$   $\checkmark$  показываем Менделеев-Клапейрон

$$p_1(V_3 - V_1) = 2 \cdot 2 R T_1 \quad p_1 V_3 - p_1 V_1 = 2 \cdot 2 R T_1$$

Процесс 2-3 изохорный  $\Rightarrow$

$$(p_2 - p_3) V_2 = 6 \cdot 2 R T_1 \quad p_2 V_2 - p_3 V_2 = 6 \cdot 2 R T_1$$

Процесс 1-2 изобарный  $\Rightarrow$

$$p_1 V_1 - p_2 V_2 = 8 \cdot 2 R T_1$$

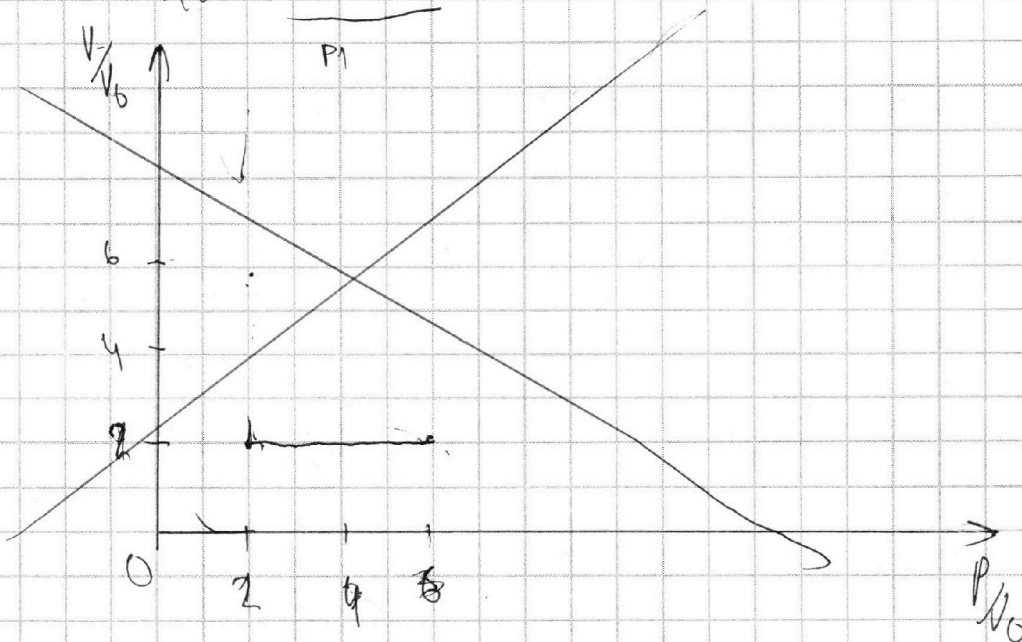
$$p_1 V_3 = p_3 V_2 = 0 \quad p_1 V_3 = p_3 V_2$$

$p_3$

$$\Delta p_{12} = \frac{6 \cdot 2 R T_1}{V_0}$$

$$\Delta V_{12} = \frac{V_0 \cdot 2 \cdot 2 R T_1}{p_1} \Rightarrow$$

$$p_0 V_0 = 2 R T_1 \quad (\text{показываем Менделеев-Клапейрон})$$





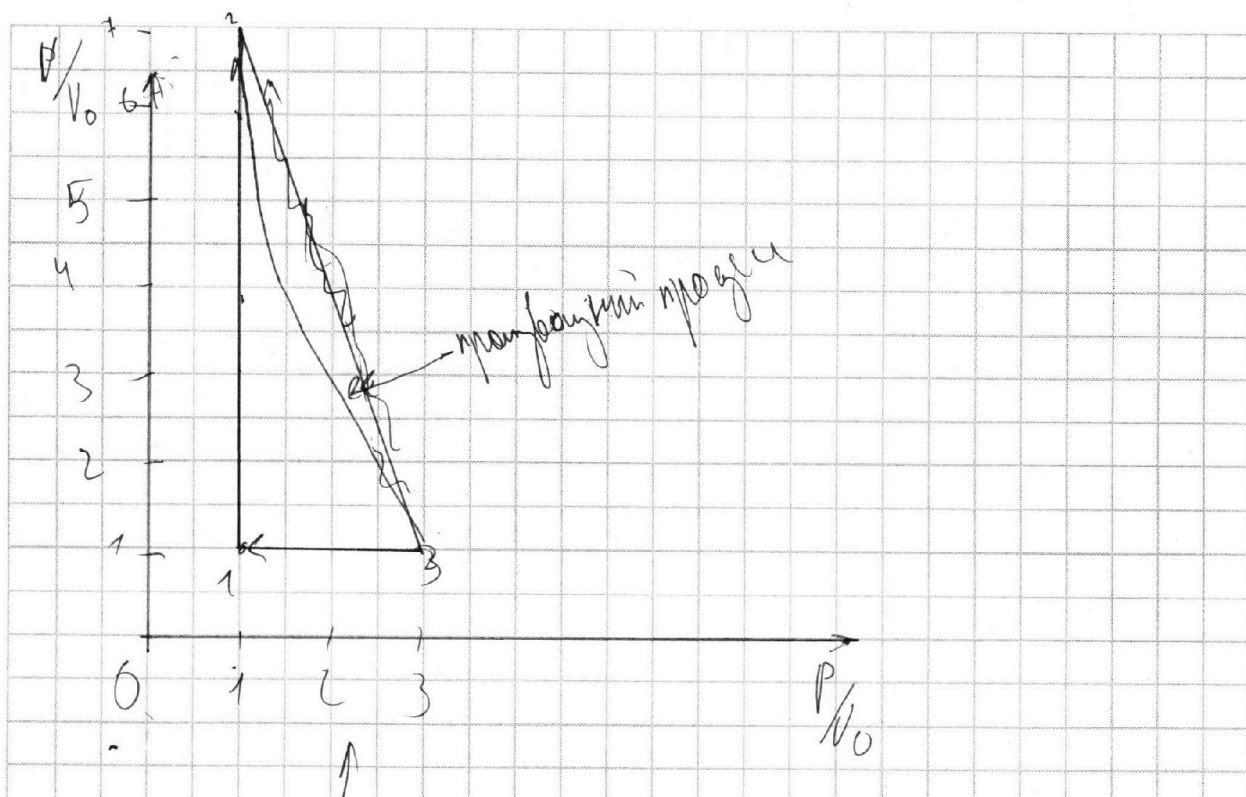
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

5 из 5

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!



Ответ: 456762 и 35,24





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!

$$N_0 = 5$$

2. Запишем закон сохранения энергии, тогда

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_{\text{пот}} + \mathcal{E}_{\text{кин}} = \frac{mV_0^2}{2} + k \frac{qQ}{R \cdot}$$

(в точке O)

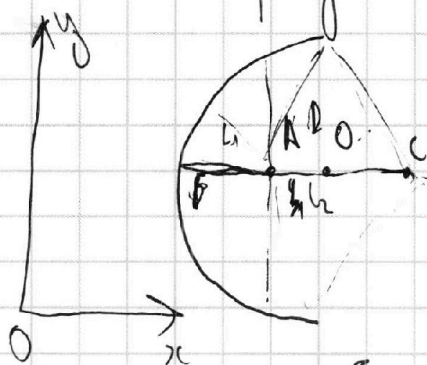
т.к. равноудалены

$$\mathcal{E}_{\infty} = \mathcal{E}_{\text{пот}} + \mathcal{E}_{\text{кин}} = \frac{mV_{\infty}^2}{2} + \frac{kqQ}{r} = \frac{mV_{\infty}^2}{2} \Rightarrow \frac{kqQ}{r} \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow \text{ЗЗ: } \frac{mV_0^2}{2} + k \frac{qQ}{R} = \frac{mV^2}{2}$$

$$\left( \frac{mV_0^2}{2} + 2k \frac{qQ}{R} \right) = V$$

Нарисуем сферу в разрезе, тогда заметим, что все точки на ОУ равноудалены от центра сферы



Заметим, что т.к.  $\Delta AOC$  равноудалены  $\Rightarrow \mathcal{E}_{\text{пот } AO} = \mathcal{E}_{\text{пот } OC}$

$$\mathcal{E}_{\text{пот } BC} = \mathcal{E}_{\text{пот } BO}$$

$$\mathcal{E}_{\text{пот } BOA} = \mathcal{E}_{\text{пот } BO} + \mathcal{E}_{\text{пот } OA} \quad \mathcal{E}_{\text{пот } BO} = \mathcal{E}_{\text{пот } BO} + \mathcal{E}_{\text{пот } BC}$$

$$\text{ЗЗ: } \mathcal{E}_{\text{пот } BOA} = \mathcal{E}_{\text{пот } BO} + \mathcal{E}_{\text{кин } BO} = \mathcal{E}_{\text{кин } BC} + \mathcal{E}_{\text{пот } BC}$$



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!

т.к. шар ~~равновесен~~ ~~от центра~~  $\Rightarrow$

(1)  $2E_{\text{пот } B_0} = E_{\text{пот } B_C} + E_{\text{кин } B_A} \Rightarrow$

3(1):

$$E_{\text{пот } B_A} = E_{\text{пот } B_0} + E_{\text{кин } B_0} = E_{\text{пот } B_C} + E_{\text{кин } B_C}$$

уч (1)

$$2E_{\text{пот } B_0} = E_{\text{пот } B_0} + E_{\text{кин } B_0} + E_{\text{пот } B_C} \Rightarrow$$

$$E_{\text{пот } B_C} = E_{\text{пот } B_0} - E_{\text{кин } B_0} \Rightarrow$$

т.к. шар ~~равновесен~~ ~~от центра~~  $\Rightarrow E_{\text{пот } B_0} - E_{\text{пот } B_C} =$

$$E_{\text{пот } B_A} - E_{\text{пот } B_0} \Rightarrow$$

3(2):

$$E_{\text{пот } B_A} - E_{\text{пот } B_0} = E_{\text{кин } B_0} \quad (2)$$

$$E_{\text{пот } B_A} = E_{\text{пот } B_0} + E_{\text{кин } B_0} = E_{\text{пот } B_C} + E_{\text{кин } B_C}$$

$$2E_{\text{пот } B_0} - E_{\text{пот } B_C} = E_{\text{пот } B_C} + E_{\text{кин } B_C} \Rightarrow$$

$$E_{\text{кин } B_C} = 2(E_{\text{пот } B_0} - E_{\text{пот } B_C}) = \text{уч. (1)} = 2(E_{\text{пот } B_A} - E_{\text{пот } B_0}) = 2E_{\text{кин } B_0} \Rightarrow$$

$$\frac{mv_C^2}{2} = 2 \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_C = \sqrt{2} v_0$$

Ответ:  $\sqrt{\frac{mv_0^2 + 2kqQ}{m}}$  ;  $\sqrt{2} v_0$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

$v = 4$

$$G_F = \frac{Q}{v}$$

По формуле периодизации:

$$Q = A + \Delta U =$$

$$\sqrt{G_F = A + \Delta U = A + \frac{c}{2} v R \Delta T = \frac{3}{2} v R \Delta T + A}$$

$$\sqrt{G_F - \frac{3}{2} v R \Delta T} = A$$

По 3):

$\Delta = \ln g h$  ;  $\Rightarrow$

$$\sqrt{\frac{G_F - \frac{3}{2} v R \Delta T}{2}} = A \Rightarrow \text{найдем работу каждого груза:}$$

$$A_{31}: \frac{2}{2} (2,5 - \frac{3}{2} \cdot 8,31) \cdot 2 = 8,31 \cdot \frac{2 \cdot 2}{2} (2,5 - \frac{3}{2}) = 8,31 \cdot 2$$

$$A_{23}: -(1,5 - 1,5) \cdot 8,31 \cdot 2,8 = 6$$

$$A_{12}: (2 - 1,5) \cdot 8,31 \cdot 8 = 8,31 \cdot 4 \Rightarrow$$

$$\text{Азга весь цикл: } 8,31 \cdot (4 - 2) = 8,31 \cdot 2 \Rightarrow$$

$$\text{Азга 10 циклов: } 8,31 \cdot 10 = 20 \cdot 8,31$$

$$A \cdot g = m g \Delta h = 40 \cdot 8,31 \approx$$

$$83,1 \approx 1500.$$



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!

