



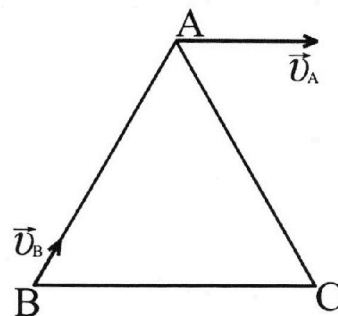
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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  $\tau$  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.

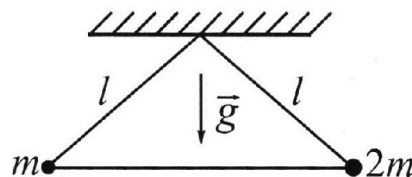
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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/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.

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

3. Два шарика с массами  $m = 90$  г и  $2m$  подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины  $l$ , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины  $L = 1,6l$ . Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



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

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



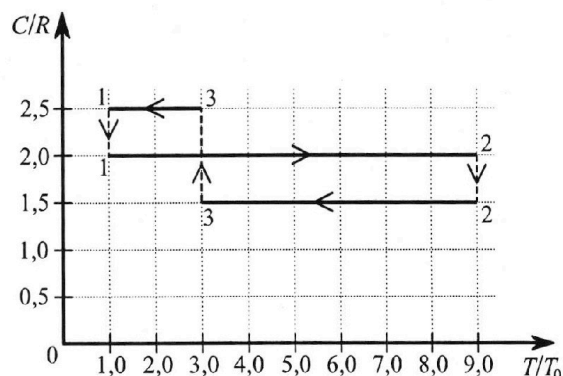
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-04

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

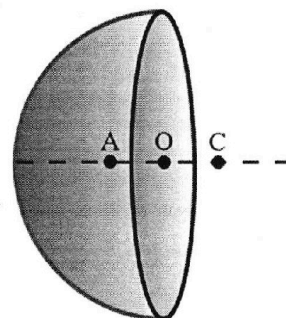


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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

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



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

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!

Заметим, что треугольник  
ускорений - равнобедренный с углом  
 $60^\circ$ ,  $\Rightarrow a_c = a_{нз} = a_{н1} = \frac{2\sqrt{3}}{5}$  - абсолютное  
ускорение т. С

По к. тела сидит в т. С, то

$$\vec{a}_{тела} = \vec{a}_c$$

$$R = m a_c$$

$$R = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{5} = \frac{24 \sqrt{3}}{5 \cdot 10^5}$$

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

$$R = \frac{24 \sqrt{3}}{5 \cdot 10^5}$$



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  
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!

Заметим, что в СО центра все точки движутся вокруг него по окружностям. Т.к. т. А и т. С равноудалены от центра, то  $v_{\text{точк. С}} = v_{\text{точк. А}} = v_a - v_m = v_a - \frac{1}{2} v_m = \frac{1}{2} v_a$ . т.к.  $\omega$  - const, то нет тангенциальной составляющей ускорения.

$$a_{\text{нч}} = \frac{(\frac{1}{2} v_a)}{MC}$$

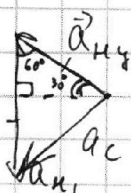
из геометрических соотношений  $MC =$

$$= \frac{2}{3} \frac{a\sqrt{3}}{2} =$$

$$= \frac{a}{\sqrt{3}} = MO \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_{\text{нч}} = \frac{(\frac{1}{2} v_a)^2}{MO} = a_n$$

Тогда в ЛАБ СО ускорение т. С:



т.к.  $\vec{a}_{n1}$  - переносное ускорение, а  $\vec{a}_{\text{нч}}$  - относительное



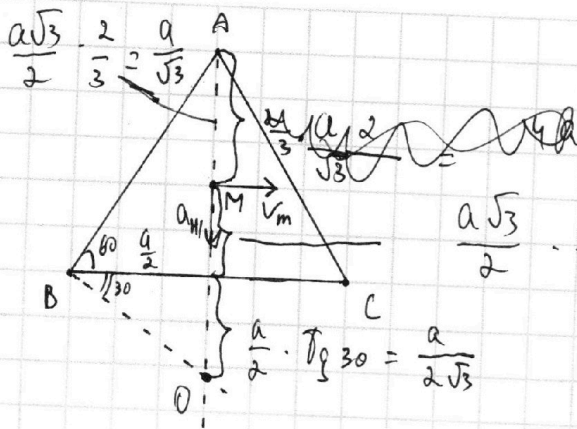


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



M-уцентр ABC

$$\frac{a\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

Из геометрических соображений:

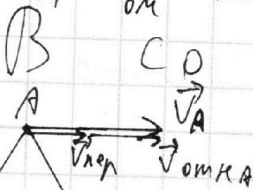
$$AO = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$OM = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow V_m = \frac{OM}{AO} V_a = \frac{1}{2} V_a = 0.4 \text{ м/с}$$

$a_{н1}$  - ускорение т. M при движении по окружности вокруг т. O

$$a_{н1} = \omega^2 OM = \frac{3 \cdot 0.4}{\sqrt{3}} = \frac{1.2}{\sqrt{3}} = \frac{12}{10\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{10} = \frac{2\sqrt{3}}{5}$$

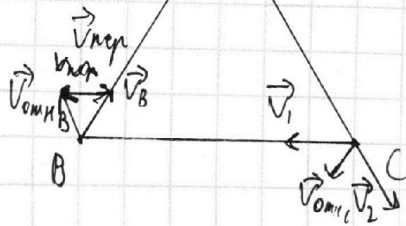


$a_{н1}$  т. M

$$\vec{v}_{пер} = V_m$$

$\vec{v}_{омн B}$  - относительная скорость т. B

$\vec{v}_{омн A}$  - относительная скорость т. A



$\vec{v}_1; \vec{v}_2$  - векторные составляющие относительной скорости т. C ( $\vec{v}_{омн C}$ )



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  
☐

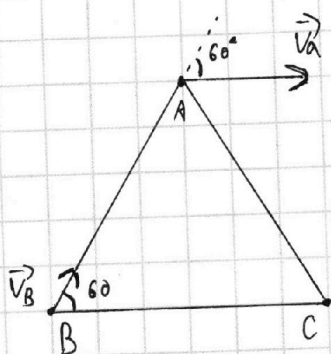
5  
☐

6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



Дано,

ABC - равносторонний

$$a = 0,4 \text{ м}$$

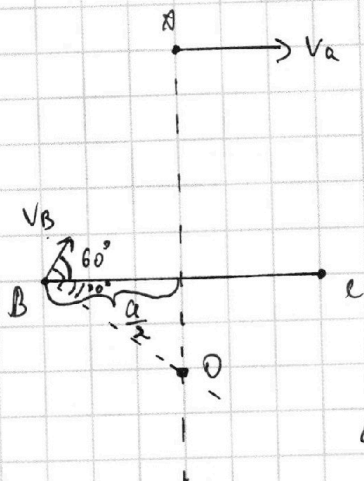
$$v_B = 0,4 \text{ м/с}$$

П.к. пластина - твердое тело, то

AB - всегда одной длины  $\Rightarrow v_B = v_A \cos 60^\circ$

$$v_A \cdot \frac{1}{2} = 0,4$$

$$v_A = 0,8 \text{ м/с}$$



м.О - мгновенный  
центр скоростей

$$BO = \frac{a}{2 \cos 30^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega BO = v_B$$

$$\omega = \frac{v_B}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \sqrt{3} \frac{0,4}{0,4} = \sqrt{3} \text{ рад/с}$$

м.к.  $\omega$  постоянна относительно любых осей, то

она же будет в м.о. у. масс вокруг

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2}{\sqrt{3}} \pi$$

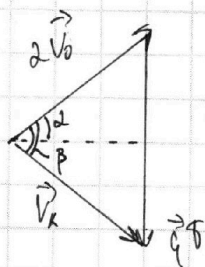


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!



т.к. в конце осколки  
упадут на одну высоту, то  
нас интересует разлет по  
горизонтали

$\vec{V}_k$  - скорость второго в момент  
падения первого осколка

$S_0$  - площадь треугольника скоростей

$$S_0 = \frac{1}{2} 2V_0 g t \sin \alpha = \frac{1}{2} g L_{\max} \cdot \frac{2V_0 V_k \sin \beta}{g}$$
$$S_0 = 2V_0 V_k \frac{1}{2} \sin \beta$$

т.к.  $V_k$  - константа (следует из  
закона сохранения энергии), то  $\sin \beta = 1$   
при  $L_{\max} \Rightarrow \beta = 90^\circ$

Пусть от момента взрыва

до падения первого прошло время  
 $t$ , а от взрыва до падения  
второго  $T$





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  
☐

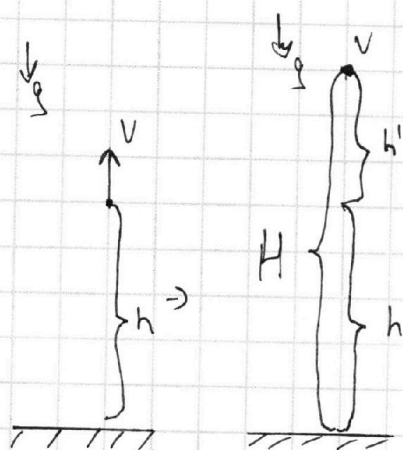
6  
☐

7  
☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



N2

Дано:  $v = 6 \text{ м}$

$h = 14,2 \text{ м}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$v_0 = 20 \text{ м/с}$

$$h' = \frac{v'^2}{2g} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м} \Rightarrow H = h + h' = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$

По к. в момент взрыва ~~ско~~ инициалы 0, а осколка получается 2, то их скорости равны по модулю и противоположны по направлению, тогда в со одного из осколков ~~ско~~ скорость второго равна  $2v$ .

Векторный треугольник скоростей этого осколка в со второго:

(пусть осколок, в со которого мы надеемся упадет первым)





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 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!

$$L_{\max} = 2 v_0 \sqrt{2Hg} = 2 \cdot 20 \sqrt{2 \cdot 16 \cdot 10} = 2 \cdot 20 \cdot 4 \cdot 2\sqrt{5} = 320\sqrt{5} \text{ м}$$

Ответ:  $H = 16 \text{ м}$ ;  $L_{\max} = 320\sqrt{5} \text{ м}$



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.



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!

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot T + \frac{g T^2}{2} \quad (I)$$

$$H = \frac{g T^2}{2} - v_0 \sin T \quad (II)$$

При этом, после падения I во, относительная скорость вдоль горизонта стала  $v_0 \cos \alpha$   
Тогда  $L_{\max} = 2 v_0 \cos \alpha \cdot T + v_0 \cos \alpha (T - T)$

~~(III)~~

~~$$0 = v_0 \sin \alpha (T + T) + \frac{g}{2} (T^2 - T^2)$$~~

~~$$v_0 \sin \alpha = \frac{g(T - T)}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{g(T - T)}{2 v_0}$$~~

~~$$v_0 \cos \alpha$$~~

$$L_{\max} = v_0 \cos \alpha (T + T)$$

т.к.  $T + T = \text{const}$ , то  $\cos \alpha = 1$

тогда  $L_{\max} = 2 v_0 t$  - где,  $t$  - время падения при изначальной горизонтальной скорости

$$H = \frac{g t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{2gH}$$



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 checked="" 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!

Ох:

$$m a_{\tau_1} = T \sin \theta - m g \cos \theta$$

$$T \sin \theta = m (a_{\tau_1} + g \cos \theta)$$

$$T = \frac{m (a_{\tau_1} + g \cos \theta)}{\sin \theta} = \frac{m (a_2 + g \cos \theta)}{\sin \theta} =$$

$$= \frac{m \left( \frac{8}{3} + 8 \right)}{\frac{6}{10}} = 8m \cdot \frac{\frac{4}{3}}{\frac{6}{10}} = 8m \cdot \frac{40}{18} =$$

$$= \frac{16}{3} mg$$

Откуда  $m$ :  $\sin \alpha = 0,8$  ;  $a_2 = \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{8}{3} \text{ м/с}^2$ ;

$$T = \frac{16}{3} mg$$





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



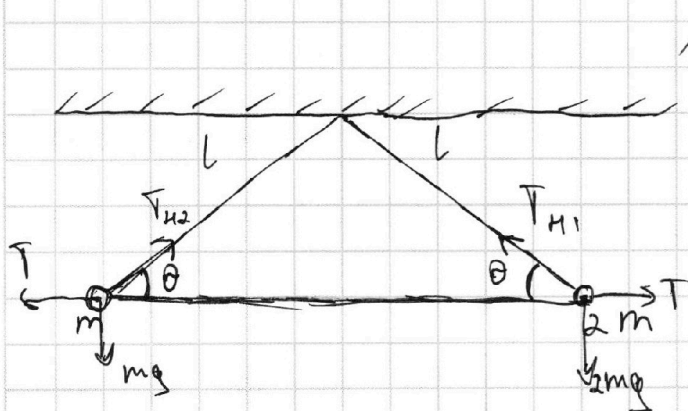
7



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!



$$L = 1,6 l$$

$T_{H1}$  - сила натяжения  
нити

$T_{H2}$  - сила натяжения  
нити

Т.к. рассматривается

момент после отпущения, то

нормальная (направленная вдоль нити) составляющая ускорений обоих шариков равна

0  $\Rightarrow \vec{a}_2 = \vec{a}_{t2}$ ;  $\vec{a}_1 = \vec{a}_{t1}$ ; где  $\vec{a}_t$  - соответствующие тангенциальные ускорения

$$\text{т.к. } \cos \theta = \frac{\frac{L}{2}}{l} = \frac{0,8l}{l} = 0,8 \Rightarrow \text{т.к. } \theta = 0,6$$

Т.к. стержень - твердое тело, а ускорение точек крепления к шарикам равно ускорению соответствующих шариков, и стержень в горизонтальном положении, то  $a_{t1} = a_{t2}$



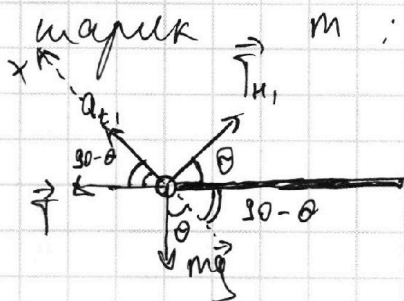


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

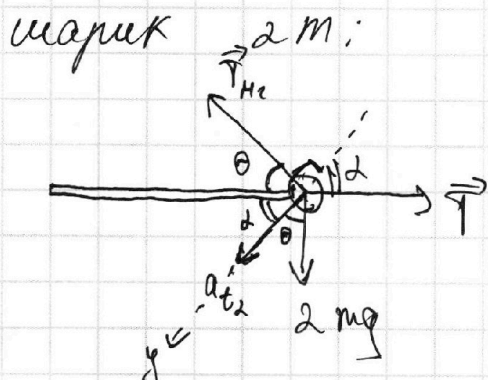
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!



$$Ox: ma_{t1} = T \sin \theta - mg \cos \theta$$



Видно, что  $\alpha = 90^\circ - \theta \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \sin \alpha = \cos \theta = 0,8$

$$Oy: 2ma_{t2} = 2mg \cos \theta - T \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2ma_{t2} = 2mg \cos \theta - T \sin \theta$$

$$\begin{cases} 2ma_{t2} = 2mg \cos \theta - T \sin \theta & \text{I} \\ ma_{t1} = T \sin \theta - mg \cos \theta & \text{II} \\ a_{t1} = a_{t2} = a_2; \cos \theta = 0,8; \sin \theta = 0,6 \end{cases}$$

I + II:

$$3ma_2 = mg \cos \theta \Rightarrow a_2 = \frac{g \cos \theta}{3} = \frac{0,8 \cdot 10}{3} = \frac{8}{3} \frac{m}{c^2}$$



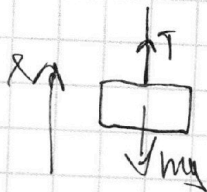
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

☐☐☐☒☐☐☐

СТРАНИЦА

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!



$$O.K.: T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$$

$$A = TH$$

$$A = N A_1 \eta$$

$$H = \frac{N A_1 \eta}{T} = \frac{2 \nu R T_0 \cdot N}{2mg}$$

$$= \frac{2 \cdot 8 \cdot 8,31 \cdot 320 \cdot 20^5}{2 \cdot 10 \cdot 400} = \frac{15 \cdot 8,31}{2} = \frac{124,65}{2} \text{ м} = 62,325$$

Ответ: график на стр. 2;  $A_1 =$

$$= 24,93 \text{ КДж}; H = \cancel{124,65 \text{ м}} 62,325 \text{ м}$$

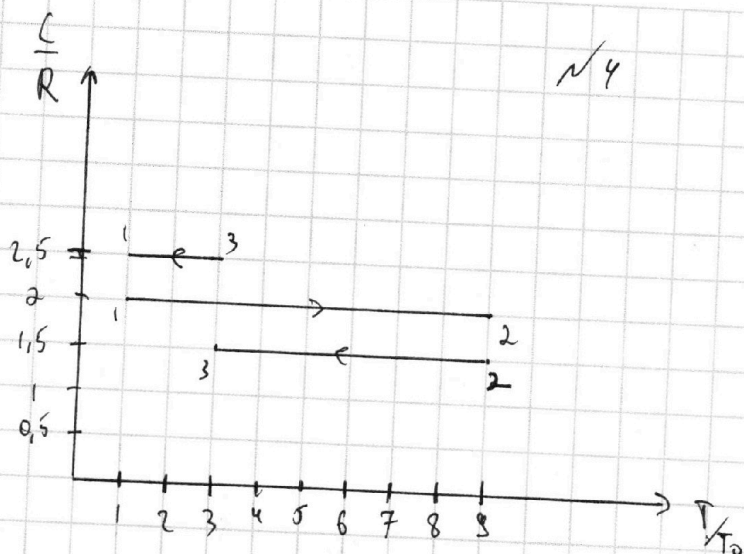


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



$\gamma = 5$  - одноатомный  
 $\eta = \frac{1}{2}$  - поршень

Все процессы - политропические

1  $\rightarrow$  2:

$$\omega = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$$

2  $\Rightarrow$  3

$$\omega = \frac{1.5R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R} = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$$

- изохора ( $V = \text{const}$ ) т.к. при

изохоре  $Q = A_{\text{из}} \Delta U = C_V \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow C = C_V = 1.5R$  - это процесс 2  $\Rightarrow$  3

3  $\rightarrow$  1

$C = \frac{5}{2}R \Rightarrow$  изобара т.к. газ одноатомный



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  
☐

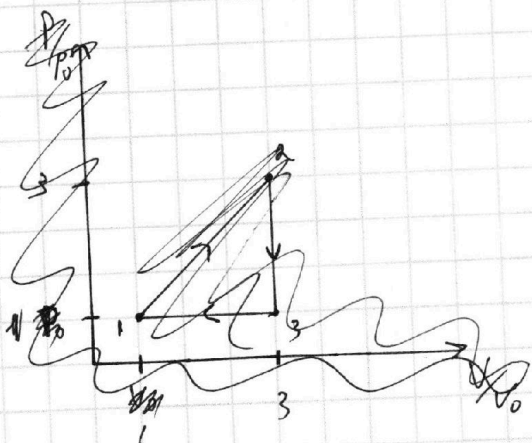
6  
☐

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!

Процесс  $3 \rightarrow 1$ : изобара,  $T$  упало в 3 раза  $\Rightarrow$  объем уменьшился в 3 раза



Процесс  $1 \rightarrow 2$ :  $\frac{P}{V} = \text{const}$ ,  
 $T$  увеличилась в  
3 раза  $\Rightarrow$  каждая  
величина  $(P, V)$  увеличилась  
в  $\sqrt{3} = 3$  раза

Процесс  $2 \rightarrow 3$ : изохора,  $T$  упало в 3 раза  $\Rightarrow$   $P$  упало в 3 раза.

$$A_{12} = \frac{(3P_0 + P_0)}{2} \cdot 2V_0 =$$

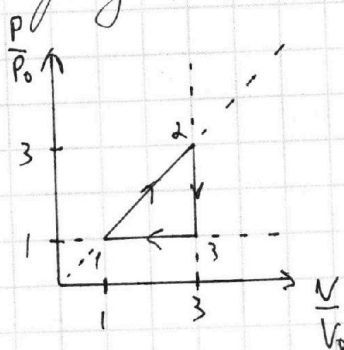
$$= 4P_0V_0$$

$$A_{31} = -2P_0V_0; A_{23} = 0$$

$$A_{\Sigma} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 2P_0V_0 = 24$$

$$= 2 \nu R T_0 = A_1 = 10 \cdot 300 \cdot 8,31 = 24,93 \text{ КДж}$$

$A_{12}$  - работа за процесс  $1 \rightarrow 2$ ;  $A_{23}$  - работа за процесс  $2 \rightarrow 3$ ;  $A_{31}$  - работа за процесс  $3 \rightarrow 1$   
 $A_{\Sigma}$  - работа





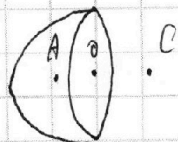


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

т.о. находится на расстоянии  $R$  от всех точек плоскости полушария  $\Rightarrow$

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

потенциал удаленной от полушария точки равен 0

$$(\varphi_0 - 0)q = A, \text{ где } A - \text{ работа поля}$$

$$E_{KK} - E_{K0} = A, \text{ где } E_{KK} = K; E_{K0} = \text{кин. энергия в т.о.}$$

$$A = \frac{kQq}{R} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$K - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$v_0^2 = \frac{2K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}}{m}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}}{m}}$$



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

равноудалены от их центров,  
а сами полушеры имеют равные  
радиусы и равный по модулю заряд,  
то потенциалы в точках A  
и C равны.

Вкажем разность  $\varphi_A - \varphi_C = 0 \Rightarrow A$  по  
по перемещению из A в C  $= 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta E_k = 0 \Rightarrow V_A = V_C = 0$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{\frac{2k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 R}}{m}}; V_C = V_A = 0$$



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  
☐

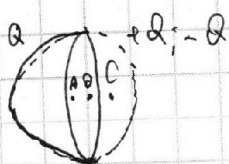
7  
☐

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

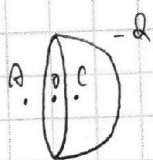
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Воспользуемся принципом суперпозиции:

добавим 2 ~~полюса~~ аналогичные полусферы  
с зарядами  $Q$  и  $-Q$ :



то получим систему  
из сферы с зарядом  $2Q$  и  
полусферы с зарядом  $-Q$ . Т.к.  
потенциал любой точки внутри диэлек-  
трической сферы  $= 0$ , то влияние  
будет оказывать только полусфера с  $-Q$ :



разность потенциалов между  
т.  $O$  и т.  $C = \varphi_O - \varphi_C$

Заметим, что т.к.  $AO = OC$ ,

разность потенциалов между т.  $A$   
и т.  $O = \varphi_A - \varphi_O$ , тогда разность  
между т.  $A$  и т.  $C = \varphi_A - \varphi_C$

Заметим, что т.  $A$  и т.  $C$  находятся  
на осях симметрии полусфер,



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!



Н -

$$\begin{array}{c} 2 \cdot 20 - 2 \cdot 4 - \\ \underbrace{\quad\quad}_{40} \quad \underbrace{\quad\quad}_{80} \quad \underbrace{\quad\quad}_{320} \end{array}$$





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

\_\_ 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!

Черновик

В течение  $\tau$  угаяется со скоростью

$$2V \cos \alpha$$

В течение  $T - \tau$  угаяется с  $V \cos \alpha$

$q$

$$H = V \sin \alpha \tau + \frac{q \tau^2}{2}$$

$$H = \cancel{V \sin \alpha T} + \frac{q T^2}{2} - V \sin \alpha T$$

$$2H \quad H - H = V \sin \alpha \tau + \frac{q \tau^2}{2} - \frac{q T^2}{2} + V \sin \alpha T$$

$$- V \sin \alpha (\tau + T) = \frac{q}{2} (\tau^2 - T^2)$$

$$V \sin \alpha = \frac{q (T + \tau) (T - \tau)}{2 (T + \tau)} = \frac{q (T - \tau)}{2}$$

$$V \cos \alpha = \frac{q (T - \tau) \cos \alpha}{2 \sin \alpha} \quad \sin \alpha = \frac{q (T - \tau)}{2V}$$

$$(T - \tau) V \cos \alpha = \frac{q (T - \tau)^2 \cos \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{q \cos \alpha (T^2 - 2T\tau + \tau^2)}{2 \sin \alpha}$$

$$2V \cos \alpha \tau = \frac{q \cos \alpha (2T\tau - 2\tau^2)}{2 \sin \alpha}$$

$$2V \cos \alpha \tau + V \cos \alpha (T - \tau) = \frac{q \cos \alpha (T^2 - \tau^2)}{2 \sin \alpha}$$

$$L = \frac{q \cos \alpha (T - \tau) (T + \tau)}{2 \frac{q (T - \tau)}{2V}} = \frac{2V \cos \alpha (T + \tau)}{2}$$



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

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

Терновик

$PV^{\frac{5}{3}}$  - адиабата

$$\frac{\frac{5}{2} - C}{\frac{3}{2} - C} = \frac{5}{3}$$

$$1,6 \text{ мг} - 0,6 \cdot \frac{16}{9} =$$

$$= \frac{16}{10} - \frac{8 \cdot 16}{10 \cdot 3} =$$

$$= \frac{16}{30}$$

$PV'$  - изотерма =  $\frac{\frac{5}{2} - \infty}{\frac{3}{2} - \infty} = 0$

$$\frac{48}{30} - \frac{32}{30} =$$

$$= \frac{16}{30} \text{ г}$$

$C=2,5$  - изобара  $\Rightarrow PV^0$

$$\frac{\frac{5}{2} - \frac{5}{2}}{\frac{3}{2} - \frac{5}{2}} = 0$$

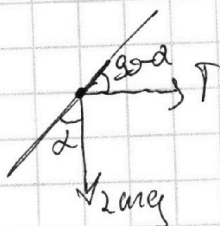
$$2 \text{ мг} = \frac{16}{30} \text{ мг}$$

$$C=2 \Rightarrow \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = \frac{-\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = -1$$

$$m\alpha = \alpha = \frac{16}{30} \text{ г} =$$

$$0,8 \text{ мг} - 0,6 \cdot \frac{16}{9} \text{ мг} =$$

$$= \frac{16}{2} - \frac{8 \cdot 16}{10 \cdot 5} =$$



$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 831 \\ \hline 4155 \\ 831 \\ \hline 12465 \end{array}$$

$$\frac{16}{2} - \frac{16}{15} =$$

$$= \frac{8A}{15}$$

$$2 \cdot 0,8 - \frac{16}{9} \cdot 0,6 = 2A$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 3 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$62,325$$

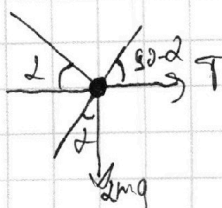
$$\sin 30 = \frac{1}{2}$$

$$\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$T = \frac{16}{9} \text{ мг}$$

$$\cos \alpha = 0,8$$



$$\frac{0,16 \sqrt{3}}{0,4} =$$

$$= 0,4 \sqrt{3}$$