



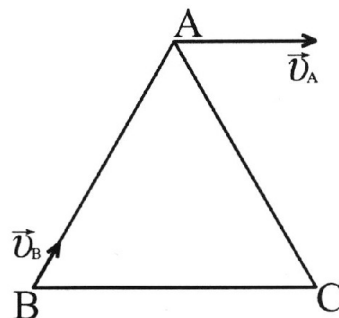
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

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 $v_A = 0,8$ м/с, а скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA . Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B .

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

Пчела массой $m = 60$ 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.

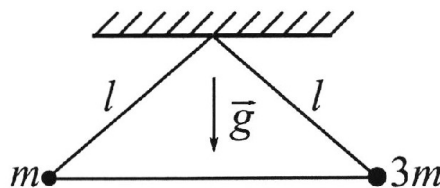
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16$ 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 $m = 80$ г и $3m$ 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 α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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



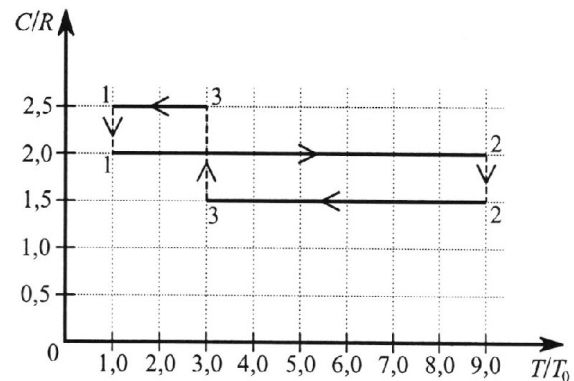
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270$ К.

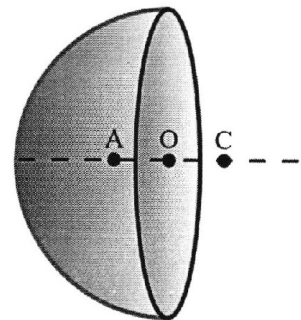


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

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



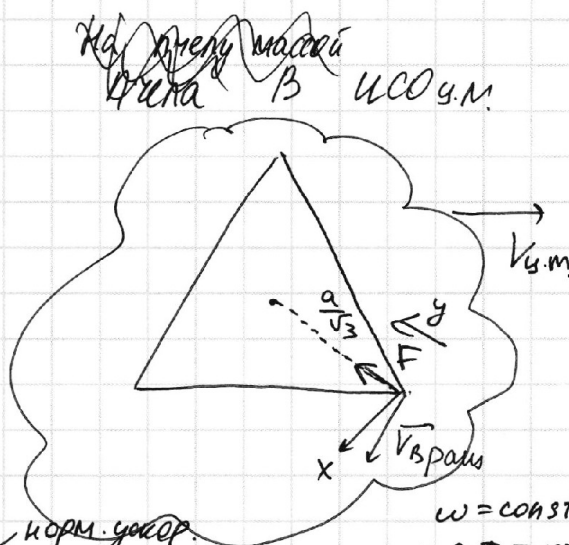
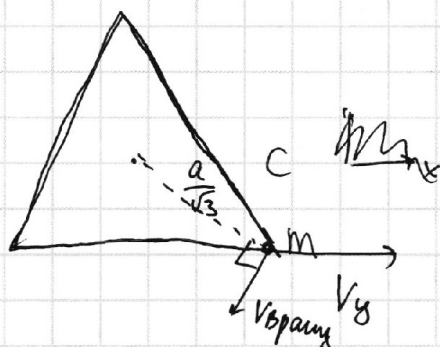
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 из 12

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!

3.



II закон Ньютона: $\vec{F} = m \vec{a}_н$ — норм. ускор.

$$F = m \frac{(V_{бращ}^2 \sqrt{3})}{a} = \frac{\sqrt{3} m}{a} V_{бращ}^2$$

т.к. $V_{б.м.} = \text{const}$ ($V_{б.м.}$ одинаков.), то сила, действ. на пчелу, движ. с $\vec{v}_{б.м.}$ со $\vec{v}_{б.м.}$ = 0. $\Rightarrow F = R$.

$$R = \frac{\sqrt{3} m}{a} \cdot \left(\frac{V_A}{2} \right)^2 = \frac{\sqrt{3} m}{4 a} V_A^2 = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{60 \cdot 10^{-6}}{0,4} \cdot 0,8 \cdot 0,8$$

$$= \sqrt{3} \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} \cdot 240 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-1} = \sqrt{3} \cdot 240 \cdot 10^{-7} \text{ Н.}$$

Ответ: 1. $0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $\frac{8\pi}{\sqrt{3}} \text{ с.}$

3. $\sqrt{3} \cdot 240 \cdot 10^{-7} \text{ Н.}$

$$= \frac{8 \cdot \pi \cdot 16 \pi Q}{\sqrt{3} V_A} = \frac{16 \cdot 8 \cdot \pi}{\sqrt{3}}$$



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
6 из 12

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!

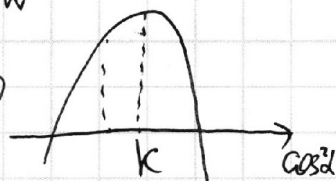
$$-V_0^2 \cos^4 \alpha + (V_0^2 + 2gH) \cos^2 \alpha \rightarrow \max.$$

парабола
вмб. влмз
отн. $\cos^2 \alpha$

$$\cos^2 \alpha = \frac{V_0^2 + 2gH}{2V_0^2} > 0 \quad (+) \quad 0 \leq \cos^2 \alpha \leq 1$$

$$K = \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{gH}{V_0^2} = \frac{1}{2} + \frac{10 \cdot 12}{16} > 1$$

$\cos^2 \alpha \leq K$ параболы $\uparrow \Rightarrow$
 $\Rightarrow \cos^2 \alpha = 1$ - уел. при кот.
 $L \rightarrow \max.$



$\sin^2 \alpha = 0$

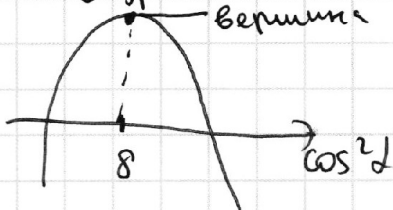
$$L = \frac{2V_0}{g} \sqrt{2gH} = \frac{2 \cdot 4}{10} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 12} \text{ м} =$$

$$= \frac{8}{5} \sqrt{60} \text{ м}.$$

Ответ: 1) $\frac{8}{5} \sqrt{60} \text{ м}$; 2) $\frac{8}{5} \sqrt{60} \text{ м}$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{10 \cdot 12}{16} = \frac{1}{2} + 7.5 = 8 > 1$$

Но пока $\cos^2 \alpha < 8$ - ф-ла $-V_0^2 \cos^4 \alpha + (V_0^2 + 2gH) \cos^2 \alpha$ возрастает.



$$\Rightarrow \cos^2 \alpha = 1 \Leftrightarrow \sin^2 \alpha = 0$$

$$L = \frac{2V_0}{g} \sqrt{2gH} = \frac{2 \cdot 4}{10} \sqrt{20 \cdot 12} =$$

$$= 3.2 \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3} = 12.8 \sqrt{15} \text{ м}$$

Ответ: 1) 12 м
2) $12.8 \sqrt{15} \text{ м}$.



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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
5 из 12

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!

ОУ: $\frac{m}{2} V_0 \sin \alpha = \frac{m}{2} V' \sin \beta \Leftrightarrow \begin{cases} V_0 \sin \alpha = V' \sin \beta \\ V_0 \cos \alpha = V' \cos \beta \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta$

$$\sin \alpha = \sin \beta \\ \cos \alpha = \cos \beta$$

$$V_0 = V'$$

Равноускор. движение: ОУ:

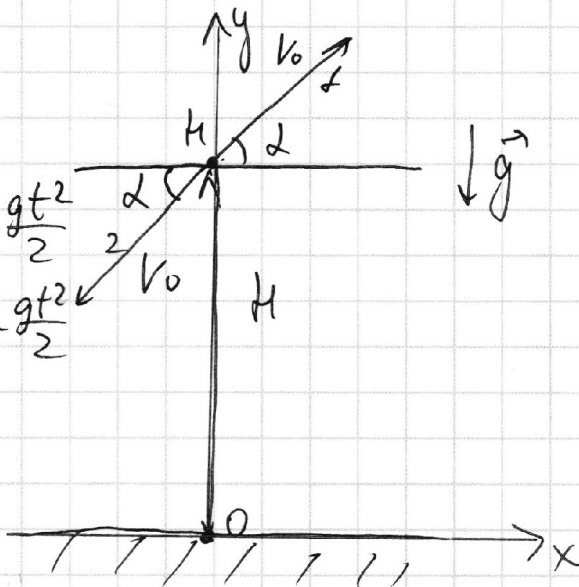
$$y_1(t) = y_1(0) + V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2(t) = y_2(0) - V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

Равномерн. движение: ОХ:

$$x_1(t) = x_1(0) + V_0 t \cos \alpha$$

$$x_2(t) = x_2(0) - V_0 t \cos \alpha$$



Ищем времена полета t_1 и t_2 соответственно:

$$L = x_1(t_1) - x_2(t_2) = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

$$t_1 > 0; t_2 > 0$$

$$\begin{cases} 0 = H + V_0 t_1 \sin \alpha - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H - V_0 t_2 \sin \alpha - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} t_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \\ t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{cases}$$

$$t_1 + t_2 = \frac{2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

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

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

$$\frac{V_0^2 \sin^2 2\alpha}{4} + 2gH \cos^2 \alpha \rightarrow \max \quad V_0^2 \sim V_0^2$$

$$V_0^2 \cos^2 \alpha - V_0^2 \cos^4 \alpha + 2gH \cos^2 \alpha \rightarrow \max$$



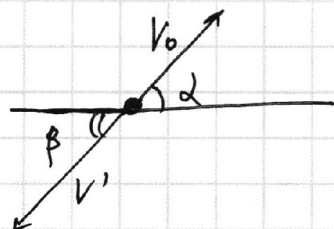
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

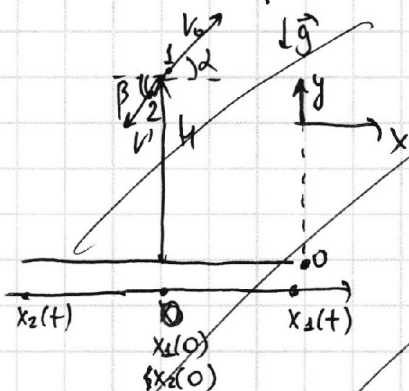
СТРАНИЦА
4 из 12

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!

Закон сохранения импульса: $F_{внешних} \cdot \Delta t = 0$ - силы, действо.



$$V_0 \cos \alpha = V' \cos \beta$$



$F_{внешних} \Delta t = 0$ - на шарик не действуют внешн. силы по ОХ.

Закон сохр. импульса:

$$Ox: 0 = mV_{2x} = \frac{mV_0 \cos \alpha}{2} - \frac{mV' \cos \beta}{2}$$

$\uparrow$
 V_2 в проекции на ОХ

Равноиск. движение по ОУ:

$$y_1(t) = y_1(0) + V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2(t) = y_2(0) - V' \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

Равномерное движение по ОХ:

$$x_1(t) = x_1(0) + V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$x_2(t) = x_2(0) - V' \cos \beta \cdot t$$

$$L = x_1(t) - x_2(t) = (V_0 \cos \alpha + V' \cos \beta) \cdot t$$

$$0 = H + V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$0 = H - V' t \sin \beta$$

Пусть T_1 - время пад. 1; T_2 - время пад. 2

$$0 = H + V_0 T_1 \sin \alpha - \frac{gT_1^2}{2}; \quad 0 = H - V' T_2 \sin \beta - \frac{gT_2^2}{2}$$

$$T_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{-g} > 0$$

$$T_2 = \frac{V' \sin \beta \pm \sqrt{V'^2 \sin^2 \beta + 2gH}}{-g} > 0$$

$$0 = H + V_0 T_1 \sin \alpha - \frac{gT_1^2}{2}$$

T_1 - время пад. 1.

$$0 = H - V' T_2 \sin \beta$$



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 12

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!

энергия фейерверка:
 ~~$E_1 = Q$~~ ~~горение топлива~~

$E_2 = mgh + \frac{mv^2}{2}$
пот. энергия 2. кинет. энергия 2.

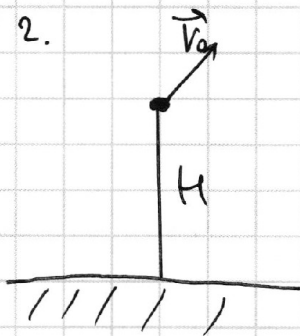
Закон сохр. энергии: ~~Аналогично~~
 $E_1 = E_2$ — энергии в 1 и 2 = 0;
 $mgh + \frac{mv^2}{2} = mgH$ * случаев
↑ пот. энергия 1. ↑ пот. энергия 2.
↑ кинет. энергия 1.

* m — масса фейерверка

пункт 1.

$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgH$ $m \neq 0$
 $gh + \frac{v^2}{2} = gH \Leftrightarrow H = \frac{v^2}{2g} + h = 11,2 \text{ м} + \frac{4^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} =$
 $= 11,2 \text{ м} + \frac{16}{20} \text{ м} = 11,2 \text{ м} + \frac{4}{5} \text{ м} = 12 \text{ м}.$

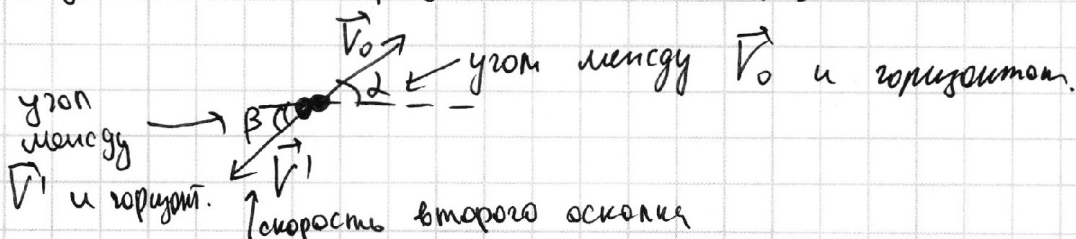
пункт 2.



Фейерверк разорвался на 2 части с одинак. массами $\Rightarrow$ масса каждой части: $m = 2m_{\text{части}} \Rightarrow m_{\text{части}} = \frac{m}{2}$.

На высоте H скорость фейерверка $V_2 = 0$

Пусть осколки разлетелись таким образом.



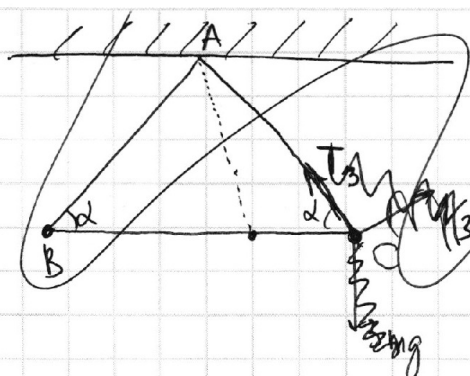


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

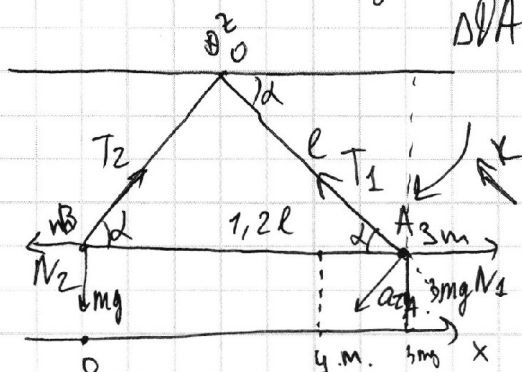
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
11 из 12

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!



$$\Delta ABC - \text{пр. } \delta \text{ по опр. } \Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \arccos \frac{5}{8}$$



$$\Delta ABC - \text{пр. } \delta - \text{по опр. } \Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \arccos \frac{5}{8}$$

$$\text{Найдём } x_{\text{ц.м.}} = \frac{3\text{м} \cdot 1,2\ell}{4\text{м}} =$$

$$= 0,9\ell$$

м.к. ц.м. наход. правее
м.О, но ц.м. после
освобождения пойдёт по кас.
стрелке.

$$N_1 = N_2 - 2\text{-ой закон Ньютона}$$

3м движ. по окр-ти $\text{опр. м.О} \Rightarrow \text{попр.}$

II закон Ньютона: $\text{ОХ: } a_x = a_y = 0$ по δ О ц.м.:

$$0 = T_2 \cos \alpha - T_1 \cos \alpha \Rightarrow T_1 = T_2$$

$$\sum m_i r_i^2$$

$$0 = -4mg + 2T_1 \sin \alpha \Rightarrow T_1 = \frac{2mg}{\sin \alpha}$$

$$\text{м.О: } \beta_z \cdot J = \sum M_i - \text{уп-е вращ. движение.}$$

$$\beta_z \cdot (3m + m)\ell^2 = 3mg\ell \cos \alpha - mg\ell \cos \alpha = 2mg\ell \cos \alpha$$

$$\beta_z = \frac{g \cos \alpha}{2\ell} \Rightarrow a_{\tau A} = \beta_z \cdot \ell = \frac{g \cos \alpha}{2}$$

Иг.к.: ОХ:

$$a_{\text{ц.м.}} = \frac{T_1 - 3mg \sin \alpha - N_1 \cos \alpha}{3m} = 0$$

хар. скор. = 0
по у.м.

$$\beta_z = \frac{d\omega}{dt}$$

$$\omega = \beta_z t + C$$

$$\text{при } t=0 \quad \omega=0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C=0 \Rightarrow a_{\text{ц.м.}}=0$$



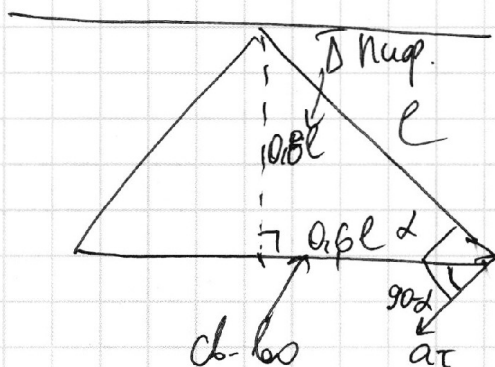
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
12 из 12

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!

тогда $\vec{a}_{3m} = \vec{a}_T \Rightarrow$ угол между $\vec{a}_T$ и горизонталю.
 $= 90^\circ - \alpha \Rightarrow$



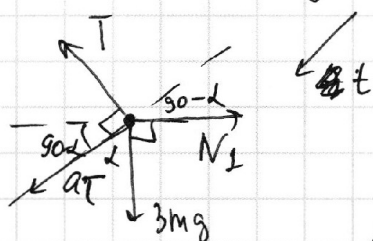
по Тиг:
 $\cos \alpha = \frac{0.6l}{l} = 0.6$

$\sin(90^\circ - \alpha) = 0.6$

$a_2 = \sqrt{a_T^2 + a_k^2} = \frac{gl \cos \alpha}{2} = \sqrt{3} \frac{4}{5} \cdot l$

по II з. к.:

$a_k = 0 \Rightarrow T_1 = 3mg \sin \alpha + N_1 \cos \alpha$



II з. к. от:

$3ma_T = 3mg \cos \alpha - N_1 \sin \alpha$

$\frac{3mgl \cos \alpha}{2} = N_1 \sin \alpha$

$N_1 = \frac{3mgl}{2 \tan \alpha} = \frac{3mgl \cdot 3}{2 \cdot 4} =$

$= \frac{9mgl}{8} = \frac{9 \cdot 0.8}{8} \cdot l \cdot \frac{4}{5} = 0.9 \frac{4}{5} l \cdot \frac{4}{5} = 0.9 \frac{4}{5} \cdot l$

$T_1 = 3mg \cdot \frac{4}{5} + \frac{9mgl}{8} \cdot \frac{3}{5} = \frac{96 + 27}{40} mgl =$

$= \frac{123}{40} mgl = \frac{123}{40} \cdot 0.8 \frac{4}{5} \cdot l = \frac{49.6}{50} \frac{4}{5} l = 0.992 \frac{4}{5} \cdot l$

Ответ: 1) 0.6 2) $0.992 \frac{4}{5} \cdot l$ 3) $0.992 \frac{4}{5} \cdot l$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
7 из 12

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!

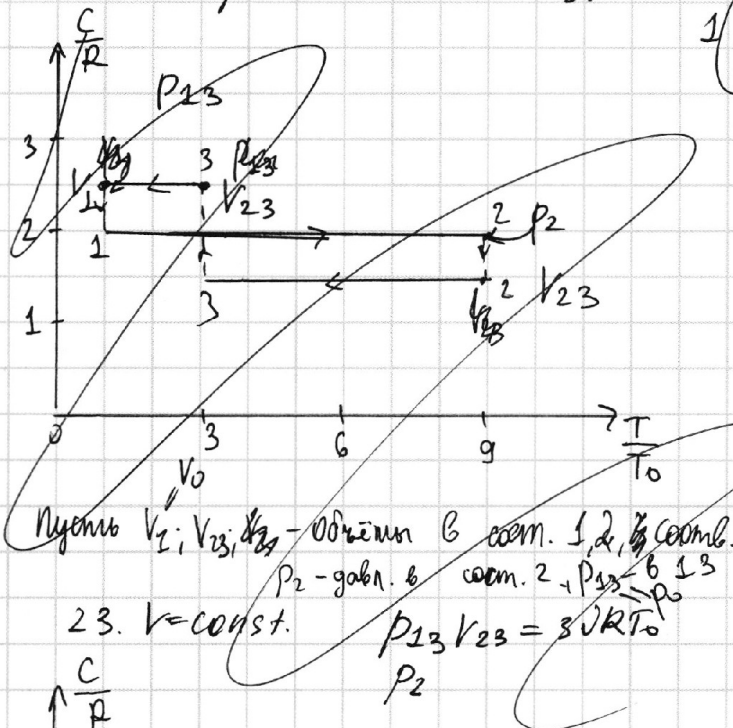
Итак по термодинамике: $Q = \Delta U + A_{\text{мех}} = C_V \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + A_{\text{мех}}$

$$\frac{C}{R} = \frac{i}{2} + \frac{A_{\text{мех}}}{\nu R \Delta T}$$

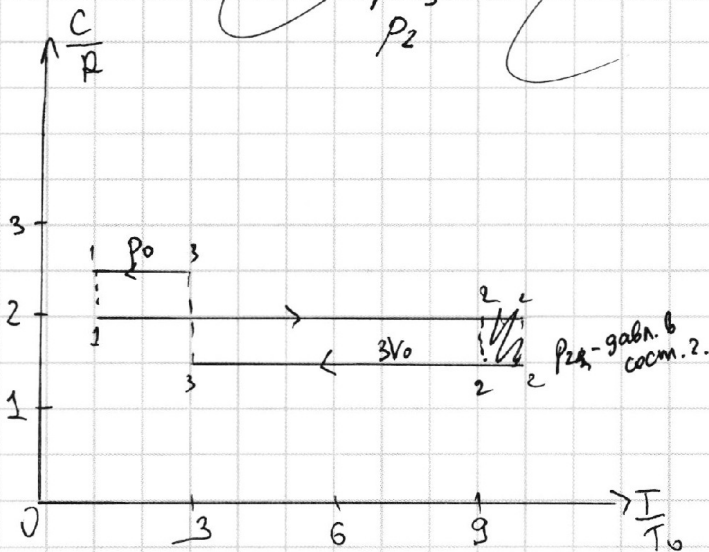
Одноатомный газ: $i=3$

$$\begin{aligned} \text{при } p = \text{const} : \frac{C}{R} &= \frac{i+2}{2} = 2,5 \\ V = \text{const} : \frac{C}{R} &= \frac{i}{2} = 1,5 \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ на уг. 13 $p = \text{const} = p_{13} = p_0$
уг. 23 $V = \text{const} = V_{23}$



$$\begin{aligned} 1/3: A_{\text{мех}} &= \nu R \Delta T = \int p dV \\ p_{13}(V_3 - V_1) &= \nu R \cdot 2T_0 \\ p_{13}(V_{23} - V_1) &= \nu R \cdot 2T_0 \\ 2/3: A_{\text{мех}} &= 0 \\ \text{Упр-е в соот. } pV &= \nu RT \\ p_{13} V_1 &= \nu R \cdot 3T_0 \\ p_{13} V_{23} &= 3 \nu R T_0 \\ \frac{V_{23}}{V_1} &= 3 = \frac{V_{23}}{V_0} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} 1/3: \text{уп-е соот.} \\ p_0 \cdot V_0 &= \nu R T_0 \\ p_0 \cdot V_3 &= \nu R \cdot 3T_0 \\ \frac{V_3}{V_0} &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2/3: \text{уп-е соот.} \\ p_0 \cdot \frac{1}{3} V_0 &= \nu R \cdot 3T_0 \\ V_3 &= 3V_0 \\ p_{13} \cdot 3V_0 &= \nu R \cdot 9T_0 \\ p_{13} &= 3p_0 \end{aligned}$$

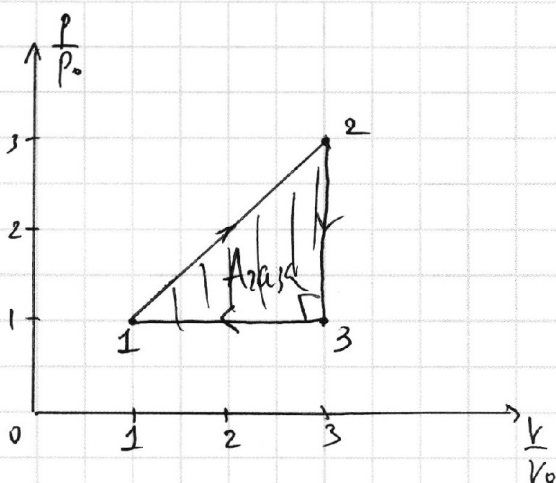


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
8 из 12

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!



$$C - C_p =$$

$$C_{12} - C_p = 2C_{12} - 2C_v;$$

$$C_{12}$$

$$= \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = n = -1.$$

$$PV^n = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const.} \quad \text{— мин. зависимость } \frac{P}{V} \text{ — с осм.}$$

$$A_{\text{араз}} = \int p dV = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2P_0 = 2P_0 V_0 = 2 \sqrt{RT_0} = 2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \text{ Дж} \\ \text{площадь под графиком } P(V) \quad \text{↑ площадь } T_{\text{м}} \quad \text{↑ при пост. давл.}$$

$$= 8,31 \cdot 270 \cdot 6 \text{ Дж} = 13462,2 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ 6 \\ \hline 1620 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1620 \\ 8,31 \\ \hline 1620 \\ 4860 \\ \hline 12960 \end{array}$$

За N циклов газ соверш. раб.

$$\frac{A_{\text{араз}}}{2} \cdot N = Mgh \Leftrightarrow h = \frac{A_{\text{араз}} \cdot N}{2Mg} = \frac{13462,2 \cdot 15}{2 \cdot 2500} = 1,34622 \cdot 30 = 40,3866 \text{ м}$$

↑ 2 — за 1 цикл ↑ площадь под графиком $P(V)$ ↑ при пост. давл.

Ответ: 1) см. график. 2) 13462,2 Дж
3) 40,3866 м.

$$= \frac{13462,2 \cdot 15}{2 \cdot 2500} = 1,34622 \cdot 30 = 40,3866 \text{ м}$$



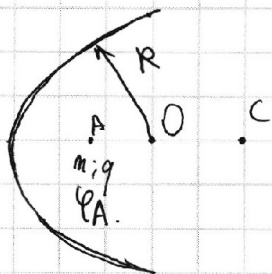
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
9 из 12

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.

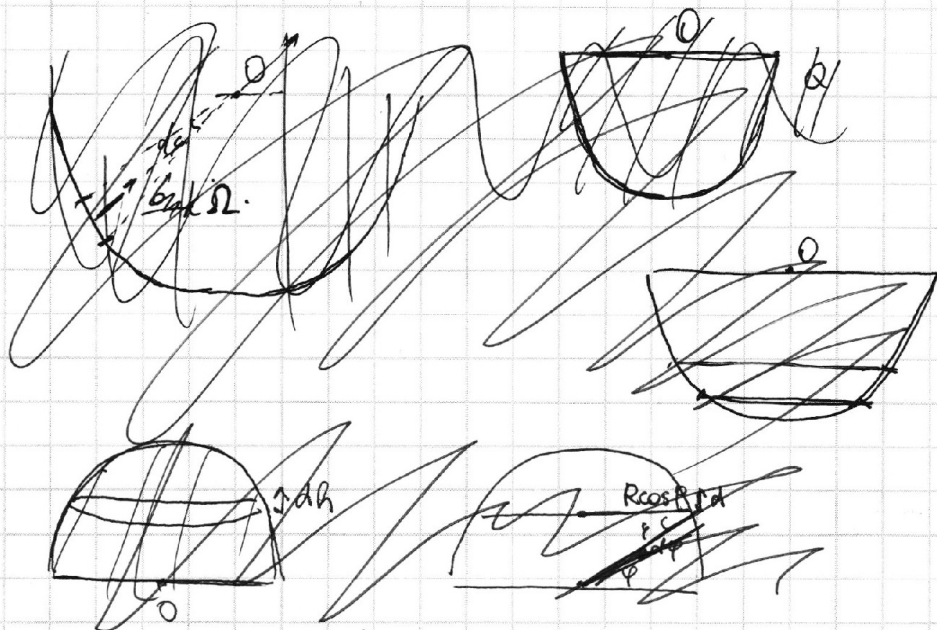


$$\varphi(\infty) = 0$$

скорость на
большом расст.
от т.О (нет взаимод.
с полусферой)

ЗСЭ:
 $W_A + E_{KA} = W_\infty + E_{K\infty}$
пот. энергии эл.

$$\varphi_A \cdot q = \frac{mV^2}{2}$$



Рассмотрим мал. кусочек полусферы
заряда q_i

В т.О q_i созд. потенциал:

$$\varphi_i = \frac{kq_i}{R}$$

$$\varphi_0 = \sum \varphi_i = \frac{k \sum q_i}{R} = \frac{kQ}{R} \quad \text{по принципу суперпозиции}$$

Закон сохр. энергии:

$$\varphi_0 \cdot q + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

↑ скорость в т.О

$$V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{Rm}}$$



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.

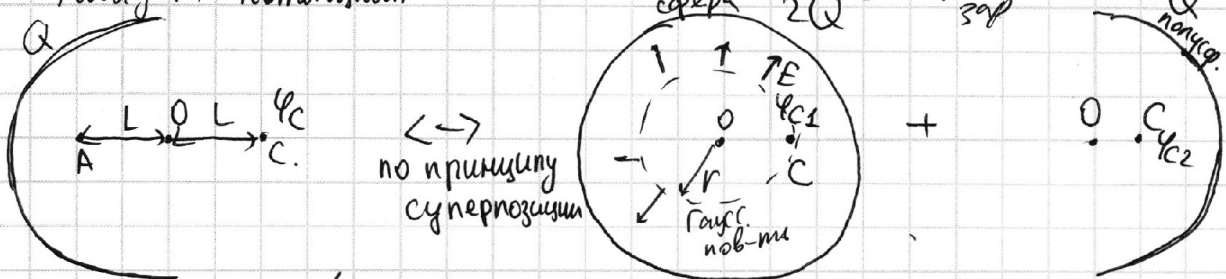
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
10 из 12

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!

2.

Найдём потенциал в т. С.



$$\Phi_C = \Phi_{C1} + \Phi_{C2}$$

Φ на сфере, т.к. поле внутри проводн. = 0 по Гаусса.

аналогичный случай, но заряд сферы имеет противн. знак $\Phi \sim Q$

$$\sum \epsilon_i \Delta S_i = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = 0$$

полюс. Gauss. пов-ти - шара

$$\Phi_{на\ сфере} = \frac{k \cdot 2Q}{R} = \Phi_{C1}$$

$$\Phi_C = \frac{2kQ}{R} - \frac{mv^2}{2q}$$

Закон сохр. энергии: $E_{\infty} = E_C$ Аналогично 1.

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_c^2}{2} + \Phi_C q = \frac{mv_c^2}{2} + \left(\frac{2kQq}{R} - \frac{mv^2}{2} \right)$$

$$mv^2 - \frac{2kQq}{R} = \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow v_c = \sqrt{2v^2 - \frac{4kQq}{mR}}$$

$$\text{ответ: } 1. v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

$$2. v_c = \sqrt{2v^2 - \frac{4kQq}{mR}}$$



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 __

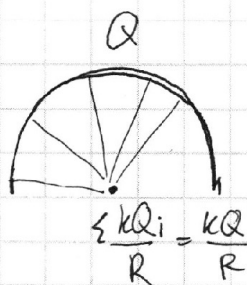
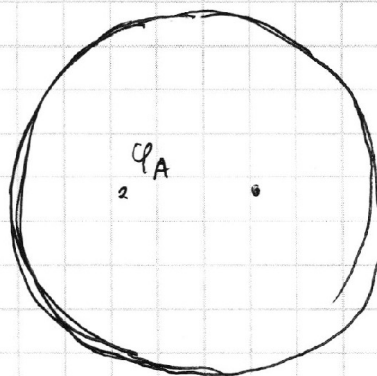
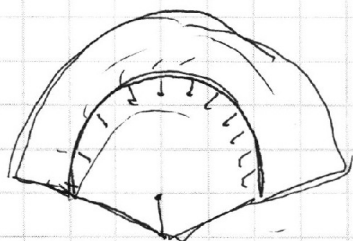
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = n$$

$$pV^n = \text{const}$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i}$$

$$\uparrow k \cdot \Omega = \frac{6}{2\epsilon_0}$$



$$\sum \frac{kQ_i}{R} = \frac{kQ}{R}$$



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!

Diagram showing a system of masses and strings. A mass m is suspended by a string of length l from a point A . A second mass $3m$ is suspended by a string of length $1.2l$ from the first mass. The angle between the strings is β . The forces acting on the masses are gravity mg and $3mg$ respectively. The tension in the strings is T_1 and T_2 . The normal force N_2 acts on the mass $3m$.

после освобождения:

ИЗ.Н.: $3ma_x = \frac{3mg}{\sin\beta} \cos\beta$
 $3ma_y = 3mg - 3mg = 0$

ΔABC - $\Pi\Delta$ по Опр. $\Rightarrow \angle ACB = \angle ABC = \arccos \frac{3}{5}$
Сразу после освобождения системы, $\angle ACB$ и $\angle ABC$ не усп. поменять.
 $N_1 = N_2 = N$ - III закон Ньютона.
II закон Ньютона:
 ΔO освободился, $a_{\text{центр масс}} = 0$
OY: $0 = T_2 \sin\beta - 3mg$
 $0 = T_1 \sin\beta - mg$ } $T_2 = 3T_1$
OX: $0 = N_2 - T_2 \cos\beta$
 $0 = T_1 \cos\beta - N_1$

$T_2 = \frac{3mg}{\sin\beta}$