



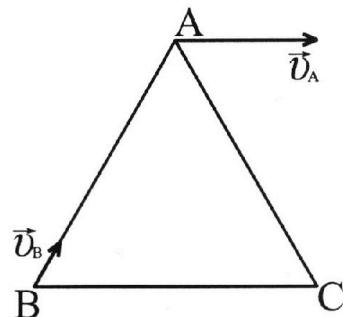
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил четыре оборота?

Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

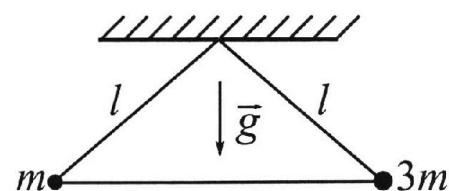
3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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

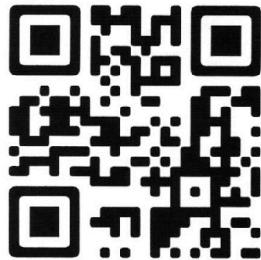
На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16 \text{ м/с}$. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами $m = 80 \text{ г}$ и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Системудерживают так, что шарики находятся 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$.
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

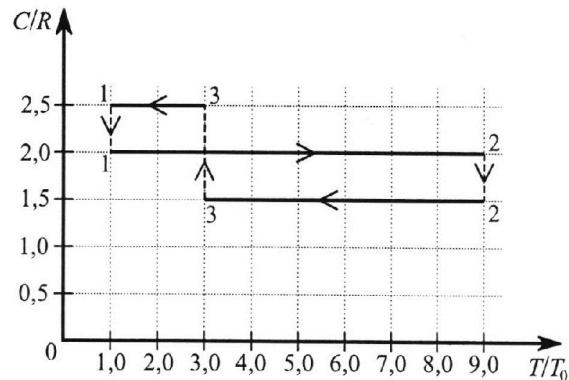
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 3$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270\text{ K}$.

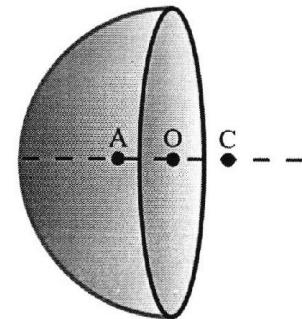
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250\text{ kg}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ m/s}^2$, 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 большом 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.



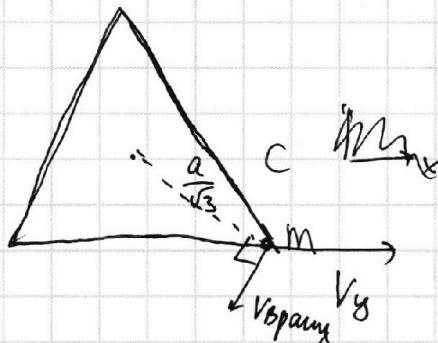
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

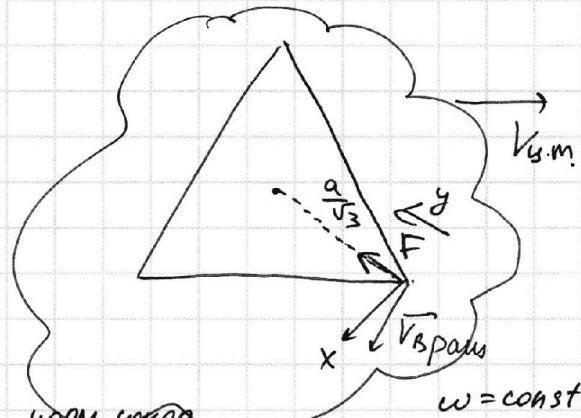
СТРАНИЦА
2 из 12

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.



На плоскости задачи
точка В имеет угл. м.



II закон Ньютона: $\frac{\partial y}{\partial t} = \text{норм. ускор.}$

$$F = m \left(\frac{V_{\text{Брама}}^2 \sqrt{3}}{a} \right) = \frac{\sqrt{3}m}{a} V_{\text{Брама}}^2$$

М.к. $V_{\text{Б.м.}} = \text{const.}$ ($V_{\text{Б.м.}}$ однаков.), то сила, действ. на плоскую фиг. с ~~ко~~ угл. м. = 0. $\Rightarrow F = R$.

$$R = \frac{\sqrt{3}m}{a} \cdot \left(\frac{V_A}{2} \right)^2 = \frac{\sqrt{3}m}{4a} V_A^2 = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{60 \cdot 10^{-6}}{0.4} \cdot 0.8 \cdot 10^{-1} \\ = \sqrt{3} \cdot 120 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \cdot 240 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-1} = \sqrt{3} \cdot 240 \cdot 10^{-7} \text{Н.}$$

Ответ: 1. $0.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

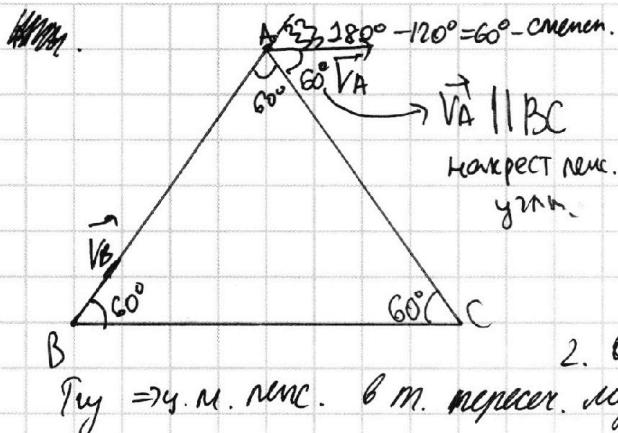
2. $\frac{8\pi}{\sqrt{3}} \text{ с.}$

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

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
1 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!

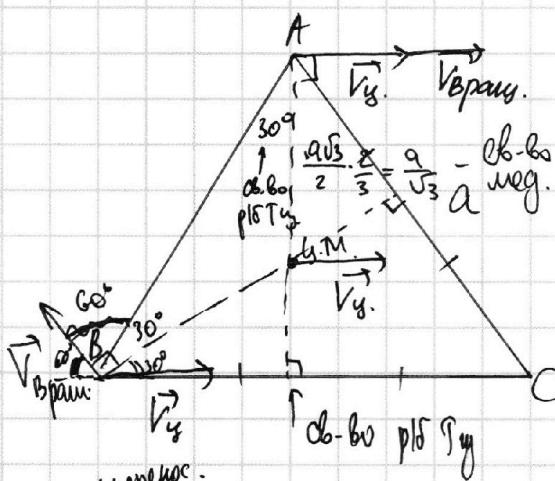


1. $\Delta ABC - P/C \rightarrow$ угол при вершинах 60° по сл-ву р/c
Тут
Проекции на пр. AB : мягкая расстановка:

$$V_B = V_A \cos 60^\circ = \frac{V_A}{2} = 0.4 \frac{m}{s}$$

2. Однородный диск мячика в форме Тура \Rightarrow г.м. линс. в т. пересеч. осей ΔABC .

Пусть скользит г.м. \vec{V}_y .



вектор
Брамп

$$\vec{V}_A = \vec{V}_y + \vec{V}_{\text{Брамп}}$$

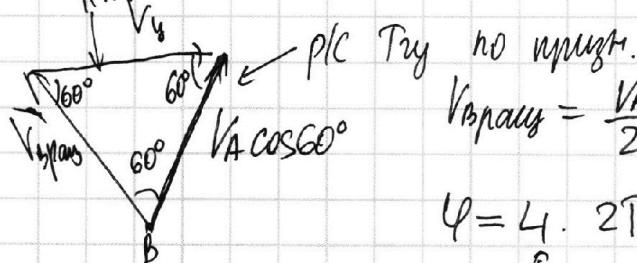
$$\vec{V}_B = \vec{V}_y + \vec{V}_{\text{Брамп}}$$

$$\|\vec{V}_{\text{Брамп}}\| = w \frac{d \sin 30^\circ}{\sqrt{3}}$$

В проекции на AB :
угл. сопр.
Брамп

$$\begin{aligned} V_{\text{Брамп}} \cos 60^\circ + V_y \cos 60^\circ &= \\ &= V_B = \frac{V_A}{2} \end{aligned}$$

$$V_{\text{Брамп}} + V_y = V_A$$



$$V_{\text{Брамп}} = \frac{V_A}{2} = w \cdot \frac{q}{\sqrt{3}} \Rightarrow w = \frac{V_A \sqrt{3}}{2a}$$

$$\begin{aligned} \varphi &= 4 \cdot 2\pi = w t \Rightarrow t = \frac{8\pi \cdot 2a}{\sqrt{3} V_A} = \\ &\stackrel{\text{4 обор.}}{=} \frac{8\pi \cdot 16\pi q}{\sqrt{3} V_A} = \frac{16 \cdot 8\pi^2 q}{\sqrt{3} V_A} \end{aligned}$$

$$= \frac{16\pi \cdot 0.4}{\sqrt{3} \cdot 0.8} C = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} C.$$



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**.

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

СТРАНИЦА
6 из 12

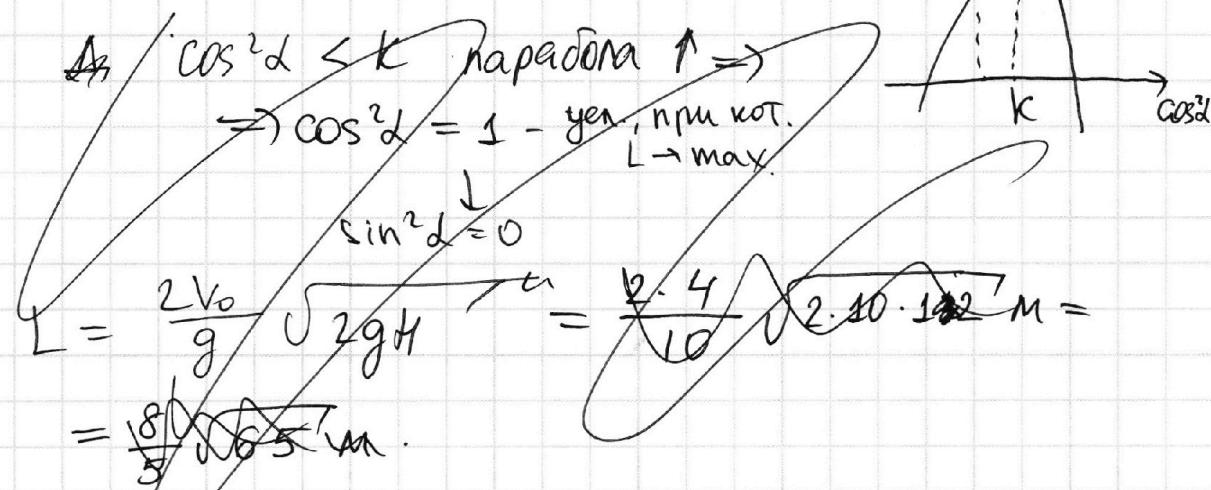
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

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

парабола
вспл. выше
отн. $\cos^2 \alpha$

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

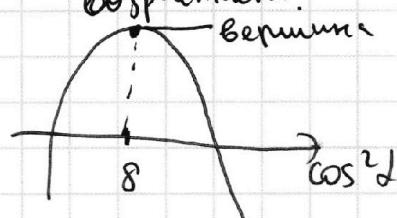
$$K = \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{gH}{V_0^2} = \frac{1}{2} + \frac{10}{16} = \frac{1}{2} + \frac{5}{8} = \frac{13}{8}$$



Ответ: 1) $12 M$; 2) $\frac{8}{5} \sqrt{65} M$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \frac{10 \cdot 12}{16} = \frac{1}{2} + 7,5 = 8 > 1$$

Но пока $\cos^2 \alpha < 8$ — оп-цифре $-V_0^2 \cos^2 \alpha + (V_0^2 + 2gH) \cos^2 \alpha$ возрастают



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

$$L = \frac{2V_0}{g} \sqrt{2gH} = \frac{2 \cdot 8}{10} \sqrt{20 \cdot 12} =$$

$$= 3,2 \sqrt{4 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3} = 12,8 \sqrt{15} M$$

Ответ: 1) $12 M$
2) $12,8 \sqrt{15} M$.

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**.



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

СТРАНИЦА
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!

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

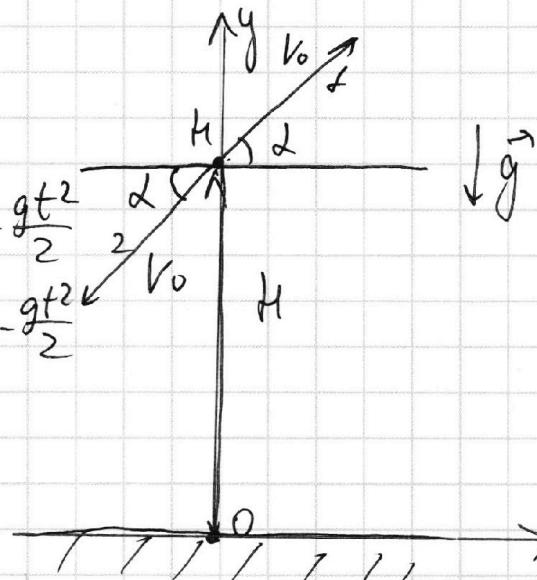
$$\sin \alpha = \sin \beta \\ \cos \alpha = \cos \beta$$

$$V_0 = V'$$

Равнознач. движ.: OY:

$$y_1(t) = y_2(0) + V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

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



Равномерн. движ.: OX:

$$x_1(t) = x_2(0) + V_0 t \cos \alpha$$

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

Нужно время пад. 1 и 2 T_1 и T_2 соответ.

$$L = x_1(T_1) - x_2(T_2) = V_0 \cos \alpha (T_1 + T_2)$$

$$T_1 > 0, T_2 > 0$$

$$\begin{cases} 0 = H + V_0 T_1 \sin \alpha - \frac{gt_1^2}{2} \\ 0 = H - V_0 T_2 \sin \alpha - \frac{gt_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \\ T_2 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{cases}$$

$$T_1 + T_2 = \frac{2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

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

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

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



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**.

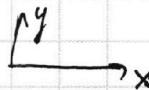
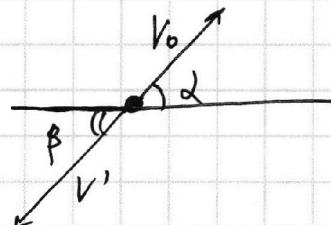
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
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!

$F_{внешних} \cdot \Delta t = 0$ — сила, действ.

Закон сохр. импульса:



$F_{внешних} \Delta t = 0$ — на импульс не действ.

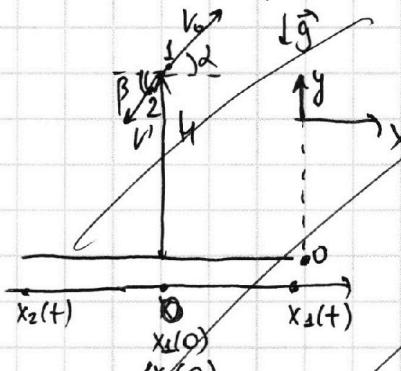
$F_{внешних} \Delta t = 0$ по внешн. силам

Закон сохр. импульса:

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

$V_0 \cos \beta$ в проекции на Ox

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



Равнотр. движ. вдоль Oy : $y_1(t)$

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

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

Равнотр. движ. по Ox :

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

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

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

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

$$0 = H + V' t \sin \beta - \frac{gt^2}{2}$$

$$0 = H + V_0 T_1 \sin \beta - \frac{g T_1^2}{2}$$

$$0 = H + V_0 T_2 \sin \beta - \frac{g T_2^2}{2}$$

T_1 — время наг. 1.
 T_2 — время наг. 2.

Несмб T_1 — время наг. 1; T_2 — время наг. 2

$$0 = H + V_0 T_1 \sin \beta - \frac{g T_1^2}{2}; 0 = H + V_0 T_2 \sin \beta - \frac{g T_2^2}{2}$$

$$T_1 = \frac{V_0 \sin \beta}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \beta + 2gH}} > 0$$

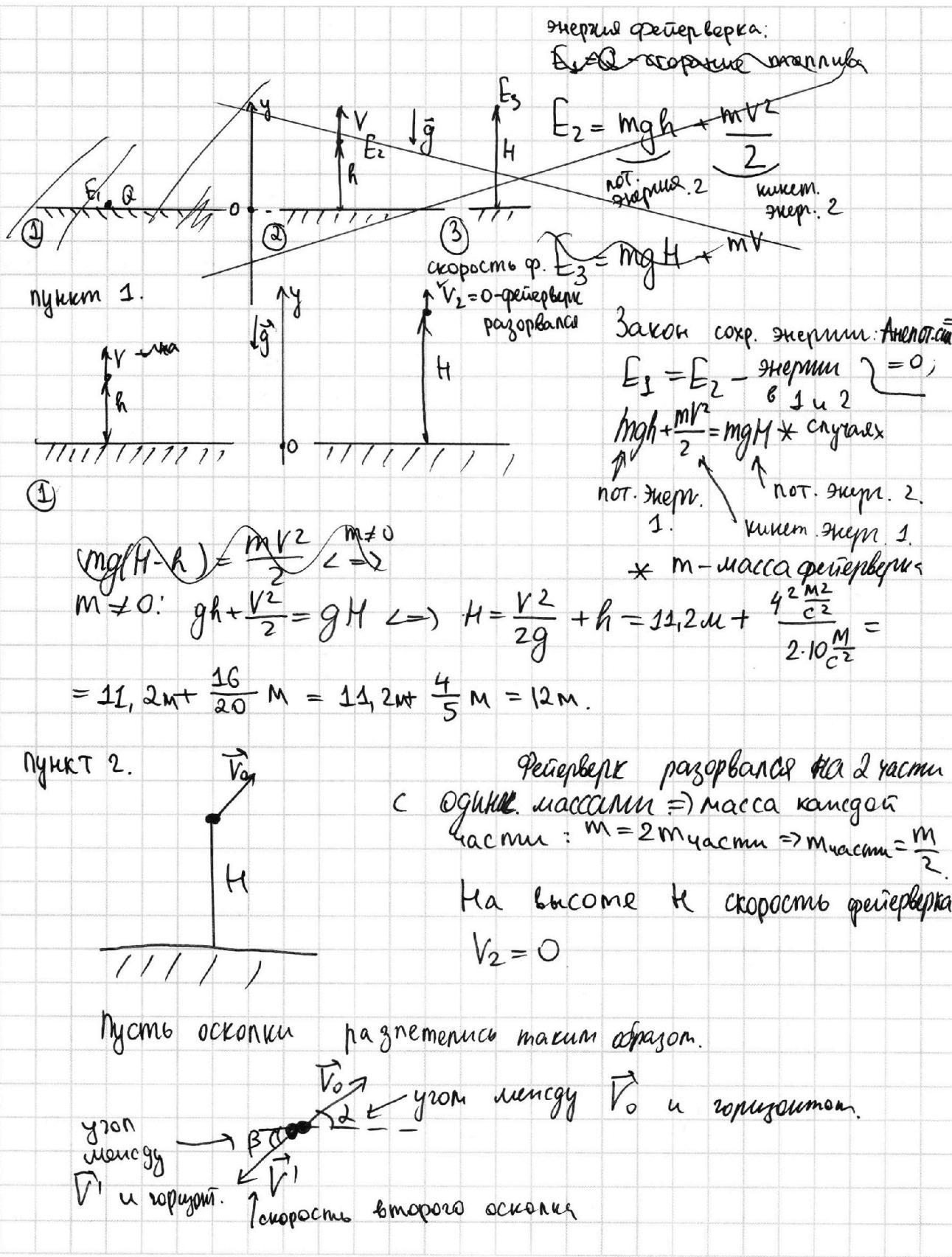
$$T_2 = \frac{V' \sin \beta}{\sqrt{V'^2 \sin^2 \beta + 2gH}} > 0$$

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.

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

СТРАНИЦА
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!



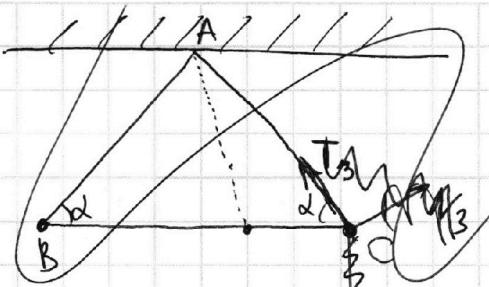


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

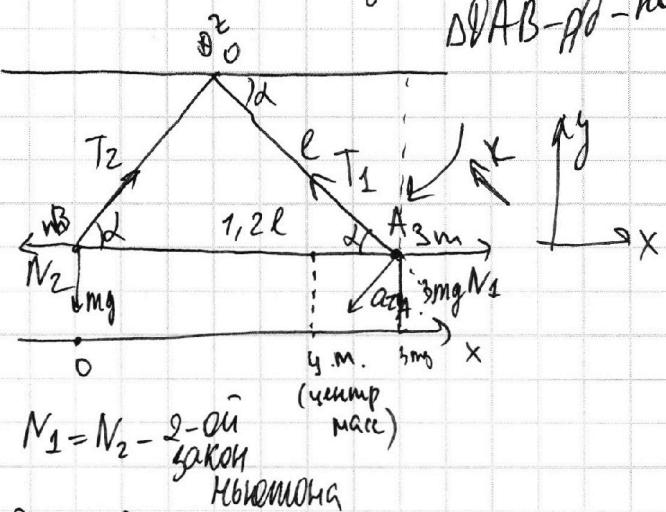
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
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!



$$\triangle ABC - \text{р}(\delta \text{ по опр.}) \Rightarrow \angle ACB = \angle ABC \\ = \arccos \frac{s}{s}$$



$$\triangle OAB - \text{по опр.} \quad \angle OAB = \angle OBA$$

найдём $x_{\text{г.м.}} = \frac{3m \cdot 1,2l}{3m + 3m} = 1,2l$

найдём $x_{\text{г.м.}} = \frac{3m \cdot 1,2l}{3m + 3m} = 1,2l$

$$\text{найдём } x_{\text{г.м.}} = \frac{3m \cdot 1,2l}{3m + 3m} = 1,2l$$

М.к. г.м. наход. правее
м.о., то г.м. после
освобод. погрем по час.
стремле.

3м движ. по окр-тии отм. м.о. ~~находил~~.

I закон Ньютона: $Ox: a_x = a_y = 0 \rightarrow$ по Т О г.м.:

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

$$\sum m_i r_i^2$$

$$m \cdot O: \beta_2 y = \sum m_i \cdot y \text{ - пр-е браш. грав.} \\ 0 = -4mg + 2T_1 \sin d \Rightarrow T_1 = \frac{2mg}{\sin d}$$

$$\beta_2 \cdot (3m + m) l^2 = 3mgl \cos d - mgl \cos d = 2mgl \cos d$$

$$\beta_2 = \frac{g \cos d}{2l} \Rightarrow a_{TA} = \beta_2 \cdot l = \frac{g l \cos d}{2}$$

$$a_{TA} = \frac{T_1 - 3mgs \sin d - N_1 \cos d}{3m} = 0 \quad \text{норм. супр.} = 0 \quad \text{но учи.}$$

$$\beta_2 = \frac{dw}{dt}$$

$$w = \beta_2 t + C.$$

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

$$\Rightarrow C=0 \Rightarrow a_{TA}=0$$



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**.

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

СТРАНИЦА
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!

Многа $\vec{a}_{3m} = \vec{a}_T \Rightarrow$ угол между \vec{a}_T и горизонтом

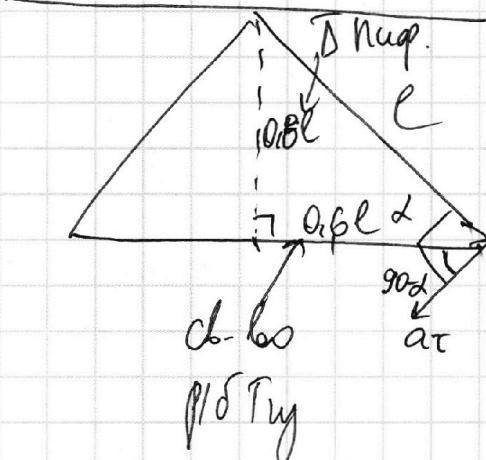
$$= 90^\circ - \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$$

по Ту:

$$\cos \alpha = \frac{0,6l}{l} = 0,6$$

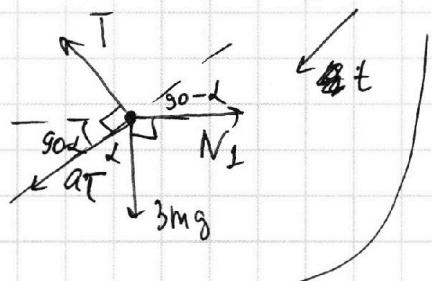
$$\sin(90^\circ - \alpha) = 0,6$$



по Ту

но II 3. к.:

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



II 3. к.: от:

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

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

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

$$= \frac{9mg l}{8} = \frac{9 \cdot 0,8}{8} \cdot l \text{ кН} = 0,9 \frac{\text{кН}}{\text{м}} l \quad \mu = 0,9 \frac{\text{к}}{\text{м}} \cdot l$$

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

$$= \frac{123}{40} mg l = \frac{49}{40} \cdot 0,8 l \frac{\text{кН}}{\text{м}} \cdot l = \frac{49}{50} \frac{\text{кН}}{\text{м}} l = 0,98 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \cdot l.$$

Ответ: 1) 0,6 2) 0,98 $\frac{\text{кН}}{\text{м}} \cdot l$ 3) 0,98 $\frac{\text{к}}{\text{м}} \cdot l$



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

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

СТРАНИЦА
7 из 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!

I начало термодинамики: $Q = \Delta U + A_{\text{раз}} = C_V \Delta T = \frac{1}{2} VR \Delta T + A_{\text{раз}}$

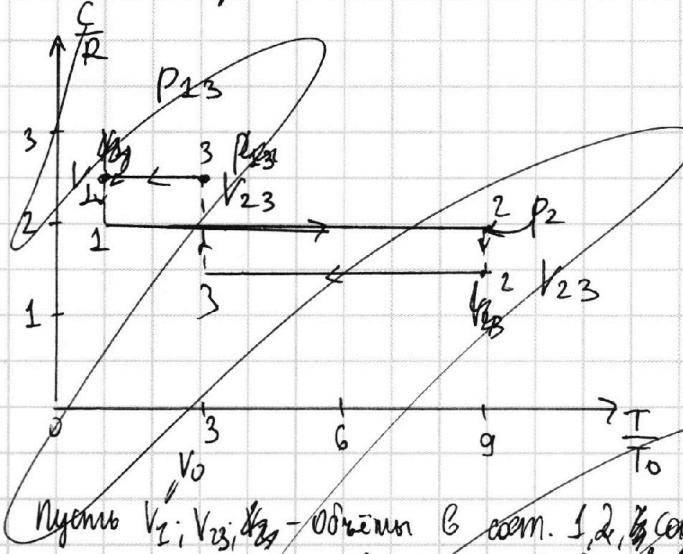
$$\frac{C}{R} = \frac{i}{2} + \frac{A_{\text{раз}}}{VR \Delta T}$$

Одноатомн. газ: $i=3$

при $p = \text{const}$: $\frac{C}{R} = \frac{i+2}{2} = 2,5$

$V = \text{const}$: $\frac{C}{R} = \frac{i}{2} = 1,5$

\Rightarrow на 13. $T_3 = p_{13} = p_0$
на 23. $V = \text{const.} = V_{23}$



23. $V = \text{const.}$

$$p_{13} V_{23} = 3 V R T_0$$

$$\frac{C}{R}$$

$$1/3: A_{\text{раз}} = VR \Delta T = \int p dV$$

$$p_{13}(V_{13} - V_1) = VR \cdot 2T_0$$

$$p_{13}(V_{23} - V_1) = VR \cdot 3T_0$$

$$23: A_{\text{раз}} = 0$$

$p = c$ const: $pV = VR T$.

$$p_{13} V_2 = VR \cdot 3T_0$$

$$p_{13} V_{23} = 3VR T_0$$

$$\frac{V_{23}}{V_1} = 3 = \frac{V_{23}}{V_0}$$

13: $p = c$ const.:

$$p_0 \cdot V_0 = VR T_0$$

$$p_0 V_3 = VR \cdot 3T_0$$

одинаков в состояниях

$$\frac{V_3}{V_0} = 3$$

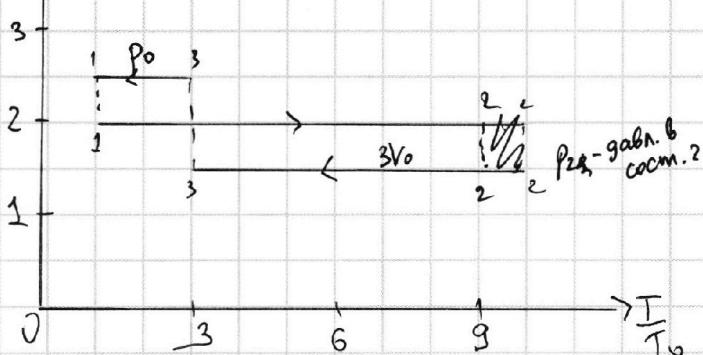
23: $p = c$ const.:

$$p_0 \cdot V_2 = VR \cdot 3T_0$$

$$V_3 = 3V_2$$

$$p_{23} \cdot 3V_0 = VR \cdot 9T_0$$

$$p_{23} = 3V_0 \cdot 3T_0$$

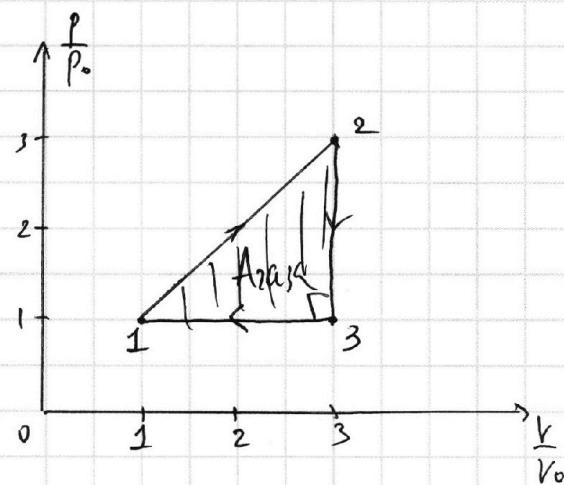


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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!



$$C - C_P =$$

$$C_{12} - C_P = 2C_{32} \rightarrow 2C_V;$$

$$C_{12}$$

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

$$PV^n = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const.} \quad - \text{лин. зависимость}$$

$$\begin{aligned} 12: C &= \text{const.} = C_{12} \quad \text{при пост. давл.} \\ C - C_{13} &= C - C_P \quad \text{при пост. объёме} \\ C - C_{23} &= C - C_V \quad \text{при пост. давл.} \\ \frac{C - C_{13}}{C - C_{23}} &= \frac{C - C_P}{C - C_V} = \frac{Q_2}{Q_1} \end{aligned}$$

при пост.
объёме

$$\begin{aligned} \text{Araza} &= \int pdV = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2P_0 = 2P_0 V_0 = 2\sqrt{RT_0} = 2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270 \stackrel{\text{дис}}{=} \\ &\uparrow \quad \uparrow \text{площадь Т.ч.} \quad = 8,31 \cdot 270 \cdot 6 \stackrel{\text{дис}}{=} 13462,2 \text{ дис} \end{aligned}$$

площадь

по графику $P(V)$

$$\frac{270}{1620}$$

$$\frac{1620}{8,31}$$

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

За N циклов газ совершил раб.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Araza}}{2} \cdot N &= MgH \quad \Leftrightarrow H = \frac{\text{Araza} \cdot N}{2Mg} = \frac{13462,2}{13462,2} \stackrel{\text{дис}}{=} \\ &\uparrow \quad \uparrow \text{подъем} \\ \text{за 1 цикл} & \quad \text{груз на выс.} \\ & \quad H. \end{aligned}$$

$$= \frac{13462,2 \cdot 15}{2 \cdot 2500} = 1,34622 \cdot 30 =$$

$$4038660 \text{ M}$$

$$= 203866 \stackrel{\text{дис}}{=} \text{M.}$$

Ответ: 1) см. график. 2) 13462,2 дис

3) 4038660 M.

$\frac{13462,2 \text{ дис}}$



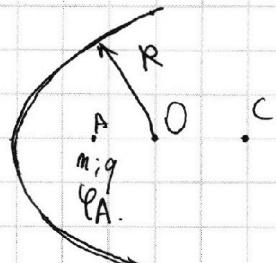
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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.



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

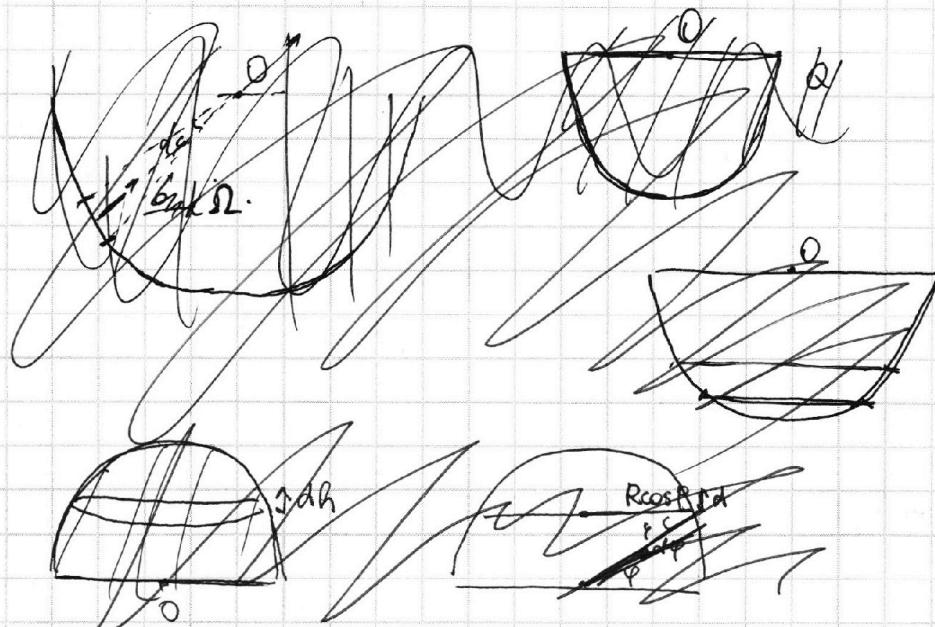
скорость на
 ∞ большом расст.
от т. О (нет взаимод
с полусферой).

ЗС?

$$W_A + E_{KA} = W_\infty + E_{K\infty}$$

ног. энергия эти.

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

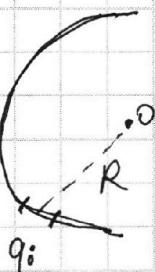


Рассмотрим мал. кусочек полусфера
заряда q_i

В м.О q_i согл. помещен:

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

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



Запон сохр. энергии:

$$\varphi_0 \cdot q + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kQq}{Rm}}$$

скорости
в м.о



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

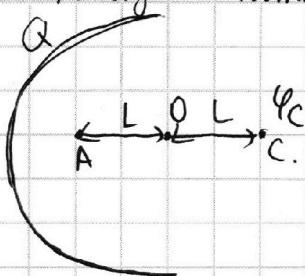
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input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

СТРАНИЦА
10 из 11

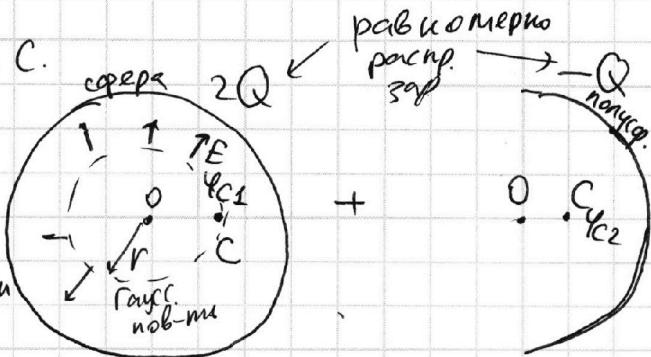
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2.

Найдём потенциал в м. с.



по принципу суперпозиции



$$\varphi_C = \varphi_{C1} + \varphi_{C2}$$

|| (аналогичный случаю, но заряд сферы имеет против. знак $\varphi \sim Q$)

$\varphi_{\text{на сфере}} = 0$
после вычитки предыдущ. = 0
по Гаусса.

$$\sum E_i dS_i = \frac{q_{\text{ин}}}{\epsilon_0} \quad E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = 0$$

одинак. из-за сим.
плос. Гаусс. поб-ми - шара

$$\varphi = \int \rho dV$$

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

$$\varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \frac{mV^2}{2q}$$

Закон сохр. энергии: $E_{\infty} = E_C \neq 0$ Аналогично 2.

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_C^2}{2} + \varphi_C q = \frac{mV_C^2}{2} + \left(\frac{2kQq}{R} - \frac{mV^2}{2} \right)$$

$$mV^2 - \frac{2kQq}{R} = \frac{mV_C^2}{2} \Leftrightarrow V_C = \sqrt{2V^2 - \frac{4kQq}{mR}}$$

$$\text{Решение: 1. } V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

$$2. V_C = \sqrt{2V^2 - \frac{4kQq}{mR}}$$



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

СТРАНИЦА
_ из _

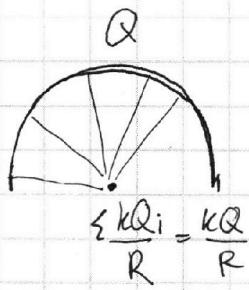
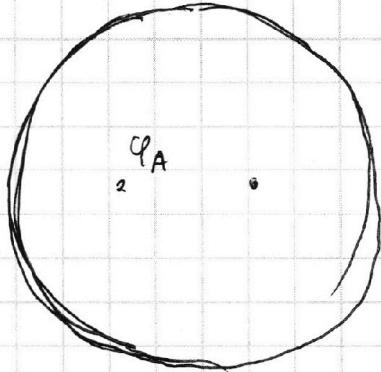
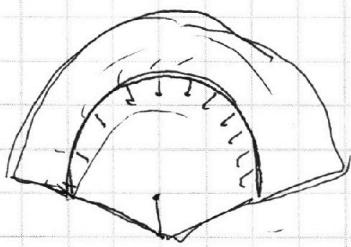
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

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



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



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 7СТРАНИЦА
_ 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!

