



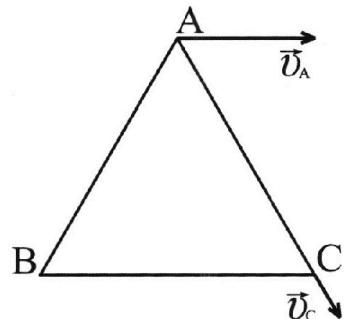
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?

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

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

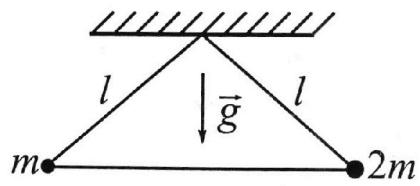
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

- На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

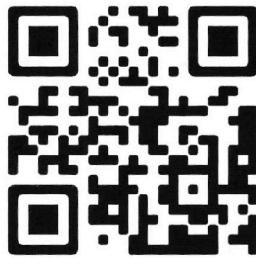
На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

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



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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

Вариант 10-03



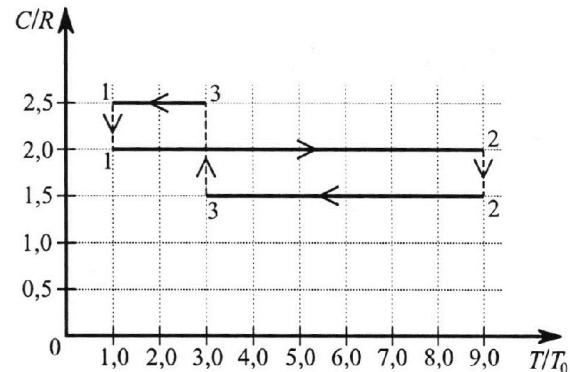
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

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

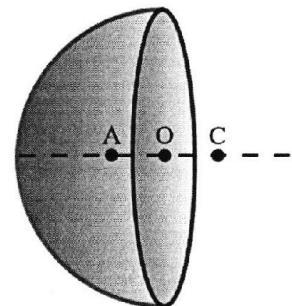
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна К.



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

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

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

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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

Дано:

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

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

$$a = 0,3 \text{ м}$$

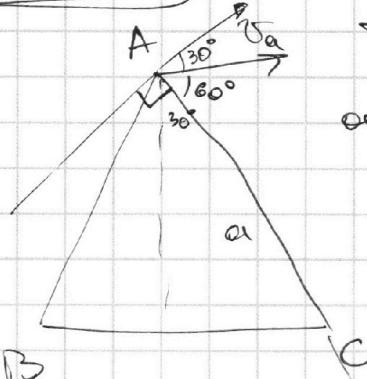
$$\alpha - ?$$

$$n = 8$$

$$m = 60 \text{ кг}$$

$$R - ?$$

Решение



Т.к. отрезок AC -
односторонне гв. тело, то:

$$Da \cos 60^\circ = v_c = \frac{v_a}{2} =$$

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

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

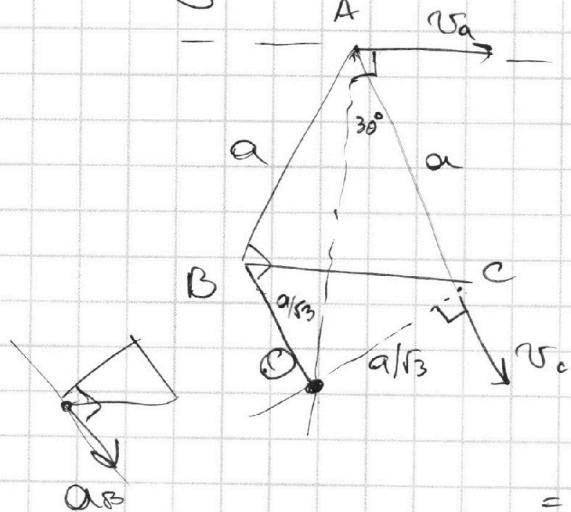
$$\Rightarrow v_a \text{ и } \sum \vec{M}_{\text{внешних сил}} = 0$$

Всех внешних сил нет, то $\vec{\omega} = \text{const}$
~~Её можно посчитать относит. радиц. любой точки,~~
посчитаем относит. С: ~~v_a sin 60^\circ = a\omega~~

$$\Rightarrow \omega = \frac{\sqrt{3} v_a}{2a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{2 \cdot 0,3 \text{ м}} = \frac{\sqrt{3} c^{-1}}{2} \quad \boxed{\sqrt{3} c^{-1}}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{2\pi n}{\omega} = \frac{2\pi \cdot 8}{\sqrt{3} c^{-1}} = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \frac{\text{рад}}{\text{с}} = \frac{16\sqrt{3}\pi}{3} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Найдём угловое движение:



Раз $\omega = \text{const}$, то
установление точки В
будет ~~если~~ ||BO (будет
только нормальное).

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

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

$$\Rightarrow \alpha_B = \omega^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} \quad \cancel{\text{если}} \quad = \frac{3 v_a^2}{4a^2} \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} v_a^2}{4a} =$$

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



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

Т.к. $m \ll M_{\text{давс}}$, то $\alpha_{\text{нужн}} = \alpha_B$

№ 3. Н.: ~~ав~~ $\vec{a}_B \parallel \vec{B}O$

\Rightarrow кас ось BOS $m\alpha_B = R =$

$$= 120 \text{ кг} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{40} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

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

~~Ответ~~

— Вектор $\vec{B}O$

Ответ: $V_c = \frac{Va}{2} = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$Z = \frac{4\pi n \alpha}{B_0 V_a} = \frac{16\pi\sqrt{3}}{3} \frac{\text{Ом}}{\text{мкВ с}}$$

~~Ответ~~ ~~$Z = \frac{16\pi\sqrt{3}}{3} \frac{\text{Ом}}{\text{мкВ с}}$~~

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

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Дано:

$$h = 15 \text{ м}$$

$$x = 1 \text{ с}$$

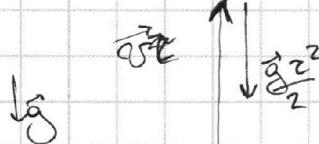
$$H - ?$$

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

$$v_0 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L_{\max} - ?$$

Решение:



ну это v -его нач. ско-
рость.

$$v_0^2 - \frac{g x^2}{2} = h$$

$$\rightarrow v_0 = \frac{h}{x} + \frac{gx}{2}$$

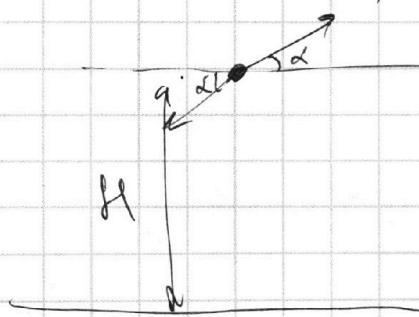
$$H = \frac{v^2 - 0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{x} + \frac{gx}{2}\right)^2 - 0^2}{2g} = \frac{4h^2 + 4x^2gh + g^2x^2}{8g} =$$

зарисовка
перемещения
без времени

$$H = \frac{v^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{x} + \frac{gx}{2}\right)^2}{2g} = \frac{\left(\frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}}{2}\right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{(15+5)^2}{20} \text{ м} = 120 \text{ м}$$

Найдём L_{\max} :

Подойдём к решению задачи векторно:



~~Всеминых сюда нет~~

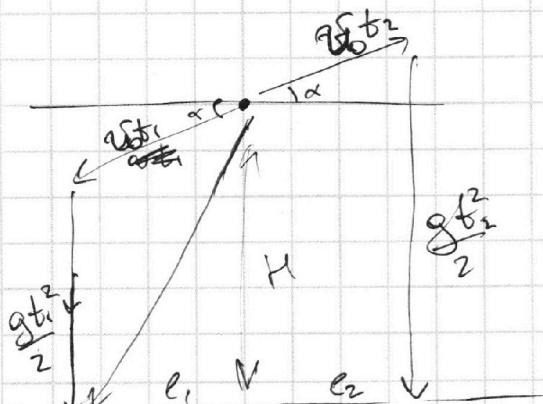
\rightarrow ч.н. (четыре массы)

должен падать (до первого
удара, но превышеет
макс) как шарик без
воздуха (с \vec{g} выше).

т.к. осколки соединяют-

массы, \rightarrow скорость
второго падения $= v_0$ (точка)

(но 3 сде).



$$\rightarrow \frac{v_0^2}{2} - \frac{g t_2^2}{2} = H \rightarrow \frac{(t_1^2 + t_2^2)}{2} g^2 = 4H$$

$$L = 2\sqrt{v_0(t_1 + t_2) \cos \alpha}$$



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

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!

$$\textcircled{1} \rightarrow \textcircled{2}: g(t_1^2 + t_2^2) + 2V_0 \sin \alpha (t_1 - t_2) - 4H = 0$$

$$\Rightarrow g(t_1^2 + t_2^2) - \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} - 4H = 0$$

$$t_1^2 + t_2^2 = \frac{4Hg}{g^2} + \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$(t_1 + t_2)^2 = (t_2 - t_1)^2 + 2t_1 t_2 = \frac{4H}{g} + \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} - 2t_1 t_2 =$$

$$= \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} \Rightarrow t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$\Rightarrow t_1 + t_2 = \sqrt{(t_2 - t_1)^2 + \frac{4H^2}{g^2} + 4t_1 t_2} =$$

$$= \sqrt{\frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{8H^2}{g^2}}$$

ура-ура $\cos^2 \theta$ спасибо.

тк. $(t_1 + t_2) \cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{g}} \rightarrow \max$

$\Rightarrow (t_1 + t_2) \cos \alpha \rightarrow \max$

$\Rightarrow (t_1 + t_2)^2 \cos^2 \alpha = \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha / \cos^2 \alpha}{g^2} + \frac{8H^2 \cos^2 \alpha}{g^2}$

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

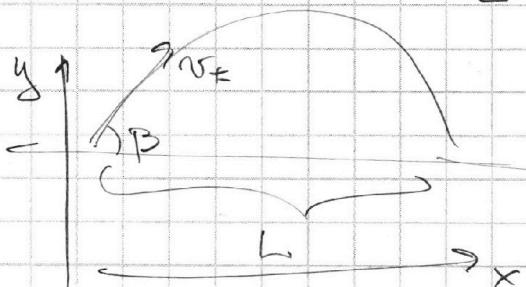
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача

$$\frac{\sqrt{v_0^2 + 2gh}}{2} = \frac{\sqrt{v_0^2}}{2} + \sqrt{gh}$$

$$\sqrt{v_x^2} = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

L_{\max}



$L \rightarrow \max$

$$L = v_x \cdot t = v_x \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g} \leq \frac{v_0^2}{g}$$

при $\beta = 45^\circ$

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{25^2}{g} + 2h = \frac{625}{g} + 2 \cdot 20 =$$

$$= 130 \text{ м}$$

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

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

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



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

СТРАНИЦА
1 из 2

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

Дано

$$m = 200 \text{ г}$$

$$L = 1,2 \text{ м}$$

$$\alpha_1 - ?$$

$$\alpha_2 - ?$$

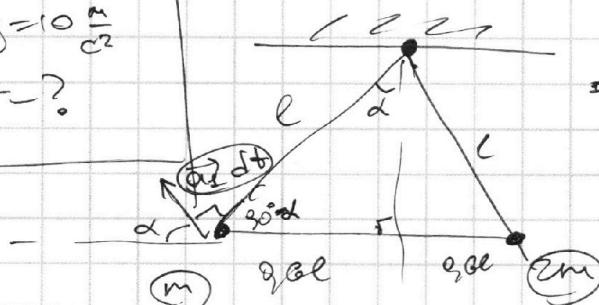
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$T - ?$$

Решение

Через время dt (dt - ~~динамическая~~⁹⁰, ~~стремится к 0~~) скорость m будет равна $\vec{a}_2 dt$.
 ⇒ А марка движется \perp своей линии

⇒ $\vec{a}_2 \perp$ линия кони!

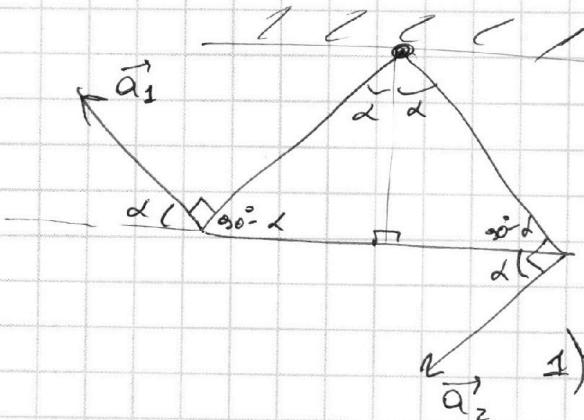


$$\Rightarrow \sqrt{3} \sin \alpha = 0,8 = \frac{3}{5}$$

$$\text{а его} \\ \text{перемещение} \\ \Delta S = \frac{\vec{a}_2 dt^2}{2}$$

Вспомним 2 З.Н. на
оси \vec{a}_2 + \vec{a}_1 :

Так. система из реагирующих покинета ($V=0$),
 то рабочает кин. связь для уменьшения
 силы тяжести: ($\vec{a}_2 \perp$ правая линия)



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

$$a_2 = a_1 \equiv a$$

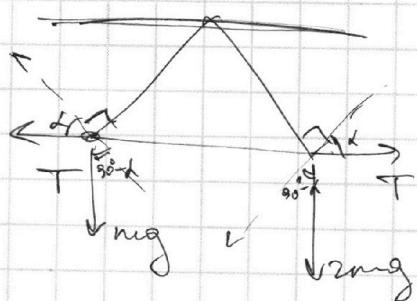
2 З.Н. ::

1) на оси $\parallel \vec{a}_2$ для m :

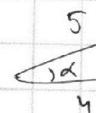
$$ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

2) на оси $\parallel \vec{a}_1$ для $2m$:

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



cos alpha;



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

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





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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

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

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

$$12T = 12mg$$

$$T = mg$$

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

Ortsvektoren $\sin \alpha = 0, \cos \alpha = 3/5$

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

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



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
1 ИЗ 3

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

Дано $T = \text{const}$ $T_0 = 200\text{ K}$ $P/P_0(V/V_0) - ?$ $Q_1 - ?$ $H - ?$ $M = 415 \text{ кг}$ $N = 25$ $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$ $\gamma = \frac{1}{2}$ Решение ПНТ.

$$C_V = \frac{dQ}{dT} = \frac{PdV + \frac{3}{2}dRdT}{dT} = \frac{3}{2}R + \frac{PdV}{dT}$$

Задача Менделеева-Клапейрона:

~~$d(PV) = dRT$~~ $PV = RT$

$$\Rightarrow d(PV) = PdV + dPV = d(RT) = dRdT$$

$$\Rightarrow C_V = \frac{3}{2}R + \frac{PdV}{PdV + dPV} \cdot R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1 + \frac{dPV}{PdV}}$$

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

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

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

$$1 \rightarrow 2; C_V = 2R = \frac{3}{2}R + \left(\frac{R}{1 + \frac{dPV}{PdV}} \right) = \frac{R}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{dPV}{PdV} = 1$$

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

Рассмотрим в общем случае:

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

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

$$+ \text{const} = \ln P + \ln V^\gamma + \text{const} = \ln PV^\gamma + \text{const} = 0$$

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

 $\Rightarrow \text{const}$



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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
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!

Задача: Решить ~~задачу~~ 6 из 2 $\frac{dp}{p} - \frac{dv}{v} = 0$

$$\Rightarrow pV^{-1} = \text{const}$$

$$P = \frac{dV}{dt}, \text{ где } \frac{dV}{dt} = \text{const}$$

2) $2 \rightarrow 3:$ $C_2 = \frac{3}{2}R = \frac{3}{2}R + \left(\frac{R}{1 + \frac{dpV}{pdv}} \right)$

$$\Rightarrow \frac{dpV}{pdv} = \infty \quad (\text{тако навесно } \infty)$$

$\Rightarrow dv = 0 \quad \text{это изокорда}$

3) $3 \rightarrow 1:$ $C_3 = \cancel{\frac{5}{2}R} = \frac{3}{2}R + \left(\frac{R}{1 + \frac{dpV}{pdv}} \right)$

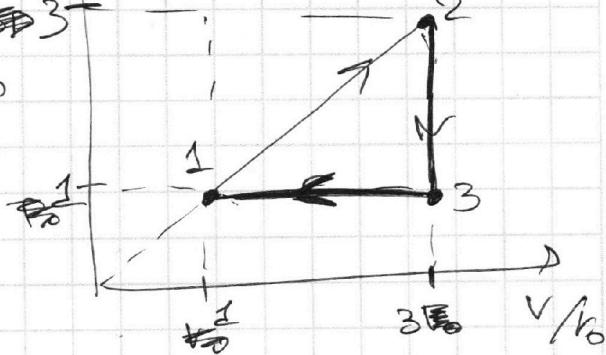
$$\Rightarrow \frac{dpV}{pdv} = 0 \Rightarrow dp = 0$$

$\Rightarrow \text{изотерма}$

$$\begin{cases} T_1 = T_0 = \frac{P_0 V_0}{\gamma R} \\ T_2 = 9T_0 = \frac{(3P_0)(3V_0)}{\gamma R} \\ T_3 = 3T_0 = \frac{P_0(6V_0)}{\gamma R} \end{cases}$$

Решение $T_2 = 9T_0 \sim PV$, а $P \sim V$, то

$$\frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3, \text{ тогда } \frac{V_2}{V_0} = 9$$



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

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

$\delta Q = 0$ $\delta T = 0$ $\delta PV + \frac{3}{2}(\delta PV + \delta P V) = \frac{5}{2}PV + \frac{3}{2}\delta PV = 0$

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

!?

~~1 → 2: $T \downarrow, A = \int P dV \downarrow \Rightarrow$ дифференциал~~

~~2 → 3: $T \downarrow, A = 0 \Rightarrow$ исчезают потоками,~~

~~3 → 2: $T \downarrow, A = \int P dV \downarrow \Rightarrow$ исчезают~~

$P_0 V_0 = 2RT_0$

$Q_1 = \frac{3}{2}R(T_0 - T_1) + \frac{3P_0 + P_1}{2} \cdot 2V_0 =$
исчезают тряпками

$= 12RT_0 + 4RT_0 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 200 \text{Дж} = 53184 \text{Дж}$

$H = \frac{2NkT}{m} \approx 10 \text{ Дж}$

$P(V)$ - см. 6 работе.

Зад: $MgH = N \cdot 2 \cdot A_0$, где A_0 - радиус гайки за цепь;

$\Rightarrow H = \frac{2NkT}{gM} = \frac{2 \cdot 25 \cdot 8,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} \text{ Дж} \approx 25 \cdot 26 \cdot \frac{2}{10} = 10 \text{ м}$

$A_0 = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2P_0 = 2P_0 V_0 = 2P_0 R T_0$

$415 \cdot 2 = 830 \approx 831$

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

<p><u>Дано</u></p> <p>Q R m q v? E_0 v_c?</p>	<p><u>Решение</u></p> <p>примем $\varphi_\infty = 0$</p> <p><u>Задача</u> $q\varphi_0 + K = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow$ $\varphi_0 = \frac{K}{R} = \frac{kQ}{R}$</p> <p>$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(kQq + K)}{mR}} = \sqrt{\frac{2(kQq + KR)}{mR}}$</p>
--	---

после выдачи равномерно заряженной сфере - 0.
 \rightarrow потенциал везде φ_0 и v ~~const~~ и ~~равен~~ в центре, т.е. $\frac{kQ_{сфера}}{R_{сфера}}$ (0 от-
 т.к. $d\varphi = E \cdot d\vec{r}$)

существование других зарядов)

Найдём потенциал φ_c следующим образом:

метод суперпозиции

Q + $-Q$ = 0

$\varphi_c = -\frac{kQ}{R} = -\varphi_A$

Задача $q\varphi_A = q\varphi_0 + K \Rightarrow \varphi_A = \varphi_0 + \frac{K}{q} = \frac{kQ}{R} + \frac{K}{q}$

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

Задача $\varphi_c = 0 \rightarrow$

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

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

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



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow V = \sqrt{\frac{2(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Qq + KR)}{mR}}$$

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

$$V_C = \sqrt{\frac{2(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} Qq + 2KR)}{mR}} = \sqrt{\frac{(Qq + 8\pi\epsilon_0 KR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$$

~~Решение~~

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{\frac{(Qq + 4\pi\epsilon_0 KR)}{2\pi\epsilon_0 mR}}$$

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



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

ИЗ

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

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

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

$$(l_1 + l_2) = L$$

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

$$\text{const } \rightarrow t_1 \approx t_2 \quad (l = v_0 \cos \alpha \rightarrow \text{const})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} t_2 = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{L}{2 v_0 \cos \alpha} \\ t_1 = \frac{-2 v_0 \sin \alpha}{g} + \frac{L}{2 v_0 \cos \alpha} \end{array} \right.$$



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!

