



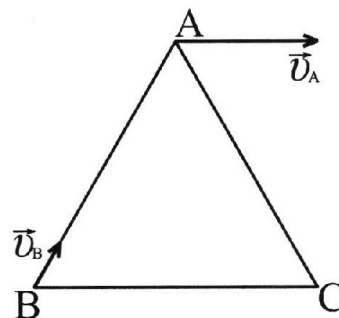
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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.

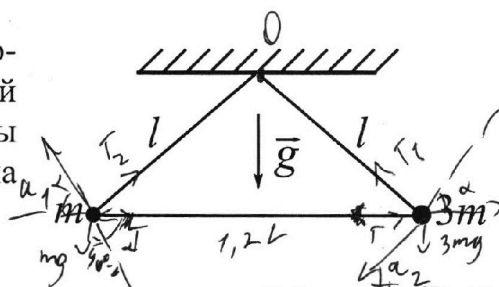
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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.



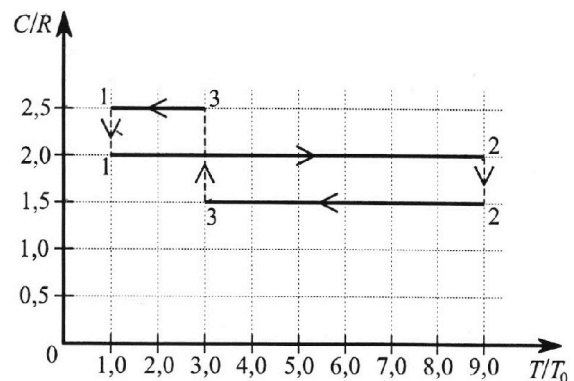
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

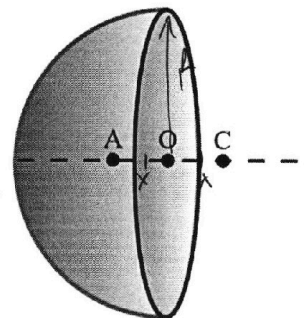


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

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 электрической 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.

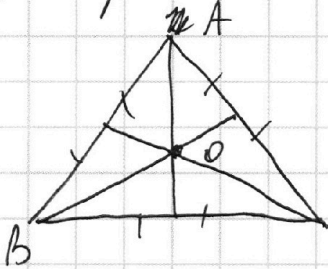


СТРАНИЦА
1 из 4

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

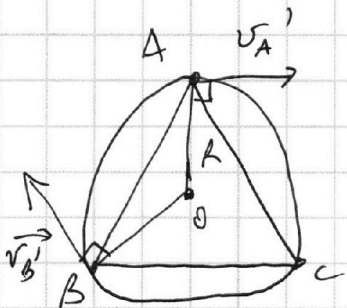
№1

1. Центр масс однород. равност. Δ - его геометрический центр. O - ц.м.



Перейдем в СО отн. ц.м.:

В этой системе все точки вращаются отн. O (движение по окр.)

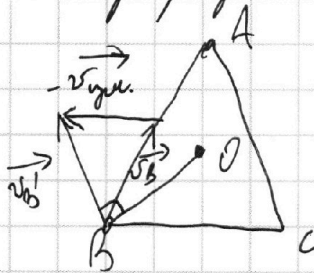


Мы можем однозначно определить направления скоростей ($\perp R$)

$$\text{вд. н. } \vec{v}_A' = \vec{v}_A - \vec{v}_{\text{ц.м.}}$$

$$\vec{v}_A' \uparrow \vec{v}_A \Rightarrow \vec{v}_{\text{ц.м.}} \text{ направлена}$$

II BC Изобразим Δ скоростей для точки B:



Отсюда можем определить положение направления $\vec{v}_{\text{ц.м.}}$

$$\vec{v}_{\text{ц.м.}} \uparrow \vec{v}_A' \text{ (видно по рисунку и условию, что } \vec{v}_{\text{ц.м.}} \parallel BC)$$

Движение по окр. происходит без ускорения, т.к. гладкая гор. поверх. и нет внешних сил.



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



СТРАНИЦА
3 из 4

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

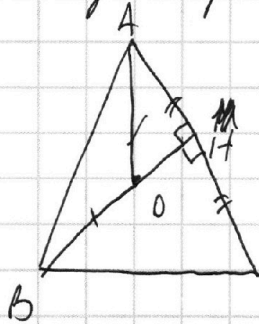
$$2. \text{ Период оборота} = 2\pi \cdot 4 = 8\pi$$

В $\triangle OBC$ у.м. Δ вращается вокруг своего у.м. без
укоренения $\Rightarrow \omega = \text{const}$

$$T = \frac{8\pi}{\omega}$$

$$\begin{cases} v_{B'} = v_{\text{у.м.}} \\ v_{\text{у.м.}} = \omega \cdot OB \end{cases} \Rightarrow v_{B'} = \omega \cdot OB$$

Найдем длину OB

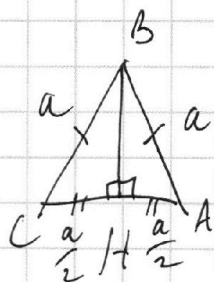


OB - мед., выс., дмс.

AO и OC тоже

O - точка перес. ~~мед.~~ мед.

$$\frac{BO}{OH} = \frac{2}{1} \Rightarrow OH = \frac{BO}{2}$$



$$BH = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{4}a^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

$$BO + OH = BH \Rightarrow BO = \frac{2}{3} \cdot BH = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

$$\begin{cases} v_{\text{у.м.}} = \frac{v_A}{2} \\ v_{\text{у.м.}} = \omega \cdot BO \end{cases} \Rightarrow \frac{v_A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{3}a \cdot \omega$$

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



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



СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

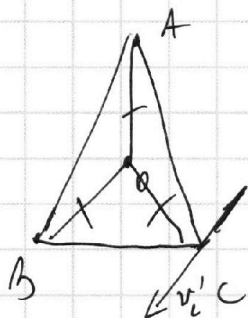
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\tau = \frac{8\pi}{\omega} = \frac{8\pi \cdot 2a}{\sqrt{3}v_A} = \frac{16\pi a \sqrt{3}}{\sqrt{3}v_A} = \frac{16\sqrt{3}\pi a}{3v_A}$$

$$\tau = \frac{16\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\pi \cdot 0,4}{0,8} = \frac{16\sqrt{3}\pi}{6} = \frac{8\sqrt{3}}{3}\pi \text{ с}$$

Ответ: $\tau = \frac{8\sqrt{3}}{3}\pi \text{ с}$

3.

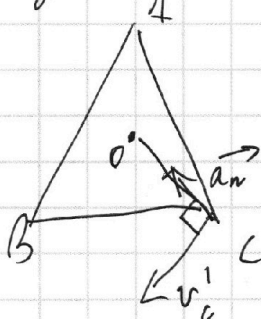


$$OA = OB = OC$$

$$v_c' = v_{\text{ц.м.}}, OC = v_A' = v_B' = v_{\text{ц.м.}}$$

В ЦО у.м. действуют те же силы, которые действуют в ЦО отн. Земли

Найдем R в ЦО у.м.:



$$\vec{a}_\tau = \vec{0}, \text{ т.к. нет внешних сил}$$

$$a_n = v_c' \cdot \omega = v_c' \cdot \frac{v_c'}{OC} = \frac{v_c'^2}{r}$$

$$r = OB = OC = \frac{\sqrt{3}}{3}a \text{ (r - радиус опис. окр.)}$$

$$m\vec{a}_n = \vec{R} \quad \vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \quad (= \vec{0})$$

$$\vec{a} = \vec{a}_n$$

$$m\vec{a}_n = \vec{R} \Rightarrow R = m \cdot \frac{v_c'^2}{r} = m \cdot \frac{v_{\text{ц.м.}}^2}{\frac{\sqrt{3}}{3}a} = m \cdot \frac{v_A^2}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}a} =$$

$$= m \cdot \frac{v_A^2 \cdot \sqrt{3}}{4a} = 6 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,8^2 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,4} = 6 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,4\sqrt{3}}{4} =$$

$$= 653 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$$

Ответ: $R = 653 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$



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

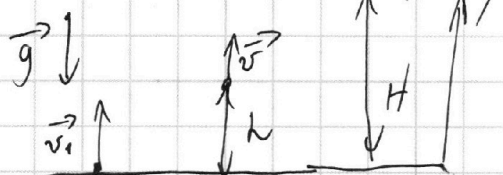
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 6

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

1. Инициальное игнорирование топлива $\Rightarrow$ заданы скорости v_1 (нач. скорость) и дальность отапливания только из-за деформации $\Rightarrow$ Рейерверк разрушается, когда его $v=0 \Rightarrow v_2 = 0$



~~$0 = v_1 - g t_1$ (t_1 - время до которого достиги высоты h)~~

~~$h = v_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$~~

~~$v_1 = v + g t_1$~~

~~$h = (v + g t_1) t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$~~

~~$h = v t_1 + g t_1^2 - \frac{g t_1^2}{2}$~~

~~$h = v t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$~~

~~$g t_1^2 = 2 h - 2 v t_1$~~

$F_{\text{топл.}} - m a \Rightarrow A_{\text{внеш. сил}} = 0$ (кроме $A_{\text{топл.}}$)

ЗЗЭ: (m - масса рейерверка)

$\frac{m v_1^2}{2} + m g h = m g H \quad | : m$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 из 6

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!

$$\frac{v^2}{2} + g h = g H \quad | :g$$

$$H = h + \frac{v^2}{2g} \Rightarrow H = 11,2 + \frac{4^2}{2 \cdot 10} = 11,2 + \frac{16}{20} =$$

$$= 11,2 + 0,8 = 12 \text{ м}$$

Ответ: $H = 12 \text{ м}$

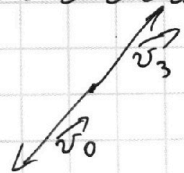
2. По направлению разрыва на осколок не действовали внешние силы $\Rightarrow$ можно использовать ЗСН

ЗСН: m - масса всего фейерверка

$$\begin{cases} \frac{m}{2} | m \vec{v}_2 = \frac{m}{2} \vec{v}_0 + \frac{m}{2} \vec{v}_3 \quad (\vec{v}_3 - \text{скорость второго осколка}) \\ 2 \vec{v}_2 = \vec{v}_0 + \vec{v}_3 \Rightarrow \vec{v}_0 \neq 0 = \vec{v}_0 + \vec{v}_3 \\ \vec{v}_2 = \vec{0} \quad \vec{v}_3 = -\vec{v}_0 \end{cases}$$

Перейдем в СО связанное с первым осколком:
масса $\vec{v}_1 = \vec{v}_0$, а ускорение $\vec{a} = \vec{g}$

на втором СО второго осколка тоже такое ускорение $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ в СО связанное с первым осколком поворачивая
на месте, а второе движется равномерно прямо-
линейно



Квадраты v_0 и v_3 равны, т.к. $|v_0| = |v_3|$

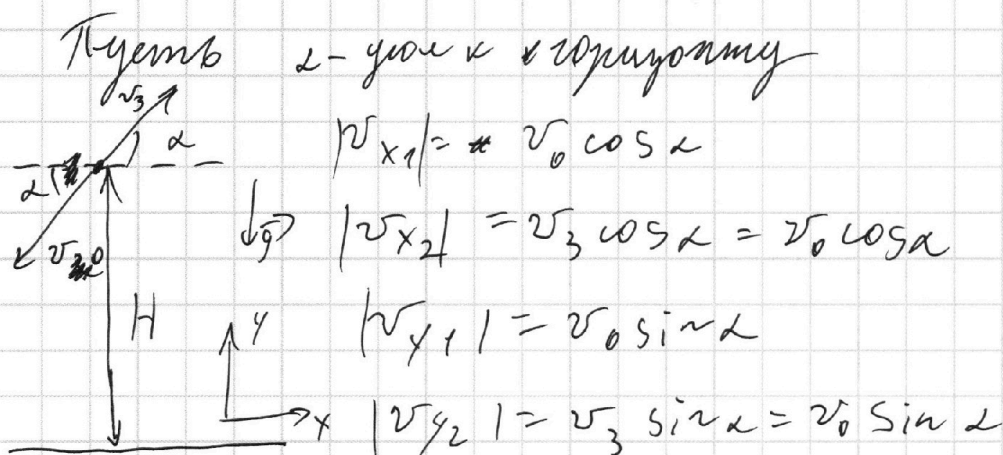


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 6

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!



τ_1 - время падения первого осколка;

$$H = v_0 \sin \alpha \tau_1 + g \frac{\tau_1^2}{2}$$

$$L_1 = v_0 \cos \alpha \tau_1 \quad (L_1 - \text{расстояние первого по } x)$$

τ_2 - время падения второго осколка;

$$H = v_0 \sin \alpha \tau_2 + g \frac{\tau_2^2}{2}$$

$$L_2 = v_0 \cos \alpha \tau_2 \quad (L_2 - \text{расстояние второго по } x)$$

$$L_{\max} = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (\tau_1 + \tau_2)$$

$$g \tau_1^2 + 2 v_0 \sin \alpha \tau_1 - 2 H = 0$$

$$D = 4 v_0^2 \sin^2 \alpha + 8 g H$$

$$\tau_1 = \frac{-2 v_0 \sin \alpha + \sqrt{D}}{2 g}$$

$$\tau_1 = \frac{-2 v_0 \sin \alpha - \sqrt{D}}{2 g}, \quad \text{так } \tau_1 < 0$$



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
4 ИЗ 6

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!

$$\tau_1 = \frac{-2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH}}{2g}$$

$$g\tau_2^2 - 2v_0 \sin \alpha \tau_2 - \frac{H}{2} = 0$$

$$\tau_2 = \frac{2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH}}{2g}$$

$$L_{\max} = v_0 \cos \alpha (\tau_1 + \tau_2) = \frac{v_0 \cos \alpha}{2g} (-2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH})$$

$$+ \frac{2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH}}{2g}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gH}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 8gH \cos^2 \alpha}$$

$$L_{\max} = \frac{v_0}{g} \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 2\alpha + 8gH \cos^2 \alpha}$$

Нам нужна $L_{\max} \Rightarrow$ подкоренное выражение должно быть максимумом.

$$v_0^2 \sin^2 2\alpha + 8gH \cos^2 \alpha = \max$$

$$(v_0^2 \sin^2 2\alpha + 8gH \cos^2 \alpha)' = 0 \text{ (зависит от } \alpha)$$

$$\underbrace{(v_0^2)'}_{=0} \cdot \sin^2 2\alpha + v_0^2 \cdot (\sin^2 2\alpha)' + \underbrace{(8gH)'}_{=0} \cdot \cos^2 \alpha + 8gH \cdot (\cos^2 \alpha)' = 0$$



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
5 ИЗ 6

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!

$$(\sin^2 2\alpha)' = 2 \cdot \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2 = 4 \sin 2\alpha \cos 2\alpha = 2 \sin 4\alpha$$

$$(\cos^2 \alpha)' = 2 \cdot \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) = -2 \cos \alpha \sin \alpha = -\sin 2\alpha$$

$$v_0^2 \cdot 2 \sin 4\alpha = 8gH \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$v_0^2 \cdot \cancel{2} \sin 4\alpha = \cancel{8} gH \cdot \sin 2\alpha$$

$$v_0^2 \cdot 2 \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha = 4gH \sin 2\alpha$$

$$\begin{cases} \sin 2\alpha = 0 \\ v_0^2 \cdot 4 \cos 2\alpha = 4gH \end{cases}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$\sin 2\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$$

$$\cos^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$$

$$L_{max1} = \frac{v_0}{g} \underbrace{\cos \alpha}_{=1} \cdot \sqrt{8gH} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{8H}{g}}$$

$$L_{max2} = \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 (1 - \cos^2 2\alpha) + 8gH} \cdot \frac{\cos 2\alpha + 1}{2}$$

$$L_{max2} = \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 \left(1 - \frac{4g^2 H^2}{v_0^4}\right) + 8gH} \cdot \frac{2gH + v_0^2}{v_0^2}$$

$$L_{max2} = \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^2 - \frac{4g^2 H^2}{v_0^2} + 8gH} \cdot \frac{2gH + v_0^2}{v_0^2}$$

$$L_{max2} = \frac{v_0}{g} \sqrt{v_0^4 - 4g^2 H^2 + 8g^2 H v_0^2} \cdot \frac{2gH + v_0^2}{v_0^2}$$



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

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
6 из 6

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!

$$L_{max2} = \frac{1}{g} \sqrt{v_0^4 + 4gH^2 + 4v_0^2 \cdot gH} = \frac{1}{g} \cdot (v_0^2 + 2gH) = \\ = (v_0^2 + 2gH)^2 = \frac{v_0^2}{g} + 2H \text{ м}$$

$$L_{max1} = v_0 \cdot \sqrt{\frac{8H}{g}} = 16 \sqrt{\frac{8 \cdot 12}{10}} = 16 \cdot 4 \sqrt{\frac{3}{5}} = \\ = 64 \sqrt{\frac{3}{5}} = \frac{64 \sqrt{75}}{5} \text{ м}$$

$$L_{max2} = \frac{16^2}{10} + 24 = 25,6 + 24 = 49,6 \text{ м}$$

$$L_{max1} = 12,8 \cdot \sqrt{75} \text{ м}$$

$$\text{Сравним: } 49,6 > 12,8 \sqrt{75} \quad | : 12,8$$

$$\frac{31}{8} > \sqrt{75} \quad |^2$$

$$\frac{31^2}{64} > 75 \quad | \cdot 64$$

$$31^2 > 960$$

$$961 > 960$$

∴

$$L_{max} = L_{max2} = 49,6 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } L_{max} = 49,6 \text{ м}$$



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

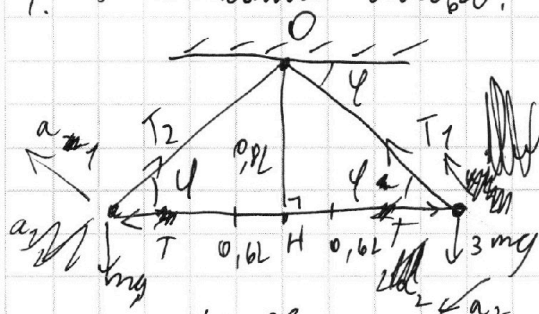
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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

№ 3

1. Рассставим силы:

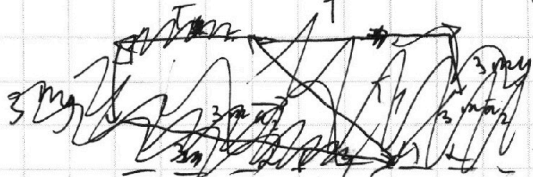


T_1 - сила натяжения правой нити
 T_2 - сила натяжения левой нити

$$OH = \sqrt{L^2 - 0.36L^2} = 0.8L$$

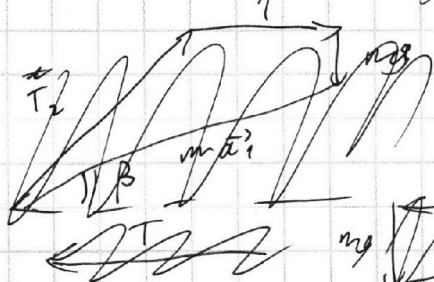
2 3-4 Ньютоном для 2 тел в векторной форме.

$$3m \vec{a}_2 = \vec{T}_1 + \vec{T} + 3m\vec{g}$$



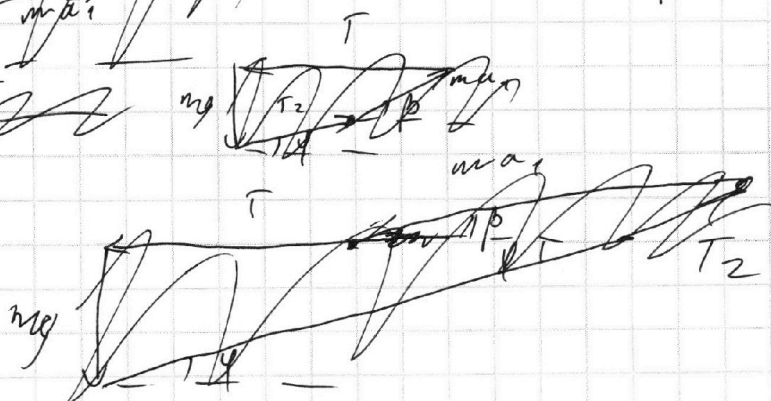
Каждый шарик скрутит через
н нити = d x
и запишем уравнения
неразрывности нитей

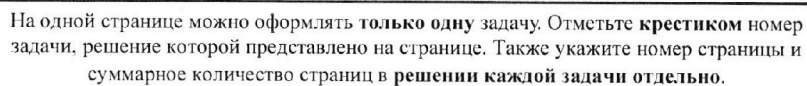
$$m \vec{a}_1 = \vec{T}_2 + \vec{T} + m\vec{g}$$



$$a_1 d \cos(\beta + d\beta) = a_2 d \cos \beta$$

$$a_1 \cos \beta = a_2$$





1 2 3 4 5 6 7

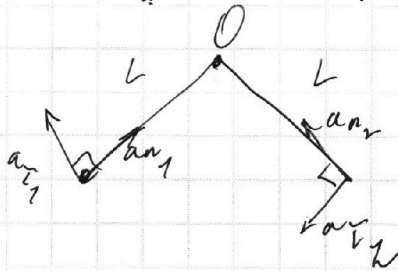
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 4

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

$$a_2 = \sqrt{a_{n2}^2 + a_{tr}^2}$$

$$a_1 = \sqrt{a_{n_1}^2 + a_{t_1}^2}$$



ξ - гн. значение

$$a_{\tau_1} \in L \Rightarrow a_{\tau_1} = a_{\tau_2} = a_{\tau_1}$$

$$a \tau_2 = \pm b$$

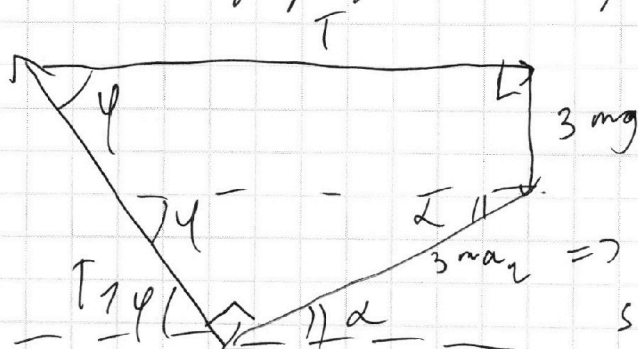
$$a_{n_1} = n^2 L = a_{n_1} = a_{n_2} = a_n$$

$$a_{nr} = \omega^2 L$$

Ho m. K. $\frac{11}{11}$ Erno unno nortaro, mo $\frac{11}{11} W=0 \Rightarrow a_{n_1} = a_{n_2} = 0$

$\begin{cases} a_1 = a\bar{\tau} \\ a_2 = a\tau \end{cases} \Rightarrow$ Эквивалентные уравнения $\perp \nparallel \perp$

Изобразим вектор u на 3 м :



Т. 1 в 2-х т.

$T_1 \perp a_3$ and a_2

$$2 = 90^\circ - 4$$

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

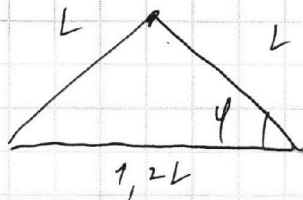


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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



м. кос:

$$L^2 = L^2 + 1,44L^2 - 2 \cdot 1,2L^2 \cos \varphi$$

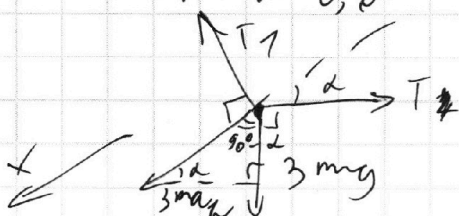
$$1,44L^2 = 2,4L^2 \cdot \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{1,44}{2,4} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{2 \cdot 1,2} = 0,6$$

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

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$

2.



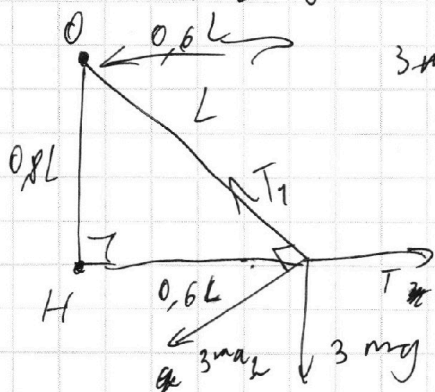
Затем 2-й и 3-й законы Ньютона

на ось X:

$$3ma_L = 3mg \cdot \cos(90^\circ - \alpha) - T \cdot \cos \alpha$$

$$3ma_L = 3mg \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha$$

Затем моменты отн. м. O:



$$3ma_L \cdot L = 3mg \cdot 0,6L + T \cdot \cos \alpha \cdot L$$

$$3ma_L = 3mg \cdot 0,6 + T \cdot \cos \alpha$$

$$3ma_L = 3mg \cdot 0,6 - T \cdot 0,8$$

$$T = \frac{3m(a_L + 0,6g)}{0,8}$$

$$3ma_L = 3mg \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \frac{3m(a_L + 0,6g)}{0,8}$$

$$3ma_L = 3mg \cdot 0,6 - 3ma_L$$

$$3ma_L = 3mg \cdot 0,6 - 0,8T \Rightarrow T = \frac{3m(0,6g - a_L)}{0,8}$$



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
7 ИЗ 7

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!

Уравнение моментов:

$$3ma_2 \cdot l - 3mg \cdot 0,6l - T \cdot 0,8l = 0 \quad | : l$$

$$3ma_2 - 3mg \cdot 0,6 - T \cdot 0,8 = 0$$

$$T = \frac{3m(a_2 - 0,6g)}{0,8}$$

и

$$3ma_2 - 0,6g \cdot 3m = 3m \cdot 0,6g - 3ma_2$$

$$a_2 = 1,2g$$

$$\text{Ответ: } a_2 = 12 \text{ м/с}^2$$

$$3. \quad T = \frac{3 \cdot 0,08 \cdot (12 - 6)}{0,8} = \frac{3 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 10}{100 \cdot 8} = 1,8 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } T = 1,8 \text{ Н}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

$$3. A_{\text{пог.}} = \frac{A_1}{2} = \frac{2 J R T_0}{2} = J R T_0$$

ЗСЗ:

$$A_{\text{пог.}} \cdot N = M g H$$

$$\begin{aligned} \frac{A_1}{2} N = M g H &\Rightarrow H = \frac{A_1 N}{2 M g} = \frac{J R T_0 N}{2 M g} = \frac{81 \cdot 3}{2 \cdot 10 \cdot 250} = \\ &= \frac{81 \cdot 3}{50} \text{ К} = \frac{81 \cdot 6}{100} \text{ К} = 4,86 \text{ К} \approx 4,86 \cdot 8,31 \approx \\ &\approx 40,3866 \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ: $H \approx 40,39 \text{ м}$

Combem: $A_7 = 1620R$ $I_{su} \approx 13462, 2 I_{su}$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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

№ 4

1. Запишем Клайперона-Менделеева для каждого состояния.

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 2 T_0$$

$$p_3 V_3 = \nu R \cdot 3 T_0$$

$$p_0 V_0 = \frac{p_2 V_2}{2} = \frac{p_3 V_3}{3}$$

Одноатомный $\Rightarrow i = 3$

Если $V = \text{const} \Rightarrow Q = C_V \Delta T \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R = 1,5 R$

$$Q = \underbrace{A}_{=0} + \frac{3}{2} R \Delta T \quad \text{процесс } 2 \rightarrow 3 \text{ изохорный}$$

Если $p = \text{const} \Rightarrow Q = C_p \Delta T$

$$Q = \underbrace{p \Delta V}_{= \nu R \Delta T} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

процесс $3 \rightarrow 1$ изобарный

$2 \rightarrow 3$:

$V = \text{const} \Rightarrow V_3 = V_2 \Rightarrow \frac{p_2}{T_2} = \frac{p_3}{T_3}$

$$\frac{p_2}{2 T_0} = \frac{p_3}{3 T_0} \Rightarrow p_2 = \frac{2}{3} p_3$$

$3 \rightarrow 1$:

$p = \text{const} \Rightarrow p_3 = p_0 \Rightarrow \frac{V_3}{T_3} = \frac{V_0}{T_0} \Rightarrow V_3 = \frac{3 T_0 \cdot V_0}{T_0} = 3 V_0$
 $\Rightarrow p_2 = 3 p_0$
 $V_2 = \frac{2}{3} V_0$



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

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 1

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

N5

1. $L \gg R \Rightarrow$ Можно считать $F_{\text{кул.}}$ между частицей и сферой как $F'_k = \frac{kqQ}{L^2}$ *вдоль радиуса*

$$L \gg R \Rightarrow A_{\text{кул.}} = \frac{mv^2}{2} - 0$$

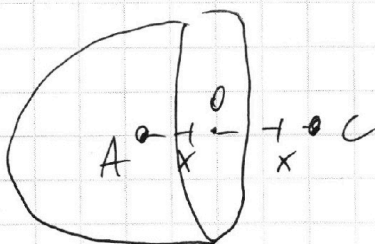
$$A_{\text{кул.}} = F_{\text{кул.}} \cdot R$$

но $A_{\text{кул.}} \approx F_{\text{кул.}} \cdot L$, т.к. $F_{\text{кул.}}$ *вдоль радиуса* *каждо* зависит от расстояния, но *это* на *очень* *дальней*

$$\Rightarrow F_{\text{кул.}}(s) \cdot s + F_{\text{кул.}}' \cdot L \approx F_{\text{кул.}}' \cdot L$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kqQ}{L^2}$$

$$L = \sqrt{\frac{2kqQ}{mv^2}}$$



x — *длина* $AO = OC$

$$A_{\text{кул.}} = F_{\text{кул.}}(r) \cdot r + \frac{kqQ}{L^2} \cdot L =$$

$$= F_{\text{кул.}}(r) \cdot r + \frac{kqQ}{L} \approx F_{\text{кул.}}(r) \cdot r$$

$$(L \gg R \Rightarrow L \gg r \Rightarrow \frac{kqQ}{L} \ll F_{\text{кул.}}(r) \cdot r)$$

$$A_{\text{кул.}} = \frac{mv^2}{2}$$



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

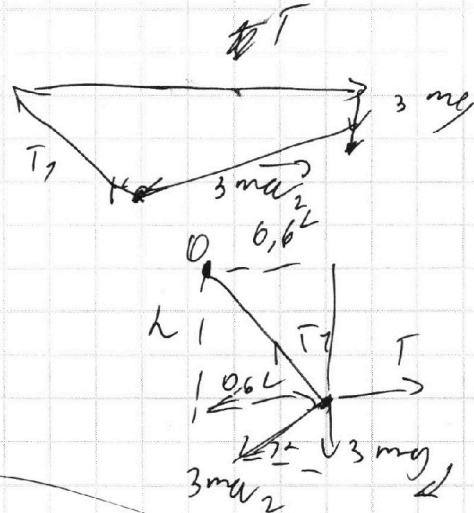
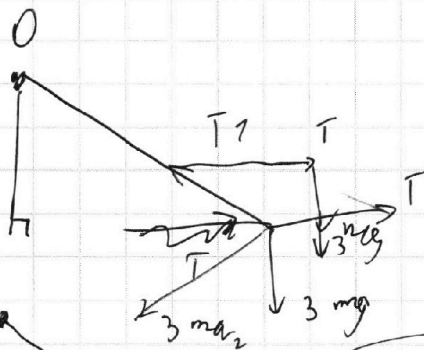
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$F \cdot L = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v^2}{L^2} \cdot L = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v^2}{L}$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot v^2}{L}$$

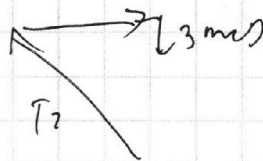


$$3mg \cdot 0,6L - T \cdot \cos \alpha + 3ma_1 \cos \alpha L - 3ma_2 \sin \alpha \cdot 0,6L = 0$$

$$a_1 = a_2 \sin \alpha$$

$$mg \cdot 0,6L - T$$

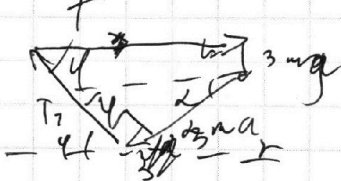
$$\frac{1,4H}{2,4} = \frac{1,2 \cdot 1,2}{2 \cdot 1,2}$$



$$T_1 \cdot \sin \alpha - 3mg - 3ma_2 \sin \alpha = 0$$

$$T_2 \cdot \sin \alpha - mg + ma_1 \sin \alpha = 0$$

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



$$ma_1 = mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$3ma_2 = 3mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

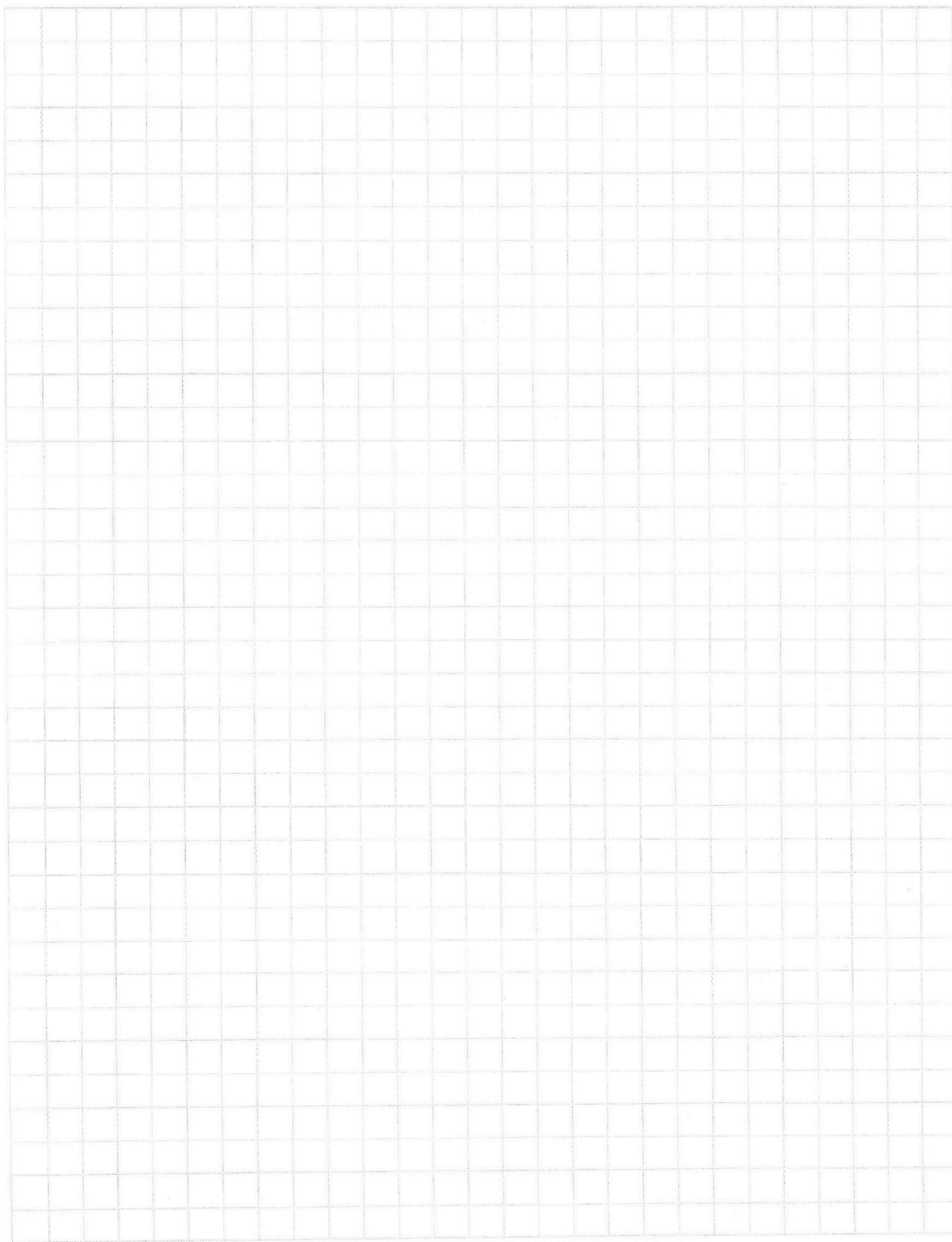


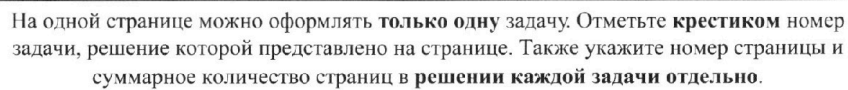
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

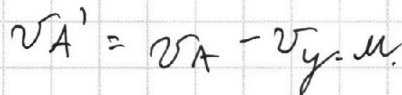
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!





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!



29



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!

$$\sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gh \cos^2 \alpha}$$

$$(\sin^2 \alpha) = 2 \cdot \sin \alpha \cdot$$

$$2 \cdot \sin \alpha \cdot$$

$$(\sin^2 \alpha)' = \cos 2\alpha$$

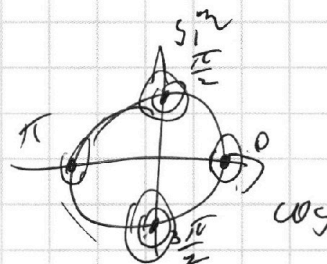
$$\cos^2 - \sin^2 = \cos$$

$$\frac{v_0^2}{g} \sqrt{\frac{16^2}{10} + 24}$$

$$\frac{496}{128} = \frac{31}{8}$$

$$\frac{128}{128} = \frac{31}{8}$$

$$\frac{128}{128} = \frac{31}{8}$$



$$v_0^2 \sin^2 \alpha + 8gh \cos^2 \alpha - 8gh \sin^2 \alpha$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 64 \\ \times 15 \\ \hline 320 \\ + 64 \\ \hline 960 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 64 \overline{) 5} \\ 5 \\ \hline 14 \\ 10 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\frac{496}{128}$$

$$\frac{128}{384}$$

$$\frac{496}{128} = \frac{31}{8}$$

$$\frac{128}{128} = \frac{31}{8}$$



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!

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow p_0 V_0 = \frac{p_2 V_2}{9} = \frac{p_3 V_3}{3}$$

$$p_2 V_2 = \nu R \cdot 9 T_0 \quad \frac{3}{2} \nu R T$$

$$p_3 V_3 = \nu R \cdot 3 T_0$$

$$V = \text{const}$$

$$Q = 1 \rightarrow 2$$

$$Q = 2 R \Delta T$$

$$Q = A +$$

$$Q = 2 R \Delta T$$

$$Q_{12} = A + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$1,5 R \Delta T = A$$

$$A = 1,5 R \nu (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot \nu R \nu T_0 = 12 R \nu T_0$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = \frac{2 V_0}{(3-1) V_0} \cdot \frac{p_0 + 3 p_0}{2} = 4 p_0 V_0 = 4 \nu R T_0$$

2.3.

$$\begin{array}{r} \times 87 \\ 6 \\ \hline 486 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 2614 \\ 486 : 10000 \\ \hline 4831 \\ 14186 \\ 1350 \\ \hline 127388 \\ 1812003866 \\ \hline 41 \end{array}$$

$$\times 1620$$

$$8,39 \Rightarrow$$

$$\times 162$$

$$83,1$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 837 \\ 162 \\ \hline 116762 \\ 4986 \\ 831 \\ \hline 134621^2 \end{array}$$

$$1:10$$

$$\times 162$$



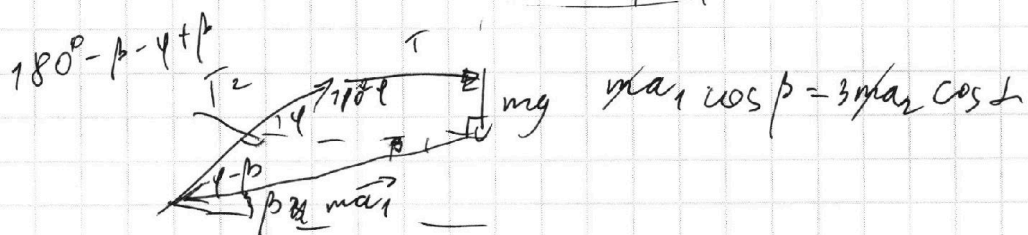
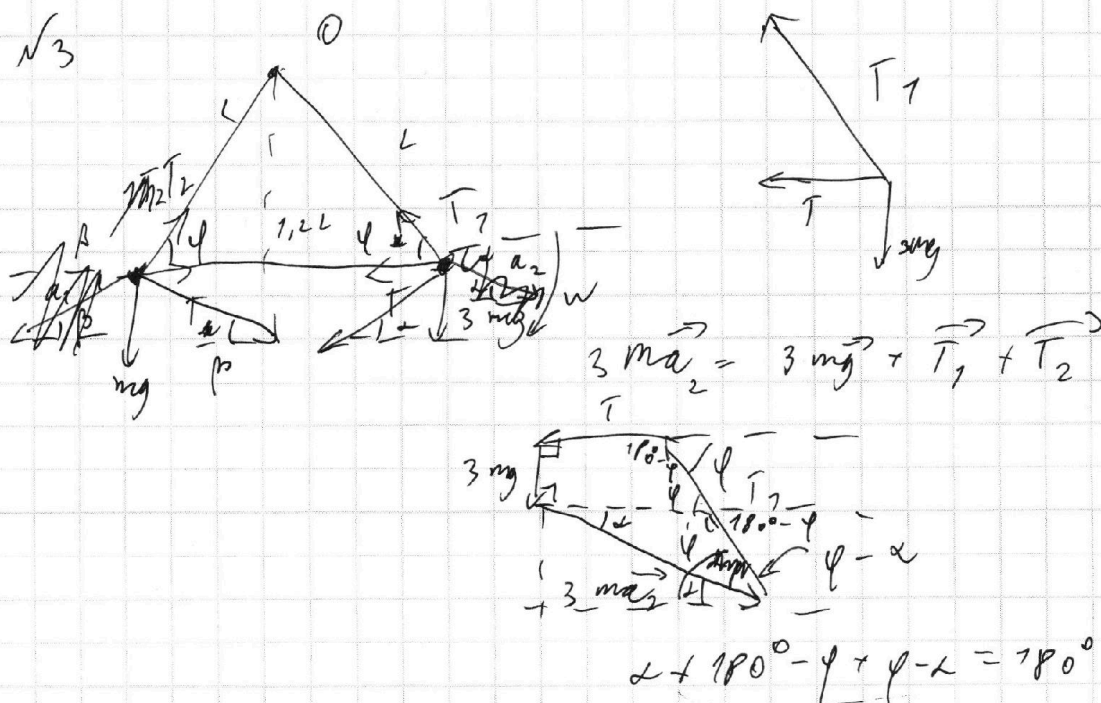
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

№3



№5

