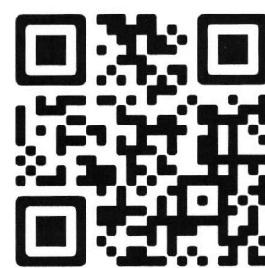




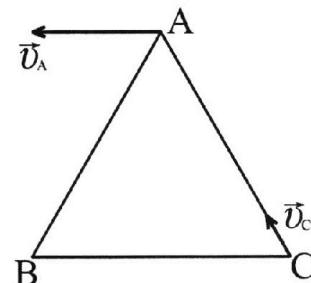
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

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 $v_A = 0,4 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2 \text{ м}$.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой $m = 100 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

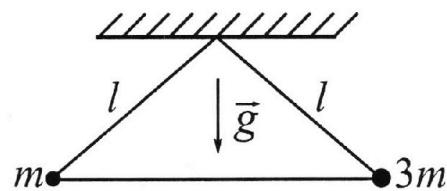
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8 \text{ м}$ фейерверк находился через $\tau = 0,8 \text{ с}$ после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20 \text{ м/с}$. 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 $m = 0,1 \text{ кг}$ и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



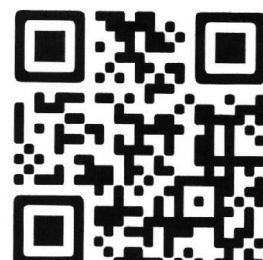
1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m 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 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

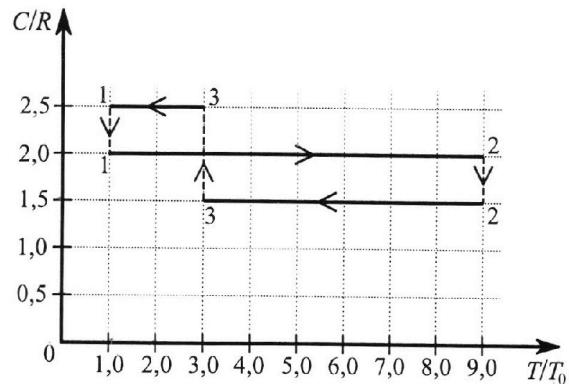
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

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

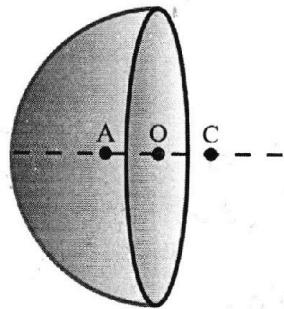
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



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



- С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- 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.

1 2 3 4 5 6 7 СТРАНИЦА
1 из 5

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!

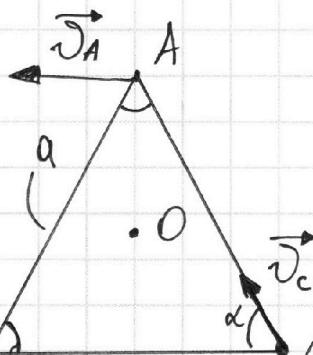
$$\omega_A = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = 0,2 \text{ м}$$

$$1. \omega_c - ?$$

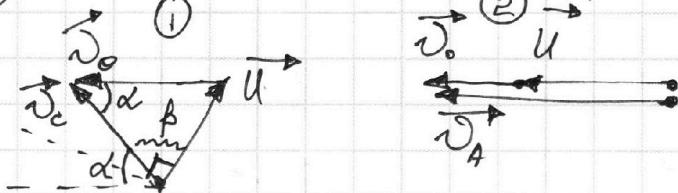
$$2. \vec{v} - ? N=3$$

$$3. m = 100 \text{ мг} \quad V \quad R - ?$$



1. Рассмотрим, что при вращении нашего тела, все его точки обладают враща-

тельной ск-тью ω (центровой) и ск-тью ц.м. О. П.к. наша фигура-равносторонний \triangle -ник, то т. А, В и С обладают одинаковыми вращательными компонентами $\vec{\omega}$ направленными параллельно противоположным сторонам (касательная к описанной окр. $\triangle ABC$). Пусть ск-ть ц.м. О равна ω_0 . Тогда находим векторные ск-ти т. А и С:



$\vec{\omega}_0$ направлена вдоль ВС (параллельно ей), т.к. $\vec{\omega}_A$ и $\vec{\omega}_C$ тоже параллельны ВС! Тогда: $\omega_A = U + \omega_0$ \checkmark т. косинусов

$$\omega_0^2 = \omega_C^2 + U^2 - 2 \omega_C U \cos \beta$$



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

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 5

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. Из геометрии $\triangle ABC$ следует, что:

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}, \text{ где } \alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 60^\circ$$

Многа:

$$\begin{cases} \omega_A = U + \omega_0 \\ \omega_0^2 = \omega_c^2 + U^2 - 2 \omega_c U \cdot \frac{1}{2} \end{cases}$$

$$(\omega_A - U)^2 = \omega_c^2 + U^2 - 2 \omega_c U$$

$$\omega_A^2 + U^2 - 2 \omega_A U = \omega_c^2 + U^2 - 2 \omega_c U$$

$$\omega_c^2 - 2 U \left(\frac{1}{2} \omega_c - \omega_A \right) - \omega_A^2 = 0$$

3. Заметим, что на рис. 1 можно написать 7. синусов:

$$\frac{\omega_0}{\sin \beta} = \frac{U}{\sin \alpha}, \text{ но } \alpha = \beta = 60^\circ, \text{ тогда}$$

$$\omega_0 = U \rightarrow U = \frac{\omega_A}{2}$$

$$\omega_c^2 - \omega_A \left(\frac{1}{2} \omega_c - \omega_A \right) - \omega_A^2 = 0$$

$$\omega_c^2 - \frac{1}{2} \omega_A \omega_c + \omega_A^2 - \omega_A^2 = 0$$

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
3 из 5

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!

$$\omega_c^2 - \frac{1}{2} \omega_A \omega_c = 0$$

$\omega_c = 0$ — не подходит по условию

$\omega_c = \frac{1}{2} \omega_A$ — это также можно было получить, помня что Δ -ник на рис.1 равносторонний

$$\boxed{\omega_c = \frac{1}{2} \omega_A}$$

$$\omega_c = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Найдём радиус описанной окр. $\triangle ABC$:

$$r = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

↗
часть
медианы Δ -ко

5. Тогда найдём условную ск-ть ω нашего тела отн. к.м. О:

$$\omega = \frac{4}{r} = \frac{\omega_A}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\omega_A}{a}$$

6. \vec{F}_n . Движения нет, то $\omega = \text{const}$, значит:

$$2\pi N = \omega T \rightarrow T = \frac{2\pi N}{\omega} = \frac{2\pi N}{\frac{\sqrt{3}\omega_A}{2a}} = \frac{4\pi N a}{\sqrt{3}\omega_A}$$

$$\boxed{T = \frac{4\pi N a}{\omega_A \sqrt{3}}}$$

$$T = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 0,2}{0,4 \cdot \sqrt{3}} \text{ с} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{3} \text{ с}$$

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
4 ИЗ 5

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

$$\gamma \approx 2 \cdot 3,14 \cdot 1,73^5 \approx 2 \cdot 5,43^5 \approx 10,86 \text{ s} \leftarrow \text{это секунды}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 1,73 \\ \hline 942 \\ 2198 \\ +314 \\ \hline 54322 \end{array}$$

7. Т.к. по условию масса пчелы m много меньше массы тела, то можно полагать, что движение ск-ты вращения тела не изменилось после приземления пчелы.

8. Тогда понятно, что равнодействующая сила R , действующая на пчелу, будет обеспечивать ей только нормальное ускорение a_n , т.к. по вертикали пчела не движется, а в.м. движется с постоянной ск-тью ω_0 , т.к. она гладкий:

$$a_n = \omega^2 r$$

$$R = m a_n - \text{но II з-ну Малого на}$$

$$R = m \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\omega_A}{g} \right)^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} g = m \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{\omega_A^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} g = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{\omega_A^2}{g} m$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{\omega_A^2}{g}$$

$$R = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 100 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{0,4^2}{0,2} M = \\ = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 10^{-4} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-2}}{0,2} M = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} M \approx$$



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
5 ИЗ 5

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!

$$R \approx 2 \cdot 1,73 \cdot 10^{-5} \text{Н} \approx 3,46 \cdot 10^{-5} \text{Н} \approx 34,6 \text{ мкН}$$

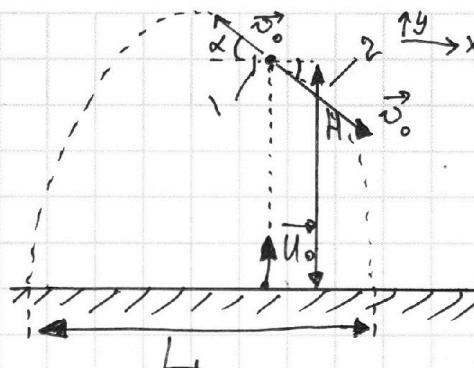
Ответ: 1. $\omega_c = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2. $T \approx 10,06^5$; $R \approx 34,6 \text{ мкН}$

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 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!

$$\begin{aligned} h &= 8 \text{ м} \\ \tau &= 0,8 \text{ с} \\ 1. H - ? \\ g &= 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ 2. D_0 &= 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ L_{\max} - ? \end{aligned}$$



1. Пусть из начальной точки фейерверк запустили со ск-тью U_0 . Тогда:

$$h = U_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2} \rightarrow U_0 = \frac{2 \frac{h}{\tau} + g \tau^2}{2 \tau}$$

2. Максимальная высота подъёма Нравится:

$$H = \frac{U_0^2}{2g} \rightarrow H = \frac{(2 \frac{h}{\tau} + g \tau^2)^2}{2g \cdot 4 \tau^2}$$

$$H = \frac{(2 \frac{h}{\tau} + g \tau^2)^2}{8g \tau^2}$$

$$H = \frac{(0 \cdot 2 + 10 \cdot 0,8^2)^2}{8 \cdot 10 \cdot 0,8^2} M =$$

$$= \frac{(16 + 6,4)^2}{64 \cdot 0,8} M = \frac{22,4^2}{64 \cdot 0,8} M = \frac{537,6}{64 \cdot 0,8} M = \cancel{\frac{537,6}{64 \cdot 0,8} M} = \cancel{8,4 M} = \cancel{1,05 M}$$

$$\begin{array}{r} 22,4 \\ \times 22,4 \\ \hline 896 \\ 448 \\ \hline 537,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 537,6 \\ \times 64 \\ \hline 512 \\ -256 \\ \hline 3376 \end{array}$$

3. Заметил, что в верхней точке траектории фейерверк не имеет склоности, то

по ЗСИ осколки должны полететь с одинаковыми ск-тями D_0 в почти вертикальных направлениях (см. рис.)

Тогда пусть разрыв произошёл и



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
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!

осколки полетят под углом α к горизонту.
Мы заменим эти движения осколков:

$$\begin{cases} x_1(t) = -v_0 \cos \alpha t \\ x_2(t) = +v_0 \cos \alpha t \\ y_1(t) = H + v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2(t) = H - v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

4. В момент приземления $y_1(t) = 0$ и $y_2(t) = 0$, тогда:

$$\begin{cases} \frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t - H = 0 \rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \\ \frac{gt^2}{2} + v_0 \sin \alpha t - H = 0 \rightarrow t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{cases}$$

Тогда т.к. $t_1 < t_2 \geq 0$, то:

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

5. Тогда расстояние между осколками равно:

$$\begin{aligned} L &= x_2(t_2) - x_1(t_1) = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \\ &= v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{aligned}$$

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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
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!

$$L(\alpha) = \frac{2\omega_0 \cos \alpha}{g} \cdot \sqrt{\omega_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L(\alpha) = \frac{2\omega_0^2}{g} \cdot \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gH}{\omega_0^2}}$$

6. Рассмотрим φ -изгиба $f(x) = \cos x \cdot \sqrt{\sin^2 x + q}$

условие ($q = \text{const}$)

Преанализируем её на максимумы (если минимумы):

$$f'(x) = -\sin x \sqrt{\sin^2 x + q} + \cos x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sin x \cdot \cos x}{\sqrt{\sin^2 x + q}} =$$

$$= \frac{-\sin x (\sin^2 x + q) + \cos^2 x \sin x}{\sqrt{\sin^2 x + q}}$$

$$f'(x) = 0 \rightarrow \frac{(\cos^2 x - (\sin^2 x + q)) \sin x}{\sqrt{\sin^2 x + q}} = 0$$

условие максимума/минимума

m.k. $q > 0$, т.к. $\sqrt{\sin^2 x + q}$ всегда > 0 , тогда:

$$\sin x = 0 \rightarrow x = 0^\circ$$

$$\cos^2 x = \sin^2 x + q \rightarrow \cos 2x = q$$

----- $x = \frac{1}{2}q \pi \cos \left(\frac{q}{2} \right)$ - m.k. макс

7. Вернёмся к нашей задаче. Нужен $\alpha > 0$.

загор. Переведем L в α :

$$\alpha_1 = 0^\circ \rightarrow L(0) = \frac{2\omega_0}{g} \cdot \sqrt{2gH}$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{2}q \pi \cos(q) \rightarrow \cos \alpha_2 = q = \frac{2gH}{\omega_0^2}$$

Вспомним, что $\cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2\sin^2 \alpha$

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**.



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

СТРАНИЦА
4 из 4

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

Многа:

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{\frac{2gH + v_0^2}{v_0^2}}{2}} \quad \leftarrow m.k. \alpha < 90^\circ$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \frac{2gH}{v_0^2}}{2}$$

$$\begin{aligned} L(\alpha_2) &= \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{2gH + v_0^2}{2v_0^2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{gH}{v_0^2} + \frac{2gH}{v_0^2}} = \\ &= \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{2gH + v_0^2}{2}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}} = \\ &= \frac{2v_0}{g} \cdot \sqrt{\frac{1}{4v_0^2} (2gH + v_0^2)^2} = \frac{2v_0}{g \cdot 2v_0} \sqrt{2gH + v_0^2} \end{aligned}$$

$$L(\alpha_2) = 2H + \frac{v_0^2}{2g} > L(0)$$

значит $L_{max} = 2H + \frac{v_0^2}{g}$

$$L_{max} = 2 \cdot \cancel{40} M + \cancel{\frac{40}{10}} M = \cancel{2} M + 40 M = \cancel{42} M$$

Ответ: 1. $H = \cancel{10} M$; 2. $L_{max} = \cancel{42} M$

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

СТРАНИЦА
1 из 2

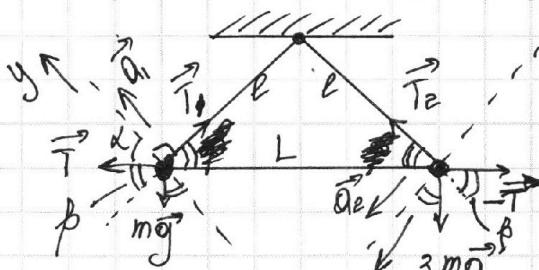
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$L = 1,6l$$

$$m, l, g$$

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



1. Понятно,

что сразу

после отпуска-

ния магнит оста-

1. α - ?
sind - ? Мутася математики и шариками
2. a - ? Начнут двигаться по окружности
3. T - ? радиусом l . П.к. в начальный момент времени скорости шариков равны 0, то они имеют только тангенциальные ускорения направленные перпендикулярно им же.

Прида свободы оси Ox и Oy и заменили II з-н Моментом Стурекции на эти оси:

$$Oy: ma_y = T \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$Ox: ma_x = 3mg \cos \alpha - T \sin \alpha$$

2. Заметим, что из условия негазрывности стержней (нерастяжимости) $\alpha_1 = \alpha_2$



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 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!

3. Монгол:

$$4m\alpha_1 = 2mg \cos \beta \rightarrow \alpha_1 = \frac{1}{2}g \cos \beta$$

Из геометрии Δ -ка быть -стержень-
метод:

$$L = 2l \cos \beta \rightarrow \cos \beta = \frac{L}{2l} = \frac{1,6}{2} = \frac{4}{5}$$

$$\alpha_1 = \frac{2}{5}g$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}g \cdot \frac{4}{5} = \frac{2}{5}g = \frac{2}{5} \cdot 10 \frac{M}{C^2} = 4 \frac{M}{C^2}$$

4. Из рис. видно что $\alpha + \beta = 90^\circ$, значит
 $\sin \alpha = \cos \beta = \frac{4}{5}$

5. Теперь найдём T :

$$m\alpha_1 + mg \cos \beta = T \sin \beta$$

$$T = mg \cdot \frac{\frac{2}{5} + \frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = mg \cdot \frac{6}{3} = 2mg$$

$$T = 2mg$$

$$T = 2 \cdot 0,1kg \cdot 10 \frac{M}{C^2} = 2M$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{4}{5}$; 2. $\alpha_1 = 4 \frac{M}{C^2}$; 3. $T = 2M$

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
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!

$$V = 2 \text{ моль}$$

$$i = 3$$

$$C(T)$$

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

$$1 \cdot \left(\frac{P}{P_0}, \frac{V}{V_0} \right) - ?$$

$$2. Q_1 - ?$$

$$3. M = 150 \text{ кг}$$

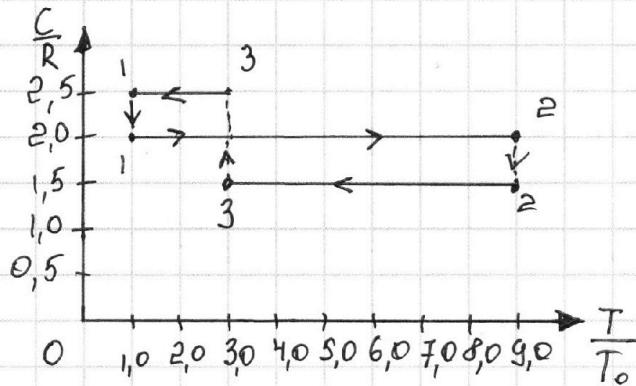
$$N = 10$$

H - ? подведенное к газу

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

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$A_{\text{ном}} = \frac{1}{2} A_u$$



1. Заметим, что те же подграфиком $C(T)$ равна ~~коэффициенту температуры передачи газу~~ (или отдачей). Тогда:

$$Q_{12} = 2,0 R V (9 T_0 - T_0) = 16 V R T_0$$

$$Q_{23} = 1,5 R V (3 T_0 - 9 T_0) = -9 V R T_0$$

$$Q_{31} = 2,5 R V (T_0 - 3 T_0) = -5 V R T_0$$

2. Тогда понятно, что количество температуры подведенное к газу $Q_1 = Q_{12} = 16 V R T_0$

$$Q_1 = 16 V R T_0$$

$$Q_1 = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{ Дж} =$$

$$= 3,2 \cdot 8,31 \cdot 3 \text{ кДж} = 9,6 \cdot 8,31 \text{ кДж} \approx 79,8 \text{ кДж}$$

8,31
x 9,60

000

4986
7479

797760

3. Далее разберёмся с теплоёмкостями в цикле. Рассчитаем теплоёмкости в щёстных ионных процессах:

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!

$$1. T = \text{const} \rightarrow C_T \rightarrow \pm\infty$$

$$2. P = \text{const} \rightarrow C_P = \frac{i+2}{2} R$$

$$3. V = \text{const} \rightarrow C_V = \frac{i}{2} R$$

$$4. Q = 0 \rightarrow C_Q = 0 \quad \frac{i+1}{2} R$$

$$5. P = \alpha V \rightarrow C_{PV} = 2R - \text{бывод достаточно простой}$$

На всякий случай выведем C_{PV} :

$$Q_{PV} = C_{PV} \sqrt{R} \Delta T - \text{по энр. С (мат. теплоёмкости)}$$

$$Q_{PV} = A_{PV} + \Delta U_{PV} - \text{I 3-я термодинамика}$$

$$A_{PV} = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{\alpha}{2} (V_2^2 - V_1^2) = \frac{1}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) - \text{также, как и в } p-V \text{ координатах}$$

$$P_i V_i = \sqrt{R} T_i - \text{ур-ние Капенгера-Менделеева}$$

$$A_{PV} = \frac{1}{2} \sqrt{R} \Delta T - \text{работа газа}$$

$$\Delta U_{PV} = \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T \quad \left. \begin{array}{l} \text{изменение внутр. энергии} \\ \text{внутр. энергии} \end{array} \right\} \rightarrow C_{PV} = \frac{i+1}{2} R$$

4. П.к. в данной задаче $i=3$, то из условия видно:

$$C_{12} = 2R \rightarrow 1-2: P \sim V$$

$$C_{23} = \frac{3}{2} R \rightarrow 2-3: V = \text{const}$$

$$C_{31} = \frac{5}{2} R \rightarrow 3-1: P = \text{const}$$



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**.

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

СТРАНИЦА
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!

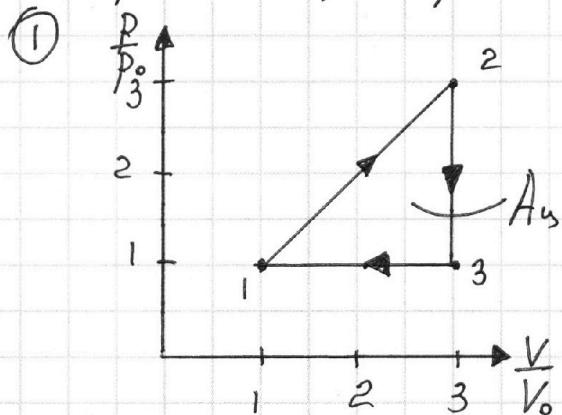
5. Могда рассчитаем координаты точек 1, 2, 3.

1: p_0, V_0, T_0

2: $3p_0, 3V_0, 9T_0$ (т.к. $p \propto V$, то $p \sim \sqrt{T}$ и $V \sim \sqrt{T}$)

3: $p_0, 3V_0, 3T_0$ (т.к. $P = \text{const}$, то $V \sim T$)

Построим график $p(V)$:



6. Найдем работу A_3 газа за цикл, как под графиком:

$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2\sqrt{RT_0}$$

7. Могда по условию за 1 цикл газ совершает полезную работу $A_{\text{пол}} = \frac{1}{2}A_3 = \sqrt{RT_0}$

8. Могда т.к. по условию груз поднимается медленно, то:

$$N_{\text{пол}} = MgH \rightarrow H = \frac{N\sqrt{RT_0}}{Mg}$$

$$H = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} M = 4 \cdot 8,31 M = 33,24 M \approx 33,2 M$$

Ответ: 1. см. рис. 1; 2. $Q_1 \approx 79,8 \text{ кДж}$; 3. $H \approx 33,2 \text{ м}$

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"/> 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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

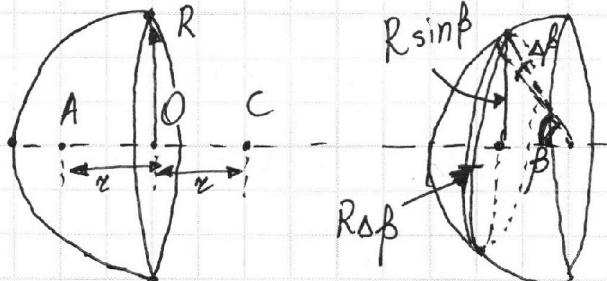
СТРАНИЦА
1 из 4

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!

$$Q, m, q, \vartheta_0, R, k$$

$$1. \vartheta_\infty - ?$$

$$2. \vartheta_c - ?$$



1. Для начала отредактируем потенциал
эт. поля в т. О. Для этого можно
использоваться 2-мя способами:

I. принцип суперпозиции

II. непосредственно интегрировать

2. По I способу мысленно добавим
2 часть полусферы, т.е. солидный
получается сфера, потенциал внутри
которой равен $\frac{2kQ}{R}$, но т.к. он создан
2-мя полусферами, то потенциал

1-й полусфера в т. О равен $\varphi_0 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2kQ}{R} =$

3. На всякий случай посчитаем II способом:

4. Рассмотрим нашу полусферу на
конечной толщиной $d\beta \rightarrow 0$ ($d\beta$ -угловая

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



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

СТРАНИЦА
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!

точка из т. О). Тогда если новая
мощность заряда сферы σ , то
заряд количества $\Delta q = \sigma \Delta S =$
 $= \sigma \cdot 2\pi R \sin \beta \cdot R \Delta \beta$. Тогда потенциал
такого количества в т. Оован:

$$\Delta \varphi = \frac{k \Delta q}{\sqrt{R^2 \cos^2 \beta + R^2 \sin^2 \beta}} \xrightarrow{\text{общее известный}} R$$

факт, получаемый при рассмотрива-
нии количества на почти телесные
заряды, они все равно удалены от
центра, а значит и от т. О

$$\Delta \varphi = \frac{k}{R} \cdot \sigma \cdot 2\pi R^2 \sin \beta \Delta \beta \xrightarrow{\text{сумма}}$$

$$\text{Тогда потенциал } \varphi_0 = \sum_{i=1}^n \Delta \varphi_i = \frac{\pi}{2}$$

$$= 2\pi \sigma k R \sum \sin \beta \Delta \beta = 2\pi \sigma k R \int \sin \beta d\beta =$$

$$= 2\pi \sigma k R \cdot -(\cos \frac{\pi}{2} - \cos 0) = 2\pi \sigma k R$$

Вспомним определение σ :

$$\sigma = \frac{Q}{S}, \text{ где } S = 2\pi R^2 - \pi r^2 - \pi r^2 = 2\pi R^2 - \pi r^2$$

половинка $\rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R} - \text{ура! Сосчитось!}$



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!

4. Тогда воспользуемся ЗСЭ:

$$\underbrace{\varphi_0 g + \frac{m \omega_0^2}{2}}_{\text{б.т.о.}} = \underbrace{\varphi_\infty g + \frac{m \omega_\infty^2}{2}}_{\text{на бесконечности}}$$

полагая $\varphi_\infty = 0$, получим:

$$\frac{kQ}{R}g + \frac{m \omega_0^2}{2} = \frac{m}{2} \omega_\infty^2$$

↓

$$\omega_\infty^2 = \omega_0^2 + \frac{2kQg}{mR}$$

$$\boxed{\omega_\infty = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{2kQg}{mR}}}$$

5. Теперь определим потенциал точки А ФА. Исходя из того, что б.т.а. заряд покоялся, то по ЗСЭ:

$$\varphi_A g = \varphi_0 g + \frac{m \omega_0^2}{2} \rightarrow \varphi_A = \varphi_0 + \frac{m \omega_0^2}{2g}$$

6. Теперь определим потенциал Т.С. Воспользуемся принципом суперпозиции. Если мы можем добавить



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
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!

если одну полусферу, то получится потенциал $\frac{2kQ}{R}$, но т.к. т.с и т.а равнодistantны от т.о, то при добавлении 1-й полусфера создает в т.с искаженный потенциал φ_c , 2-я полусфера в т.с создает потенциал, равный φ_A . Тогда:

$$\varphi_A + \varphi_c = \frac{2kQ}{R} \rightarrow \varphi_c = \frac{kQ}{R} - \frac{m\omega_0^2}{2g}$$

т. Монга по ЗСЭ:

$$P + \varphi_A q = \varphi_c \cdot q + \frac{m\omega_c^2}{2}$$

$\downarrow \text{T.A}$ $\downarrow \text{T.C}$

$$\varphi_c = \frac{kQ}{R} - \frac{m\omega_0^2}{2g}$$

$$(\varphi_A - \varphi_c)q = \frac{m\omega_c^2}{2} \rightarrow \frac{m\omega_0^2}{2} \cdot 2 = \frac{m\omega_c^2}{2} \rightarrow$$

$$\boxed{\omega_c = \omega_0\sqrt{2}}$$

Ответ: 1. $\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{2kQq}{MR}}$; 2. $\omega_c = \omega_0\sqrt{2}$

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.

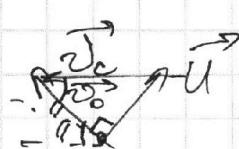
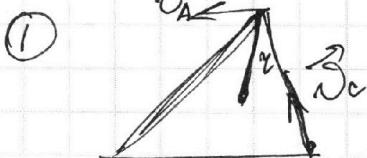
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" 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!



чертёжник |



$$S = \frac{abc}{4R}^{q_3}$$

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

$$= \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

$$v = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\omega_A = \omega_0 + u \rightarrow u = \frac{\omega_A}{2}$$

$$\omega_0^2 = u^2 + \omega_c^2 - 2u\omega_c \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{\omega_0}{\sin 60} = \frac{u}{\sin 60}$$

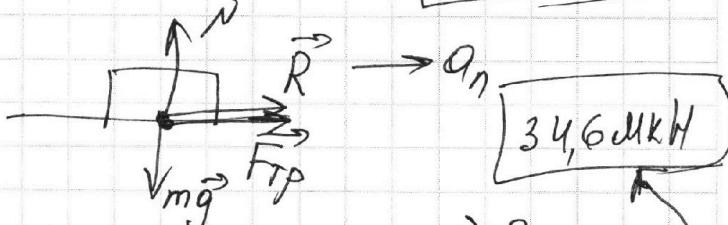
$$\omega_c^2 - u\omega_c = 0 \rightarrow \omega_c = u = \frac{\omega_A}{2}$$

$$\omega = \frac{u}{r} = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\omega_A}{a}$$

$$R = 10^{-4} \cdot \frac{0,4}{0,2} \cdot \frac{0,3}{4}$$

$$2\pi N = \omega t \rightarrow t = \frac{4\pi a N}{\sqrt{3} \omega_A} = \frac{2}{1,73 \cdot 10^{-5}} \cdot 3,46 \text{ мкн}$$

$$\frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 3\sqrt{3}}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 2 \cdot 3/4 \cdot 1,73 = 10,86 \text{ s}$$



$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 1,73 \\ \hline 5,42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 219 \\ + 314 \\ \hline 5432 \end{array} \approx 5,43$$

$$R = m \omega_A r = m \frac{\omega_A^2}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{a} = m \frac{\omega_A^2}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = 10^{-4} \frac{0,16}{0,2} \cdot \frac{0,3}{4}$$



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 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!

Черновик ②

~~б~~

$$b = U_0 z - g z^2$$

$$U_0 = \frac{b + g z^2}{z} = \frac{10 + \frac{10}{z} \cdot 0,8 z^2}{0,8} =$$

$$= 10 + \frac{10}{z} \cdot 0,8^4 = 14 \frac{M}{c}$$

$$M = \frac{U_0 z}{2g} = \frac{196}{2 \cdot 10} M = 9,8 M$$

$$\begin{array}{r} 22,4 \\ \times 22,4 \\ \hline 896 \\ + 448 \\ \hline 501,76 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 501,76 \\ - 448 \\ \hline 537 \\ - 512 \\ \hline 256 \\ - 256 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 64 \\ 7,84 \\ \hline 0,8 \\ 7,84 \\ \hline 0 \end{array} = \frac{7,84}{0,8} = 9,8$$

$$= \frac{39,2}{4} = 9,8$$

(4) (5)

$$- A \left(\begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline \end{array} \right) \cdot C -$$