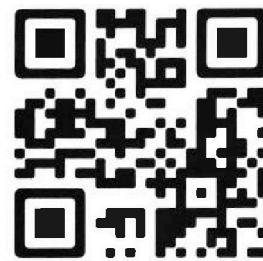




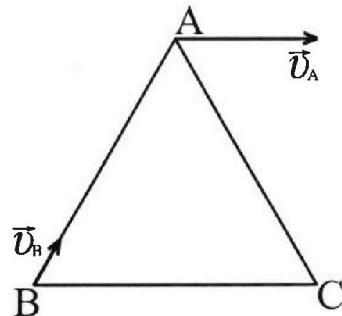
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-02



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость \vec{v}_A точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,8 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4 \text{ м}$.



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

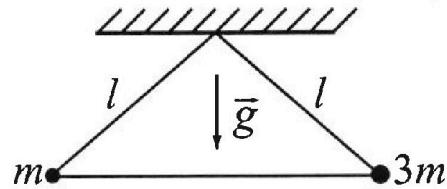
Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

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

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

- Найдите максимальное расстояние L_{\max} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
- Два шарика с массами $m = 80 \text{ г}$ и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 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

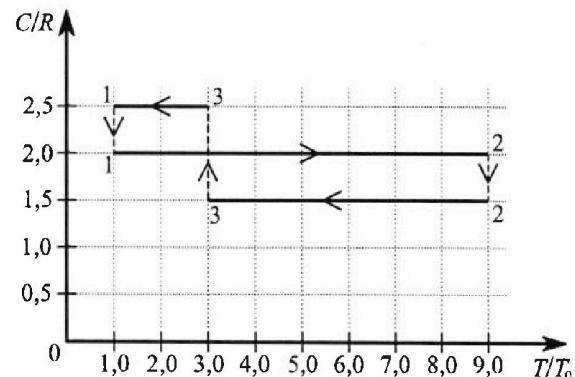
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

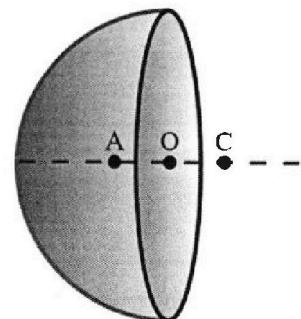
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ 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 . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



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

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



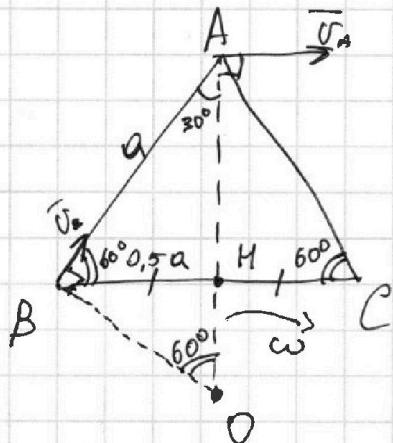
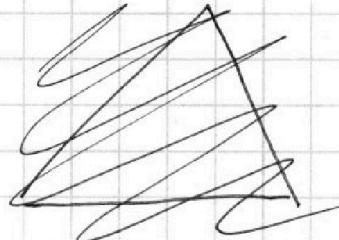
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!

1



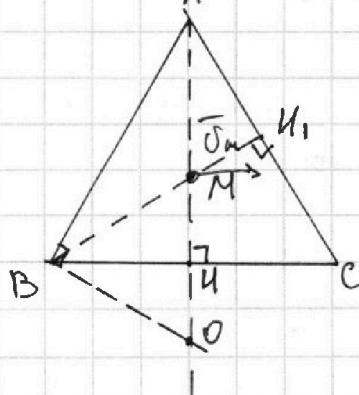
1) норм. центр брауз. О находился на пересечении
переулка, к спортивному $\overline{V_1}$ и $\overline{V_2}$

$$\Delta ABC \text{ - равногр.} \rightarrow BH = CH = \frac{1}{2} BC = 0,5a$$

$$AO = AB \sin 60^\circ + BH \cotg 60^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} a \frac{\sqrt{3}}{3} = a\sqrt{3} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) = a\sqrt{3} \cdot \frac{4}{6} = \frac{2}{3} a\sqrt{3}$$

$$\omega = \frac{U_A}{AO} = \frac{U_A \cdot 3}{2a\sqrt{3}} = \frac{U_A}{2a} \sqrt{3}$$

$$U_B = \cancel{\omega} \cdot BO; BO = \frac{BH}{\sin 60^\circ} = \frac{a \cdot 2}{2\sqrt{3}} = a \frac{\sqrt{3}}{3}$$



2) $AH -$ leucera, neg. ~~ABC~~
 $BH_1 -$ leucera, neg.
 $AH \cap BH_1 = M -$ yewrp macc s ABC

$$U_M = \omega \cdot M_0; \quad MH = \frac{1}{3} AH = \frac{1}{3} AB \sin 60^\circ = \\ = \frac{1}{3} a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \quad \text{--- } \cancel{\text{СТРАНИЦА 1 из 3}}$$



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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

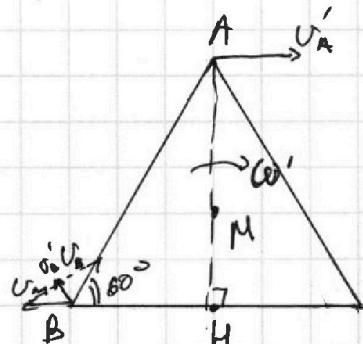
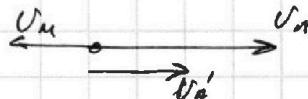
СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

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!

~~$$MO = MI + OH = \frac{a}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{a}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = a \frac{\sqrt{3}}{3}$$~~

$$U_M = \omega \cdot MO = \frac{U_A}{2a} \sqrt{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3} = \frac{U_A}{2} = U_B = 0,4 \text{ c}$$

CO центральной массы ABC:



$$V_A' = V_A - V_M = V_A - \frac{U_A}{2} = \frac{U_A}{2}$$

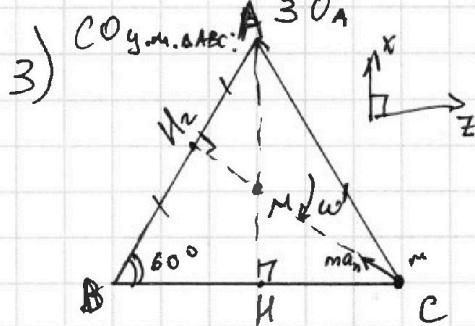
$$\begin{aligned} \omega' &= \frac{U_A'}{AM} ; AM = \frac{2}{3} AN = \frac{2}{3} AB \text{ ибо } \\ &= \frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3} \\ \omega' &= \frac{U_A'}{AM} = \frac{U_A \cdot 3}{2a\sqrt{3}} = \frac{U_A}{2a} \sqrt{3} \end{aligned}$$

$\tau = \frac{\alpha}{\omega'}$; α — угол поворота ~~угла~~ ΔABC в CO цм.

$$\alpha = 4 \cdot 2\pi = 8\pi$$

$$\tau = \frac{8\pi \cdot 2a}{U_A \sqrt{3}}$$

$$\tau = \frac{16a\pi\sqrt{3}}{3U_A}$$



$$\frac{16 \cdot 0,4 \pi \sqrt{3}}{3 \cdot 0,82} = \frac{8\sqrt{3}}{3} \pi (\text{c})$$

Масса тела << масса пластины>>
 \Rightarrow энергия пластины неизм. \Rightarrow
спираль сжата

7. К. Плечо длиной l вместе

с торцом С ΔABC , то:

~~Плечо длиной l вместе с торцом С~~

$$\vec{M}\vec{a}_n = \vec{R}; a_n - \text{ускорение}$$

ускорение,

$$a_n = \omega'^2 \cdot CM; CM = \frac{2}{3} CH_2$$

$$CH_2 = BC \sin 60^\circ; CM = \frac{2}{3} BC \cdot \sin 60^\circ = \frac{2}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$a_n = \omega'^2 \cdot CM = \frac{U_A^2}{4a^2} \cdot \frac{2}{3} \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{U_A^2}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}$$

СТРАНИЦА 2 из 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 |
| <input checked="" 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!

$$m a_n = R \Rightarrow R = \frac{m U_A^2}{4 \alpha} \sqrt{3} = \frac{60 \cdot 10^{-6} \cdot 64 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 4 \cdot 10^{-1}} \sqrt{3} = \\ = 24 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \text{ H} = 24\sqrt{3} \text{ мкН}$$

Ответ: $U_B = 0,4 \frac{m}{c}$

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

Ответ: $R = 24\sqrt{3} \text{ мкН}$

~~СТРАНИЦА 3 из 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
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!

$$\cancel{8+2\cos^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha}$$

$$\begin{array}{r} 256 \\ 225 \\ \hline 31 \end{array}$$

$$\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = 1 - \frac{225}{256} = \frac{31}{256}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ 12 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 192 \end{array}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{16^2 \cdot 31}{16^2 \cdot 4 \cdot 10^2} + \frac{12 \cdot 16 \cdot 16^2 \cdot 31}{232^2 \cdot 10}}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{16 \cdot 16 \cdot 31}{4 \cdot 10 \cdot 10} + \frac{12 \cdot 16 \cdot 31}{10}}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{31}{10}} \cdot \sqrt{6,4 + 192} = \sqrt{\frac{31}{10}} \cdot \sqrt{198,4}$$

$$\begin{array}{r} 198,4 \\ 186 \\ \hline 124 \\ 124 \\ 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 31 \\ | \\ 6,4 \end{array}$$

$$L_{\max} = \frac{\sqrt{31} \cdot \sqrt{31 \cdot 6,4}}{\sqrt{10}}$$

$$L_{\max} = 31 \cdot \sqrt{0,64} = 31 \cdot 0,8 \text{ м}$$

$$L_{\max} = 24,8 \text{ м}$$

$$\text{Ortsber.: } H = 12 \text{ м}$$

$$\text{Ortsber.: } L_{\max} = 24,8 \text{ м.}$$

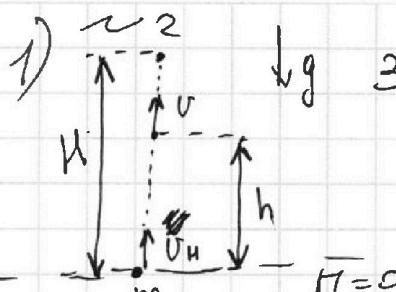


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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
1 из 4

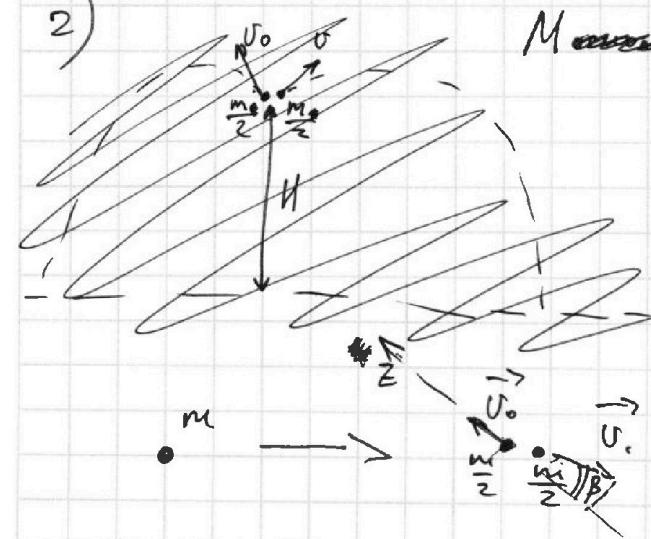
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1) 

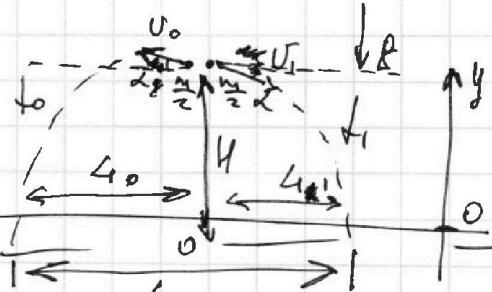
ЗСЭ: $\frac{mV^2}{2} + mgh = mghH / g$

~~$H = \frac{V^2}{2g} + h$~~

$$H = \frac{V^2}{2g} + h = \frac{48}{2 \cdot 10} + 11,2 = 12 \text{ м}$$

2) 

Масса = $\frac{m}{2}$ — масса основки



В момент разрыва аналогично соотр.
ЗСИ: $O = \frac{m}{2}V_0 + \frac{m}{2}\vec{V}_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \vec{V}_1 = -\vec{V}_0; V_1 = V_0$

Быстро
Быстро основки разделят. тогда
угол α к горизонту

~~$x: L_0 = V_0 \cos \alpha t_0$~~

скорости равны по
модулю и противоп. по
направ.

$$x: -L_1 = -V_0 \cos \alpha t_1$$

$$L_1 = L_0 + L_1 = V_0 \cos \alpha (t_0 + t_1)$$

$$y: 0 = H + V_0 \sin \alpha t_0 - \frac{g t_0^2}{2} \Rightarrow \frac{g}{2} t_0^2 = V_0 \sin \alpha t_0 - H = 0 \quad (1)$$

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



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

СТРАНИЦА
3 из 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!

$$L_1 = U_0 \cos \alpha (t_0 + t_1)$$

$$L_1 = U_0 \cos \alpha \left(\frac{U_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} - \frac{U_0 \sin \alpha}{g} + \frac{\sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$L_1 = \frac{U_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{U_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L_1 = \sqrt{\frac{U_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2gH U_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2}}$$

$$L_1 = \sqrt{\frac{U_0^4 \sin^2 2\alpha}{4g^2} + \frac{2gH U_0^2 \cos^2 \alpha}{g}}$$

$$L_1 \approx L_{\max} \text{ при } \frac{U_0^4 \sin^2 2\alpha}{4g^2} + \frac{2gH U_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \approx L_{\max}$$

$$L_1' = 0 : \frac{U_0^4}{4g^2} \cdot (\sin^2 2\alpha)' + \frac{2gH U_0^2}{g} (\cos^2 \alpha)' = 0$$

$$(2 \sin 2\alpha \cdot \cos 2\alpha \cdot 2) \frac{U_0^4}{4g^2} - \frac{2gH U_0^2}{g} \cdot 2 \cos 2\alpha \cdot \sin 2\alpha = 0$$

$$\frac{U_0^4}{g} \sin^2 2\alpha \cos 2\alpha = 2gH \sin^2 2\alpha$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2gH}{U_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 12^3}{4 \cdot 16 \cdot 16} = \frac{15}{16}$$

$$\cos^2 \alpha = \cos^2 2\alpha - \sin^2 2\alpha \Rightarrow \cos^2 \alpha = \cos^2 2\alpha + 3 \sin^2 2\alpha$$

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{1 + \cos 2\alpha}{2} = \frac{31}{32}$$



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!

$$(1) : D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_{01} = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

~~$t_{01} = V_0 \cos \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + 2gH}$~~

$$t_{02} = V_0 \cos \alpha - \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + 2gH}$$

$$(2) : D = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_{11} = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$\left[\begin{array}{l} t_{01} = V_0 \frac{\sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \\ t_{02} = V_0 \frac{\sin \alpha - \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{array} \right] \text{ (R.K.)}$$

$$\left[\begin{array}{l} t_{11} = -V_0 \frac{\sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \\ t_{12} = -V_0 \frac{\sin \alpha - \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \end{array} \right] \text{ (R.K.)}$$

~~$t_{01} = V_0 \cos \alpha + t_{11} = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - V_0 \sin \alpha \right)$~~

~~$V_0 \max \text{ при } t_{01} = t_{02} \Rightarrow$~~

~~$\frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{V_0 \cos \alpha - \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + 2gH}}{g}$~~

~~$2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} \geq 0 \Rightarrow$~~

~~$\frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = 0$~~

$$\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} > V_0 \sin \alpha \Rightarrow t_{02} \text{ — R.K.}$$

$$t_0 = t_{01}; t_1 = t_{11} \Rightarrow t_{12} \text{ — R.K.}$$



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!

$$(2): T \cos \alpha = m (a_x + g \sin \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$T = \frac{m(a_x + g \sin \alpha)}{\cos \alpha} = \frac{80 \cdot 10^{-3} (3 + 10 \cdot 0,6)}{0,8} = \\ = \frac{0,08 \cdot 9}{0,8} = 0,9 \text{ H}$$

$$\text{Ortler: } \sin \alpha = 0,6$$

$$\text{Ortler: } a_x = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Ortler: } T = 0,9 \text{ H}$$

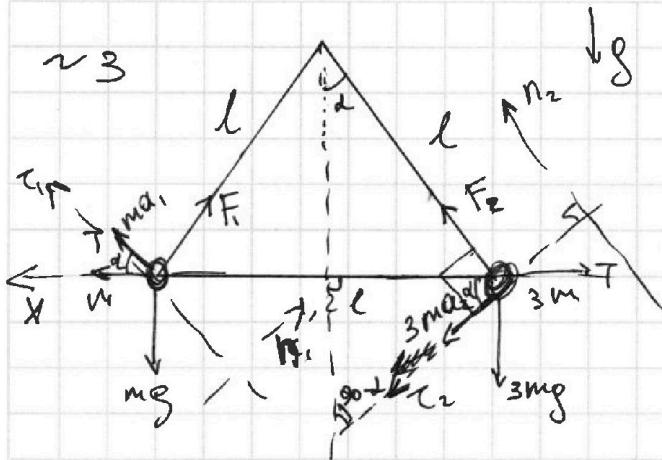


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

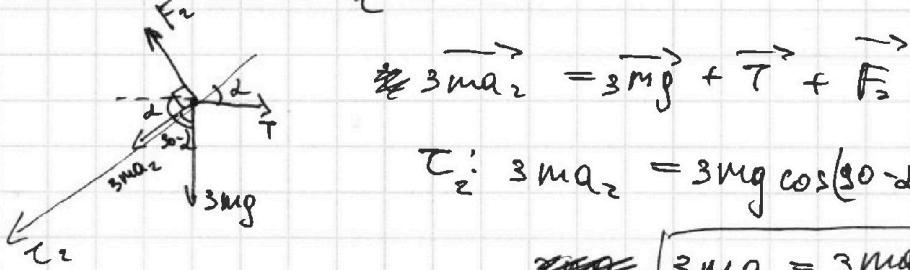
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



сразу после ~~этого~~ окажется -
идущие исходные споросы
шариков будут пульевыми \Rightarrow
 \Rightarrow нормальная ~~ко~~ компонента
ускорений a_{1n} и a_{2n} будут
пульевыми \Rightarrow будут только
сил. новат. уел. $\therefore \vec{a}_1 = \vec{a}_{\text{норм}}$,
 $\vec{a}_2 = \vec{a}_{\text{норм}}$

$$\sin \alpha_2 = \frac{\frac{1}{2}l}{\frac{l}{2}} = 0,6$$



$$\tau_2: 3ma_2 = 3mg \cos(90^\circ - \alpha_2) \approx T \cos \alpha_2 + 0$$

$$\boxed{3ma_2 = 3mg \sin \alpha_2 \approx T \cos \alpha_2} \quad (1)$$

Т.к. скрещены шариками:

$$|a_{1x} - a_{2x}| = \omega^2 \cdot \frac{1}{2}l; \quad \omega = 0 \rightarrow a_{1x} = a_{2x} \quad |$$

$$a_{1x} = a_1 \cos \alpha_2 \Rightarrow a_1 = a_2 \\ a_{2x} = a_2 \cos \alpha_2$$

$$\vec{ma}_1 = \vec{mg} + \vec{T} + \vec{F}_1$$

$$\tau_1: ma_1 = T \cos \alpha_2 \approx mg \cos(90^\circ - \alpha_2)$$

$$ma_1 = mg \sin \alpha_2 + T \cos \alpha_2$$

$$a_1 = a_2 \Rightarrow \boxed{ma_2 = mg \sin \alpha_2 + T \cos \alpha_2} \quad (2)$$

$$(1) + (2):$$

$$4ma_2 = 2mg \sin \alpha_2 \Rightarrow a_2 = \frac{g \sin \alpha_2}{2} = \\ = \frac{10 \cdot 0,6}{2} = 3 \frac{m}{s^2}$$



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 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!

$$\sim 4 \\ Q = C \Delta T$$

$$T_1 = 70$$

~~$$Q_{12} = \nu R \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_0} \quad Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12}$$~~

~~$$Q_{23} = 1,5 \nu R \frac{T_3 - T_2}{T_0}, \quad Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{23}$$~~

~~$$Q_{31} = \nu R \frac{T_1 - T_3}{T_0}, \quad Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3) + A_{31}$$~~

$$C - \text{const} \Rightarrow pV^\alpha = \text{const}$$

$$\alpha = \frac{C - C_p}{C - C_v}; \quad C_p = \frac{5}{2} \nu R; \quad C_v = \frac{3}{2} \nu R$$

~~$$(1-2) \quad \alpha = \frac{\cancel{\nu R(2-2,5)}}{\cancel{\nu R(2-1,5)}} = -1 \Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const}$$~~

~~$$\alpha = \frac{1,5 - 2,5}{1,5 - 1,5} = -\frac{1}{0} \Rightarrow \alpha \rightarrow \infty$$~~

$$2-3) \quad C = \frac{3}{2} \nu R = C_v \Rightarrow 2-3 — \text{изохора}$$

$$3-1) \quad C = \frac{5}{2} \nu R = C_p \Rightarrow 3-1 — \text{изобара}$$

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0 & (1) \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 & (2) \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 & (3) \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 & (4) \end{cases} \quad \begin{aligned} V_1 = V_3 &= \cancel{\nu} V_0 && (2-3 - \text{изох.}) \\ p_3 &= p_1 = p_0 && (3-1 - \text{изоб.}) \\ p_2 &= \alpha p_0 \end{aligned}$$

$$1-2) \quad f = \text{const} \Rightarrow p = kV — \text{линейный процесс}$$



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!

из графика: $T_2 = 9T_0$; $T_3 = 3T_0$

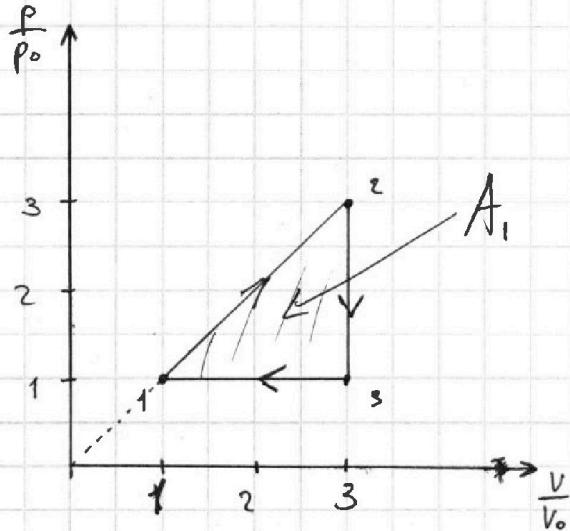
~~(2)~~: $\alpha p_0 \cdot \beta V_0 = 9VR T_0$

$$\frac{x^2 70}{1620}$$

~~(3)~~: $p_0 \cdot \beta V_0 = 3VR T_0$

~~(1)~~: $p_0 V_0 = VR T_0$

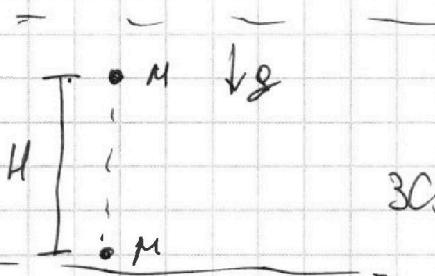
$$\frac{(3)}{(1)} : \beta = 3 ; \frac{(2)}{(3)} : \alpha = 3$$



$$A_1 = \frac{1}{2} 2V_0 \cdot 2p_0 = 2p_0 V_0$$

$$p_0 V_0 = VR T_0$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 2VR T_0 = 2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270 = \\ &= 6 \cdot 8,31 \cdot 270 = 1620 \cdot 8,31 = \\ &= \frac{162 \cdot 8,31 \cdot 10^3}{10^2} = 9462,2 \text{ дж} \end{aligned}$$



$$\eta = \frac{1}{2} = \frac{A_{\text{пол}}}{A_1} \Rightarrow A_{\text{полн}} = \frac{1}{2} A_1$$

~~3C):~~ $MgH - MgH = - A_{\text{полн}} \cdot N$

$$MgH = \frac{1}{2} A_1 \Rightarrow H = \frac{2VR T_0}{2Mg}$$

~~$\frac{9462,2}{18924,4}$~~

~~$\frac{9462,2}{250 \cdot 2 \cdot 10} =$~~

~~$\frac{9462,2}{5000} = \frac{9462,2 \cdot 2}{10000} = 1,89244 \text{ м}$~~



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

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!

$$MgH = \frac{1}{2} A_1 \cdot N \Rightarrow H = \frac{A_1 \cdot N}{2mg} = \frac{9462,2 \cdot 15^3}{2 \cdot 10 \cdot 250} =$$

$$= \frac{9462,2 \cdot 3}{1000} = 28,3866 \text{ м}$$

Ответ: $A_1 = 9462,2 \text{ дм}^2$

Ответ: $H = 28,3866 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмьте 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

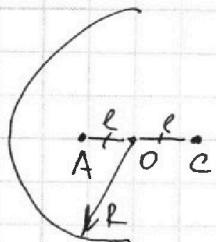
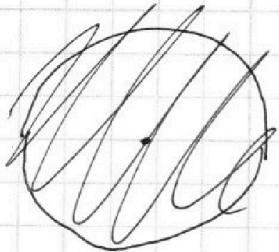
6

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!

~5



$$\Psi_0 = K \cdot \sum \frac{\Delta Q}{R} = \frac{KQ}{R}$$

$$\Psi_A = \frac{KQ}{2R} \quad (\text{т.к. } A \text{ лежит вдоль оси симметрии})$$

~~$$3C: \frac{mU_0^2}{2} = \Psi_0 - \Psi_A$$~~

$$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{KQ}{2R} \quad \cancel{\text{---}}$$

$$U_0 = \sqrt{\frac{KQ}{mR}} \quad \cancel{\text{---}}$$



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!



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Diagram of a charged ring of radius R and total charge Q rotating with angular velocity ω about its center. A point P is at distance r from the axis of rotation.

$$U_A = k \int \frac{dq}{r}$$

$$r = \sqrt{R^2 + l^2 - 2Rl \sin \alpha}$$

$$S = \int_0^\pi r d\alpha \cdot 2\pi R = S$$

$$r = R \cos \alpha$$

$$\int_0^\pi \cos \alpha d\alpha \cdot 2\pi R = 2\pi R^2$$

$$d\varphi = \sigma ds$$

$$ds = 2\pi R r d\alpha = 2\pi R^2 \cos \alpha d\alpha$$

$$\sigma = \frac{Q}{2\pi R^2} ; d\varphi = Q \cos \alpha d\alpha$$

$$U = \int \frac{f(\alpha)}{\sqrt{R^2 + l^2}}$$

$$F = E_z - E_x$$

$$E_x = \frac{kQ}{R^2}$$

$$E_z = \frac{kQ}{R^2}$$

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

$$U_{\text{внеш}} = 0$$

$$U_{\text{внеш}} = \frac{kQ}{R}$$

$$U = U_{\text{внеш}} - U_{\text{внутр}} = \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{f(l)}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{g(l) - f(l)}{f(l)g(l)}$$



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

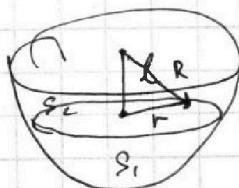
 1 2 3 4 5 6 7

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!

№5

Черновик



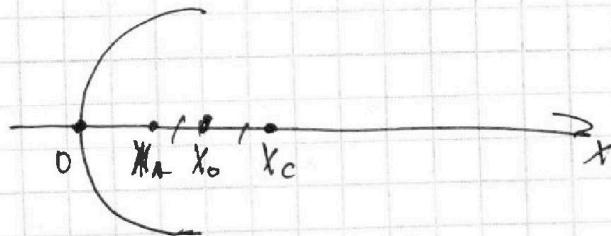
$$r = \sqrt{R^2 - l^2}$$

~~$$V = 4\pi R^2 l = 4\pi (R^2 - r^2) l$$~~

~~$$\begin{aligned} V &= 4\pi R^2 l - 4\pi r^2 l = \\ &= 4\pi l (R^2 - r^2) = \\ &= 4\pi l R^3 \end{aligned}$$~~

~~Черновик~~~~Черновик~~

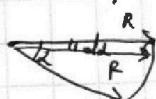
$$\Psi_A =$$

~~E~~

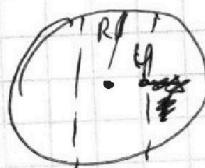
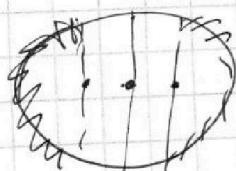
~~$$B = \frac{kQ}{R^2 \cos \theta}$$~~

$$\Psi_0 = k \cdot \sum \frac{Q}{R} = \frac{kQ}{R}$$

$$\Psi_A =$$



$$\Psi = \frac{kQ}{R}$$



I-

I-