



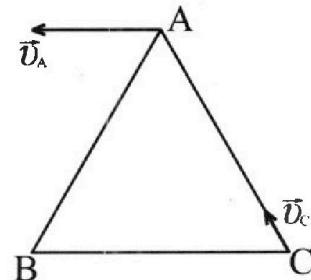
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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



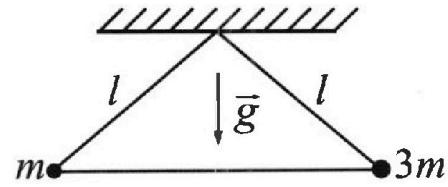
- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
 - За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?
- Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

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

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

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

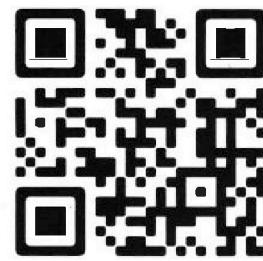


- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
-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



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

Вариант 10-01



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

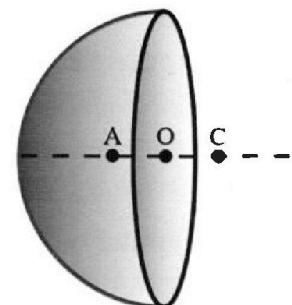
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

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?

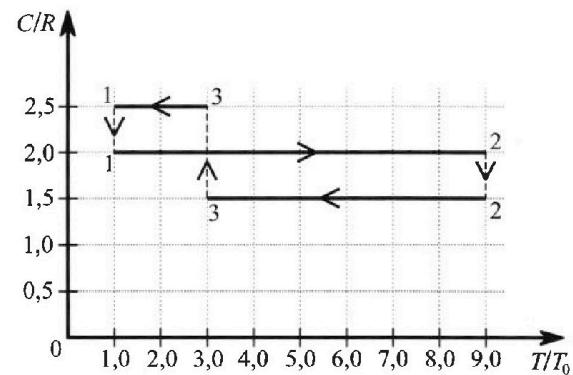
Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

- 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 .

1. 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.
2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



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





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

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!

$$w \stackrel{?}{=} 1$$

1) ось X направлена вглубь np AC в левом углу
плаката из места лежания несущих

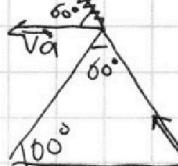
$$\Rightarrow \bar{v}_{ax} = \bar{v}_{cx}$$

$$\mathcal{V}cx = \mathcal{V}c$$

$$V_{ax} = V_0 \cdot \cos 60^\circ$$

$$v_{Cx} = v_a \cdot \cos 60^\circ = v_a$$

$$V_C = 0,4 \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ m/s}$$



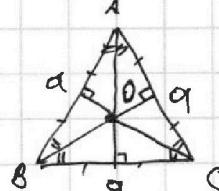
2) На Меркурии. Плоскость ее гравитационного поляции Вселенной склоняется (Диаграмма перенесена из предыдущего раздела) показана на рисунке.

УМ звінення "рівно нічого" приводить до

Вокруг ЧМ накален, и яростные борьбы неизбежны с постоянной угрозой спортивного моря. Третий разм (плохость заработка)

УМ находит ракообразья в группе A ABC
— тоже О

множества O — $y.M \rightarrow$ одновременное
распределение преобразований
значений, что $\vec{v}A \perp A0$
 \Rightarrow способа $\vec{v}0$ направле-



$$\cancel{D_{\text{sp}} A} = \cancel{D_{\text{sp}}} c$$

m.n. ~~настороже.~~
~~уменьшает~~ ~~нестабильные~~
~~уровня~~ ~~снижает~~

~~Справедливость это роки розер
и с омощью
всегда рождается~~

последовательность $\{a_n\}$ называется ограниченной сверху, если существует такое число M , что для всех $n \in \mathbb{N}$ выполнено неравенство $|a_n| \leq M$.



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

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!

тогда ω_{BPC}

$$\omega_{BPA} = \omega \cdot OA$$

$$\omega_{BPC} = \omega \cdot OC$$

ω_{BPA} и ω_{BPC} - вращения
скорости логен A и C
относительно
окружности

$OA = OC$ т.к. $\triangle ABC$ равносторонний

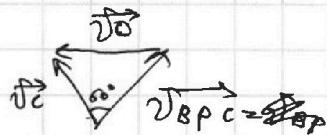
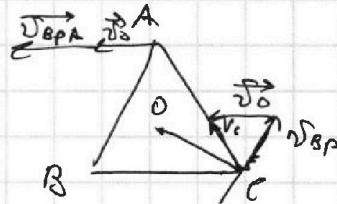
$$\Rightarrow \omega_{BPA} = \omega_{BPC} = \omega_B$$

пусть скорость $G.M$ (вокруг O) = ω_0
тогда

$$\omega_A = \omega_{BPA} + \omega_0$$

$$\omega_{BPC} = \cancel{\omega_{BPA}}$$

$$\omega_C = \omega_{BPC} + \omega_0$$



$$\omega_0 // BC$$

здесь $\omega_C = \omega_B$
 $\angle BCA = 60^\circ$
 $\Rightarrow \omega_C = \omega_B = \omega_0$

$$\omega_A = \omega_B - \omega_0 = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$\omega_{BPA} = \omega_A - \omega_0 = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ м/с}$$

$$\omega = \frac{\omega_{BPC}}{OC} = \frac{\omega_0}{\alpha \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{\omega_0 \sqrt{3}}{\alpha}$$

OC из геометрии:

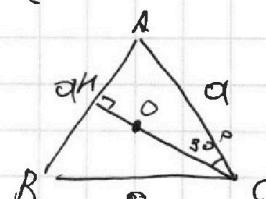
$$OC = \alpha \frac{\sqrt{3}}{3}$$

x_1 - при ободке

$$x_2 = \frac{2\pi \cdot 3}{\omega} = 6\pi : \frac{\omega_0 \sqrt{3}}{\alpha} = \frac{6\pi \cdot \alpha}{\omega_0 \sqrt{3}}$$

$$T = \frac{6 \cdot 3,14 \cdot \alpha \sqrt{3}}{\alpha \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} = 2\sqrt{3} \cdot 3,14$$

$$T = 6,28 \sqrt{3} \text{ с}$$



HC - высота
 $M \in HC$
 $KO : OC = \frac{1}{2}$

$$HC = \alpha \omega \cdot 30^\circ$$

$$OC = \frac{2}{3} HC = \frac{2}{3} \alpha \omega \cdot 30^\circ$$

$$OC = \frac{2}{3} \cdot \alpha \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \alpha \frac{\sqrt{3}}{3}$$



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
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!

№ 21 3)

т.ч. цепь << massa постоинст
2) положение ЧМ не изменяется

Цепь будет иметь постоянную скорость
пока нога B движется, и сила, действующая
на ногу B - сила движущаяся та же цепь.

⇒ масса конца R надо пости $\vec{\alpha}_B$ и $\vec{\alpha}_n$
 $\vec{\alpha}_B$ - скорость центра ноги B; $\vec{\alpha}_n$ - ускорение ноги B

II 3.4

$$\vec{R} = m \vec{\alpha}_n \quad \vec{\alpha}_n - \text{ускорение цепи}$$

$$\vec{\alpha}_n = \vec{\alpha}_B$$

$\vec{\alpha}_B$ найдём в CO У.М.

$\vec{\alpha}_B = \vec{\alpha}_C$ в CO У.М. нога B вращается
с постоянной скоростью

2) ~~центр ноги B~~ вдруг У.М.

если только центр инерциальной системы

$$\Rightarrow \vec{\alpha}_B = \vec{\alpha}_C = \frac{\omega^2 r_B}{OB} = \frac{\omega^2 a}{OB} = \frac{\omega^2 \sqrt{3}}{a} =$$

$OB = OC$ (ΔABC равносторонний)

$$\vec{\alpha}_B = \omega^2 OB = \left(\frac{\omega_0}{a} \sqrt{3} \right)^2 \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\omega_0^2}{a^2} \cdot \frac{3}{\sqrt{3}} = \frac{\omega_0^2}{a} \sqrt{3}$$

II 3.4

$$\vec{R} = m \vec{\alpha}_n = m \vec{\alpha}_B$$

$$R = m \cdot \alpha_B = m \cdot \frac{\omega_0^2}{a} \sqrt{3} = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,2^2}{0,2} \sqrt{3}$$

$$R = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н}$$

Ответ $\omega_0 = 0,2 \text{ м/с}$; $T = 6,28 \sqrt{3} \text{ с}$
 $R = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ Н} = 2\sqrt{3} \cdot 10^{-2} \text{ мН} = 20\sqrt{3} \text{ мкН}$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 5

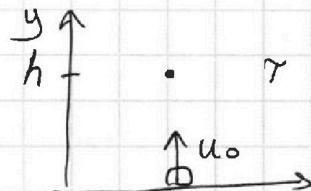
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№ 2

1) Ио - начальная скорость ракеты

$$y(t) = u_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(r) = h = u_0 r - \frac{gr^2}{2} \quad (1)$$



Задача

$$\frac{Mu_0^2}{2} = MgH$$

H - масса ракеты

$$\text{тогда } H = \frac{u_0^2}{2g}$$

из ур-ния (1)

$$u_0 r = \frac{u_0^2}{2g} + \frac{gr^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 7 = \frac{u_0^2}{2g} + \frac{9.8 \cdot 49}{2} \Rightarrow u_0^2 = 14 \text{ м/с}$$

$$u_0 r = h + \frac{gr^2}{2}$$

$$u_0 = \frac{h}{r} + \frac{gr}{2} = \frac{2h + gr^2}{2r} = 14 \text{ м/с}$$

$$H = \frac{(2h + gr^2)^2}{4r^2 \cdot 2g} = \frac{14^2}{2 \cdot 10} = \frac{14 \cdot 7}{10} = \frac{70 \cdot 49}{200} = 9.8 \text{ м}$$

2) из-за ЗСИ вектора скорости двух осколков

параллельны и противоположно направлены и размах между осколками



min. масса

осколков

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = 0$$

$$m_1 = m_2$$

$$\Rightarrow \vec{v}_{02} = -\vec{v}_{01}$$

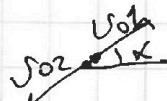
\vec{v}_{01} и \vec{v}_{02} вектора

скорости 1-го и 2-го

осколка

угол α между

и вектором скорости одного



$$\angle = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_1^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\angle = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_1^2 \sin^2 \alpha}$$

$$y_1(t) = H + v_{01} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y_2(t) = H - v_{02} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

из осколков

время полёта

двух осколков



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 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!

$$y_1(t_1) = 0 \Rightarrow H + V_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$y_2(t_2) = 0 = H - V_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\angle^2 - \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} t_1 - \frac{2H}{g} = 0$$

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

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

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_2^2 + \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} t_2 - \frac{2H}{g}$$

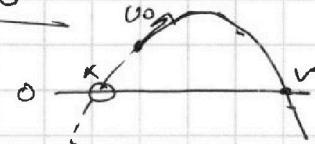
$$t_2 = \frac{-2V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{2g}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = V_0 \cos \alpha t_1 + V_0 \cos \alpha t_2 = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

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

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





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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

$$\angle^2 = \frac{4V_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} \cdot (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)$$

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

$$\angle^2 = \frac{4V_0^2 (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)}{g^2} - \frac{4V_0^2 \sin^2 \alpha (V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)}{g^2}$$

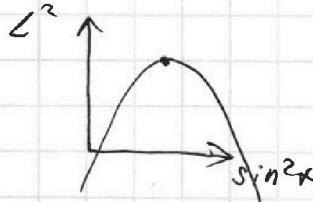
$$\angle^2 = \frac{4V_0^4 \sin^2 \alpha}{g^2} + \frac{8gH V_0^2}{g^2} - \frac{4V_0^4 \sin^4 \alpha}{g^2} - \frac{8gH V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}$$

$$\angle^2 = -\frac{4V_0^4 \sin^4 \alpha}{g^2} + \sin^2 \alpha \left(\frac{4V_0^4}{g^2} - \frac{8gH V_0^2}{g^2} \right) + \frac{8gH V_0^2}{g^2}$$

$$\text{послед } \sin^2 \alpha = b$$

$$\angle^2 = -\frac{4V_0^4}{g^2} b^2 + \frac{4V_0^4 - 8gH V_0^2}{g^2} b + \frac{8gH V_0^2}{g^2}$$

$$\angle^2(b) \Rightarrow$$



$$\angle_{\max} \text{ при } D=0$$

$$D=0 \Rightarrow -\frac{4V_0^4}{g^2} b^2 + \frac{4V_0^4 - 8gH V_0^2}{g^2} b + \frac{8gH V_0^2}{g^2} = 0 \quad \left| \circ \left(-\frac{g^3}{4V_0^4} \right) \right.$$

$$b^2 - \frac{4V_0^2 (V_0^2 - 8gH)}{4V_0^4} b - \frac{8gH V_0^2}{4V_0^4} \cdot \frac{g^2}{4V_0^4} = 0$$

$$b^2 - \frac{V_0^2 - 8gH}{V_0^4} b - \frac{2Hg}{V_0^2} = 0$$

$$D= \left(\frac{V_0^2 - 8gH}{V_0^4} \right)^2 + \frac{8gH}{V_0^2} = 0$$



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

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

СТРАНИЦА
4 из 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!

$$D=0$$

$$(V_0^2 + 8gH)^2 - 8gH V_0^2 = 0 \quad | \cdot V_0^2 \neq 0$$

~~$$V_0^2 + 8gH \quad V_0^4 + 16gHV_0^2 + 64g^2H^2 - 8gHV_0^2 = 0$$~~

~~$$V_0^4 + 8gHV_0^2 + 64g^2H^2 = 0$$~~

~~$$\angle^2 = -\frac{4V_0^4}{g^2}f^2 + \frac{4V_0^4 + 8gHV_0^2}{g^2}f - \frac{8HV_0^2}{g}$$~~

$$X_B = \frac{f}{2a} \xrightarrow{\text{позв. н. о.}} = -\frac{(4V_0^4 + 8gHV_0^2)}{g^2} : -\frac{8V_0^4}{g^2}$$

$$X_B = \frac{4V_0^4 + 8gHV_0^2}{8V_0^4} = \frac{4V_0^2(V_0^2 + 2gH)}{8V_0^4} = \frac{V_0^2 + 2gH}{2V_0^2}$$

$$X_B = \sin^2 \alpha$$

$\sin \alpha > 0$
условия

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{V_0^2 + 2gH}{2V_0^2}} = \sqrt{0,745}$$

~~$$\frac{20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8}{2 \cdot 20^2} = \frac{1}{2} + \frac{98}{20^2} = 0,5 + \frac{49}{2 \cdot 10^2} = 0,5 + \frac{24,5}{100} =$$~~

~~$$= 0,5 + 0,245 = 0,745$$~~

~~$$0,745 \cdot 2 = 1,49$$~~

~~$$\begin{array}{r} 98 : 2 = 49 \\ 49 + 4 = 53 \\ 53 : 2 = 26,5 \\ 26,5 \cdot 8,5 = 222,5 \end{array}$$~~

$$\angle^2(X_B) = -\frac{4V_0^4}{g^2} \left(\frac{V_0^2 + 2gH}{2V_0^2} \right)^2 + \frac{4V_0^4 + 8gHV_0^2}{g^2} \cdot \frac{V_0^2 + 2gH}{2V_0^2} +$$

$$+ \frac{8HV_0^2}{g}$$



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

 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
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!

$$\angle^2(x_B) = -\frac{8V_0^4}{g^2} \frac{(V_0^2 + 2gh)^2}{4V_0^4} + \frac{4V_0^2(V_0^2 + 2gh)}{g^2} \cdot \frac{(V_0^2 + 2gh)}{2V_0^2}$$

$$+ \frac{8kh_0^2}{g}$$

$$\angle^2(x_B) = -\frac{(V_0^2 + 2gh)^2}{g^2} + \frac{2(V_0^2 + 2gh)^2}{g^2} + \frac{8kh_0^2}{g} =$$

$$= \frac{(V_0^2 + 2gh)^3}{g^2} + \frac{8kh_0^2}{g} = \frac{V_0^4 + 4ghV_0^2 + 4g^2h^2 + 8kh_0^2}{g^2}$$

$$\angle^2(x_B) = L_{\max}$$

$$L_{\max} = \frac{(V_0^2 + 2gh)^2}{g^2} \Rightarrow L_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gh}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8}{10} = \frac{400 + 196}{10} = \frac{596}{10} = 59,6 \text{ м}$$

Ответ: $H = 9,8 \text{ м}$

$L_{\max} = 59,6 \text{ м}$



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.

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

доказательство
получаем систему из урвнений (1) и (2)

$$+ \begin{cases} N \cos \alpha - m g \sin \alpha = m a \\ 3 m g \sin \alpha - N \cos \alpha = 3 m a \end{cases}$$

$$2 m g \sin \alpha = 4 m a$$

$$a = \frac{2 g \sin \alpha}{4} = \frac{g \sin \alpha}{2} = a_1 = \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ м/с}^2$$

ширина 3м $\alpha_2 \perp$ касательной длиной 1 напротив
мк. $10 \cdot 3 = 30$ α_2 ^{половиной длины} в движении левый угол
одну полусоветную ширину.

$$3) N \cos \alpha = m g \sin \alpha + m a = m g \sin \alpha + \frac{m g \sin \alpha}{2}$$

$$N = \frac{m g \sin \alpha}{\cos \alpha} + 1,5$$

ур-ние (3)

$$T^* = N \sin \alpha + 3 m g \cos \alpha$$

$$T^* = \frac{m g \sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot 1,5 \sin \alpha + 3 m g \cos \alpha$$

$$T^* = m g \left(1,5 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} + 3 \cos \alpha \right)$$

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$T^* = m g \left(1,5 \cdot \frac{0,8^2}{0,6} + 3 \cdot 0,6 \right)$$

$$T^* = 0,1 \cdot 10 \cdot \left(\frac{5}{2} \cdot 0,64 + 1,8 \right) = 1 \cdot (2,5 \cdot 0,64 + 1,8) = \\ = 0,64 \cdot 2 + 0,32 + 1,8 = 1,28 + 0,32 + 1,8 = 1,6 + 1,8 = 3,4 \text{ Н}$$

$$T^* = 3,4 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$

$$a_1 = 4 \text{ м/с}^2$$

$$T = 3,4 \text{ Н}$$

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.

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

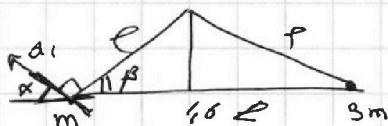
№3

1) сразу после обрыва нити сила тяжести массой m равна 0

$$\Rightarrow \alpha_{\text{н}} = \frac{v_0^2}{r} = 0$$

Значит это гравиц. тангенциальное ускорение $\alpha_T = \alpha$.

От направлена + ом вращения
 $\Rightarrow \alpha_T \perp$ ^{левая} начальной длины ℓ



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

$$\alpha = 180^\circ - \beta - 90^\circ = 90^\circ - \beta$$

$$\cos \beta = \frac{4,6}{2} : l = 0,8$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$

$$(2) \sin \beta = 0,6 \quad \sin \alpha = \cos \beta = 0,8$$

$$2) \vec{N} = -\vec{N}'$$

м.к. синтеза лёгких и веревок

направим ось x + танг. длины ℓ ; влево веревка уклон

№3 и

$$Ox: N \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1 \quad (1) \quad \text{ось } y \perp \text{оси}$$

$$Oy: mg \cos \alpha + N \sin \alpha - T = 0 \quad (3)$$

где шарика массой $3m$

$$Ox': 3mg \sin \alpha - N' \cos \alpha = ma_2 \quad (N=N')$$

$$3mg \sin \alpha - N \cos \alpha = ma_2 \quad (2)$$

$$Oy': T' - N \sin \alpha - 3mg \cos \alpha = 0$$

$a_1 = a_2 = a$ м.к. радиус вращения

таким образом равен ℓ

$$\Rightarrow \begin{cases} N \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \\ 3mg \sin \alpha - N \cos \alpha = 3ma \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} N \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma \\ N \cos \alpha - 3mg \cos \alpha = 3ma \end{cases}$$

или $\cos \alpha = \frac{3m}{4m} = 0,75$



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
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) зад однодатомники $\Rightarrow i = 3$

процесс 3-1 $\frac{C}{R} = 2,5 \Rightarrow C = \frac{5}{2}R$ значит это изобарный процесс

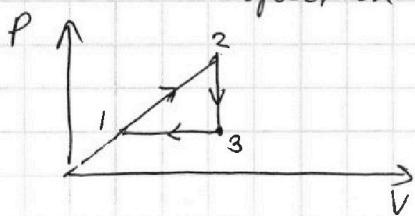
процесс 1-2

$\frac{C}{R} = 2 \Rightarrow C = 2R$ значит процесс — это прием теплоручного нагрева

процесс 2-3

$\frac{C}{R} = 1,5 \Rightarrow C = \frac{3}{2}R$ значит это изотермический процесс

исходя из выше сделанных утверждений
график процессов имеет вид



даны p_1, V_1, T_1

значение p_1, V_1, T_1 для 2-го состояния

график процесса в координатах $(\frac{P}{P_0}, \frac{V}{V_0})$

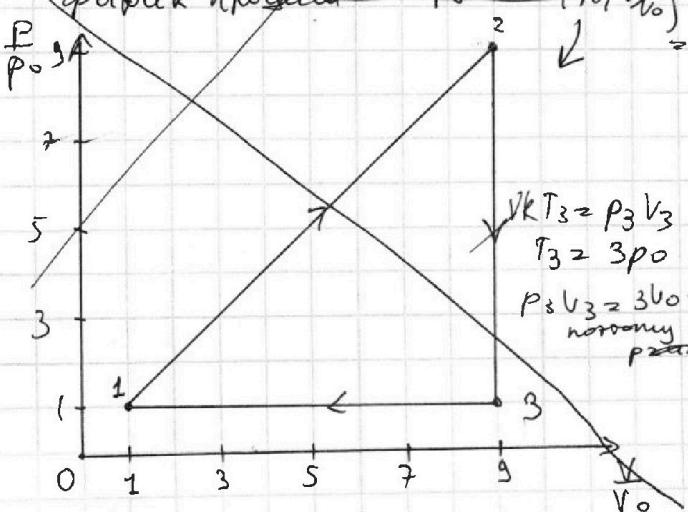
Блок 1

$$p_1 V_1 = p_0 V_0 = R T_0$$

1-2 прием теплоручного нагрева

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{p_2} = \frac{V_1}{p_0}$$

$$T_2 = 2 T_0 = p_2 V_2$$



Блок 2

$$p_2 V_2 = 2 R T_2$$

$$T_2 = 2 T_0 = p_2 V_2$$

$\Rightarrow p_2 = 3 p_0$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_0}{V_0}$$

$$V_2 = 3 V_0$$

$$p_1 = p_3 = p_0$$

координатного табл

~~(1, p0, V0)~~

~~(2, 3p0, 3V0)~~

~~(3, V0, 3p0)~~

$$\begin{cases} 1(V_0, p_0) \\ 2(3p_0, 3V_0) \\ 3(V_0, 3p_0) \end{cases}$$

$$V_3 = p_3 V_3$$

$$T_3 = 3 p_0$$

$$p_3 V_3 = 3 V_0 \cdot p_0$$

настоящую

$$p_3 = 3 p_0$$

$$V_3 = 3 V_0$$

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.



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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

2)

Черновик
процесс расширения газа ч. процесс 1-2

$$\Rightarrow Q_{12} = Q_{12}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (81 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 - 100 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot 8 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 = 120 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$$

$$A_{12} = \delta \text{ нрапечин} = \frac{(p_1 + p_2)}{2} \cdot (V_2 - V_1) =$$

$$= \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot (9V_0 - V_0) = 5p_0 \cdot 8V_0 = 40 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$$

$$Q_{12} = 120 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 + 40 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 = 160 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3$$

упр-ние к.м
 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = \text{J}$

~~$$Q_{12} = 160 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 8,314 \cdot 300$$~~

~~$$Q_{12} = 160 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 8,314 \cdot 300 = 16,624 \cdot 10^6 \text{ J}$$~~

~~$$Q_{12} = 16,624 \cdot 10^6 \text{ J} = 16,624 \text{ kJ}$$~~

~~$$Q_{12} \approx 799 \text{ kJ}$$~~

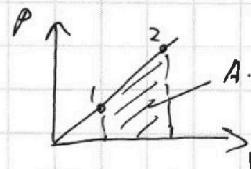
3) снажана падіжна кла 2 циклам

$$\eta = \frac{A}{Q_N} = \frac{S_{123}}{Q_{12}} = \frac{(9V_0 - V_0)(9p_0 - p_0) \cdot \frac{1}{2}}{160 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3} = \frac{32 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3}{160 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3} = \frac{2}{10} = 0,2$$

Прич. Q_N - кол-во теплова щодо чистої машини
за $N=10$ циклов

$$Q_N = Q_1 \cdot N$$

$$A_{\text{полегш}} = \frac{1}{2} A = \frac{1}{2} Q_N \cdot \eta = \frac{1}{2} Q_1 \cdot N \cdot \eta$$





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
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!

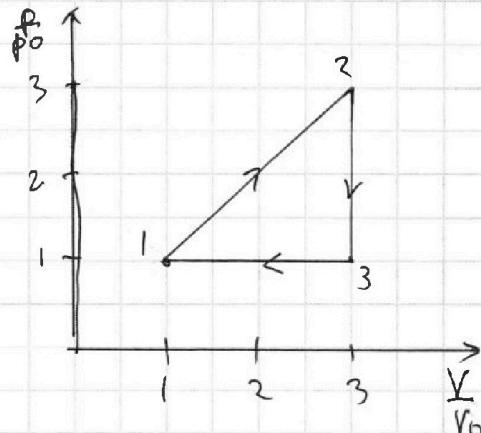
координата ρ_0

$$1 (v_0; \rho_0)$$

$$2 (3\rho_0; 3v_0)$$

$$3 (v_0; 3\rho_0)$$

График процесса
в координатах $(\frac{\rho}{\rho_0}, \frac{V}{V_0})$



2) процесс разширение это только процесс 1-2

$$\Rightarrow Q_1 = Q_{12}$$

по закону термодинамики

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \bar{P} \Delta V_{12} = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} (9\rho_0 V_0 - \rho_0 V_0)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot 8 \rho_0 V_0 = 12 \rho_0 V_0$$

$$A_{12} = S_{\text{трехугольник}} = \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot (V_2 - V_1)$$

$$A_{12} = (\underline{p_0 + \frac{3}{2} \rho_0}) (3V_0 - V_0) = 2\rho_0 \cdot 2V_0 = 4\rho_0 V_0$$



$$Q_{12} = 12 \rho_0 V_0 + 4 \rho_0 V_0 = 16 \rho_0 V_0$$

$$\text{Упрощение} \\ p_0 V_0 = \bar{P} R T_0$$

$$\bar{P} = 2$$

$$Q_{12} = 16 \cdot 2 \cdot \bar{P} R T_0 = Q_1$$

$$Q_{12} = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 = \\ = 32 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 100 = 86 \cdot 8,31 \cdot 100$$

$$Q_1 = Q_{12} = 737,76 \cdot 100 = 73776 \text{ Дж}$$

$$Q_{13} \approx 73,8 \text{ кДж} \quad Q_1 \approx 73,8 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 1 \\ \hline 8,31 \\ + 49 \\ \hline 74,79 \end{array}$$

3) для каждого найдем КПД цикла 123 = η

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 1 \\ \hline 8,31 \\ + 49 \\ \hline 74,79 \end{array}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{A_{123}}{Q_1} = \frac{(3\rho_0 - \rho_0)(3\rho_0 - \rho_0) \cdot \frac{1}{2}}{16 \rho_0 V_0} = \frac{2\rho_0 V_0}{16 \rho_0 V_0} = \frac{1}{8}$$

$$\eta = \frac{1}{8}$$

S_{123} — площадь эндо 123

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



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

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

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

3) нужно Q_N - количество теплоты соединяющее тепловые машины груза за $N=10$ циклов

$$Q_N = Q_1 \cdot N$$

A_N - работа груза за $N=10$ циклов

$$A_N = Q_N \cdot \eta = Q_1 \cdot N \cdot \eta$$

$$A_{\text{подъем}} = \frac{1}{2} A_N = \frac{1}{2} Q_1 \cdot N \cdot \eta$$

Аналогично поддём на изменение потенциальной энергии груза

$$A_{\text{подъем}} = MgH$$

груз поднимают, медленно $\Rightarrow E_k = 0$

$$MgH = \frac{1}{2} Q_1 \cdot N \cdot \eta = \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot VRT_0 \cdot N \cdot \eta = 79,8 \text{ кДж}$$

$$H = \frac{8 \cdot VRT_0 \cdot N \cdot \eta}{Mg} = \frac{8 \cdot VRT_0 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}{150 \cdot 10} = \frac{VRT_0}{150}$$

$$H = DR \frac{300}{150} = 2DR = 4R = 4 \cdot 8,31 \text{ м}$$

$$H = 4 \cdot 8,31 = 33,24 \text{ м}$$

Ответ: график см на стр 2

$$Q_1 = 79,8 \text{ кДж}$$

$$H = 33,24 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 4 \\ \hline 33,24 \end{array}$$

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!

~~Черновик.~~
~~Аналогично найдём на штангах значение максимальной тяжести груза~~

~~$$\text{Аналогия } MgH$$~~

~~$$\Rightarrow MgH = \frac{1}{2} Q_1 \cdot N \cdot h$$~~

$$\frac{79,8 \cdot 10 \cdot 0,125}{2 \cdot 10 \cdot 150}$$

~~$$H = \frac{Q_1 \cdot N \cdot h}{2gM} = \frac{799 \cdot 10 \cdot 0,2}{2 \cdot 10 \cdot 150} = \frac{799 \cdot 0,1 \cdot 100^3}{150}$$~~

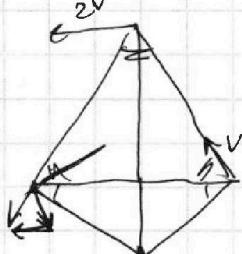
~~$$Q_1 \approx 800 \text{ кН}$$~~

~~$$H = \frac{800 \cdot 0,1}{150} = \frac{80}{150} = \frac{800}{15} \text{ м}$$~~

~~$$\text{Ответ: } Q_1 = 800 \text{ кН}$$~~

График процесса сил супр 1

$$H - g t^2 = t^2 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$



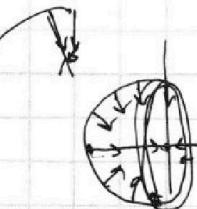
$$N = \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 0,2}{\frac{9,8}{2}} = 1 \cdot \frac{4}{2} = 2 \text{ Н.}$$

$$(4 \cdot M = 140 + 20 + 16)$$

$t = N \sin \alpha + \text{затухание}$

$$T = 2 \cdot 0,8 + 3 \cdot 1 \cdot 0,6 = 1,6 + 1,8 = 3,4$$

$$\int_{0}^{\pi} \frac{kQ \sin \theta \sin \alpha}{R^2} d\theta = \frac{kqQ}{R^2} [\sin \alpha]_0^\pi = -\frac{kqQ}{R^2} (\alpha - 0) = \frac{kqQ \alpha}{R^2}$$



$$Q_i = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

$$40 \cdot \frac{Q}{4\pi R^2} = 40 \cdot 1,4 = 56 \quad V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot 2/20 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8}{60}} = 59,6 \rightarrow 56$$

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

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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 1) найти потенциал заряда q

рассмотрим что в точке O потенциал в точке O создает множество зарядов q_i ; и что q_i - находятся во всех точках полусфере

причем $\sum q_i = Q$

тогда Φ_0 - потенциал в точке O

$$\Phi_0 = \frac{2 \sum q_i \cdot k}{R} \cdot \frac{k}{R} \cdot \sum q_i = \frac{kQ}{R}$$

R - радиус сферы равен R

потенциал на большом до срываеется с R от точки O радиус O ; т.к. $R \ll R$

3 с3

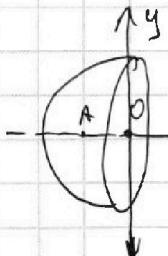
$$\cancel{\Phi_0 \cdot \frac{q}{2}} = \frac{mv^2}{2} \quad \cancel{\Phi_0 \cdot q + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_\infty^2}{2}}$$

$$v^2 = \frac{2kQq}{mR} + \frac{mv_0^2}{m}$$

$$v^2 = \frac{2q \cdot kQ}{mR} = \frac{2Qq \cdot k}{mR}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{2kQq}{mR} + v_0^2}$$

2) площадь поверхности полусфера $-S = \frac{\pi R^2}{2} = \pi R^2$



Ось x совпадает с премесью AO и направлена вправо
Ось x - совпадает со стволом пушки

т.к. полусфера цилиндрическая
имеет одинаковую ось Ox

тогда все пушки на Ox действующие
составляют заряды q_i на заряд Q
где в сумме O на плоскости $\perp OX$

\Rightarrow когда изменяется положение за счёт
новой точки на плоскости Ox F_{new}