



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03



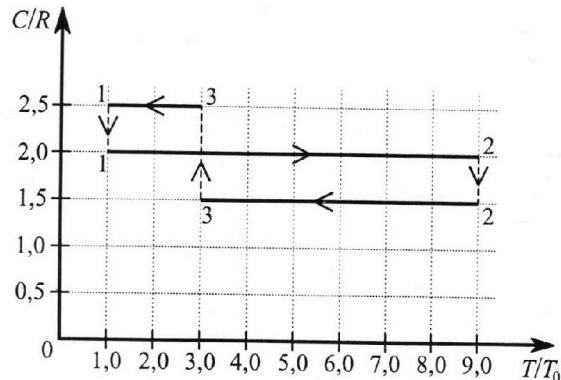
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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

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

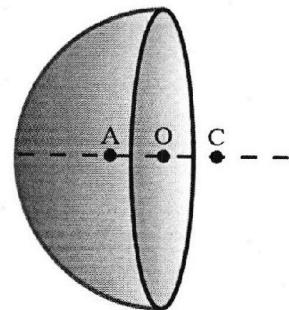
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется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



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

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

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



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



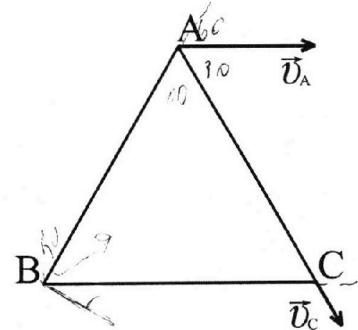
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



- Найдите модуль v_C скорости вершины С.
 - За какое время τ пластина в системе центра масс совершил восемь оборотов?
- Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.
- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

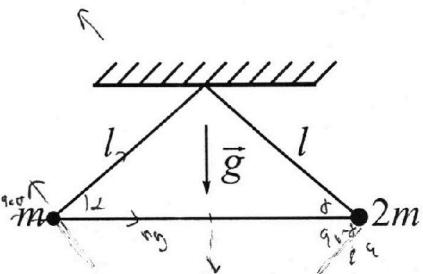
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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

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

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

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



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

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
_ 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!

$$N_1 \text{ (продолжение)} \quad \text{Четвертая страница} \quad \text{Четвертая}$$

$\beta \text{ сд земли } \alpha_{\text{дн}} = \alpha_{\text{дир }} A - \alpha_{\text{дир }} A \text{ в земле}$

$$= \frac{VA^2}{a/\sqrt{3}} \quad \cancel{\frac{(VA/2)^2}{a/\sqrt{3}}} = \frac{3VA^2}{4a/\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3} VA^2}{4a}$$

$$R = m \alpha_{\text{дн}} = \frac{m \cdot 3\sqrt{3} VA^2}{4a} = \frac{60 \cdot 10^{-6} \cdot 3\sqrt{3}}{4 \cdot 0,3} =$$

$$= 30 \cdot 10^{-6} \cdot 3\sqrt{3} = 90 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \text{ Н}$$

Ответ: $R = 90 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \text{ Н}; V_c = 0,3 \cdot \sqrt{3} \text{ м/c};$

$$\tau = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \right) c$$

$$= \frac{6 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,6}{2} =$$

$$= 6 \cdot 0,9 \cdot 10^{-5} \sqrt{3} = 5,4 \cdot 10^{-5} \sqrt{3} \text{ Н}$$

Ответ: $R = 5,4 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3} \text{ Н};$

$$V_c = 0,3 \cdot \sqrt{3} \text{ м/c}; \tau = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \right) c$$



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
8 из 8

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!

N1 (продолжение)

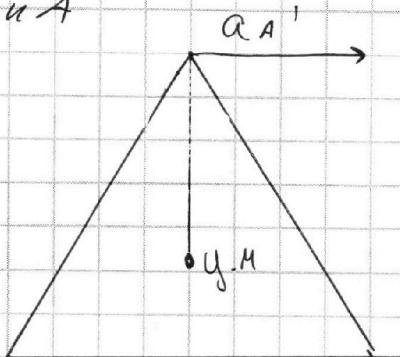
А точки A B C D лежат на окружности II с центром в точке O

A B C D лежат

$$\alpha_{AB} = \alpha_{AD} = (\omega_{\text{окр}})^2 \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{\sqrt{A} \cdot 3}{4 \cdot a^2} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{A} \sqrt{3}}{4a}, \text{ исправлено по когнитивной}$$

К правилу о сумме углов в трапеции



α_{AB} (числение A B C D лежат), равно

$$\frac{\sqrt{A}^2}{\frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ + \frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{\sqrt{A}^2}{\frac{\sqrt{3}}{6} a + \frac{\sqrt{3}}{2} a} = \frac{3\sqrt{A}^2}{2a}$$

$$\alpha_{AB} - \alpha_{AD} = \alpha_{BC} = \frac{\sqrt{A}^2 \sqrt{3}}{a} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = \sqrt{A}^2 \frac{\sqrt{3}}{4a}$$

$$R = m \alpha_{BC} = \frac{\sqrt{A}^2 m \sqrt{3}}{4a} = \frac{0,6 \cdot 0,6 \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot 0,3} =$$

$$= 0,3 \cdot 60 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-6} = 18 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Ответ: $\alpha_{BC} = (0,3 \cdot \sqrt{3})_c, \bar{C} = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}}\right)_c, R = 18 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н}$



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**.

СТРАНИЦА
1 из 8

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!

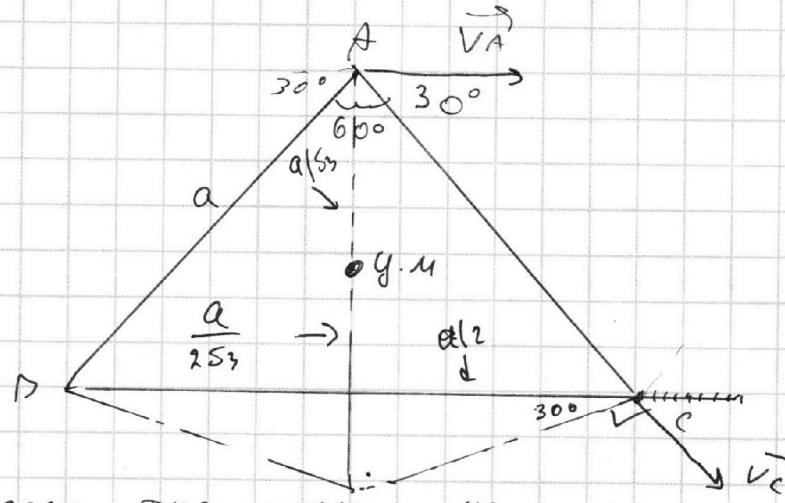
N 1

Дано:

$V_A = 0,64 \text{ м/c}$

$a = 0,3 \text{ м}$

$m = 60 \text{ кг}$

 $V_C?$ $\tau?$ $R?$ 

1) Т.к. стороны треугольника пересекаются,

$$\text{то } V_A \cos 30^\circ = V_C = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,64 \text{ м/c} = (0,3 \cdot \sqrt{3}) \text{ м/c}$$

2) Построим МГВЗ, чтобы найти перенесенную скорость
и скорость V_C и V_A . Скорость горизонтальная

В направлении так, чтобы перенесенная
присоединилась к ней

3) Центр масс ~~не~~ пересекает линию $\rightarrow A \rightarrow C$

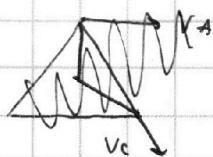
шоти МГВЗ и консоль горизонтальная \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{V_{Gm}}{\frac{a}{2\sqrt{3}}} = \frac{V_C}{\frac{a}{2\sqrt{3}} + \frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ} = \frac{V_A}{a \sin 60^\circ + \frac{a}{2} \operatorname{tg} 30^\circ}$$

$$\Rightarrow V_{Gm} = \frac{V_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{V_A}{2}$$

A, B, C

в центре масс от горизонтальной скорости равен



$$V_A - V_{Gm} = \frac{V_A}{2} = V_{A \text{ гор}}$$

и.и. $V_{Gm} \parallel V_A$ (следует из МГВЗ)

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



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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 8

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!

$$T_{\text{соглас}} \omega_0 = \frac{\sqrt{A_0 r_0}}{a \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{A_0 \sqrt{3}}}{2a}$$

$$\tau = 8T = 8 \cdot \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{16\pi}{\omega_0} = \frac{16\pi}{\sqrt{A_0 \sqrt{3}}} =$$

$$= \frac{32\pi a}{\sqrt{3} \sqrt{A_0}} = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \right) c$$

no 23. H: $\vec{F} = m \vec{a} = m \frac{\vec{V}_A \cdot \vec{n}}{r} = m \frac{\vec{V}_A \cdot \vec{n}}{2\sqrt{3}} \text{ at } 50^\circ =$

$$= m \frac{\sqrt{A_0 \sqrt{3}}}{a} = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 2\sqrt{3} =$$

$$= (1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3}) \text{ Неск H}$$

Однотр.: $\tau = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \right) c ; V_c = \frac{8\pi}{(0,3 \cdot \sqrt{3})} \text{ м/c}$

~~$$R = (1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{3}) \text{ Н}$$~~

$$= \frac{m \sqrt{A_0^2}}{\frac{2a}{\sqrt{3}} + 4a \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{m \sqrt{A_0^2}}{\frac{6a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{A_0^2 m \sqrt{3}}}{6a} =$$

$$= 10^{-6} \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot \sqrt{3} = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Неск} 1,2 \cdot 10^{-6} \sqrt{3} \text{ Н}$$

Однотр.: $R = 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} \text{ Н} ; \tau = \left(\frac{16\pi}{\sqrt{3}} \right) c ;$

~~$$V_c = (\sqrt{3} \cdot 0,3) \text{ м/c}$$~~

ан МСГ № 8

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

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

СТРАНИЦА
3 из 8

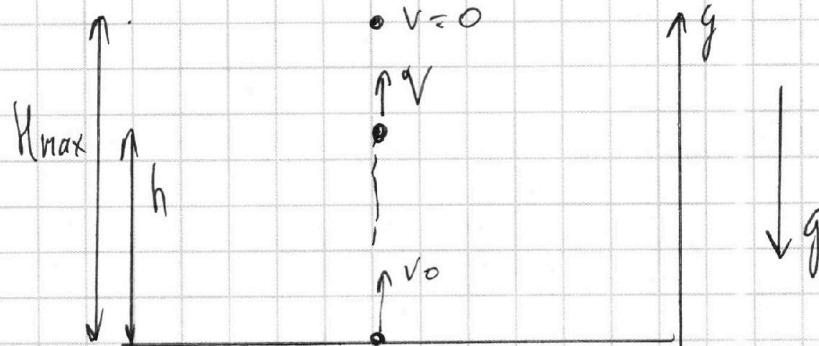
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2

Дано -

$$\begin{aligned} T &= 1 \text{ с} \\ h &= 15 \text{ м} \end{aligned}$$

$$H_{\max}?$$



1) Скорость V_0 при наибольшем H_{\max}

Рассмотрим

2) на g :

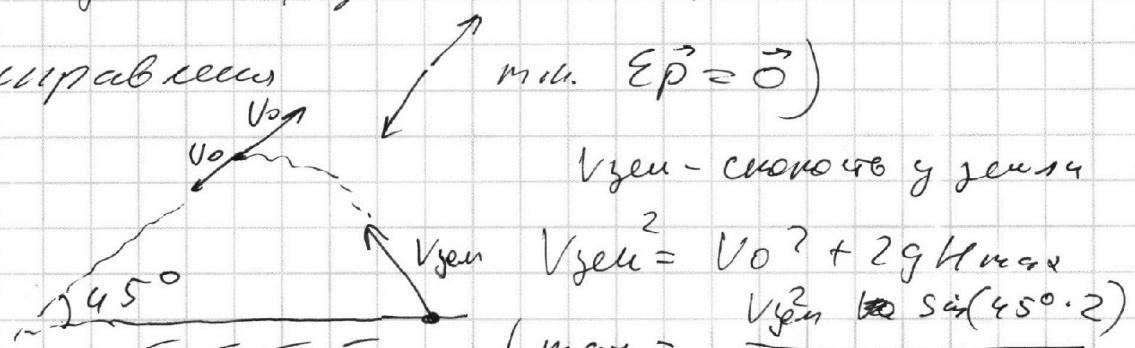
$$V_0^2 - \frac{g T^2}{2} = h \Rightarrow V_0 = \sqrt{h + \frac{g T^2}{2}}$$

$$= 20 \text{ м/с}$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} = 20 \text{ м}$$

Далее, когда оно было L_{\max} необходимо
использовать: (с учетом того что оно
использовалось)

или $\vec{F}_p = \vec{0}$)



$$L_{\max} = \frac{V_{\text{end}}^2 - V_0^2}{2g}$$

$$\text{Ответ: } 130 \text{ м; } 20 \text{ м } H_{\max} = \frac{V_0^2 + 2gH_{\max}}{g} = 130 \text{ м}$$



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

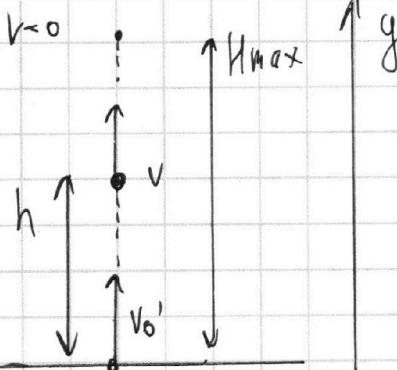
 1 2 3 4 5 6 7

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!

N 2

Черновка

 v_0 H_{max} g 

Дано:

$t = 1 \text{ с}$

$h = 15 \text{ м}$

Найти:

$L_{max}?$

$H_{max}?$

$(v_0 = 30 \text{ м/с}) \quad 1) \text{ На высоте } H_{max} \quad v_{\text{гориз}} = 0$

2) H_{max} :

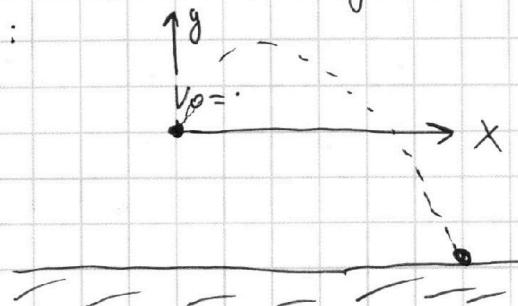
$$h = v_0' t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow v_0' = \left(h + \frac{g t^2}{2} \right) / t =$$

$$= \left(\frac{15 + \frac{10 \cdot 1^2}{2}}{1} \right) \text{ м/с} = 20 \text{ м/с}$$

$$H_{max} = \frac{v_0'^2}{2g} = \left(\frac{20^2}{20} \right) \text{ м} = 20 \text{ м}$$

Запишем ур-е параболы дей-ти в соответствии

с рисунком:



Когда шарик упадет на землю, его коорд. по y будет равна H_{max} , а по оси x — L_{max}

$$- H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g(L_{max})^2}{2v_0^2}$$

$$(L_{max})^2 = \left(\frac{v_0^2}{2g} + H_{max} \right) \cdot 2v_0^2 = \frac{\frac{v_0^4}{g} + 2v_0^2 H_{max}}{g} =$$



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 7

СТРАНИЦА
5 ИЗ 8

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!

$$T = \frac{ma + mg \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{0,2(2 + 10 - 0,6)}{0,8} =$$

= ~~10~~ 24

~~0,6 = 24, 24 / 2, 24 * 0,6~~

Ответ: $T=24$; $\alpha=24^\circ$; $\sin \alpha=0,6$



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
4 из 8

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

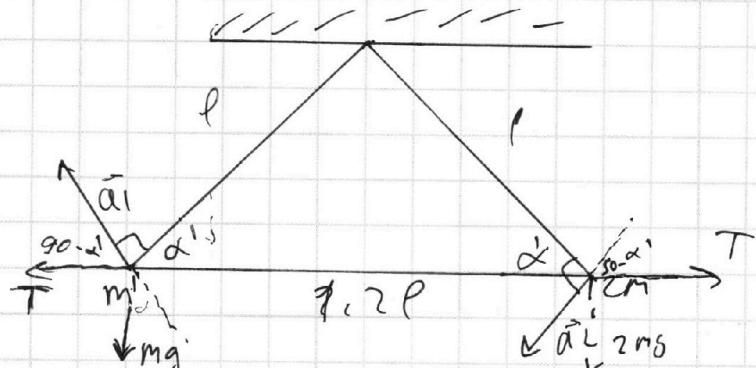
Дано:

$$m = 200 \text{ г}$$

$\alpha?$

$a_1?$

$T?$



1) Сразу, после горо, начните решать свободную,

а я исправлюсь и обогнёшь к читке

$$\text{Найдем угол } \alpha': \ell^2 + (1,2\rho)^2 - 2 \cdot 1,2 \ell^2 \cos \alpha' = \rho^2$$

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

Угол между зонами равен $180^\circ - (90^\circ + \alpha) = (90 - \alpha)$

$$\sin(90 - \alpha) = \cos \alpha' = 0,6$$

Заметим, что $a_1 = a_2$ (ускорение тела массой m и $2m$), направление перпендикулярно линии

точка замещения № 3. Н: где m и $2m$. Но ось № 3 ускор

$$1) M a_1 = T \sin \alpha' - mg \cos \alpha'$$

$$2) 2ma_2 = -T \overset{\sin \alpha'}{\cancel{\cos \alpha}} + 2mg \cos \alpha'$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2ma = 2mg \cos \alpha' - T \sin \alpha' \\ ma = T \sin \alpha' - mg \cos \alpha' \end{array} \right. \Rightarrow mg \cos \alpha' = 3ma, \\ a = \frac{mg \cos \alpha'}{3} =$$

$$= \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 0,6}{3} = 2,4 \text{ м/с}^2 \text{ синтаксис}$$

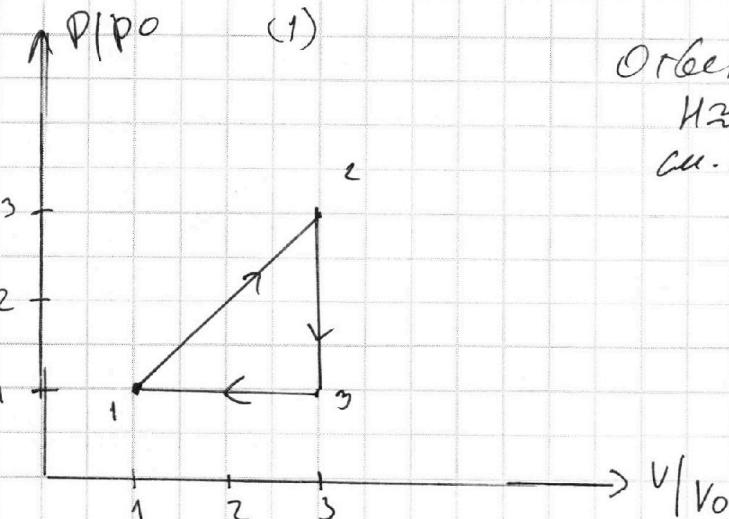


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
7 из 8

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!



Ответ: $Q_1 = 3200 R \text{ дж}$
Из 204,
см. задача

$$(2) Q_1 = Q_{12} = C_{12} (T_2 - T_1) = 2,0 \cdot \underbrace{R}_{\text{из задачи}} (T_2 - T_1) = \\ = 2R \cdot 8 \cdot 200 = 3200 R = 3200 \cdot 8,3 \text{ дж}$$

$$(3) A_{задачи} \cdot N = MgH$$

$$H = \frac{A_{задачи} N}{Mg} = \frac{R(T_2 - T_1)}{2} + 8R(T_1 - T_3) =$$

~~$$= \cancel{8R} (T_2 - T_1) - \cancel{R} (T_3 - T_1)$$~~

~~$$= R (8T_2 - 8T_1 - T_3 + T_1) = R (8T_2 - 7T_1 - T_3)$$~~

~~$$= R T_0 \cdot (72 - 7 - 3) = 62RT_0$$~~

$$= 4RT_0 - 2RT_0 = 2RT_0 \Rightarrow \mu = \frac{2RT_0 N}{Mg} =$$

$$= \frac{25 \cdot 2 \cdot 200 \cdot 8,3}{915 \cdot 10} = \frac{5 \cdot 40 \cdot 8,3}{83} \approx 104 \text{ см. ответ сверху}$$



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
6 из 8

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!

N4

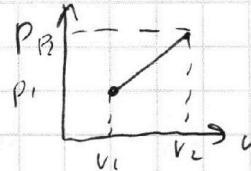
e - постоянная!

1) Рассмотрим процесс 1-2: ~~внешнее~~

$$Q = C \Delta T; \quad \Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T, \quad \text{здесь } C = 1 \text{ мол}$$

$$\text{тогда } A = Q - \Delta U = \Delta T (C - \frac{3}{2} R) = \frac{R \Delta T}{2}$$

Рассмотрим любой процесс 1-2 (C = 1 мол)

$$A = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}, \quad \text{значит 1 процесс -}$$


- процесс с единой производной производной P/V (+ e = const)

2) Рассмотрим процесс 2-3

$$A = Q - \Delta U = C(T_3 - T_2) - \frac{3}{2} R (T_3 - T_2) = 0 \Rightarrow \text{процесс изотермический, } P_2 : P_3 = 3 : 1$$

3) Рассмотрим процесс 3-1

$$|A| = |C(T_1 - T_3)| + \frac{3}{2} R (T_1 - T_3) = (T_1 - T_3) \cdot \cancel{R}$$

$\begin{array}{c} P \\ \downarrow \\ \leftarrow \rightarrow \\ V \end{array}$ + e = const

$$\text{тогда } \frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 3$$



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

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**.

- 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!

№2

Дано:

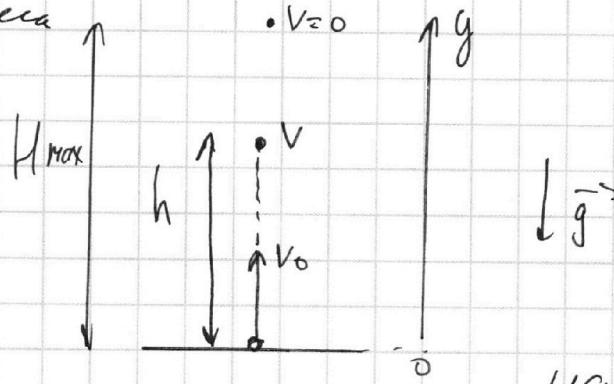
$$h = 15 \text{ м}$$

$$\tau = 1 \text{ с}$$

H_{\max} ?

L_{\max} ?

Черновика



на ог.

1) на ог.:

$$h = V_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

H_{\max}

$$h = \frac{V_0^2 - V^2}{2g} \quad (1)$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 - 0}{2g} \quad (2)$$

поставим (2) в (1)

$$V = V_0 - g \tau \quad (3)$$

$$h = \frac{V_0^2 - (V_0 - g \tau)^2}{2g} = \frac{V_0 \cdot 2g \tau + g^2 \tau^2}{2g} =$$

$$= V_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2}$$

$$V_0 = \frac{h + \frac{g \tau^2}{2}}{\tau} = 15 + 5 = 20 \text{ м/с} \quad \frac{60 \text{ м}}{3 \text{ с}} = 20 \text{ м/с}$$

$$H_{\max} = 20 \text{ м}$$

$$-H_{\max} y(x) = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2V_0^2}, \quad \left(\frac{V_0^2}{2g} + H_{\max} \right) \cdot \frac{2V_0^2}{g} =$$

$$= \frac{2V_0^4}{2g} + \frac{2V_0^2 H_{\max}}{g} = \frac{V_0^4}{g^2} + \frac{2V_0^2 H_{\max}}{g}$$

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**.



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

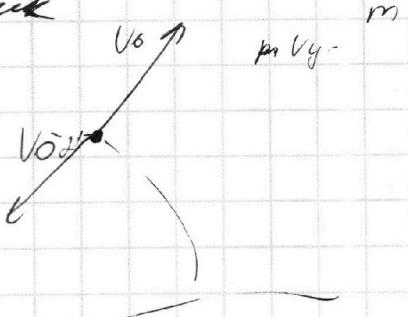
$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_f = \sqrt{V_0^2 + g^2 t^2}$$

work

Чертеж



$$\frac{V_A^2}{t^2} - \frac{V_A^2}{4t^2} =$$

$$= 3V_A$$

$$t = \frac{V_0 \cos \alpha}{\sqrt{3g}}$$

$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$L = 2V_0 \cos \alpha t$$

$$-H = V_0 \sin \alpha t$$

$$x = V_0 \cos \alpha t$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(x) = \frac{V_0 \sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot x - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$-H_{max} = \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\tan \alpha =$$

$$y(x) = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\alpha = \arctan \frac{\sqrt{3}a}{2} \cdot \frac{2}{3}$$

=



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
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!

$$1) h = \frac{V^2}{2g} \rightarrow V^2 = 2gh \quad \text{Черновика}$$

$$h = \frac{V^2 - V_0^2}{2g}$$

$$H_{\max} - h = \frac{V^2}{2g}$$

m²

$$H_{\max} = \frac{2sh}{2g} + h = sh$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{6}{6\sqrt{3}}$$

$$h = \frac{V_0 + V}{2} t$$

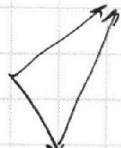
$$H_{\max} = \frac{V_0}{2}$$

$$H = Vt - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = Vt + \frac{gt^2}{2}$$

$$y = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2V_0^2}$$

$$-H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2V_0^2}$$



$$\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2\sqrt{3}} = \\ = \frac{3+3}{6\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{4\sqrt{3}}{6} =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\tan \alpha - \frac{gL}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = \tan \alpha - \frac{gL}{V_0^2} \left(1 + \tan^2 \alpha \right)$$

$$\frac{90}{10} = 90 + 40 = 130$$

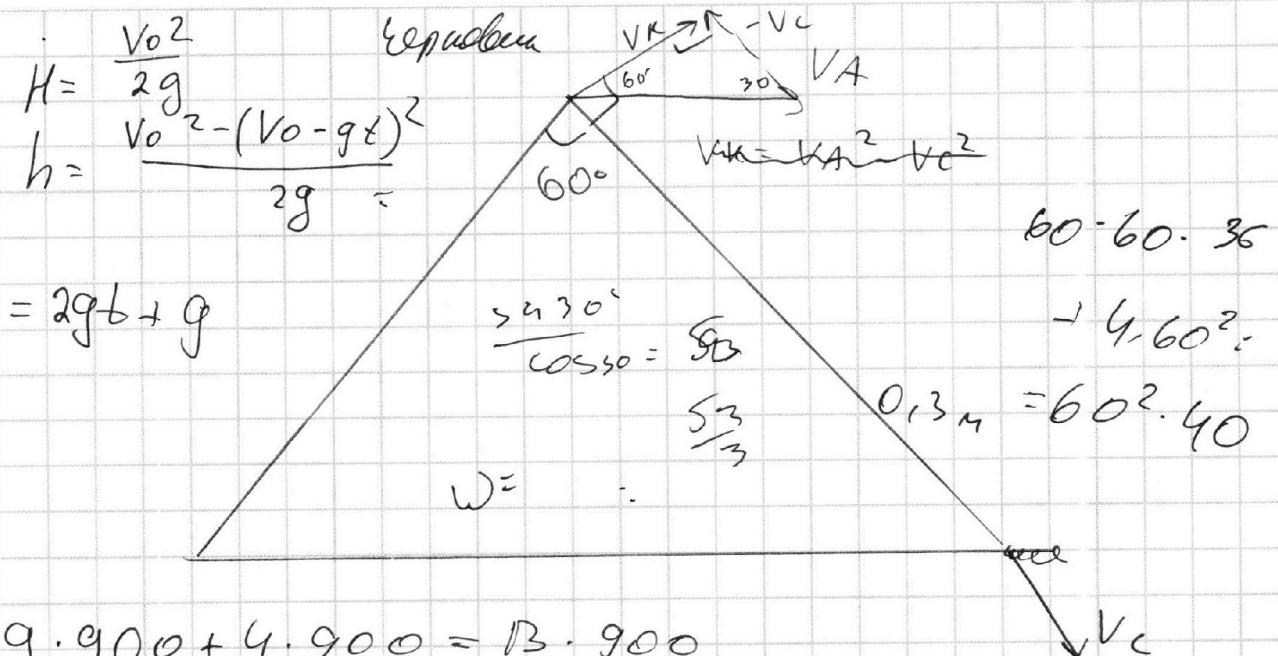


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



$$9 \cdot 900 + 4 \cdot 900 = 13 \cdot 900$$

$$V_C = V_A \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} V_A$$

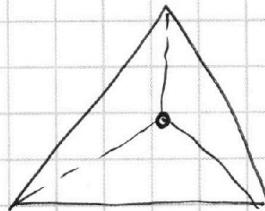
$$\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{3} = \frac{3}{2}$$

$$V_A = \frac{60^4}{10^2} \cdot 2 \cdot V_{y.m.} = \dots$$

$$13 \cdot 9 =$$

$$= 90 + 87 =$$

$$= 117$$



$$a^2$$

$$V_{A.m.}$$

$$V_B \cos \alpha = V_A \cos 60^\circ =$$

$$\frac{V_A}{2} = V_B \cos (60^\circ)$$

$$V_B \cos (120^\circ - \alpha) = V_C$$

$$a^2 - \frac{a^2}{4} = \sqrt{\frac{3}{4}a^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{a^2}{2}$$

$$= \frac{a^2}{2} \cdot \sqrt{\frac{3}{9}} = \dots$$

$$V_C = V_A \cos 60^\circ + V_B \cos 120^\circ$$

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!

Черновик:

83

$$CVR = \frac{3}{2} \pi R$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$CVR = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) = A$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= 2\pi R^2$$

$$= 3\pi \frac{4\sqrt{3}}{6} =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}}{3} = 2$$

$$C(T_2 - T_1) - \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) = A =$$

$$= (T_2 - T_1) / \left(C - \frac{3}{2} R \right) = \frac{(T_2 - T_1) R}{2} - \frac{R_0 T}{2} =$$

$$415 \frac{15}{83} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} = \frac{p_2 V_2 - p_0 V_0}{2} = A$$

415 + 15
83

$$A =$$

\rightarrow

$$\frac{C}{\Omega} T$$

81

$$A = p_0 V = p_0 T$$

$$\frac{C}{\Omega}$$

$$2,5 R_{00} T$$

$$= R_0 T$$

$$2,5 R (T_1 - T_3) - 2,5 R_0 +$$

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

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!



Черновик
Применение пропорциональности:

$$\frac{p_3 - p_2}{p_1} = \frac{V_3 - V_1}{V_2 - V_1}$$

$$\frac{(p_3 - p_2)(V_3 - V_1)}{(p_1 - p_2)(V_2 - V_1)} = 2$$

$$\frac{p_2 + p_1'}{2} (V_2 - V_1) = A = \rho_1 \rho_2 \frac{1}{2} (p_2 + p_3)$$

$$= \underline{\underline{A}} = p_2 V_2 - p_1 V_1 \quad - \text{применение пропорции: } (V_3 - V_1)$$

$$p_2 - p_1' = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) (V_2 - V_1)$$

$$2-3: \cot + \frac{3}{2}$$

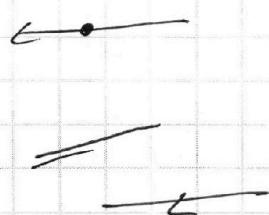
$$\frac{P}{T} = \cos \alpha$$

$$\underline{\underline{VR T}}$$

400 бт

$$\frac{P}{T} = \cos \alpha = \frac{VR T}{T}$$

$$= Q - \alpha 21 = 2,5 R \alpha T - 1,5 R \alpha T = \\ = R \alpha T$$



1 \leftarrow 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**.

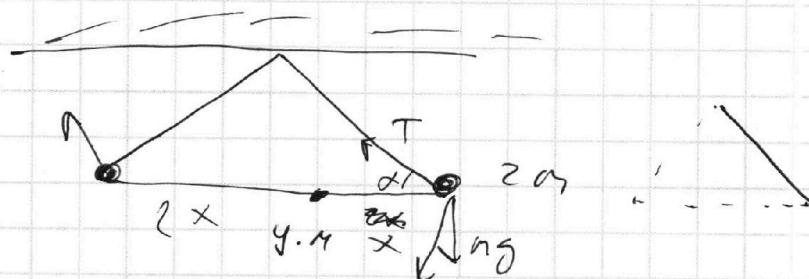
 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$= \frac{V_0^4}{g^2} + 2 \frac{V_0^2 \text{ Измакс}}{g} = \frac{30^4}{10^2} + 2 \cdot \frac{30^2 \cdot 20}{10} =$$

~~нужна Lmax, то $(L_{\max})^2 > 0$~~ Чертёж

$$= 11700 \text{ м} \Rightarrow L_{\max} = \sqrt{11700 \text{ м}}$$



$$2 \sin \alpha =$$

искосся:

$$\frac{12}{10}$$

$$\rho^2 + l^2 - 2\rho l^2 \cos \alpha = 1,2^2 l^2$$

$$2 - 2 \cos \alpha = 1,44$$

$$\cos \alpha = \frac{0,56}{2} = 0,28$$

$$\text{m } \ell^2 + 1,44 \ell - 2 \ell \cdot 1,2 \cos \alpha = \ell^2$$

$$\cos \alpha = \frac{1,44}{2,4} = \frac{144}{240} = \frac{72}{120} = \frac{36}{60} =$$

$$L = V_0 \cos \alpha$$

$$0,28 \cos \alpha - \frac{V_0^2}{2} = \ell \frac{2 V_0 S_{xy}}{g}$$

$$= \frac{6}{10} = 0,6 \text{ м}$$

$$= 1 - \frac{36}{60} = 0,8$$