



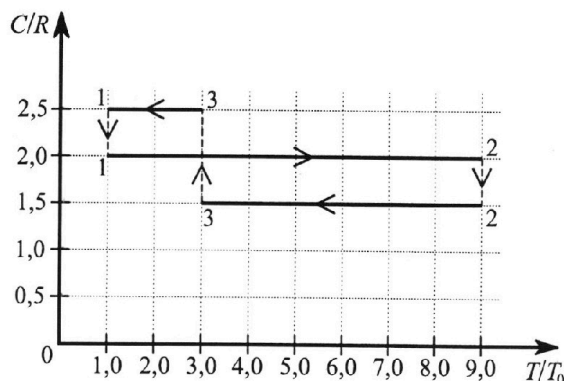
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

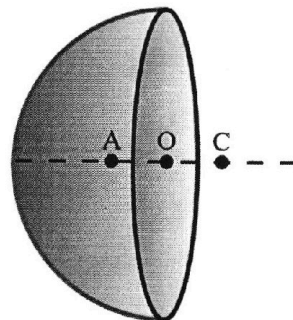


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой 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 большем по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



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

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

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



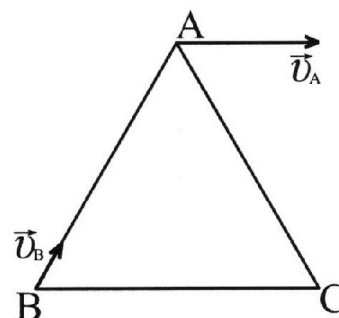
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

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

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

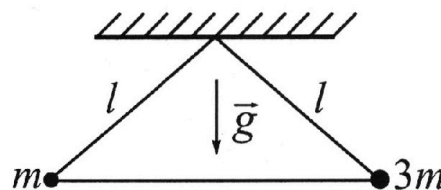
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

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

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

3. Два шарика с массами $m = 80$ г и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

7 из 4

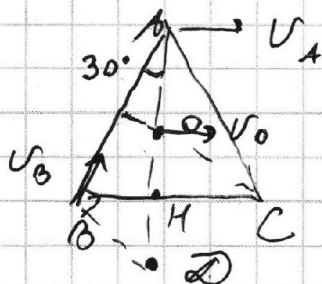
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$a = 9,4 \text{ м}$$

$$V_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_B = ?$$

Заг. 7.



Найдём
(Т.2)

и из С

по пересеч.

перпендикуляров.

1)

т.к. $\angle BAD$

$$= 30^\circ, \quad |AB| = a$$

$$|BD| = a \cdot \tan 30^\circ = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$|AD| = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{a}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2a}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}a}{3}$$

имеем:

$$\frac{V_B}{|BD|} = \frac{V_A}{|AD|}$$

$$\Rightarrow V_B = V_A \cdot \frac{|BD|}{|AD|} = V_A \cdot \frac{1}{2} = \frac{V_A}{2} =$$

$$= \frac{0,8}{2} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)

Найдём скорость из м.

$$(т.о.) \cdot |AD| = \frac{2|AH|}{3}$$

(AH - высота и медиана)

по св-ву медианы)



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!

$$\Rightarrow \frac{v}{a} = \frac{v_a^2}{|a|} = \frac{\frac{v_a^2}{4}}{\frac{a\sqrt{3}}{3}} =$$
$$= \frac{v_a^2 \sqrt{3}}{4a}$$

и обозначим ускорение
дугами b .

$\Rightarrow$ ~~снова~~ дей. по II 3-му закону
равнодейств. сил равно нулю

$\Rightarrow F$ (накл. сил)

$$F = m \frac{v_a^2 \sqrt{3}}{4a} = 60 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,8^2 - 1,4}{4 \cdot 0,4} =$$

Знак центростремительного
ускорения дугами кент.

(т.к. движется в отрицательном
смысле угла отсчета φ и по
окр-ти.

$$= 6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{4 \cdot 0,4 \cdot 1,4}{4} = 2,4 \cdot 1,4 \cdot 10^{-2} =$$
$$= 4,08 \cdot 10^{-2} \text{ Н} = 40,8 \text{ мН}$$

2 ⁴
 $\frac{2,4}{1,4}$
4

Омскет. 1) $v_a = 0,4 \text{ м/с}$
2) $a = 14,8 \text{ м/с}^2$
3) $F = 40,8 \text{ мН}$

$$\begin{array}{r} 2,4 \\ \times 1,4 \\ \hline 168 \\ 240 \\ \hline 4,08 \end{array}$$



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

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!

$$2) |AO| = \frac{2|AH|}{3}$$

$$|AH| = |AB| \cdot \cos 30^\circ = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow |AO| = \frac{2}{3} \cdot \frac{a \cdot \sqrt{3}}{2} = \frac{2}{3} \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = a \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow |OD| = |AD| - |AO| = \frac{2\sqrt{3}}{3} a - a \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

$$\Rightarrow V_0 \text{ (центр масс)}$$

$$\frac{V_0}{|OD|} = \frac{V_A}{|AD|} \Rightarrow V_0 = V_A \cdot \frac{|OD|}{|AD|} =$$

$$= V_A \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{3} a}{\frac{2\sqrt{3}}{3} a} = \frac{V_A}{2}$$

$$\Rightarrow B \text{ с. о. } 48 \text{ м. (т.о.)}$$

создаем точку

$$A \text{ будет } V_A' = V_A - V_0 =$$

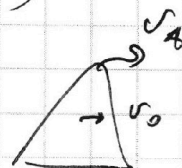
$$= \frac{V_A}{2}$$

расстояние

$$|AO| = a \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow W = \frac{V_A'}{|AO|} = \frac{V_A}{2 \cdot a \frac{\sqrt{3}}{3}} = \frac{\sqrt{3} V_A}{2a}$$

W - угловая ск-сть





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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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

$\Rightarrow$ ~~4~~ ~~полный~~ ~~оборот~~ 2π радиан
4 оборота $\varphi = 8\pi$
(φ - угол поворота)

$$W\varphi = \varphi$$

$$\tau = \frac{\varphi}{W} = \frac{8\pi}{\sqrt{3} V_A} \cdot 2\pi \quad (\sqrt{3})$$

$$= 2\pi \frac{15\sqrt{3} \cdot 2\pi}{3 V_A} = \frac{2\pi \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 3,14}{3 \cdot 0,82} =$$

$$= \frac{8 \cdot 15 \cdot 3,14}{3 \cdot 1,7} = \frac{8 \cdot 3,14}{1,7} \approx 14,80$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 14 \\ \hline 28 \end{array}$$

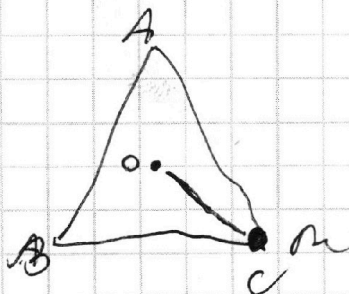
$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 3,14 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25-12 \\ - 14 \\ \hline 11 \\ - 8 \\ \hline 3 \\ - 2 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 74 \\ \hline 102 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ \times 74 \\ \hline 136 \end{array}$$

3)



Укрепление
печи контролируется
в Т.О.
(Т.к. с.о. б.м.
инерционными)

В с.о. б.м.
 $|OC| = pA \Rightarrow U_C' = U_A' = \frac{U_A}{2}$



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

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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!

$$\frac{v_0^3}{\sqrt{2gh} \cdot g \cdot \left(\frac{v_0^2}{2gh}\right)} = \frac{v_0 \cdot \sqrt{2gh}}{g} =$$

$$= \frac{76 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 12}}{10} = \frac{76 \sqrt{6 \cdot 4}}{10} =$$

$$= \frac{76 \cdot 2 \sqrt{6}}{10} \text{ м} =$$



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

4 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!

$$\frac{1}{\sqrt{g^2 \left(1 + \frac{2gH}{v_0^2}\right) + \frac{2gH}{v_0^2}}} = \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{v_0^2} = \sqrt{\tan^2 \alpha} \cdot \frac{g}{v_0^2}$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \tan^2 \alpha \left(1 + \frac{2gH}{v_0^2}\right) + \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$\tan^2 \alpha \left(\frac{2gH}{v_0^2}\right) = 1 - \frac{2gH}{v_0^2} \quad | \cdot \frac{v_0^2}{2gH}$$

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

Решим.

$$L = \sqrt{\left(\frac{v_0^2}{2gH} - 1\right) \left(1 + \frac{2gH}{v_0^2}\right) + \frac{2gH}{v_0^2}}$$

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{v_0^2}{2gH} - 1} \cdot \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{v_0^2} = \frac{v_0}{\sqrt{2gH} \cdot \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{v_0^2}} = \\ &= \frac{v_0^3}{\sqrt{2gH} \cdot (1 + \tan^2 \alpha) \cdot g} = \frac{10^3}{10 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 12} \cdot 10} \end{aligned}$$

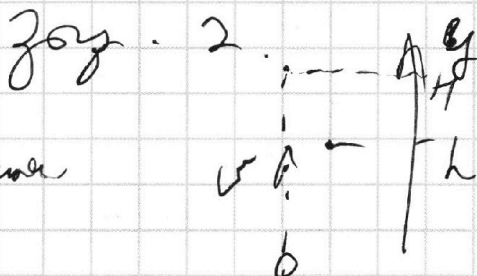


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!



1) H - максимальная
высота.

Заменим ЗСЭ!

по высоте

$$mgh + \frac{mv^2}{2}$$

h:

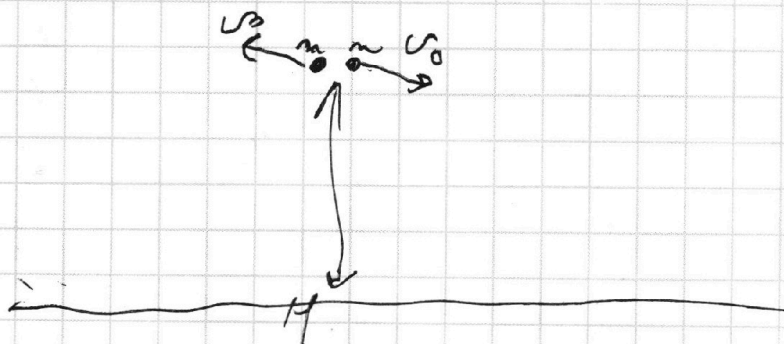
по высоте H:

$$= mghH \cdot \frac{1}{mg}$$

$$H = h + \frac{v^2}{2g} = 11,2 + \frac{4^2}{2 \cdot 10} = 11,2 + \frac{8}{10} =$$

$$= 11,2 + 0,8 = 12 \text{ м}$$

2) Пт. к. скелет сдвинулся
назад и на максимальную
высоту иными силами 0,
мгновенно, что скелет лежит
в противоположные стороны.





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!

Найти уравнение параболы $y(x)$ для криволинейного движения:

$$\begin{cases} v_x t = v_0 \cos \alpha t = x & \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \\ v_y t + \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \alpha t + \frac{g t^2}{2} = y \end{cases}$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x^2}{2 v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

~~Но~~ y ось имеет $\operatorname{tg} \alpha$ тангенса угла наклона по углу.

①

②

$$\operatorname{tg}(-\alpha) = -\operatorname{tg} \alpha$$

и: В момент приземления $y = -H$

①

$$-H = x_1 \operatorname{tg} \alpha - \frac{g x_1^2}{2 v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)$$

②

$$-H = x_2 (-\operatorname{tg} \alpha) - \frac{g x_2^2}{2 v_0^2} (1 + (-\operatorname{tg} \alpha)^2)$$

Продолжить:



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!

Для x_1 и x_2 имеем
пр-я пара

$$ax_1^2 + bx_1 + c = 0 \text{ и}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$ax_2^2 - bx_2 + c = 0$$

$$x_2 = \frac{+b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\Rightarrow \text{Итого получаем } L = x_1 + x_2 =$$

$$= \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

ср.д

П.к.

$$\frac{g x_1^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) - x_1 \tan \alpha - H = 0$$

$$\frac{g x_2^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) + x_2 \tan \alpha - H = 0$$

$$\Rightarrow L = \sqrt{\tan^2 \alpha + 4 \cdot \frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{2v_0^2} \cdot H} = \sqrt{\frac{g}{\tan^2 \alpha} \left(1 + \frac{2gH}{v_0^2}\right) + \frac{2gH}{v_0^2}}$$

Прим L макс

$$\frac{dL}{d\alpha} = 0$$

$$\frac{dL}{d\alpha} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{g(1 + \tan^2 \alpha)}{v_0^2} - \frac{1}{\sqrt{2gH} \left(1 + \frac{2gH}{v_0^2}\right)} \cdot \frac{1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{2gH}{v_0^2} = 0$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
5 ИЗ 5

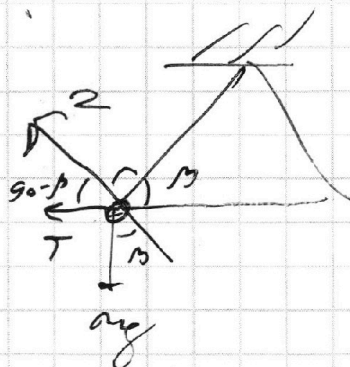
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3). найдем T .

Проекция на ось перпен.
к плоск.

$$ma = T \cos(90 - \beta) - mg \cos \beta$$

$$ma = T \sin \beta - mg \cos \beta$$



$$T = \frac{m(a + g \cos \beta)}{\sin \beta} = \frac{0,08(3 + 10 \cdot 0,6)}{0,8} = \frac{0,08}{0,8} \cdot 9 = 0,9 \text{ Н}$$

Ответ. 1) $\sin \alpha = 0,6$

2) $a_2 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

3) $T = 0,9 \text{ Н}$



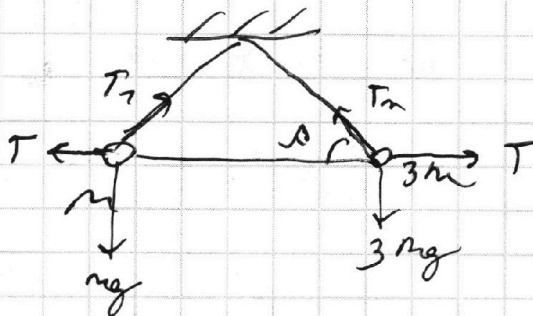
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 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!

$$L = 1,2 \text{ л}$$
$$n = 80,2$$



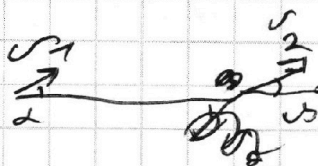
Для квантити (массы) интереса:

- равноз. сил равно нулю
- $\sum$ моментов в левом т. тоже равно нулю

$\Rightarrow$ силы, действующие со стороны стержня и ко стержню равны и направлены вдоль него и равны (эти силы T)

П.к. начальная скорость нить, можем проинтегрировать
"правило площади" и получить
из dt

$$V_1 \cos \alpha = V_2 \cos \beta$$



$$dV_1 \cos \alpha = dV_2 \cos \beta \quad (\text{проекции ускорений})$$

$$a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \beta \quad (V_1 \text{ и } V_2 - \text{ скорости через } dt)$$

$\Rightarrow$ проекции ускорений нити на стержень одинаковы.



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

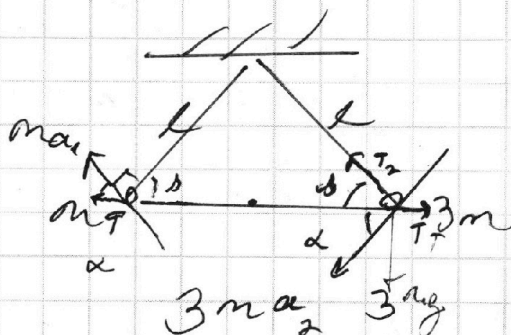
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
3 из 5

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

✓

Каждо сидишь
отпускают, шарик
начинает двигаться по
окружности вокруг
Т. Криволиней. П.К. скорость
равно нулю, будет
маленькое поперечное ускорение.



Заметим, что a_2 по условию

$\alpha = 90^\circ - \beta$ к горизонту

$$\Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = 0,6.$$

2) П.К. $a_{1x} = a_{2x}$, и

условия между a_1 и a_2 и горизонтальными равны, $a_1 = a_2 = a$

II Закон Ньютона в направлении по Oy:

$$\begin{aligned} m a_1 \sin \alpha &= T_1 \sin \beta - m g \\ 3 m a_2 \sin \alpha &= 3 m g - T_2 \sin \beta \end{aligned} \quad \left| \begin{aligned} 2 m a \sin \alpha &= (T_1 - T_2) \sin \beta + 2 m g \end{aligned} \right.$$

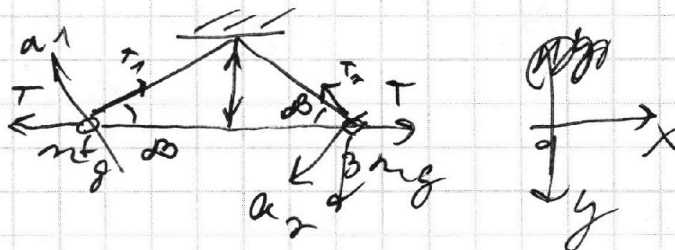


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

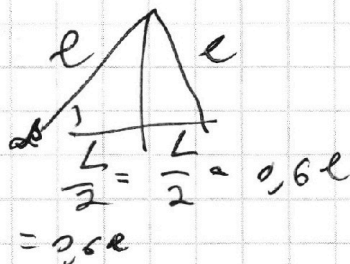
СТРАНИЦА
2 ИЗ 5

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!



$$\Rightarrow a_{1x} \text{ (лево)} = a_{2x} \text{ (право)} = a_x$$

Определим β :



$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{0,6l}{l} = 0,6 = \frac{6}{10}$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{36}{100}} = 0,8$$

Проекция на OX:

$$T_1 \cos \beta \quad m a_{1x} = T_1 \cos \beta - T \quad | \cdot 3 \quad \uparrow$$
$$3m a_{2x} = T - T_2 \cos \beta \quad \downarrow$$

$$\Rightarrow \quad = 3 T_1 \cos \beta - 3T - T + T_2 \cos \beta$$

Сложим:

$$4m a_x = (T_1 - T_2) \cos \beta$$

$$T_1 - T_2 = \frac{4m a_x}{\cos \beta}$$



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

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

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!

$$4ma \sin \alpha = - \frac{4m \cos \alpha}{\cos \beta} \sin \beta + 2mg$$

$$(T_1 - T_2 = \frac{4m \cos \alpha}{\cos \beta}) \quad \alpha = 50^\circ - \beta$$

$$\Rightarrow \frac{4ma}{2a} \cdot \left(\frac{\cos \beta - \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta}}{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta} \right) = \frac{2mg}{g \cos \beta}$$
$$a = \frac{g \cos \beta}{2 \cos^2 \beta - 1} \quad (a_x = -a \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow \frac{4ma}{2a} \left(\cos \beta + \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta} \right) = \frac{2mg}{g \cos \beta}$$

$$a = \frac{g}{2 \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\cos \beta}} = \frac{g \cos \beta}{2} = a_2 = \frac{10 \cdot 0,6}{2} =$$
$$= 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

~~Изотермический процесс.~~

Найдем значения $\frac{p}{p_0}$ и $\frac{V}{V_0}$ для процессов.

1-2. Здесь $p \propto V$

$\Rightarrow$ По закону Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT$$

$$1: p_0 V_0 = \nu V_0^2 = \nu R T_0$$

$$2: p_2 V_2 = \nu V_2^2 = \nu R \cdot 9 T_0 \quad \text{В Т. 2!}$$

$$\Rightarrow V_2^2 = 9 V_0^2$$

$$V_2 = 3 V_0$$

$$\Rightarrow p_2 = 3 p_0$$

Процесс: 2-3.

$$V = \text{const}$$

$$\Rightarrow p \sim T \quad (p = \frac{\nu R}{V} T)$$

В Т. 2

$$p_2 = 3 p_0 = \frac{\nu R}{V_2} \cdot 9 T_0$$

В Т. 3

$$(V_3 = V_2)$$

$$p_3 = \frac{\nu R}{V_2} \cdot 3 T_0$$

$$\Rightarrow p_3 = p_0$$

$$V_3 = 3 V_0$$

(Это также справедливо, т.к. 3-1 изобара)



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

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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

Заг. 4.

По формуле показателя
политропы, где $\alpha = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v}$
для $(pV^\alpha = \text{const})$, вычисляем α для
процессов в цикле.
Для адиабат. газа $C_p = \frac{5}{2} R$,
для $C_v = \frac{3}{2} R$

$$\Rightarrow 1-2: (C_{12} = 2R)$$

$$\alpha_1 = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = \frac{-0,5}{0,5} = -1$$

$$\Rightarrow 1-2: pV^{-1} = \text{const}$$

($p = 2V$) (по уравнению $p(V)$ прямой из $(0;0)$)

$$2-3: C_{23} = 1,5R = \frac{3}{2} R$$

~~$p_2 V_2^{-1} = p_3 V_3^{-1}$~~ ~~$2,5R - 1,5R$~~ Здесь по C_{23}
определяем, что
 $C_{23} = C_v \Rightarrow 2-3$ — изохора.
($V = \text{const}$)

~~1-2-3-1~~ 3-1: $C_{31} = 2,5R = \frac{5}{2} R$

$C_{31} = C_p$
 $\Rightarrow 3-1$: изобар
($p = \text{const}$)

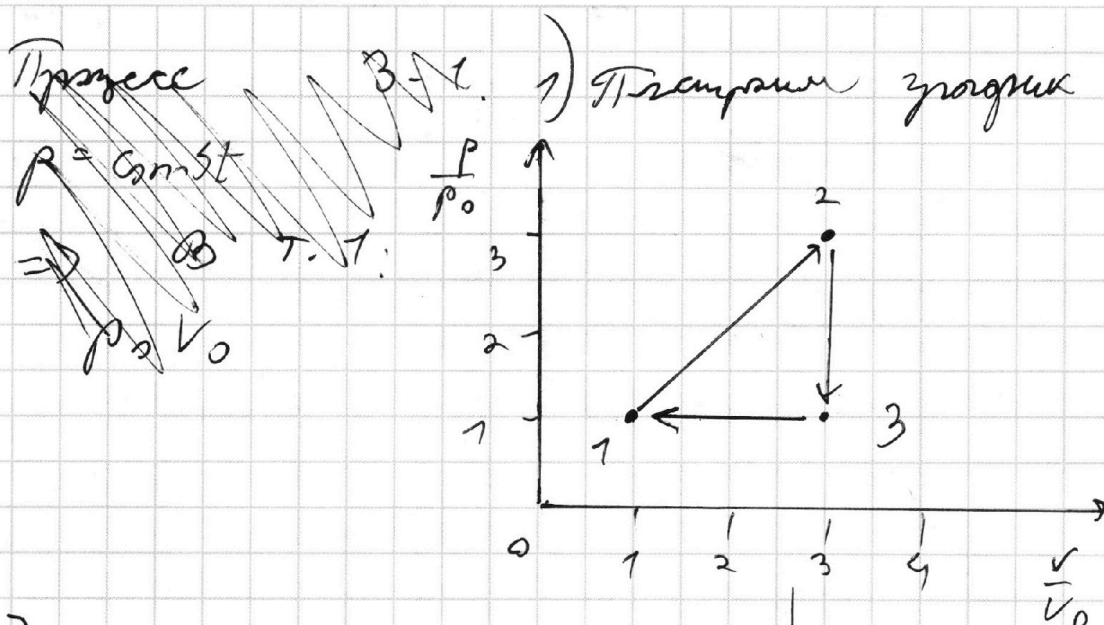


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
3 из 4

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



2) ~~из~~ ~~устройство~~
 $T_0 = 270 \text{ K}$. В T_0 .

$$p \cdot V_0 = DR T_0$$

A_1 ~~за~~ ~~2~~ ~~цикла~~ ~~равно~~ ~~много~~ ~~устройство~~ ~~из~~ ~~n-1~~.

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2p_0 = 2p_0V_0 =$$
$$= 2DR T_0 = 2 \cdot 3 \text{ ммб} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{ммб} \cdot \text{К}} \cdot 270 \text{ К} =$$
$$= 73462,2 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 2 \\ \hline 16,62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 73462,2 \\ + 16,62 \\ \hline 73478,82 \end{array}$$



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
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!

3. В каждой цикле полезная работа $\frac{A_1}{2}$

Всего полезная работа за N циклов будет изменением энергии груза:

MgH

$$\Rightarrow MgH = N \cdot \frac{A_1}{2}$$

$$H = \frac{N A_1}{2 Mg} = \frac{15 \cdot 13462,2}{2 \cdot 250 \cdot 10} =$$

$$= \frac{15 \cdot 13462,2}{5000} = \frac{3 \cdot 13462,2}{1000} =$$

$$\begin{array}{r} 111 \\ + 13462,2 \\ \hline 40386,6 \end{array}$$

$$= 40,3866 \text{ м}$$

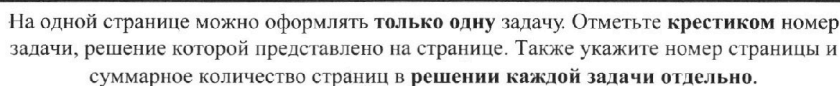
$$\approx 40,4 \text{ м}$$

$$\left(H = \frac{N}{2Mg} \cdot 2\Delta R T_0 = \frac{N \Delta R T_0}{Mg} \right)$$

Ответ. 1) график

$$2) A_1 = 2\Delta R T_0 = 13462,2 \text{ Дж}$$

$$3) H = \frac{N \Delta R T_0}{Mg} = \frac{N A_1}{2Mg} = 40,4 \text{ м}$$



СТРАНИЦА
7 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!

309.5

Почти на Ельбисею расстанит
— Т. Д.

В т. д. ^{пот.} Экспериментальная
с температурой зона,

$$\Rightarrow E = E_k = \frac{mv^2}{2}$$

1)

В т. 9. Вот. Эмерика

$$\begin{array}{r} 100 \\ 100 \\ \hline 200 \end{array}$$

(все точки на сфере показаны)

$$\Rightarrow E = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R}$$

 $3C \Rightarrow$

$$\rightarrow \frac{mv^2}{2} + \frac{kqQ}{R} = \frac{mv^2}{2} \cdot \frac{1}{m}$$

$$v_0^2 = v^2 - \frac{2KqQ}{Rm}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{Rm}}$$

8 п.2 E-корреляция
иногда э.м.
E = 0

2)

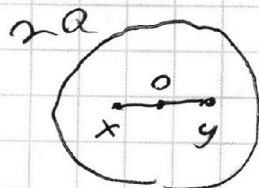
П.х.

внутри

сферы

$$F = 0$$

me



Рассмотрим равновесный
сл. σ т.о. также X и Y .

Р Пусть у пилотажеры $2 \left(\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right)$

комплексна

E_x и E_y (ком-на ориентированы)



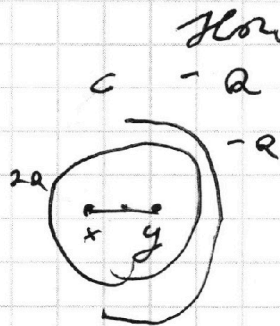
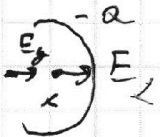
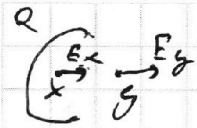
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА

2 из 3

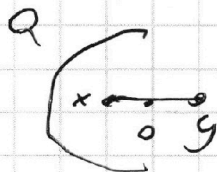
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Номасисеи мисереру
но сфера:

в точку y мисереру
+ E_x, в точку
x номасисеи + E_y

В центре кармана мисереру:



В точке x:

$$E_x = 0 + E_y + E_y$$

В т. y:

$$E_y = 0 + E_x = +E_x$$

⇒ В точках точек ~~применяется~~ ^{равно} E.

Рассчитаем потенциал. Будем
идти от A к C
Получим, что

$$\Delta\varphi_{AO} = \Delta\varphi_{OC}$$

$$(\text{т.к. } \Delta\varphi = -\int E_x dx)$$

Мог.

⇒ ~~Р~~ Электронная энергия - вид:

$$W_A - W_0 = W_0 - W_C$$

$$W_C = -W_A + 2W_0 = -\frac{mv^2}{2} + 2 \frac{kqQ}{R}$$



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

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА
3 из 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!

(в т. А $W_A = \text{потенциальная энергия} = \frac{mV^2}{2}$)
в т. О $W_O = \frac{kqQ}{R}$)

По 3СЭ

$$E_c + W_c = \frac{mV^2}{2} \quad \left(\begin{array}{l} \text{кинетическая энергия,} \\ E_c - \text{кин.} \\ W_c - \text{пот.} \end{array} \right)$$

$$\frac{mV_c^2}{2} + 2 \frac{kqQ}{R} - \frac{mV^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = mV^2 - \frac{2kqQ}{R}$$

$$V_c = \sqrt{2V^2 - \frac{4kqQ}{Rm}}$$

Ответ. 1) $V_O = \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{Rm}}$

2) $V_c = \sqrt{2V^2 - \frac{4kqQ}{Rm}} =$

$$= \sqrt{2} V_O = \sqrt{2} \sqrt{V^2 - \frac{2kqQ}{Rm}}$$



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!

Черновики

$\varphi =$

$$q\varphi' = E$$

$\varphi =$

$$v_{0x} t = x$$

$$y = v_{0y} t + \frac{gt^2}{2}$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot v_0$$

В С. О.

одно

$$\text{из: } \varphi - \varphi'' = \varphi - \varphi' = \varphi''$$

$$\begin{cases} \varphi - \varphi'' = \varphi' \\ \varphi - \varphi' = \varphi'' \end{cases}$$

$$\varphi' + \varphi'' = \varphi$$

$$\varphi'' = \varphi - \varphi'$$

ровни

$$\varphi' - \varphi'' = \varphi \quad \text{противоположны!}$$

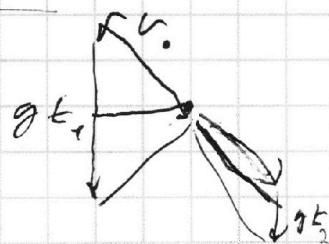
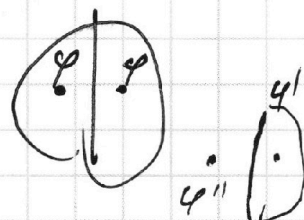
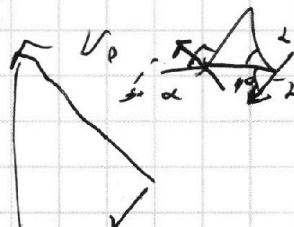
$$ax_1^2 + bx + c = 0$$

$$ax_2^2 - bx + c = 0$$

$$x_1 + x_2 = \frac{b}{a}$$

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{D}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{+b + \sqrt{D}}{2a}$$





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

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!

($\rightarrow$) ~~Черновик~~ (0) Черновик. ($\rightarrow$)

$$\frac{(x^2 + R^2 + 2Rx \cos \alpha) \sqrt{1 - \beta^2 \cos^2 \alpha}}{(x^2 + R^2) (\sqrt{1 - \beta^2} + \sqrt{1 - \beta^2 \cos^2 \alpha})} + \frac{(x^2 + R^2 - 2Rx \cos \alpha) \sqrt{1 - \beta^2 \cos^2 \alpha}}{(x^2 + R^2) (\sqrt{1 - \beta^2} + \sqrt{1 - \beta^2 \cos^2 \alpha})}$$

$$x_1 \tan \alpha - \frac{g x_1^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = -x_2 \tan \alpha - \frac{g x_2^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$

$$(x_1 + x_2) \tan \alpha = \frac{g}{2 v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) \cdot (x_1 - x_2) (x_1 + x_2)$$

$$\left(\frac{E_{dx} \cdot E_{dy}}{E_{dx} - E_{dy}} \right) v_x(t_1 + t_2) = L \left(\dots \right) \sqrt{1 - \beta^2} = a_1 dt$$

$$v_y t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = -H$$

$$-v_y t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = -H$$

$$+ \left(\begin{matrix} E' \\ E'' \end{matrix} \right)$$

$$v_2 = a_2 dt$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 14 \\ \hline 119 \\ 14 \\ \hline 269 \end{array}$$

$$\left(\begin{matrix} E' \\ E'' \end{matrix} \right) = -E' \quad \frac{a}{2} \cdot \sqrt{3}$$

$$\frac{2a}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\left(\begin{matrix} -E'' \\ -E' \end{matrix} \right)$$

$$E'' = -E'' / E$$

$$E' = E - E''$$



$$\left(\begin{matrix} E'' \\ -E' \end{matrix} \right)$$



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!

D для

x_1 имеем выражение

тогда

$$ax_1^2 + bx_1 + c = 0$$

для x_2

$$ax_2^2 - bx_2 + c$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{+b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

L - константа

тогда интересен $L = x_1 + x_2 =$

$$= \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{a} = \frac{\sqrt{D}}{a} \quad D - \text{дискриминант}$$

Разстоим координаты!

$$D = \tan^2 \alpha - 4 \cdot \left(\pm \frac{g}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) \right) \left(\mp H \right) =$$

$$= \left(\frac{2gH}{v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) + \tan^2 \alpha \right) = \tan^2 \alpha \left(\frac{2gH}{v_0^2} + 1 \right) + \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\sqrt{\tan^2 \alpha \left(\frac{2gH}{v_0^2} + 1 \right) + \frac{2gH}{v_0^2}}}{\frac{g}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)}$$

$$\frac{dH}{d\alpha} = \frac{1}{2v_0^2}$$



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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
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!

$$\Rightarrow 4ma \sin \alpha = \frac{4ma \cos \alpha}{\cos \beta} + 2mg$$

$$(T_1 - T_2 = \frac{4ma \alpha}{\cos \beta} = \frac{4ma \cos \alpha}{\cos \beta})$$

$$\alpha = 50^\circ$$

$$2ma \cos \alpha (2 \cos \beta - \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta}) = 2mg$$

$$a (\frac{\cos^2 \beta - 2 \sin^2 \beta}{\cos \beta}) = g$$

$$a \cdot \frac{\cos^2 \beta - 2 \sin^2 \beta}{\cos \beta} = g$$

$$a = \frac{g \cos \beta}{3 \cos^2 \beta - 2} = a_2 = \frac{10 \cdot 0,8}{3 \cdot 0,8^2 - 2} =$$

$$= \frac{6}{3 \cdot 0,36 - 2} = \frac{6}{-0,92} \approx -6,5 \frac{m}{c^2}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 0,36 \\ \hline 308 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,90 \\ - 2,00 \\ \hline 1,08 \\ 2,32 \end{array}$$

$$6 \overline{) 392}$$

$$\begin{array}{r} 600 \overline{) 392} \\ 600 \\ \hline 392 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 92 \\ \hline 552 \end{array}$$

П.С.К. значение
отрицательное
 $\Rightarrow$ ускорения в группу
стрелы

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 92 \\ \hline 644 \end{array}$$

