



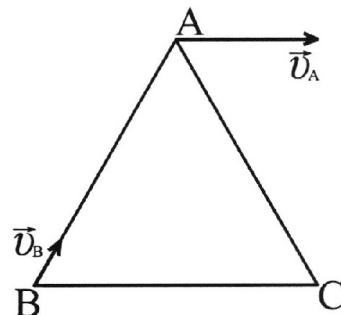
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ 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.

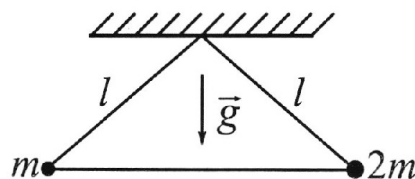
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ 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 $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

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

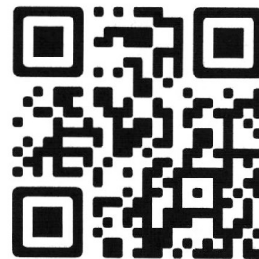
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



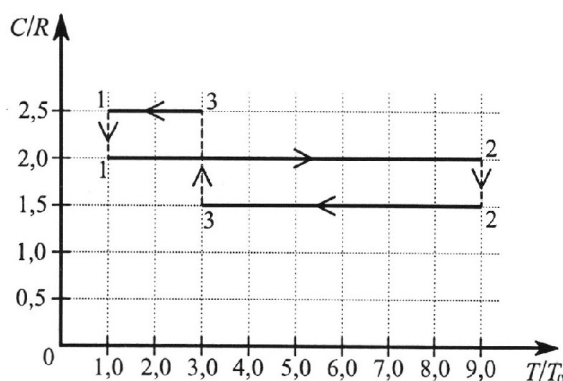
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

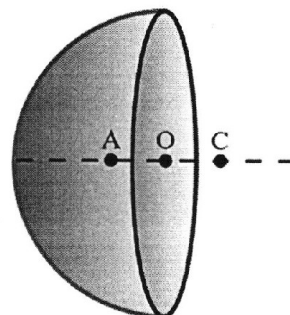


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна K .



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы 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.



1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

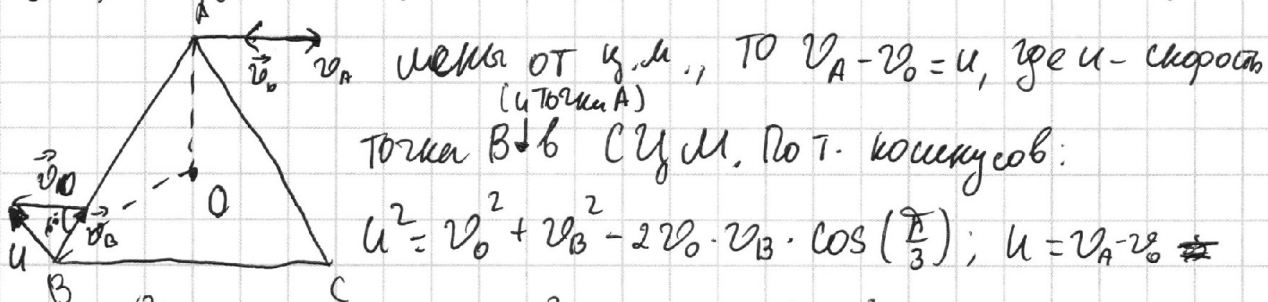
СТРАНИЦА
1 из 2

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

1. В силу нерастяжимости стороны АВ пластины, каждая точка движется вдоль стороны АВ с одинаковой скоростью. Тогда

$$v_B = v_A \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{v_A}{2} \Rightarrow v_A = 2v_B = 0,8 \text{ м/с.}$$

2. В СЦМ должно происходить вращение относительно ц.м., т.е. ц.м. - МЦС в СЦМ. Т.е. точки А и В равноудалены от ц.м., то $v_A - v_0 = u$, где u - скорость точки В ↓ в СЦМ. По т. косинусов:



Точка В ↓ в СЦМ. По т. косинусов:

$$u^2 = v_0^2 + v_B^2 - 2v_0 \cdot v_B \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right); u = v_A - v_0$$

$$3v_B^2 = 3v_B \cdot v_0 \Rightarrow 4v_B^2 - 4v_B v_0 + v_0^2 = v_0^2 + v_B^2 - v_0 v_B;$$

$$3v_B^2 = 3v_B \cdot v_0 \Rightarrow v_0 = v_B \Rightarrow u = 2v_B - v_B = v_B. \text{ Значит, в СЦМ}$$

пластина вращается относительно ц.м. с угловой скоростью

$$\omega = \frac{v_B}{BO} = \frac{v_B}{\frac{2}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2}} = \frac{v_B \sqrt{3}}{a}. \text{ Один оборот} - 2\pi \text{ радиан} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega T = 2\pi; T = \frac{2\pi a}{v_B \sqrt{3}};$$

$$T \approx \frac{2 \cdot 3,14}{1,7} \text{ с} \approx 3,7 \text{ с.}$$

3. Т.к. система отсчёта, связанная с центром масс - инерциальная,

то ускорение любой точки в СЦМ равно ускорению в ИСО. Пластина лёгкая $\Rightarrow$

$$\text{она почти никак не повлияет на движение пластины} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v_B^2}{\frac{a}{\sqrt{3}}} \ominus$$



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!

$$\textcircled{e} \frac{m v_0^2 \sqrt{3}}{a} = \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 0,4 \sqrt{3}}{0,4} \text{ н} \approx 81,6 \text{ нкН. (Если } \sqrt{3} \approx 1,7).$$

Ответ: 1. $V_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2. $\tau = 3,7 \text{ с}$; 3. $R = 81,6 \text{ нкН}$.



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. По ЗСЗ: $\frac{mv^2}{2} + mgh = mgh$, где m - масса Фейерверка.

$$H = \frac{v^2}{2g} = \frac{36}{2 \cdot 10} = 1,8 \text{ м} + \frac{36}{20} = 1,8 + 1,8 = 3,6 \text{ м}$$

2. Так, массы осколков равны, то по ЗСМ они вылетают в противоположные стороны с равными скоростями.

Если нарисовать траекторию ~~оба~~ ~~осколков~~, то можно заметить, что они дополняют друг друга до параболы, ^{в точке разрыва скорости одинаковы и направлены вдоль одной прямой - вертикали} Тогда максимальное расстояние равно

$L_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$, при $\alpha = 45^\circ$, где α - угол падения осколков на горизонтальную поверхность, v_0 - скорость осколков непосредственно до удара об поверхность.

$$\text{По ЗСЗ: } \frac{m \cdot v_0^2}{2} + \frac{m}{2} \cdot gH = \frac{m}{2} \cdot \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = v^2 + 2gH = (400 + 320) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 720 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2g \cdot \left(\frac{v^2}{2g} + h\right)}{g} = \frac{720}{10} \text{ м} = 72 \text{ м}$$

~~Ответ: 1) H = 1,8 м; 2) L_{max} = 72 м~~

Ответ: 1) $H = 1,8 \text{ м}$; 2) $L_{\max} = 72 \text{ м}$.



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 4

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

1. Т.к. в начальный момент времени скорости тел равны нулю, то на них не действует сила, создающая центростремительное ускорение. Ускорение шарика массой $2m$ направлено перпендикулярно нити, под углом $\alpha = 90^\circ - \beta$, где β — угол между нитью и горизонтом. $\cos \beta = \frac{l}{2l} = 0,8 \Rightarrow \sin \alpha = \cos \beta = 0,8$

2. Запишем основное уравнение динамики вращ. движения относительно точки крепления: $2mg \cdot 0,8l - mg \cdot 0,8l = \frac{d\omega}{dt} \cdot 3ml^2$;
 $0,8gl = 3l^2 \cdot \frac{d\omega}{dt} \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{0,8g}{3l}$; $\frac{d\omega}{dt}$ — угловое ускорение в нач. момент
 $a_2 = \frac{d\omega}{dt} \cdot l = \frac{0,8g}{3} = \frac{4}{15}g \approx 0,27g \approx 2,7 \frac{м}{с^2}$.

3. Т.к. угловое ускорение шариков должно быть равно, то равно должны быть и тангенциальные ускорения, т.е. радиусы вращения одинаковы. Отсюда, в соответствии с 3-м Ньютона

на оси, перпендикулярные к нити $2m$, получаем: $\frac{R \sin \beta - mg \cos \beta}{m} = \frac{2mg \cos \beta - R \sin \beta}{2m}$; $\cos \beta = \sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \sin \beta = 0,6$;

$0,2mg \sin \beta - R \cdot 0,6 = 2R \cdot 0,6 - 2mg \cdot 0,8$; $3R \cdot 0,6 = 4mg \cdot 0,8$; $R = mg \cdot \frac{4 \cdot 0,8}{3 \cdot 0,6} = mg \cdot \frac{16}{9}$. В соответствии с обозначением в условии $T = R \Rightarrow$

$T = \frac{16}{9}mg = 1,6H$. Ответ: 1. $\sin \alpha = 0,8$; 2. $a_2 \approx 2,7 \frac{м}{с^2}$; 3. $T = 1,6H$.

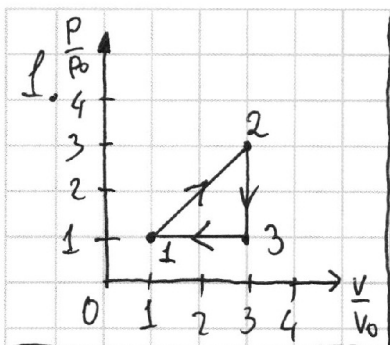


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 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!



В Т.1 давление p_0 и объем $V_0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ её координата - (1; 1)

Процесс 1-2 - политропический.

Уравнение политропы: $pV^n = \text{const}$, где

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v}, \text{ где } C_v = \frac{3}{2}R, \text{ т.к. газ одноатомный; } C_p = \frac{5}{2}R. \text{ Тогда}$$

$$n = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -\frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 1} = -1 \Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p \sim V. \text{ В состоянии}$$

(2) давление равно p_0 , а объем - κV_0 , где κ - некоторый коэффициент, а температура - $3T_0$. Тогда $\kappa^2 \cdot p_0 V_0 = 3p_0 V_0$, $3RT_0 = p_0 V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \kappa = 3 \Rightarrow$ состояние (2) - точка (3; 3).

Процесс 2-3 тоже политропический с теплоемкостью $C = C_v = \frac{3}{2}R \Rightarrow$

$\Rightarrow$ процесс 2-3 - ~~изобарный~~ изохорный, идет до температуры $3T_0$.

Тогда если в состоянии (3) давление равно p_3 , то $p_3 \cdot 3V_0 = 3p_0 V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_3 = p_0$. Тогда Т.3 имеет координаты (3; 1). Процесс 3-1 - изобарный, и ведет в точку (1; 1). График представлен в левом углу.

2. Работа - площадь под графиком $p(V) \Rightarrow A_1 = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 =$
 $= 2 \cdot 3RT_0 = 24930 \text{ Дж.}$

3. Из условия следует, что полная работа, совершенная подъемником равна $A = \frac{N \cdot A_1}{2} = 249300 \text{ Дж.}$ Тогда, т.к. $A = Mgh$, то $\kappa = \frac{A}{Mg} \Rightarrow$

(Если выразить κ из обозначенных величин, то $\kappa = \frac{N \cdot 2 \cdot 3RT_0}{2 \cdot Mg} = \frac{N \cdot 3RT_0}{Mg}$)



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!

$$\Rightarrow \frac{249300 \text{ Дж} \cdot \kappa_2}{400 \text{ К}^2 \cdot 10 \text{ Н}} = \cancel{11,1625 \text{ м}}. 62,325 \text{ м}.$$

Ответ: 2) $A_1 = 24930 \text{ Дж}$; 3) $H = 62,325 \text{ м}$.



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. Пусть потенциал в точке A равен φ_A , а в точке C — φ_C . Потенциал в точке O равен $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$, т.к. все точки конусферы равноудалены от т.О. По ЗСЭ: $q \cdot \varphi_A = K \Rightarrow \varphi_A = \frac{K}{q}$. Также по ЗСЭ:

$$K = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2m\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}$$

2. Рассмотрим сферу, заряженную с такой же поверхностной плотностью, что и данная нам конусфера. Т.е. точки A и C равноудалены от центра сферы, а потенциал в центре равен потенциалу любой точки внутри сферы, то принцип суперпозиции:

$$\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \varphi_C + \varphi_A \Rightarrow \varphi_C = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{K}{q}.$$

$$\text{По ЗСЭ: } K = q\varphi_C + \frac{mV_C^2}{2}; K = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} = K + \frac{mV_C^2}{2};$$

$$\frac{mV_C^2}{2} = 2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}; V_C^2 = \frac{1}{m} \cdot \left(4K - \frac{qQ}{\pi\epsilon_0 R}\right) = \frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{\pi m \epsilon_0 R};$$

$$V_C = \sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{\pi m \epsilon_0 R}}$$

$$\text{Ответ: } V_0 = \sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}$$

~~$$V_C = \sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{\pi m \epsilon_0 R}}$$~~

$$2. V_C = \sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2\pi m \epsilon_0}}$$

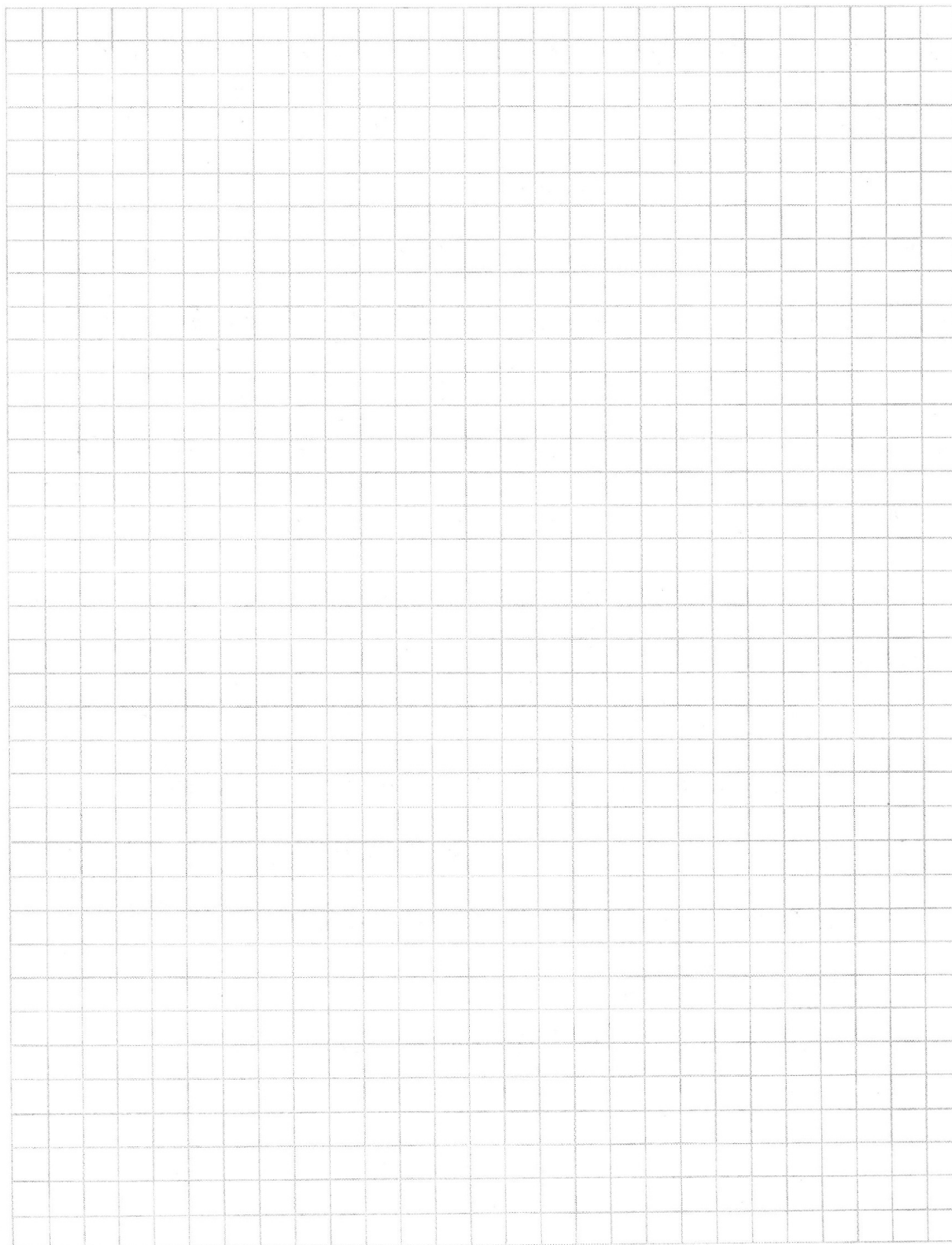


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



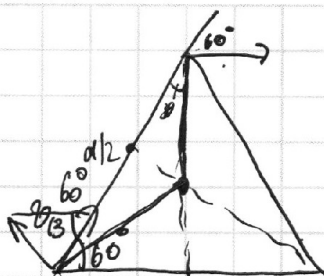


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



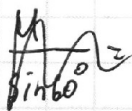
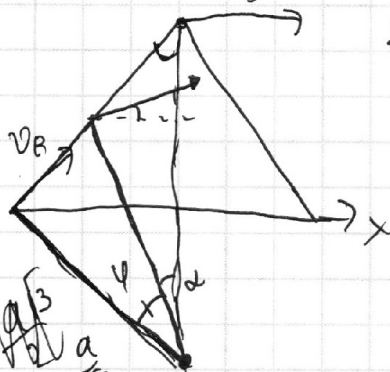
$$v_A \cdot \cos 60^\circ = v_B ; \frac{v_A}{2} = v_B ; v_A = 2v_B = 0,8 \text{ м/с.}$$

$$\vec{v}_c = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}$$

$$v_x = \frac{\sum m_i v_{xi}}{\sum m_i} = \sin 30^\circ = \frac{a}{2x} \Rightarrow$$

$$\frac{v_B}{x} = \frac{2v_B}{y} \Rightarrow \frac{y}{x} = 2 \rightarrow x = \frac{a}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$2v_B - v_c = v_B.$$



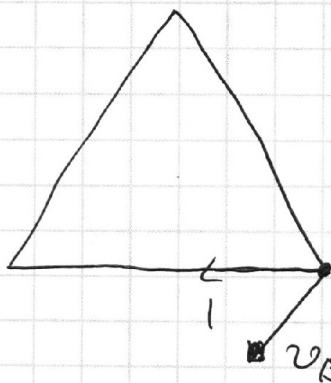
$$\omega = \frac{v_B \sqrt{3}}{a}$$

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi a}{v_B \sqrt{3}} \approx$$

$$= \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,4}{0,4 \cdot \sqrt{3}} \approx 2\sqrt{3} = 3,46.$$

$$4v_B^2 - 4v_B v_c + v_c^2 = v_B^2 + v_c^2 - 2v_B v_c \cdot \frac{1}{2}$$

$$3v_B^2 = 3v_B \cdot v_c \Rightarrow v_c = v_B$$



$$R = \frac{m v_B^2 \sqrt{3}}{a} = 120 \text{ мкФ} \cdot \frac{0,12 \cdot 0,16 \cdot \sqrt{3}}{0,4} = 120$$

$$= 0,048 \sqrt{3} \approx$$

$$\frac{2 \cdot 3,14}{2 \cdot 1,7}$$

$$6,28 | 1,7$$

$$\begin{array}{r} 628 \overline{) 170} \\ \underline{540} \\ 1180 \\ \underline{1020} \\ 1600 \end{array}$$

$$0,08 \cdot 1,6 \text{ м} = 81,6 \text{ мк.}$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 15} \\ \underline{30} \\ 100 \\ \underline{80} \\ 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,048 \\ \times 1,7 \\ \hline 336 \\ 98 \\ \hline 81,6 \end{array}$$



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
__ 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!

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$C = 2R$$

$$pV^{\gamma} = \text{const} \Rightarrow$$

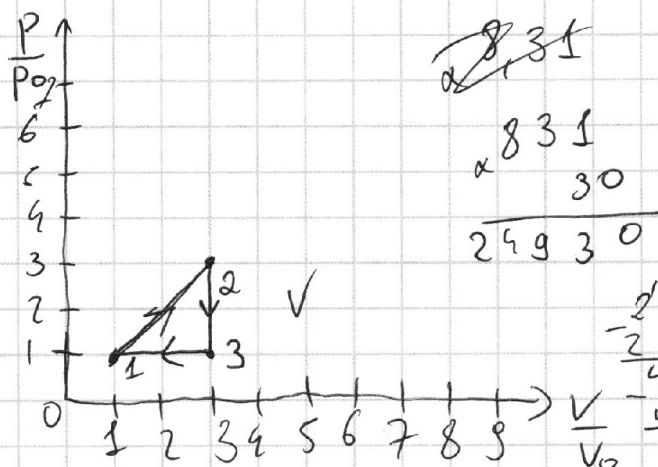
$\Rightarrow$

$$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} =$$

$$= \frac{12}{2-1} = 1 \Rightarrow p \sim V \quad C_V = \frac{3}{2}R$$

$$p_0 V_0 = \gamma R T_0$$

$$\text{или } p_0 \cdot 2V_0 = \gamma R T_0 \Rightarrow \gamma = 3$$



$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 30 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24930 \overline{) 12465} \\ \underline{-12} \\ 465 \\ \underline{-400} \\ 650 \\ \underline{-600} \\ 500 \\ \underline{-500} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} 3p_0 V \\ p_0 V_0 = \gamma R T_0 \\ p \cdot 3V_0 = \gamma R \cdot 3T_0 \\ p = p_0 \end{aligned}$$

$$A_1 = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2\gamma R T_0 = 10 \cdot 8,31 \cdot 300 = 24930 \text{ Дж}$$

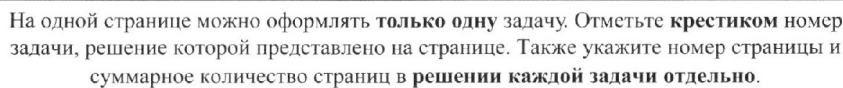
$$A = N \cdot \frac{A_1}{2} = 124650 \text{ Дж}$$

$$A = Mgh \Rightarrow h = \frac{A}{Mg} = \frac{124650}{400 \cdot 10} =$$

$$\begin{array}{r} 12465 \overline{) 400} \\ \underline{-1200} \\ 465 \\ \underline{-400} \\ 650 \\ \underline{-600} \\ 500 \\ \underline{-500} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2493 \overline{) 40} \\ \underline{240} \\ 93 \\ \underline{80} \\ 130 \\ \underline{120} \\ 100 \\ \underline{80} \\ 200 \end{array}$$

H +



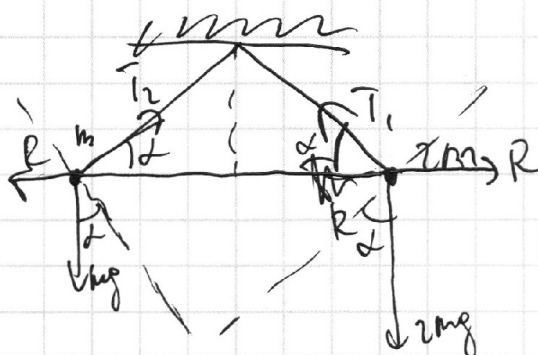
СТРАНИЦА
ИЗ

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!

$$\tan \alpha = \beta$$

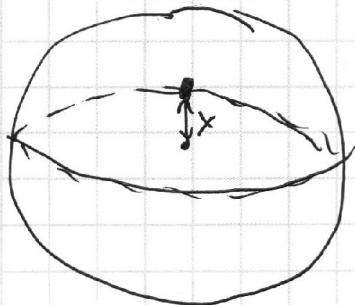
则 $\beta = \frac{\sqrt{9\beta^2 + 4}}{\beta^2 + 1}$

$$\sqrt{100} = 10$$



$$\frac{2mg \cos \alpha + R \sin \alpha}{2 \mu \mu} = R \cdot \sin \alpha - mg$$

$$I_0 = \frac{U_0}{R} ; \frac{U_0}{R} \cdot \frac{1}{A} \cdot R$$



$$\frac{U_A}{U_R} = \varphi_A + \varphi_R \cdot g \cdot U_A = k.$$

$$\frac{V_R}{R} = V_A + V_C$$

$$\frac{M_Q}{M_{Rk}} = \frac{k}{g} + \psi_c$$

$$q\varphi_A = \frac{kQ}{R} + \ln \underline{V_0^2}$$

$$L_1 = \frac{L_0}{\sqrt{5}} \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{5}} \right)$$

$$\frac{16 \cdot 90 \cdot 10^3}{1000} = 1,6 \text{ H}$$

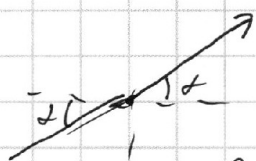


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

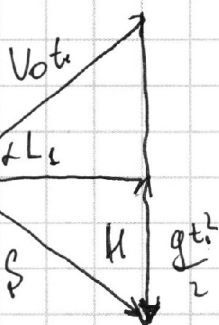
1
☐2
☐3
☐4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

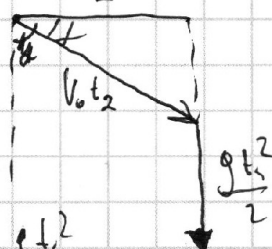
$$Mgh + \frac{MV^2}{2} = Mgh \Rightarrow h = h + \frac{V^2}{2g} = 14,2 + \frac{g L_1^2 \cdot (tg^2 \alpha + 1) - L_1 \cdot tg \alpha - h}{2 \cdot 10} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$



$$\frac{2V_0^2 \cdot tg \alpha}{gH} = \frac{(L_1 - L_2)(L_1 + L_2)}{L_1 L_2}$$



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



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

$$V_0 t_1 \cos \alpha = L_1$$

$$V_0 t_2 \cos \alpha = L_2$$

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

$$L_2 \cdot tg \alpha = \frac{g L_2^2}{2 V_0^2} (tg^2 \alpha + 1) = H$$

$$H + L_1 \cdot tg \alpha = \frac{g \cdot L_1^2}{2 V_0^2} (tg^2 \alpha + 1)$$

$$L_1 \cdot tg \alpha = \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} - H$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = \frac{2 V_0^2}{g H} \cdot \left(\frac{g L_1^2}{2 V_0^2} - H \right)$$

$$H + L_1 \cdot tg \alpha = \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} \cdot (tg^2 \alpha + 1)$$

$$L_2 \cdot tg \alpha + \frac{g L_2^2}{2 V_0^2} \cdot (tg^2 \alpha + 1) = H$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{L_1^2 (tg^2 \alpha + 1) - H}{H - L_2^2 (tg^2 \alpha + 1)}$$

$$\frac{2 V_0^2 L_1}{g} \cdot tg \alpha = L_1^2 \cdot (tg^2 \alpha + 1) - H$$

$$\frac{2 V_0^2 L_2}{g} \cdot tg \alpha = L_2^2 \cdot (tg^2 \alpha + 1) + H$$

$$L_1 = \frac{tg \alpha \pm \sqrt{tg^2 \alpha + \frac{H}{\frac{2 V_0^2}{g} \cdot tg \alpha} + \frac{H^2}{\left(\frac{2 V_0^2}{g}\right)^2}}}{\frac{2 V_0^2}{g} \cdot tg \alpha}$$

$$H L_1 - L_2^2 L_1 \cdot (tg^2 \alpha + 1) = L_2 L_1 \cdot \frac{2 V_0^2 (tg^2 \alpha + 1)}{g} - L_2 H$$

$$H \cdot (L_1 + L_2) = L_2 L_1 \cdot (tg^2 \alpha + 1) \cdot [L_1 + L_2]$$

$$tg^2 \alpha + 1 = \frac{H}{L_2 L_1}$$

$$tg^2 \alpha = \frac{H - L_1 L_2}{L_1 L_2}$$

$$H + L_1 \cdot tg \alpha = \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{H}{L_2 L_1}$$

$$(L_1 + L_2) \cdot tg \alpha = \frac{g H}{2 V_0^2} \cdot \left(\frac{L_1}{L_2} - \frac{L_2}{L_1} \right)$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = L_1 - \frac{2 V_0^2 H}{g}$$



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
__ 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!

$$g L_1 (L_2 - L_1) = \frac{2 v_0^2 h}{\tan^2 \alpha + 1} ; g L_1^2 - g L_1 \cdot L + \frac{2 v_0^2 h}{\tan^2 \alpha + 1} = 0.$$

$$L_1 = L_1^2 - L_1 \cdot L + \frac{2 v_0^2 h}{g \cdot (\tan^2 \alpha + 1)} = 0$$

$$L_1 = \frac{L \pm \sqrt{L^2 - \frac{8 v_0^2 h}{g (\tan^2 \alpha + 1)}}}{2}$$

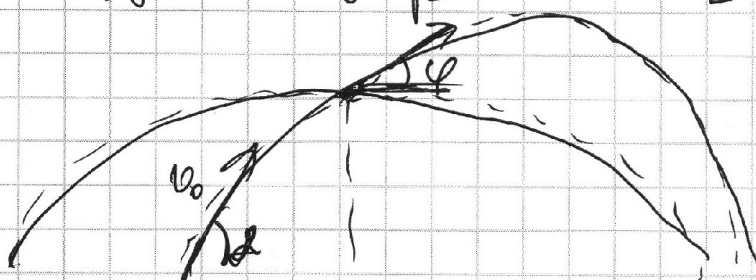
$$\frac{8 \cdot 400 \cdot 16}{10 \cdot (\tan^2 \alpha + 1)} = \frac{40}{15} \quad \frac{30}{0,2(5)}$$

$$\frac{v_B}{x} = \frac{v_A}{x} \Rightarrow v_A = v_B$$

$$L + \sqrt{L^2 - \frac{8 v_0^2 h}{g (\tan^2 \alpha + 1)}} = \frac{L \tan \alpha - 2h + \sqrt{L^2 \tan^2 \alpha - 4hL \cdot (\tan \alpha - 1)h}}{\tan \alpha}$$

$$\tan \alpha L \tan \alpha + \tan \alpha \cdot \sqrt{L^2 - \frac{8 v_0^2 h}{g (\tan^2 \alpha + 1)}}$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{g}$$



$$\begin{array}{r} 16 \cdot 80 \cdot 10 \\ 19 \cdot 1000 \\ \hline 1,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28,4 \\ + 28,4 \\ \hline 41,8 \\ \hline 30,2 \end{array}$$

$$\frac{m \cdot v_0^2}{2} + mgh = \frac{m \cdot v^2}{2} ; v^2 = v_0^2 + 2gh = 400 + 320 = 720 \left(\frac{m^2}{s^2} \right)$$

$$720 L_{\max} = \frac{720}{10} = 72 m.$$

$$\sqrt{720} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 20 \cdot \cos \varphi ; \cos \varphi = \sqrt{\frac{720 \cdot 2}{400 \cdot 4}} = \sqrt{\frac{1440}{1600}}$$

$$\begin{array}{r} 628 \overline{) 1720} \\ - 510 \quad 369 \dots \\ \hline 1180 \\ - 1020 \\ \hline 1600 \\ - 1530 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 480 = v_0 \sin \alpha - \frac{g t}{2} \\ \times 17 \\ \hline 336 \quad t = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \\ 48 \\ \hline 81,6 \cdot 10^{-6} H. \end{array}$$

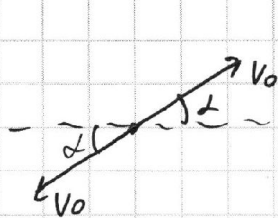


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!



$$H + L_1 \tan \alpha = \frac{g L_1^2}{2 v_0^2} \cdot (\tan^2 \alpha + 1) \quad (1)$$

$$L_2 \tan \alpha + \frac{g L_2^2}{2 v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) = H \quad (2)$$

$$\frac{2 v_0^2 L_1 \tan \alpha}{g L_1^2 \cdot (\tan^2 \alpha + 1) - \frac{2 v_0^2 H}{g}} = L_1, L_2, \tan \alpha.$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{g L_1^2 \cdot (\tan^2 \alpha + 1) - 2 v_0^2 H}{2 v_0^2 H - g L_2^2 \cdot (\tan^2 \alpha + 1)}$$

$$2 v_0^2 H L_1 - g L_2^2 L_1 (\tan^2 \alpha + 1) = g L_2 L_1^2 \cdot (\tan^2 \alpha + 1) - 2 v_0^2 H L_2$$

$$2 v_0^2 H \cdot (L_1 + L_2) = g L_1 L_2 \cdot (\tan^2 \alpha + 1) [L_1 + L_2]$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{2 v_0^2 H}{g L_1 L_2} ; H + L_1 \tan \alpha = \frac{L_1 H}{L_2} (\tan^2 \alpha + 1)$$

$$L_2 \tan \alpha + \frac{L_2}{L_1} H = H.$$

$$L_1 \tan \alpha = H \cdot \left(\frac{L_1 - L_2}{L_2} \right) \quad L = L_1 + L_2$$

$$(L - L_2) \tan \alpha = H \cdot \left(\frac{L - 2 L_2}{L_2} \right) \quad L_1 \tan \alpha = H \cdot \left(\frac{L - L_2}{L - L_1} \right)$$

$$L L_1 \tan \alpha - L_1^2 \cdot \tan \alpha = 2 H L_1 - L H.$$

$$L_1^2 \cdot \tan \alpha - (L \tan \alpha - 2 H) \cdot L_1 - L H = 0.$$

$$L_1 = \frac{L \tan \alpha - 2 H + \sqrt{L^2 \tan^2 \alpha - 4 H L \tan \alpha + 4 H^2 + 4 H L}}{2 \tan \alpha}.$$