



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 3T$.

2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.

3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

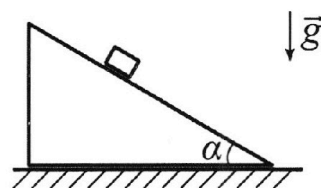
2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.

2. Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.

3. Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

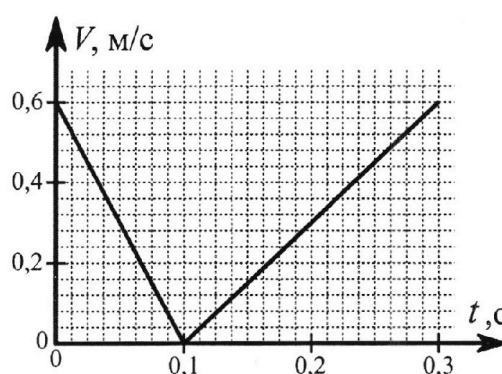
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.

2. Найдите модуль N силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1$ с.

3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?

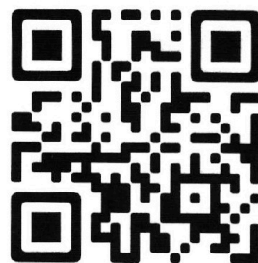




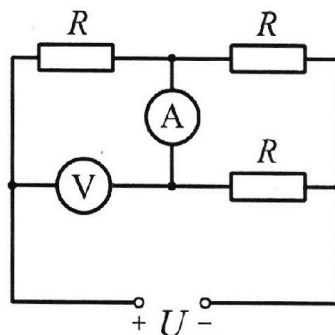
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре t_1 °С, помещают лед, температура которого $t_2 = -20$ °С. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_L = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



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**.



2



3



4



5



6



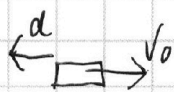
7



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!



$$v = v_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$$

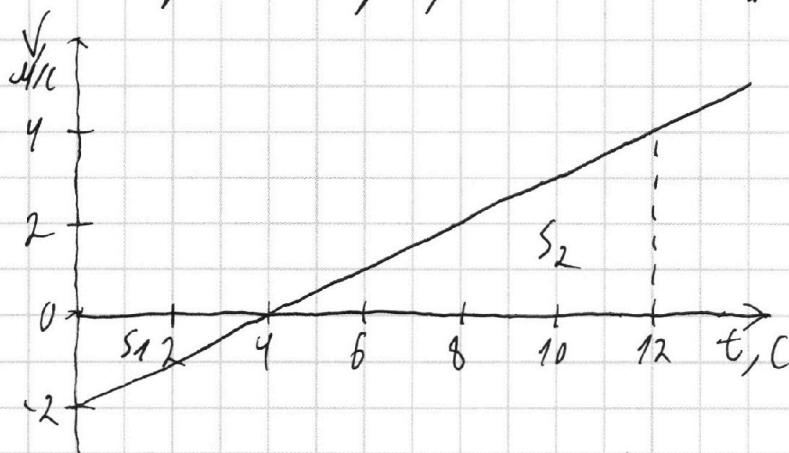
$$v = v_0 \frac{t}{T} - v_0$$

Заметим, что v изм. от t линейно, уравной коэффициент $k = \frac{v_0}{T}$, $b = -v_0$

$$k = \frac{v_0}{T} = \frac{2}{4} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$b = -v_0 = -2 \text{ м/с}$$

Построим график $v = k \cdot t + b$, $v = 0,5t - 2$



От 0с до 4с он двигался в одну сторону, после 4с - в другую сторону.

Пусть S это площадь под графиком

$$S \text{ м.к } S = v \cdot t$$

$$t = 3T = 3 \cdot 4 = 12 \text{ с}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{2 \cdot 4}{2} + \frac{(12-4) \cdot 4}{2} = 4 + 16 = 20 \text{ м}$$



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
2 из 2

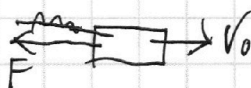
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

~~$V + V_H = a \cdot t$~~ ~~ускорение~~ ~~Это видно, что~~
 ~~$V = a \cdot t - V_H$~~ График начим с $V = -2 \text{ м/с}$, при
 зам $V_0 = 2 \text{ м/с} \Rightarrow a$ (ускорение) противоположна
 $V_0 \Rightarrow V + V_H = a \cdot t$

$$\begin{aligned} F = ma \quad V = a \cdot t - V_H \quad V = a \cdot t - V_H \\ V = 0,5t - 2 \end{aligned} \Rightarrow a = 0,5$$

$$F = ma$$

$$F = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ Н}$$



$$t = T = 4 \text{ с}$$

Это S_{04} (прямая линия с $t_1 = 0 \text{ с}$ до $t_2 = 4 \text{ с}$) =

$$= S_1 \quad \text{м.к}$$

$$S_1 = \frac{2 \cdot 4}{2} = 4 \text{ м}$$

$$A = F \cdot (-S_1) \quad (\text{м.к } F \text{ и } S_1 \text{ противоположны})$$

$$A = -0,2 \cdot 4 = -0,8 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 20 \text{ м}$; $F = 0,2 \text{ Н}$; $A = -0,8 \text{ Дж}$



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 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!

~~1/2~~ - ~~вертикаль~~ ~~горизонталь~~
 V_2' - проекция V_2 на вертикаль.
 V_1' - проекция V_1 на вертикаль.

V' - проекция V_1 на горизонталь.

$$V_1' - V_2' = g \cdot t \Leftrightarrow V_2' = V_1' - g \cdot t$$

$$V_1' = V_1 \cdot \sin \alpha$$

$$V' = V_1 \cdot \cos \alpha$$

$$V_2^2 = V'^2 + V_2'^2$$

$$V_2^2 = (V_1 \cdot \cos \alpha)^2 + (V_1 \cdot \sin \alpha - g \cdot t)^2$$

$$2V_2 = V_1$$

$$4V_2^2 = V_1^2$$

$$4((V_1 \cdot \cos \alpha)^2 + (V_1 \cdot \sin \alpha - g \cdot t)^2) = V_1^2$$

$$4V_1^2 \cdot \cos^2 \alpha + 4V_1^2 \cdot \sin^2 \alpha - 8 \cdot V_1 \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot t + 4g^2 \cdot t^2 = V_1^2$$

$$4V_1^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - V_1^2 + 4g^2 \cdot t^2 - 8V_1 \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot t + 4g^2 \cdot t^2 = 0$$

$$3V_1^2 - 8V_1 \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot t + 4g^2 \cdot t^2 = 0$$

$$3 \cdot V_1^2 - 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \cdot 2 \cdot V_1 + 4 \cdot 1600 = 0$$

$$3V_1^2 - 80 \cdot \sqrt{3} V_1 + 1600 = 0$$

$$6400 - 320 \sqrt{3} V_1 + 3V_1^2 = 0$$

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

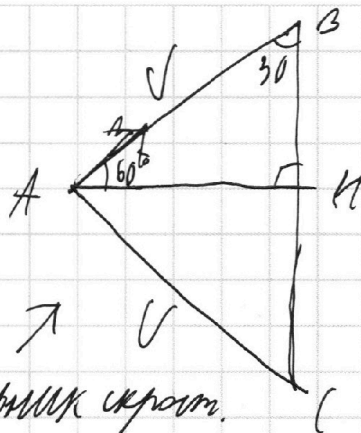
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

~~$V_1 = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$~~
 ~~$H = V_1$~~

~~AM (макс)~~

треугольник скрост.



AM — максимум
только в том
случае если
 $\angle AMB = 90^\circ$
 $AM = \frac{1}{2} AB$
 $AM = \frac{V}{2}$

Возможно она не может быть, но ~~V~~

$AM = V'$ V' (скрость при $t=2c$)

$\Rightarrow$ это максимальная точка его траектории.

~~$V_x = V \cdot \cos \alpha$~~ ~~$V = g \cdot V \cdot \sin \alpha = g \cdot t$~~

$V = \frac{g \cdot t}{\sin \alpha} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м/с}$

$H = \frac{g \cdot t^2}{2} = 20 \text{ м}$

$V' = V \cdot \cos \alpha$

$l = V \cdot \cos \alpha \cdot t = \frac{40}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 = \frac{40}{\sqrt{3}} \text{ м}$

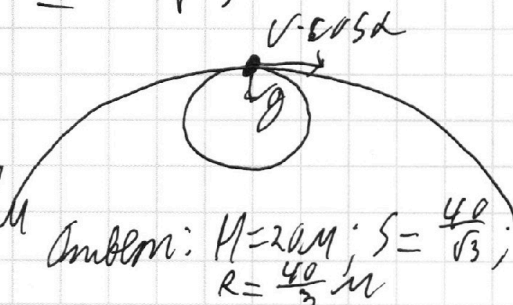
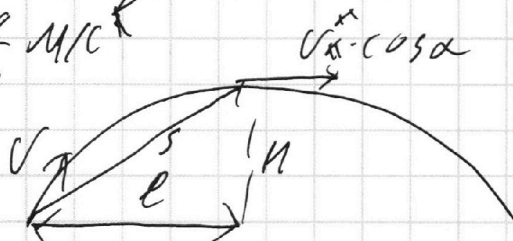
$S^2 = H^2 + l^2$

$S = \sqrt{1000 + \frac{1600}{3}} = \sqrt{400 + \frac{1600}{3}} = 20 \cdot \sqrt{\frac{7}{3}}$

$\frac{V^2 \cos^2 \alpha}{2} = g$

$R = \frac{V^2}{g} = \frac{1600}{3 \cdot 10 \cdot 4} = \frac{40}{3} \text{ м}$

Answer: $H = 20 \text{ м}$; $S = \frac{40}{\sqrt{3}}$; $R = \frac{40}{3} \text{ м}$





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
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!

$$V = V - V_H = d \cdot t$$

$$V_H = d \cdot t + V_M$$

$\Rightarrow d$ — ускорение каждого

$$d_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ м/с}^2$$

$$d_2 = \frac{0,6}{0,3-0,1} = 3 \text{ м/с}^2$$

Проекция mg на ось x и y

$$1) N_H = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F = mg \cdot \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$

$$m a = F + F_{\text{тр}}$$

$$m d_1 = mg \cdot \sin \alpha + mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu$$

$$m d_1 + m d_2 = 2mg \cdot \sin \alpha$$

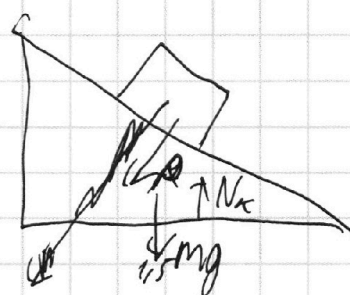
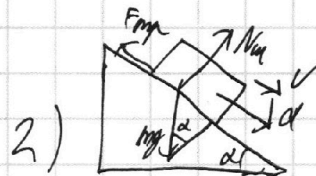
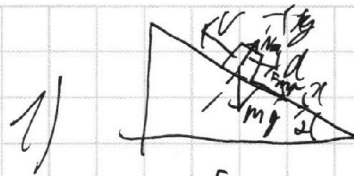
$$0,4 \cdot 6 + 0,4 \cdot 3 = 2 \cdot 4 \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{3,6}{8}$$

$$P \cdot \cos \alpha + 1,5mg = N_K$$

$$P = N_{\text{см}}$$

$$N_K = mg \cdot \cos^2 \alpha + 1,5mg$$





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!

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{3,6^2}{8^2}} = \sqrt{\frac{64 - 3,6^2}{64}} = \sqrt{\frac{400 - 31}{400}} = \sqrt{\frac{319}{400}}$$

$$N_K = 4 \cdot \frac{319}{400} + 1,5 \cdot 4 = \frac{4(600 + 319)}{400} = \frac{919}{400} = 2 \frac{119}{400} \text{ Н}$$

$$F = mg \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \frac{3,6}{8} = 1,8$$

$$F = N_K \cdot \mu$$

$$\mu = \frac{N_K}{F} = \frac{919}{400 \cdot 1,8} = \frac{919}{720}$$

$$\text{Answer: } \sin \alpha = \frac{3,6}{8}; N_K = \frac{919}{400} \text{ Н}$$

$$\mu = \frac{919}{720}$$

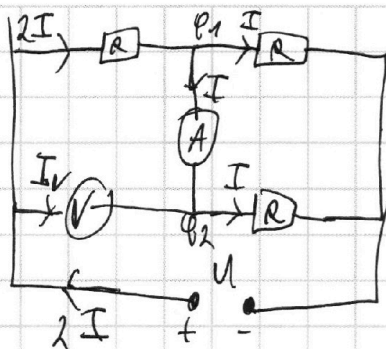


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$\varphi_1 = \varphi_2$ (т.к. R_A мало по сравнению с R и R_V)

I_V очень мал по сравнению с I , т.к. R_V сопоставимо с R и R_A

Следств. по сравнению с R

⇒ через верхн. левый резистор течет ток $2I$; с верха и с низу правой части схем течет ток I т.к. сопоставимо с R и R_A и $\varphi_1 = \varphi_2$

$$U = 2I \cdot R + I R = 3IR$$

$$120 = 3I \cdot 200$$

$$I = \frac{120}{3 \cdot 200} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ A}$$

$$I_A = 2I = 0,4 \text{ A}$$

$$P = U \cdot I_0$$

$$P = U \cdot 2I = 120 \cdot 0,4 = 48 \text{ Вт}$$

ответ: $I_{ac} = 0,4 \text{ A}$; $I_A = 0,2 \text{ A}$; $P = 48 \text{ Вт}$



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!

$$\frac{m'_B}{m_A} = \frac{11}{9}$$

$$m'_B = \frac{11}{9} m'_A$$

$$m_B = m_A$$

$$m_A + m_B = m'_A + m'_B$$

$$2m_A = m'_A + \frac{11}{9} m'_A$$

$$2m_A = \frac{20}{9} m'_A$$

$$m'_A = \frac{2 \cdot 9}{20} m_A = \frac{9}{10} m_A$$

$$m_B \cdot (v_B - 0) = m_A \cdot v_A$$

$$m_B m_{\text{лп}} (\text{масса льда растаяв}) = m_A - m'_A = m_A - \frac{9}{10} m_A = 0,1 m_A$$

$$m_B \cdot v_B (t_1 - 0) = m_A \cdot v_A (0 - t_2) + m_{\text{лп}} \cdot L$$

$$t_1 = \frac{m_A \cdot v_A (t_2) + 0,1 m_A \cdot L}{m_B \cdot v_B}$$

$$t_1 = \frac{3,1 \cdot 10^3 \cdot 20 + 0,1 \cdot 3,36 \cdot 10^3}{4,2 \cdot 10^3} = \frac{2,142 + 33,6}{4,2} =$$

$$= \frac{75,6}{4,2} = 18^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ: } 0,1 m_A ; 18^\circ \text{C}$$



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**.

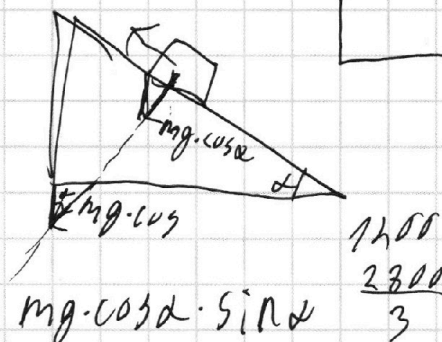
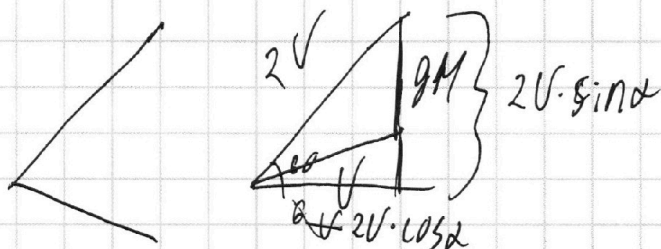
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$$V_x^2 = V_{ox}^2 + V_{oy}^2 + v_y^2$$

$$V^2 = V_{ox}^2 + 2gh - V_{oy} - 2gh$$



$$V \cdot \sin \alpha$$

$$a_1 = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ м/с}^2 \quad 4 \cdot 4 \cdot 100$$

$$V \cdot \sin \alpha - V' = g \cdot t$$

$$a_2 = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ м/с}^2$$

$$V \cdot \sin \alpha - V' =$$

$$V' = V \cdot \sin \alpha - g \cdot t$$

$$mg \cdot \sin \alpha + mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu = m a_1$$

$$4V^2 = V^2 \cos^2 \alpha + V^2 \sin^2 \alpha - 2V \cdot \sin \alpha \cdot g \cdot t + g^2 \cdot t^2$$

$$4V^2 = V^2 + 2V \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \cdot 2 - 400 = 0$$

$$Q = 3 \cdot 100 \cdot 4 + 3 \cdot 4 \cdot 400 = 1200 + 4800 = 6000$$

$$\sqrt{6000} = 10 \cdot \sqrt{60}$$

$$\frac{10 \sqrt{60} - \sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2}{6} = \sqrt{3} \cdot 10$$

$$mg \cdot \sin \alpha - mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu = m a_2$$

$$4 \cdot \sin \alpha - 4 \cdot \cos \alpha \cdot \mu = 1,2$$

$$4 \cdot \sin \alpha + 4 \cdot \cos \alpha \cdot \mu = 2,4$$

$$3 \cdot \sin \alpha = 3,6$$

$$\sin \alpha = \frac{3,6}{4}$$

$$1600 \cdot 4 \cdot 40$$

$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = mg \cdot \mu$$

$$= (1,5mg + mg \cdot \cos^2 \alpha) : \mu$$

$$\mu = \frac{1,5 \cdot \sin \alpha}{1,5 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{3,6}{8}$$

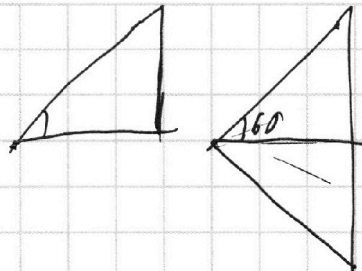
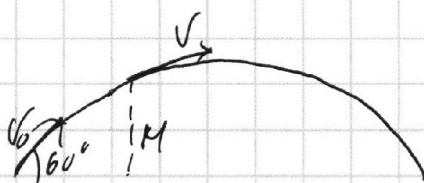


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



~~$v^2 = v_0^2 - 2gh$~~ v_{0x} (скорость по горизонтали) неизмемая. v_{0y} (скорость по вертикали) измем.

~~$H = \frac{v_0^2 - v^2}{2g}$~~

~~$v_0^2 - v^2 = 2gh$~~

~~$v_0^2 = v_{0y}^2 + v_{0x}^2$~~

~~$v^2 = v_{0x}^2 + v_y^2$~~

~~$v^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 - 2gh$~~

~~$v^2 = v_0^2 - 2gh$~~

430

$v' \quad 64$

$$\begin{array}{r} \times 1600 \\ 1600 \\ \times 6400 \\ 6400 \\ \hline 19200 \end{array}$$

$H = 8$

$$\begin{array}{r} 1600 \\ - 12 \\ \hline 3200 \\ + 600 \\ \hline 19200 \end{array}$$

~~$v_{0x} = v \cdot \sin \alpha$~~ $v \cdot \cos \alpha$

~~$v_{0y} = v \cdot \sin \alpha$~~

~~$v \cdot \sin \alpha = g \cdot t$~~

v

$\frac{36}{80} = \frac{18}{40} = \frac{9}{20}$

$\frac{45,6}{4,2} = \frac{126}{42} = 18$

$\times 400$
 $1,8$

180.4
360
720

$$\begin{array}{r} 140 \\ \times 16400 \\ 3 \\ \hline 19200 \end{array}$$