



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01



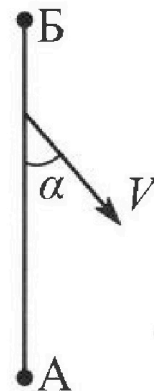
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=9,6$  км.

1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 16$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.) таким, что  $\sin \alpha = 0,6$ .

2. Найдите продолжительность  $T_1$  полета по маршруту  $A \rightarrow B$  в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна  $U$ .
3. При каком значении угла  $\alpha$  продолжительность полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
4. Найдите максимальную продолжительность  $T_{MAX}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ . Движение аппарата прямолинейное.



2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

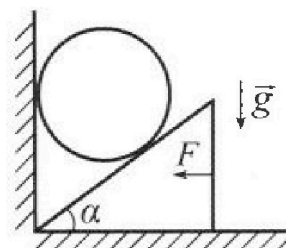
1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.
2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

3. Клин с углом при вершине  $\alpha = 30^\circ$  находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=1$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите горизонтальную силу  $F$ , которой систему удерживают в покое.

Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение  $h$  шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение  $a$  клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла  $\alpha$  ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение  $a_{MAX}$  клина.



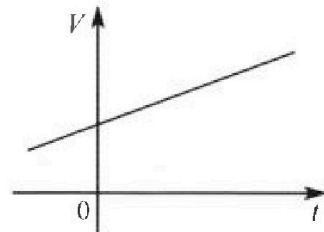
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 42^\circ\text{C}$  равно  $L=5$  см. В термометре находится  $m=2$  г ртути.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  раза больше объема ртути при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность ртути при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 13,6$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

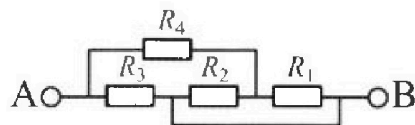


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m$ ,  $\rho$ ,  $\beta$ ,  $t_0$ ,  $t_{100}$ ,  $t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R_3 = 10$  Ом,  $R_4 = 6$  Ом.

1. Найдите эквивалентное сопротивление  $R_{\text{ЭКВ}}$  цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения  $U=10$  В.



2. Найдите мощность  $P$ , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность  $P_{\text{MIN}}$ .

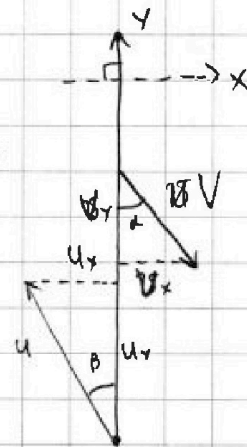


1  2  3  4  5  6  7

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!

③ Пусть  $|u_x| = a$ ;  $|v_y| = b$ . Заметим, что независимо от направления движения (из А в Б или из Б в А),



$$v_x + u_x = 0 \Rightarrow \text{если } |u_x| = c; |u_y| = d, \text{ то:}$$

$$c = d \Rightarrow \text{иначе } \neq \text{const, } c = \text{const}; d = \text{const.}$$

Заметим, что:

$$T = \frac{S}{d-b} + \frac{S}{d+b} = S \left( \frac{1}{d-b} + \frac{1}{d+b} \right) = S \left( \frac{d+b+d-b}{d^2-b^2} \right) = S \frac{2d}{d^2-b^2}$$

Причем:

$$a^2 + b^2 = v^2; c^2 + d^2 = u^2 \Rightarrow T = S \frac{2dS}{u^2 - c^2 - v^2 + a^2}. a^2 + c^2 = 0 \Rightarrow$$

$$T = \frac{2dS}{u^2 - v^2} \Rightarrow \text{чем больше } d, \text{ тем больше } T \neq 4$$

$d_{\max} = u$ , при этом угол  $\alpha$ , очевидно, равен 0.

Ответ:  $d = 0$ .

$$\textcircled{4} T_{\max} = \frac{2d_{\max}S}{u^2 - v^2} = \frac{2uS}{u^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 9600}{576 - 256} = \frac{48 \cdot 9600}{320} = 30 \cdot 48 = 1440 \text{ сек.}$$

Ответ:  $T_{\max} = 1440 \text{ сек}$



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 Заметим, что за ~~каждый~~ <sup>время  $t_1$</sup>  к вектору начальной скорости  $V_0$  прибавится вектор  $g\vec{t}_1$ , а за  $t_2 - g\vec{t}_2$ . Тогда придем получившиеся вектора

$V_1$  и  $V_2$  равны по модулю  $\Rightarrow$

$\triangle ABC$  - равнобедренный  $\Rightarrow g\vec{t}_1 = V_1 = V_2$

$= 10 \text{ м/с}$ .

Теперь найдем  $V_0$ .

$$V_0^2 + V_2^2 = 4g^2 t_1^2 \Rightarrow V_0 = \sqrt{4g^2 t_1^2 - V_2^2} = 10\sqrt{3} \text{ м/с}$$

и он был брошен под углом

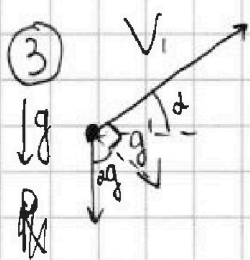
$30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$  к горизонту. Тогда:

$$T = \frac{2V_0 \sin 60^\circ}{g} = \frac{2 \cdot 10\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{10} = 3 \text{ с}$$

Ответ:  $T = 3 \text{ сек}$ .

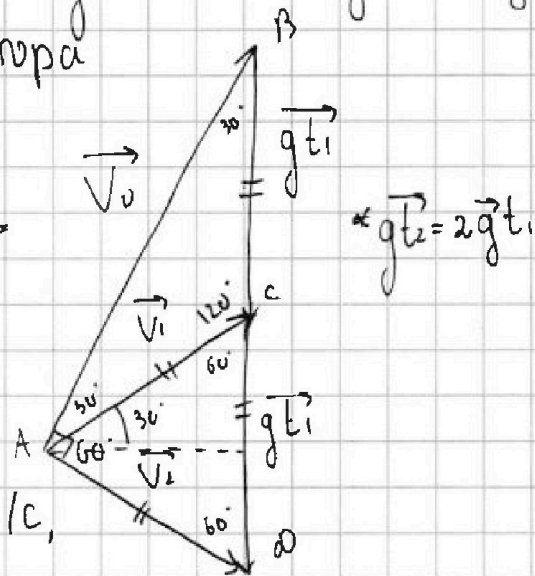
$$\textcircled{2} H = \frac{V_0^2 \sin^2 60^\circ}{2g} = \frac{300 \cdot \frac{3}{4}}{20} = \frac{45}{4} \text{ м}$$

Ответ:  $H = 11 \frac{1}{4} \text{ м}$ .



$$R = \frac{V_1^2}{g'} = \frac{V_1^2}{g \cos \alpha} = \frac{V_1^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2V_1^2}{\sqrt{3}g} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

Ответ:  $R = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$ .





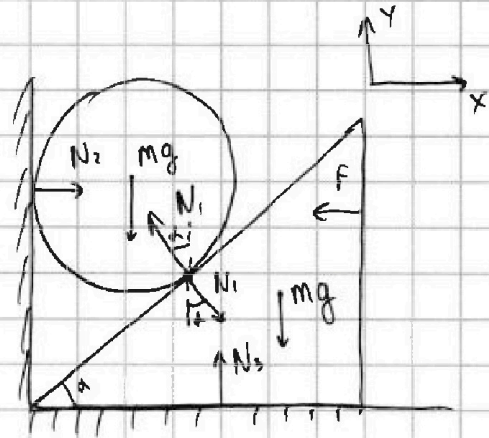
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

① Расставим силы, действующие на шар и клин.  
Запишем условие равновесия шара:



$$\text{Ось } y: mg = N_1 \cos \alpha$$

$$\text{Ось } x: N_1 \sin \alpha = N_2$$

Теперь в то же самое для клина:

$$\text{Ось } y: mg + N_1 \cos \alpha = N_2$$

$$\text{Ось } x: F = N_1 \sin \alpha$$

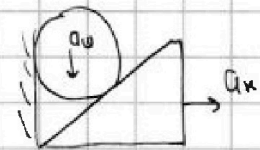
$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha} \Rightarrow N_1 \sin \alpha = mg \tan \alpha \Rightarrow F = mg \tan \alpha = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = mg \tan \alpha = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

② Заметим, что ускорения шара и клина связаны:

$$a_w = a_k \tan \alpha$$

$$\text{Примем: } a_w = \frac{mg - N_1 \cos \alpha}{m}; a_k = \frac{N_1 \sin \alpha}{m} \Rightarrow$$



$$mg - N_1 \cos \alpha \tan \alpha = N_1 \sin \alpha \Rightarrow$$

$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha} \Rightarrow a_w = g \frac{\cos \alpha}{(1 - \cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha)} = \frac{1}{4} g \Rightarrow$$

Если  $V_0$  - скорость шара при ударе о землю, то:

$$\frac{V_0^2}{2a_w} = H \Rightarrow V_0^2 = 2a_w H = \frac{1}{2} H g = 2 \text{ м}^2/\text{с}^2. \text{ Тогда: } h = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{1}{5} \text{ м} = 0.2 \text{ м}$$



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!

Ответ:  $h = 0.2 \text{ м}$

$\frac{a_{\omega}}{tg \alpha}$

$$\textcircled{3} \text{ как мы уже выясним, } a_{\kappa} = \frac{a_{\omega}}{tg \alpha} = \frac{1}{4} g / \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{4} g = \frac{\sqrt{3} \cdot 5}{2} \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\kappa} = \frac{5\sqrt{3}}{2} \text{ м/с}^2$

④ Мы выясним, что:

$$N = \frac{mg}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}; a_{\kappa} = \frac{N \sin \alpha}{m} = \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$$

Нам нужно найти максимум этого выражения. Это эквивалентно

тому, что мы найдем минимум  $\frac{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha} + \tan \alpha$ .

По неравенству средних:  $\frac{1}{x} + x \geq 2 \Rightarrow \frac{1}{\sin \alpha} + \tan \alpha \geq 2 \Rightarrow$

$$\max \left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha} \right) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sin \alpha \cos \alpha}$$

Причем равенство ( $\frac{1}{\sin \alpha} + \tan \alpha = 2$ ) достигается при  $\tan \alpha = 1 \Rightarrow$

$\alpha = 45^\circ$

Ответ:  $\alpha = 45^\circ$

$$\textcircled{5} a_{\max} = g \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\cos 45^\circ + \sin 45^\circ \tan 45^\circ} = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\max} = 5 \text{ м/с}^2$



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  
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 Если зависимость  $V(t)$  - линейная, то можно записать:

$$V = V_0 + k \cdot t, \text{ где } V_0 - \text{объем при } t=0; k - \text{коэффициент.}$$

Причем мы знаем, что

$$\text{при } BV_0 = V_0 + k(t_{100} - t_0) \Rightarrow k = \frac{V_0(B-1)}{t_{100} - t_0}$$

Причем если мы знаем  $m$  и  $p$ , то:  $V_0 = \frac{m}{p} \Rightarrow$

$$V(t) = \frac{m}{p} + \frac{m(B-1)}{p(t_{100} - t_0)} \cdot t = \frac{m}{p} \left( 1 + \frac{B-1}{t_{100} - t_0} \cdot t \right)$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m}{p} \left( 1 + \frac{B-1}{t_{100} - t_0} \cdot t \right)$$

$$\textcircled{2} V(t_1) = \frac{m}{p} \left( 1 + \frac{B-1}{t_{100} - t_0} \cdot t_1 \right)$$

$$V(t_2) = \frac{m}{p} \left( 1 + \frac{B-1}{t_{100} - t_0} \cdot t_2 \right)$$

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{B-1}{t_{100} - t_0} (t_2 - t_1) \cdot \frac{m}{p} = \frac{0.018}{100} \cdot 7 \cdot \frac{2}{13.6} = \frac{18 \cdot 7}{100000} \cdot \frac{5}{34} =$$

$$= \frac{126}{100000} \cdot \frac{5}{34} = \frac{63}{172000} = \frac{63}{340000} \text{ м} = \frac{63}{340} \text{ мм}$$

$$\text{Ответ: } \frac{63}{340} \text{ мм}, \Delta V = \frac{m}{p} \cdot \frac{B-1}{t_{100} - t_0} (t_2 - t_1)$$

③ При изменении объема столбика ртути на  $\Delta V$

он поднимается на  $L \Rightarrow$

$$\Delta V = S \cdot L \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63}{34 \cdot 50} = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$$

$$\text{Ответ: } \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$$

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.

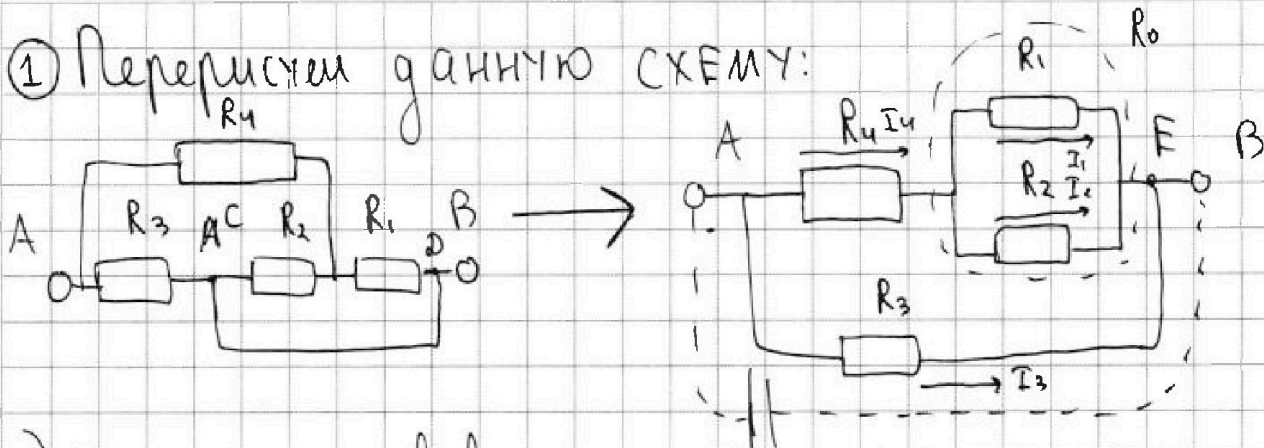


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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 Перерисуем данную схему:



Эти схемы эквивалентны, т.к. мы просто соединим точки C и B с одинаковым потенциалом в одну точку E.

Заметим, что:

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 5}{25} = 4 \text{ Ома}$$

$$R_{\text{общ экв}} = \frac{(R_4 + R_0) R_3}{R_4 + R_0 + R_3} = \frac{(6+4)10}{20} = 5 \text{ Ом}$$

Ответ:  $R_{\text{экв}} = 5 \text{ Ом}$

②  $P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = 20 \text{ Вт}$

Ответ:  $P = 20 \text{ Вт}$

③ Пусть  $U_1 = U_2 = U_0$ . Тогда  $I_1 = \frac{U_0}{R_1}$ ;  $I_2 = \frac{U_0}{R_2} \Rightarrow$

$$I_4 = I_1 + I_2 = U_0 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{U_0}{R_0}$$

$$U_3 = U_4 = U_0 = I_4 R_4 = \frac{U_0}{R_0} R_4 = U_0 \left( \frac{R_4}{R_0} + R_1 \right) \Rightarrow U_0 = 4 \text{ В} \Rightarrow$$

$$P_1 = \frac{U_0^2}{R_1} = \frac{16}{5} \text{ Вт}; P_2 = \frac{16}{20} \text{ Вт}; P_3 = \frac{U^2}{R_3} = 10 \text{ Вт}; P_4 = 6 \text{ Вт} \frac{(U-U_0)^2}{R_4} = 6 \text{ Вт} \Rightarrow$$

$$P_{\text{min}} = P_2 = \frac{4}{5} \text{ Вт}. \text{ Ответ: } P_{\text{min}} = \frac{4}{5} \text{ Вт}$$





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  
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!

$v = v_0 + kt$   
 $BV_0 = v_0 + k(t_{1000} - t_0)$   
 $v_0(B-1) = k(t_{1000} - t_0)$   
 $v_0 = v_0 \cdot \frac{1}{B-1} \cdot (t_{1000} - t_0)$   
 $\frac{5 \cdot 20}{25} = 4 \cdot \frac{20}{135}$   
 $v_k = H$   
 $\frac{v_k^2}{2} = \frac{H^2}{2}$   
 $v_k = H = \sqrt{gH}$   
 $\frac{100}{10} = 10 \cdot \frac{36}{6} = 6$   
 $v_k = \frac{V_k^2}{2g}$   
 $H = \frac{20}{20}$   
 $v_k = N \cdot \sin \alpha$

$V(t) = \frac{m}{P} (1 + \frac{B-1}{\tan \alpha} \cdot t)$   
 $\frac{0.018}{100}$   
 $\frac{18}{100000}$   
 $\frac{16}{3} \cdot \frac{16}{20}$   
 $N_1 \cos \alpha = mg$   
 $N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha}$   
 $\frac{10}{53}$   
 $\frac{20}{53} \cdot 0.5$   
 $\frac{1}{\tan \alpha} + \tan \alpha > 2$   
 $\frac{\cos \alpha \sin \alpha}{\sin \alpha}$   
 $\frac{40}{10}$   
 $\frac{mg}{2}$   
 $mg - N_1 \cos \alpha = N_1 \sin \alpha \cdot \tan \alpha$   
 $\frac{mg \sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha}$   
 $340$   
 $340000$   
 $\frac{mg}{\cos \alpha + \sin \alpha \tan \alpha} = \frac{340 \cdot mg}{\frac{5}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5}}$   
 $N_1 = \frac{9}{50000} \cdot \frac{5}{34} \cdot 7 \cdot \frac{63}{340000} \cdot \frac{1000}{340}$   
 $\frac{18}{100000}$   
 $\frac{2053}{136} \cdot 7$   
 $\frac{18}{100000}$   
 $\frac{2053}{136} \cdot 7$   
 $\frac{18}{100000}$



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 Аппарат пролетит 9600 м за 400 с.

Значит:

$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600}{400} = 24 \text{ м/с}$$

Ответ:  $u = 24 \text{ м/с}$

② По закону сложения скоростей:

$$\vec{u} + \vec{v} = \vec{U}, \text{ где } U - \text{ скорость отн. земли}$$

Чтобы аппарат долетел из А в Б его скорость

$\vec{U}$  должна быть направлена вдоль АБ. Тогда проекции векторов  $\vec{u}$  и  $\vec{v}$  вдоль оси  $x$  дают сумму 0

$$v \sin \alpha - u \sin \beta = 0 \Rightarrow \sin \beta = \frac{v}{u} \sin \alpha = 0.4$$

Пусть  $v_0 = u_x + v_x$  ( $u_x$  и  $v_x$  - проекции  $\vec{u}$  и  $\vec{v}$  на  $x$ ).

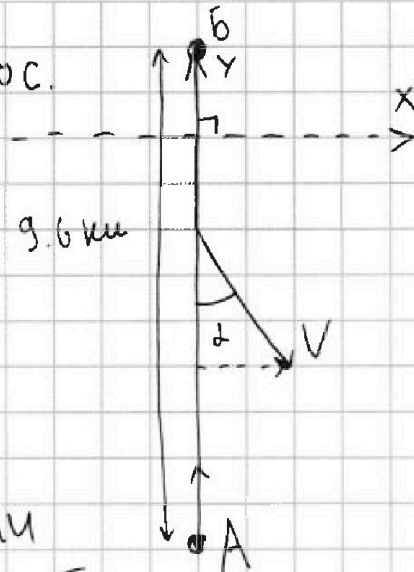
$$\text{Тогда: } T_1 = \frac{S}{v_0}$$

$$\begin{aligned} u_x &= u \cos \beta = u \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = u \sqrt{1 - 0.16} = u \sqrt{0.84} = u \cdot \frac{2\sqrt{21}}{10} = \\ &= \frac{24}{5} \cdot \sqrt{21} \end{aligned}$$

$$v_x = -v \cos \alpha = -v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = -v \cdot 0.8 = -\frac{64}{5} \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{24\sqrt{21} - 64}{5} \Rightarrow T_1 = \frac{9600 \cdot 5}{8(3\sqrt{21} - 8)} = \frac{6000}{3\sqrt{21} - 8} \text{ сек}$$

Ответ:  $\frac{6000}{3\sqrt{21} - 8}$  секунд.





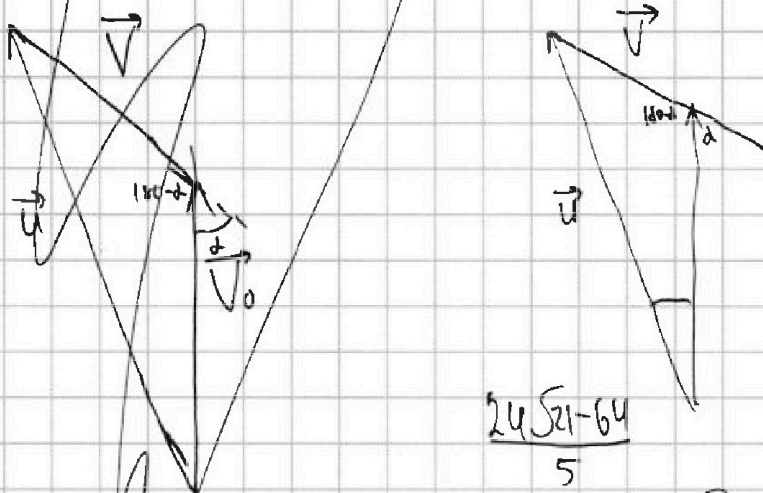
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3) Нарисуй векторный треугольник:



Нам надо найти  $V_0 \sin \alpha$ . По т. косинусов:

$$V^2 + V_0^2 - 2 \cos(180^\circ) V V_0 = u^2 \Rightarrow$$

$$V^2 + V_0^2 + 2 \cos \alpha V V_0 - u^2 = 0.$$

$$\cos \alpha = \frac{u^2 - V^2 - V_0^2}{2 V V_0}, \text{ откуда } \cos^2 \alpha = 1$$

Оно должно иметь решения отн.  $V_0$ .

$$D = \sqrt{4(V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + u^2)} = \sqrt{4(u^2 - V^2(1 - \cos^2 \alpha))} \geq 0$$

$$V^2 + V_0^2 + 2 \cos \alpha V V_0 = u^2$$

$$V_0 = \frac{-2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4V^2 + 4u^2}}{2}$$

$$\sqrt{u^2 - V^2(1 - \cos^2 \alpha)} - V \cos \alpha$$

$$\begin{array}{r} 14400 \\ - 2304 \\ \hline \end{array}$$

$$24^2 - 16^2(1 - 0.8^2) - 16 \cdot 0.8$$

$$16 \cdot 0.36$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ 576 \\ + 25 \\ \hline 2880 \\ + 132 \\ \hline 14400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 64 \\ 136 \\ 384 \\ 132 \\ \hline 2304 \end{array}$$

$$\frac{64 \cdot 36}{25}$$

$$\frac{60}{25}$$

$$\frac{16 \cdot 20}{25}$$

$$\frac{256 \cdot 36}{100}$$

$$\frac{24 \cdot 521}{5}$$

$$0.36$$

$$(576 \cdot 21)$$

$$\frac{2304}{25}$$



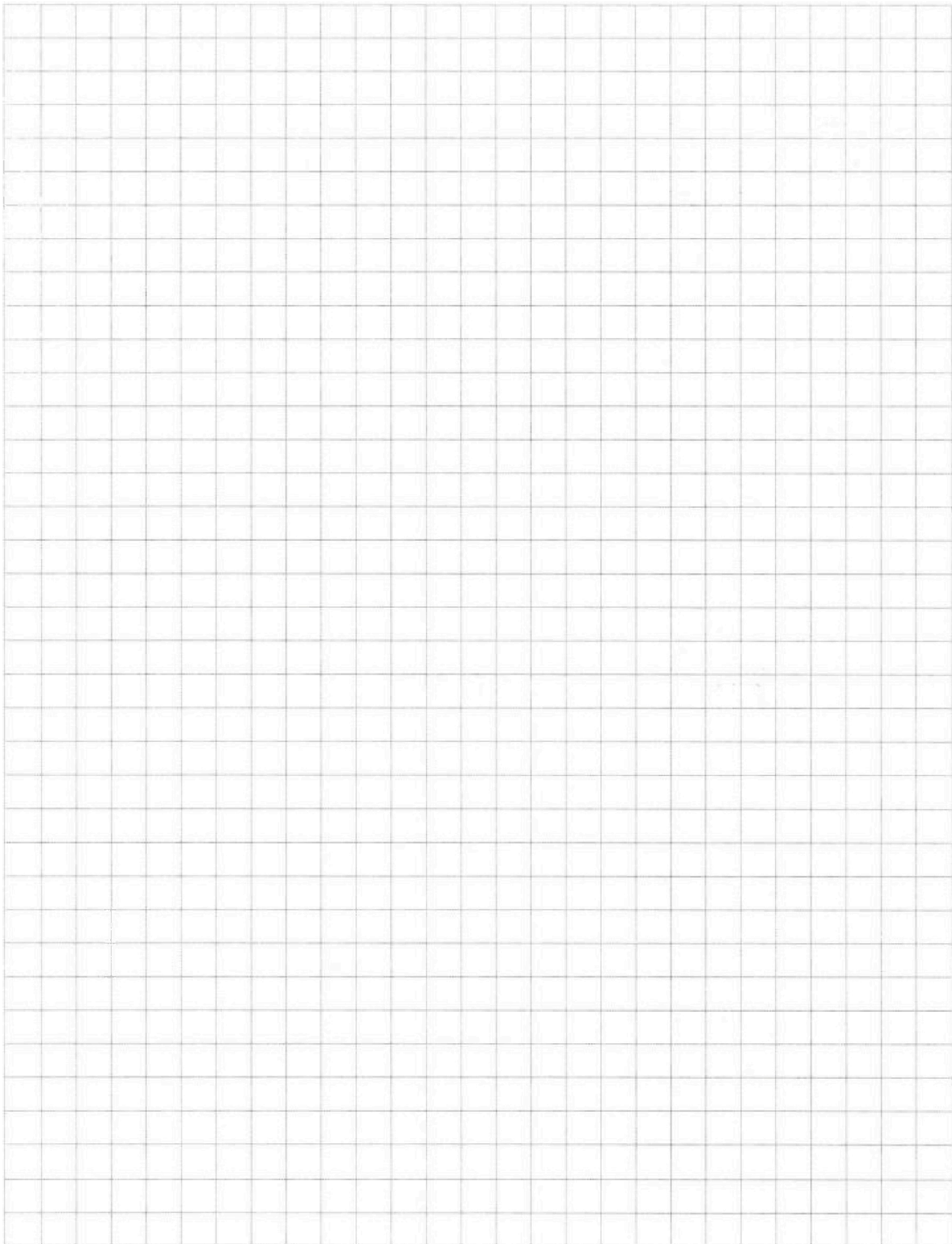
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$U_2 = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 - 2U_1 U_2 \cos \alpha}$$

$$U_2 = \sqrt{10^2 + 10^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \cos 90^\circ}$$

$$U_2 = \sqrt{100 + 100 - 0} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$$

$$\sin \beta = \frac{U_1 \sin \alpha}{U_2} = \frac{10 \cdot 1}{10\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \beta = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{U_1 \sin \alpha}{U_2} = \frac{10 \cdot 1}{10\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Detailed calculations for  $U_2$  using the cosine rule:
 
$$U_2^2 = 10^2 + 10^2 - 2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \cos 90^\circ$$

$$U_2^2 = 100 + 100 - 0 = 200$$

$$U_2 = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \approx 14.14$$

Direction calculation:
 
$$\sin \beta = \frac{U_1 \sin \alpha}{U_2} = \frac{10 \cdot 1}{14.14} \approx 0.707$$

$$\beta = 45^\circ$$

Final result:  $U_2 = 14.14$  at  $45^\circ$  to the horizontal.

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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a ball on a string.

**Initial Calculations:**

$$\frac{9600 \cdot 1000}{1600} = 6000$$

$$1 - 0.16 = 1200$$

$$24 \text{ m/c}$$

$$\sqrt{0.84}$$

$$\sqrt{0.84} \cdot 24$$

$$\frac{24}{5} \cdot \sqrt{21}$$

$$0.64 + 0.36 = 1.0$$

$$24 \cos \beta$$

$$U \cos \alpha - V \cos \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{V}{U} \sin \alpha$$

$$S \left( \frac{1}{24 \cos \beta} + \dots \right)$$

$$\frac{2 \cdot 2}{48 \cos \beta}$$

$$\frac{9600}{4} \cdot U \sqrt{1 - \frac{8}{9}}$$

$$\sin \beta = \frac{2}{3} \sin \alpha$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{2}{3}$$

$$1 - \cos^2 \beta = \frac{4}{9} - \frac{4}{9} \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \beta = \frac{13}{9} - \frac{4}{9}$$

**Diagram 1:** A vertical string of length 24 m is attached to point B. A ball is at point A. The string makes an angle with the vertical. The ball's velocity vector is shown.

**Diagram 2:** A right-angled triangle with hypotenuse 24 and one leg 4. The angle at the top is  $\beta$ .

**Diagram 3:** A circle of radius 4 is shown in a rectangular frame. The center of the circle is at the bottom-left corner. The top-right corner of the frame is at the top of the string.

**Diagram 4:** A circle of radius 4 is shown with a point on its circumference. A vector is drawn from the center to this point.

**Calculations:**

$$24 \cdot 0.4 = 9600$$

$$16 \cdot \frac{4}{5} = 12800$$

$$24 \cdot \frac{2}{5} = 9600$$

$$24 \cdot 0.4 = 9600$$

$$576 - \frac{2304}{25}$$

$$\frac{24 \cdot 521 - 64}{5}$$

$$\frac{1200}{5} = 240$$

$$\frac{19020}{2304}$$

$$\frac{16766}{50}$$



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!

Handwritten solution on grid paper:

**Top section:** A vector diagram shows velocity components  $u_x$  and  $v_y$  forming a right-angled triangle with hypotenuse  $u_{xy}$ . Below it are the equations:  $u_x = v_y$ ,  $u_y^2 = v_y^2$ , and  $u_y^2 - u_x^2 = v_y^2 - v_x^2$ .

**Middle section:** A diagram shows a horizontal line with a vertical double-headed arrow labeled  $u_x$ . To the right, a right-angled triangle has a vertical side of 30, a horizontal side of 48, and a hypotenuse of 60. The angle between the hypotenuse and the horizontal side is labeled  $\alpha$ . Below this are the equations:  $u_y = u_x^2$  and  $u_x^2 - u_x^2 = v_x^2 + v_y^2$ .

**Bottom section:** A diagram shows a horizontal line with a vertical arrow pointing up. To the right, a right-angled triangle has a vertical side of 400, a horizontal side of 96, and a hypotenuse of 4096. The angle between the hypotenuse and the horizontal side is labeled  $\alpha$ . Below this are the equations:  $u_y = u_x^2$  and  $u_x^2 - v_y^2$ .

**Left side:** A circled equation  $u = 0$ .

**Bottom right:** A calculation:  $c) \omega h \tau = \frac{h}{96} = \frac{400}{4096}$ .



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!

**5**

$R = \frac{U}{I}$

$100 = \frac{20}{I}$

$I = \frac{20}{100} = 0.2 \text{ A}$

$P = UI = 20 \cdot 0.2 = 4 \text{ W}$

**3**

$V = V_0 + kt$

$V = V_0$

$V = V_0 + kt$

$V = V_0 \cdot k + 100$

$V = 140$

$0.018 \cdot \frac{34}{1000} = \frac{18}{10000}$

$\frac{126}{10000} \cdot \frac{5}{34}$

$0.018 \cdot \frac{29}{1001}$

$0.00018 \cdot \frac{18}{126}$

$0.0012 \cdot 92100 \cdot 0$

**5**

$25 \times 225 = 5625$

$12 \frac{2 \cdot 10}{5} = 24$

$\frac{60000}{3521-8} = 17064$

$\frac{96000}{5-21-64} = 12000$

$V_0 + 100 \cdot k = 1.018 V_0$

$0.018 V_0 = 100 k$

$k = \frac{0.018 V_0}{100}$

$V_0 \cdot k = 100 \cdot \frac{0.018 V_0}{100} = 0.018 V_0$

$V_0 \cdot k = 140 - 100 = 40$

$V_0 \cdot \frac{0.018 V_0}{100} = 40$

$0.018 V_0^2 = 40000$

$V_0^2 = \frac{40000}{0.018} = 2222222.22$

$V_0 = 1490$

$V = 140$

$20^2 - 10^2 = 300$

$\frac{225}{20} = 11.25$

$15 \cdot 215 = 3225$