



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

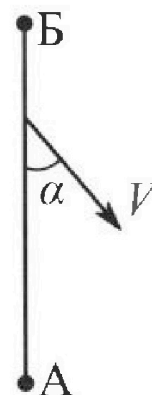


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=9,6$  км.

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.



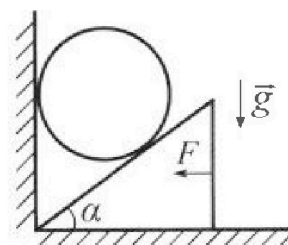
2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 1$  с и  $t_2 = 2$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол  $2\beta = 60^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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

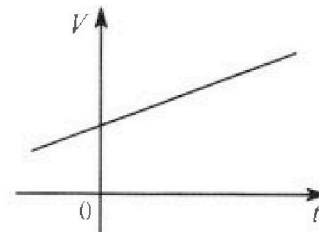
## Вариант 09-01



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.

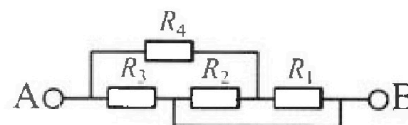


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  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  $P_{\text{MIN}}$ .



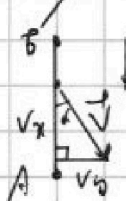
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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.  $S = 9,6 \text{ км}$  по  
удлинен за  $T_0 = 4 \text{ с}$ , тогда его скорость  $V = \frac{S}{T_0}$ ;  $V = \frac{9600 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. Каковы компоненты  $V_x$  и  $V_y$  скорости  $V$  на участке  $AB$ , и на  
пути  $BC$  и  $CA$ , если  $\sin d = 0,6$ , не не одобряю решение задачи



монотонно  $\cos d = \sqrt{1 - \sin^2 d}$ ;  $\cos d = 0,8$

$$V_x = V \cdot \cos d; V_x = 9,6 \cdot 16 = 12,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_y = V \cdot \sin d; V_y = 9,6 \cdot 16 = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Аналогично всем участкам  $AB$ , тогда его скорость в каждом  
на  $A \rightarrow B$  равна  $-V_y$  и на  $B \rightarrow C$  равна  $-V_x$

то скорость на участке  $BC$ :  $V_{BC} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ ;  $V_{BC} = \sqrt{(12,8)^2 + (9,6)^2} = 16 \sqrt{1,5^2 + 1,2^2} =$   
 $= 16 \sqrt{2,25 + 1,44} = 16 \sqrt{3,69} = 16 \cdot 1,92 = 30,72 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 время  $T_1 = \frac{S}{V_{BC}}$ ;  $T_1 = \frac{9600 \text{ м}}{30,72 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 312,5 \text{ с}$

3. Разберемся с углом  $d$  для угла  $d$ :  $V_x = V \cos d$ ;  $V_y = V \sqrt{1 - \cos^2 d}$

$$V_x = \sqrt{V^2 - V_y^2} = \sqrt{V^2 - V^2(1 - \cos^2 d)} = V \cos d$$

составим в одну и в другую сторону  $-V_x \rightarrow V_x$  и  $V_x \rightarrow V_x$ , время

$$T = \frac{S}{V_x + V_x} + \frac{S}{V_x - V_x} = \frac{2S}{V_x + V_x} + \frac{2S}{V_x - V_x} = \frac{2S}{V \cos d} + \frac{2S}{V \sqrt{1 - \cos^2 d}}$$

$$= \frac{2S \sqrt{1 - \cos^2 d} + 2S \cos d}{V \cos d \sqrt{1 - \cos^2 d}}$$

составим в одну и в другую сторону  $-V_x \rightarrow V_x$  и  $V_x \rightarrow V_x$ , время  
 в одну и в другую сторону  $-V_x \rightarrow V_x$  и  $V_x \rightarrow V_x$ , время  
 $1 - \cos^2 d = 0$ , не может  $\sin^2 d = 0$ , тогда  $d = 0^\circ$ , а время

$$T_{\text{min}} = \frac{2S \sqrt{1 - \cos^2 d}}{V \cos d \sqrt{1 - \cos^2 d}} = \frac{2S}{V \cos d}$$

$$= \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{8 \sqrt{3^2 - 2^2}} \text{ с} = \frac{7200}{5} \text{ с} = 1440 \text{ с}$$

Ответ: 1)  $V = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $T_1 = \frac{6000}{30,72} \text{ с}$ ; 3)  $d = 0^\circ$ ; 4)  $T_{\text{min}} = 1440 \text{ с}$



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!

№2

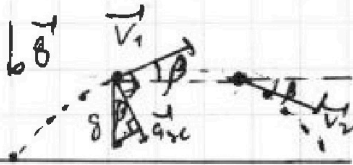
Прямая горизонтальная составляющая скорости мяча  $V_x$ , вертикальная —  $V_y$ . Горизонтальная составляющая  $g$  направлена вертикально вниз, она как компенсируется воздушной силой, так и уменьшается. Горизонтальная составляющая меняется через время  $t_1$ :  $V_{y1} = V_y - g t_1$ ; через время  $t_2$ :  $V_{y2} = V_y - g t_2$ .

$V_1$  и  $V_2$  направлены вверх, поэтому в моменты  $t_1$  и  $t_2$  скорости мяча равны  $V_1 = \sqrt{V_x^2 + (V_y - g t_1)^2}$  и  $V_2 = \sqrt{V_x^2 + (V_y - g t_2)^2}$ .

Так как  $V_1 = V_2$  получено, то  $|V_y - g t_1| = |V_y - g t_2|$ ,  $t_1 \neq t_2$ :  $V_y - g t_1 = g t_2 - V_y$ ;  $V_y = \frac{g t_1 + g t_2}{2}$ ;  $V_y = \frac{20 \frac{m}{c} (1c + 2c)}{2} = 15 \frac{m}{c}$   
 Горизонтальная составляющая скорости мяча  $V_x$  постоянна, поэтому время  $T = \frac{2V_y}{g}$ ;  $T = \frac{2 \cdot 15 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2}} = 3c$

Максимальная высота мяча  $H$  достигается в середине пути, то есть через время  $t = \frac{T}{2}$

$$H = V_y t - \frac{g t^2}{2} = \frac{T}{2} (V_y - \frac{g T}{4}); H = \frac{3c}{2} \cdot (15 \frac{m}{c} - \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 3c}{4}) = 11,25m$$



На рисунке — четырехугольник, составленный из векторов  $t_1$  и  $t_2$  и их проекций на ось  $x$  и  $y$  и не является, так как  $t_1 \neq t_2$

Среднеарифметическое время  $t$  равно  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ , поэтому  $V_1 = V_2$  означает, что  $V_y - g t_1 = g t_2 - V_y$ , то есть  $V_y = \frac{g t_1 + g t_2}{2}$ .  
 Векторы  $V_1$  и  $V_2$  имеют одинаковую величину, но разные направления. Если  $2\beta = 60^\circ$ , то  $\beta = 30^\circ$ . Тогда скорость  $V_1 = V_2 = \frac{V_y - g t_1}{\sin \beta} = \frac{15 \frac{m}{c} - 10 \frac{m}{c^2} \cdot 1c}{\sin 30^\circ} = \frac{5 \frac{m}{c}}{0,5} = 10 \frac{m}{c}$

Итак:  $V_1 = 10 \frac{m}{c}$ . Определим радиус  $R$  окружности, описанной вокруг треугольника  $abc$ , где  $a, b, c$  — стороны.  $R = \frac{a b c}{4 S_{abc}}$ .  $a, b, c \perp V_1$ :  $a b c = g \cdot \cos \beta$

$$R = \frac{V_1^2}{g \cos \beta}; R = \frac{(10 \frac{m}{c})^2}{10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} m$$

Ответ:  $T = 3c$ ;  $H = 11,25m$ ;  $R = \frac{20\sqrt{3}}{3} m$

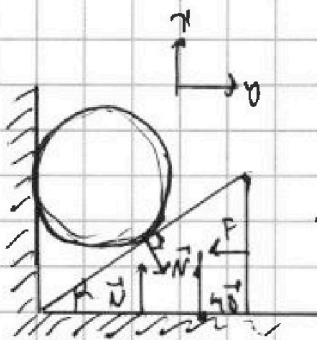
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



13  
 На шар действует <sup>четыре</sup> силы: сила реакции со стороны земли  $N$ , направленная вертикально вверх. Сила  $F$ , направленная вверх, сила реакции со стороны шара  $N_1$ , направленная горизонтально вправо, сила тяжести  $mg$ , направленная вниз

Решим уравнения равновесия в проекциях на оси  $Ox, Oy$  для шара:

$$Ox: N - mg - N_1 \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N_1 = \frac{N - mg}{\cos \alpha}$$

$$Oy: F + N_1 \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow F = N_1 \cdot \sin \alpha = (N - mg) \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Если радиус шара  $h$  равен  $2R$  в проекции на ось  $Ox$ , то в проекции равен нулю  $N - mg - mg = 0$  ( $F$ )  
 $\Rightarrow N = 2mg$ , тогда  $F = (N - mg) \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ ;  $F = 1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$

Условие для  $F$  неясно. Если предположить, что  $F$  неясно, то можно предположить, что  $F$  неясно, и тогда  $N - mg - mg = 0$ ,  $N = 2mg$ , тогда  $F = (N - mg) \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ . Условие равновесия в проекции на ось  $Ox$  и  $Oy$  дает  $N - mg - N_1 \cos \alpha = 0$  и  $F + N_1 \sin \alpha = 0$ . Из этих уравнений можно найти  $N_1$  и  $F$ . Условие равновесия в проекции на ось  $Ox$  и  $Oy$  дает  $N - mg - N_1 \cos \alpha = 0$  и  $F + N_1 \sin \alpha = 0$ . Из этих уравнений можно найти  $N_1$  и  $F$ .

~~$Ox: N - N_1 \cos \alpha - mg = 0$ , значит  $N_1 = N_1 = \frac{N - mg}{\cos \alpha}$~~   
 ~~$Oy: N_1 \sin \alpha = 0$   $\Rightarrow 0 = \frac{N_1 \sin \alpha}{m} = \frac{N - mg}{m} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = g \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$~~

~~$0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10\sqrt{3}}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ , значит  $g$  неясно,  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~

~~$v = g \cdot t \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 1 \text{ с}$ ,  $h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1^2 = 5 \text{ м}$ ,  $h = 5 \text{ м}$ ,  $h = 2R$ ,  $R = 2.5 \text{ м}$~~

~~$v^2 = 2gh$ ,  $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ м}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~

~~$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5 \text{ м}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~



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.

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. Парча QR-кода недопустима!

~~С мая не успеваете  $V = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ , не успеваеме а не успеваеме  $\delta$ .  
~~мы б быстрее и меньше он самовывод, мерзко, и в V наизусть  
 берем и так же как в формуле  $\frac{V}{\delta} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{1}{\delta}$ , а~~~~

~~$$h = \frac{V^2}{2g}; h = \frac{16 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = \frac{16}{20} m$$~~

~~мы не знаем, почему, мерзко  $\delta$  не успеваеме:  
 мы не знаем, почему, мерзко  $\delta$  не успеваеме:~~

~~$$O.X: N - mg - N_1 \cos \delta = 0 \Rightarrow N_1 = \frac{N - mg}{\cos \delta} = \frac{mg}{\cos \delta}$$~~

~~$$O.Y: N_1 \sin \delta = g \cdot m; g = \frac{N_1 \sin \delta}{m} = g \cdot \frac{\sin \delta}{\cos \delta} \Rightarrow g \cdot \delta$$~~

~~$$\begin{aligned} \text{мы не знаем, почему, мерзко } O.Y: N_1 \cdot \sin \delta = g \cdot m \\ \text{мы не знаем, почему, мерзко } O.Y: -mg + \cos \delta N_1 = -g \cdot \delta \cdot m \end{aligned} \quad | \Rightarrow$$~~

~~$$N_1 \cdot \sin \delta \cdot \frac{\sin \delta}{\cos \delta} = g \cdot m - \cos \delta N_1$$~~

~~$$N_1 \cdot \frac{\sin^2 \delta + \cos^2 \delta}{\cos \delta} = g \cdot m \Rightarrow N_1 = g \cdot m \cdot \cos \delta$$~~

~~$$\text{мы не знаем, почему, мерзко } a_m = \frac{N_1 \sin \delta}{m} = g \sin \delta \cdot \cos \delta; a_m = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{m}{s^2}$$~~

~~$$\text{мы не знаем, почему, мерзко } a_m = g \cdot \delta = g \sin^2 \delta; a_m = 2,5 \frac{m}{s^2}$$~~

~~мы не знаем, почему, мерзко  $a_m = 2,5 \frac{m}{s^2}$ , мерзко  $H = \cos \delta$ , мерзко, мерзко,  
 с мая не успеваеме V, мерзко, мерзко, мерзко, мерзко,  
 мерзко, мерзко, мерзко, мерзко~~

~~$$H = \frac{V^2}{2a_m}; V = \sqrt{2H a_m}; V = \sqrt{2 \cdot 0,84 \cdot 2,5 \frac{m}{s^2}} = 2 \frac{m}{s}$$~~

~~$$\text{мы не знаем, почему, мерзко } h = \frac{V^2}{2g}; h = \frac{2^2}{2 \cdot 10} = 0,2 m$$~~

~~мы не знаем, почему, мерзко  $a_m = 2,5 \frac{m}{s^2}$ , мерзко, мерзко,  
 $a_m = g \sin \delta \cdot \cos \delta$ , мерзко, мерзко, мерзко, мерзко, мерзко,  
 $a_m = 10 \frac{m}{s^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 5 \frac{m}{s^2}$~~

~~$$\text{Ответ: 1) } F = \frac{mg}{3} \quad 2) h = 0,2 m \quad 3) a = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{m}{s^2} \quad 4) \delta = 45^\circ; 5) a_{max} = 5 \frac{m}{s^2}$$~~

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  
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!

Угол  $\alpha$  увеличивается, ~~но~~ не longer, значит  $\cos \alpha$  уменьшается, значит,  $\sin \alpha$  увеличивается  
 $q = g \sin \alpha \cdot \cos \alpha$

Найдем максимум ~~функции~~. Пусть  $\sin \alpha = x$

$$\sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = x \sqrt{1 - x^2}, \text{ на одне } x \in [0, 1]$$

$$x \sqrt{1 - x^2} - x^2 = 0$$

$$x \sqrt{1 - x^2} - x^2 + x^2 = 0. \text{ Да}$$

$$\text{Пусть } x \sqrt{1 - x^2} = k$$

$$k^2 - x^2 + x^2 = 0$$

$D = 1 - 4x^2$ , для  $x \in [0, 1]$  максимум  $x \sqrt{1 - x^2}$  достигается при  $x = \frac{1}{2}$  (симметричная функция),  
 значит  $\sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2}$ , значит  $\alpha = 45^\circ$  или  $135^\circ$ , ~~но~~

$$b = 1 - 2x^2 = 0; \quad x = \frac{1}{2} \Rightarrow \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow a_{\max} = \frac{g}{2}$$

$$a_{\max} = 5 \frac{m}{s^2}$$

Ответ: 1)  $F = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ Н}$ ; 2)  $h = 92 \text{ м}$ ; 3)  $g = \frac{5\sqrt{3}}{2} \frac{m}{s^2}$  при  $\alpha = 45^\circ$ , ~~или  $135^\circ$~~   
 $g_{\max} = 5 \frac{m}{s^2}$



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!

№4

Зависимость объема от температуры  $V(t) = V_0(1 + \alpha \cdot \Delta t)$ ,  
 $V_0 = \frac{m}{\rho}$ ; диаметр  $d = 22 \text{ мм}$ ;  $t_{\text{ис}} = 20^\circ\text{C}$ ;  $t_{\text{ис}} = 20^\circ\text{C}$

$$V(t) = V_0 \cdot \beta = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (t_{\text{ис}} - t_0)), \text{ откуда } \alpha = \frac{\beta - 1}{t_{\text{ис}} - t_0}, \text{ тогда}$$

$$V(t) = V_0(1 + \alpha \Delta t) = \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{\text{ис}} - t_0} (t - t_0) \right)$$

$$\text{Изменение объема } \Delta V = V\left(\frac{t_2}{\text{ис}}\right) - V\left(\frac{t_1}{\text{ис}}\right) =$$

$$= \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{\text{ис}} - t_0} (t_2 - t_0) \right) - \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{\text{ис}} - t_0} (t_1 - t_0) \right) = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)} (t_2 - t_1)$$

$$\Delta V = \frac{22 \cdot 9 \cdot 10^{-8}}{2000 \cdot 17,5 \cdot 10^{-3}} \cdot 7^\circ\text{C} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Если мануальный насос не  $S$  см, тогда  $S \cdot L = \Delta V \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} =$

$$S = \frac{63 \text{ см}^3}{5 \text{ см}} = \frac{63}{17,5 \cdot 10^{-3}} \text{ см}^2 = \frac{63}{17,5 \cdot 10^{-3}} \text{ мм}^2 = \frac{m(\beta - 1)(t_2 - t_1)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)L}$$

$$\text{Ответ: } 1) V(t) = \frac{m}{\rho} \left( 1 + \frac{\beta - 1}{t_{\text{ис}} - t_0} (t - t_0) \right); 2) \Delta V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)} (t_2 - t_1) = \frac{63}{17,5} \text{ мм}^3$$

$$S = \frac{m(\beta - 1)(t_2 - t_1)}{\rho(t_{\text{ис}} - t_0)L} = \frac{63}{17,5 \cdot 10^{-3}} \text{ мм}^2$$



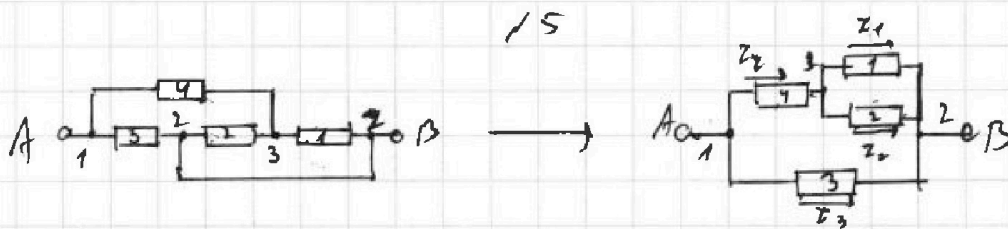


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Перепишем схему (лучше справа). Пронумеруем ветви (1, 2, 3) и резисторы (резисторы [1] -  $R_1$ ; резистор [2] -  $R_2$  и т.д.).

Из переписанной схемы легко увидеть  $R_2$ :

Замыкаем ветви [1] и [2]:  $R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ;  $R_{12} = \frac{5 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{5 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 3,33 \text{ Ом}$

Замыкаем ветви [1, 2] и [4]:  $R_{124} = R_4 + R_{12} = R_4 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$   
 $R_{124} = 6 \text{ Ом} + 3,33 \text{ Ом} = 9,33 \text{ Ом}$

$R_3 = \frac{R_{124} \cdot R_3}{R_{124} + R_3}$ ;  $R_3 = \frac{9,33 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{9,33 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 5 \text{ Ом}$

Если  $R_3 = 5 \text{ Ом}$ , а  $U = 20 \text{ В}$ , то мощность  $P = \frac{U^2}{R}$ ;

$P = \frac{20^2}{5} = 80 \text{ Вт}$

Максимальная мощность: через [3] максимальная  $I_3 = \frac{U}{R_3}$ ;  $I_3 = 4 \text{ А}$

через [4] ток  $I_4$ ; через [1] ток  $I_1$ ; через [2] ток  $I_2$

~~$I_1 = I_2 = I_3$ ;  $I_1 R_1 = I_2 R_2$ ;  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ ;  $I_1 = 5 I_2$ ;~~

~~$5 I_2 R_4 + I_2 R_3 = U$ ;  $I_2 = \frac{U}{R_4 + 5 R_3}$~~

$I_4 = \frac{U}{R_{124}}$ ;  $I_4 = \frac{20 \text{ В}}{20 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}$ ;  $I_1 R_1 = I_2 R_2$ ;  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ ;

$I_4 = I_1 + I_2 = 5 I_2 \Rightarrow I_2 = 0,2 \text{ А}$ ;  $I_1 = 1 \text{ А}$

$P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4$ ;  $P = 1^2 \cdot 5 + 0,2^2 \cdot 10 + 4^2 \cdot 5 + 1^2 \cdot 6 = 9,2 \text{ Вт}$   
 ~~$9,2 \text{ Вт} + 10 \text{ Вт} + 6 \text{ Вт} = 25,2 \text{ Вт}$~~   
 Максимальная мощность  $P = 9,2 \text{ Вт}$

ответ: 1)  $R_{\text{общ}} = 5 \text{ Ом}$ ; 2)  $P = 80 \text{ Вт}$ ; 3)  $P_{\text{max}} = 9,2 \text{ Вт}$ , резистор  $R_2$

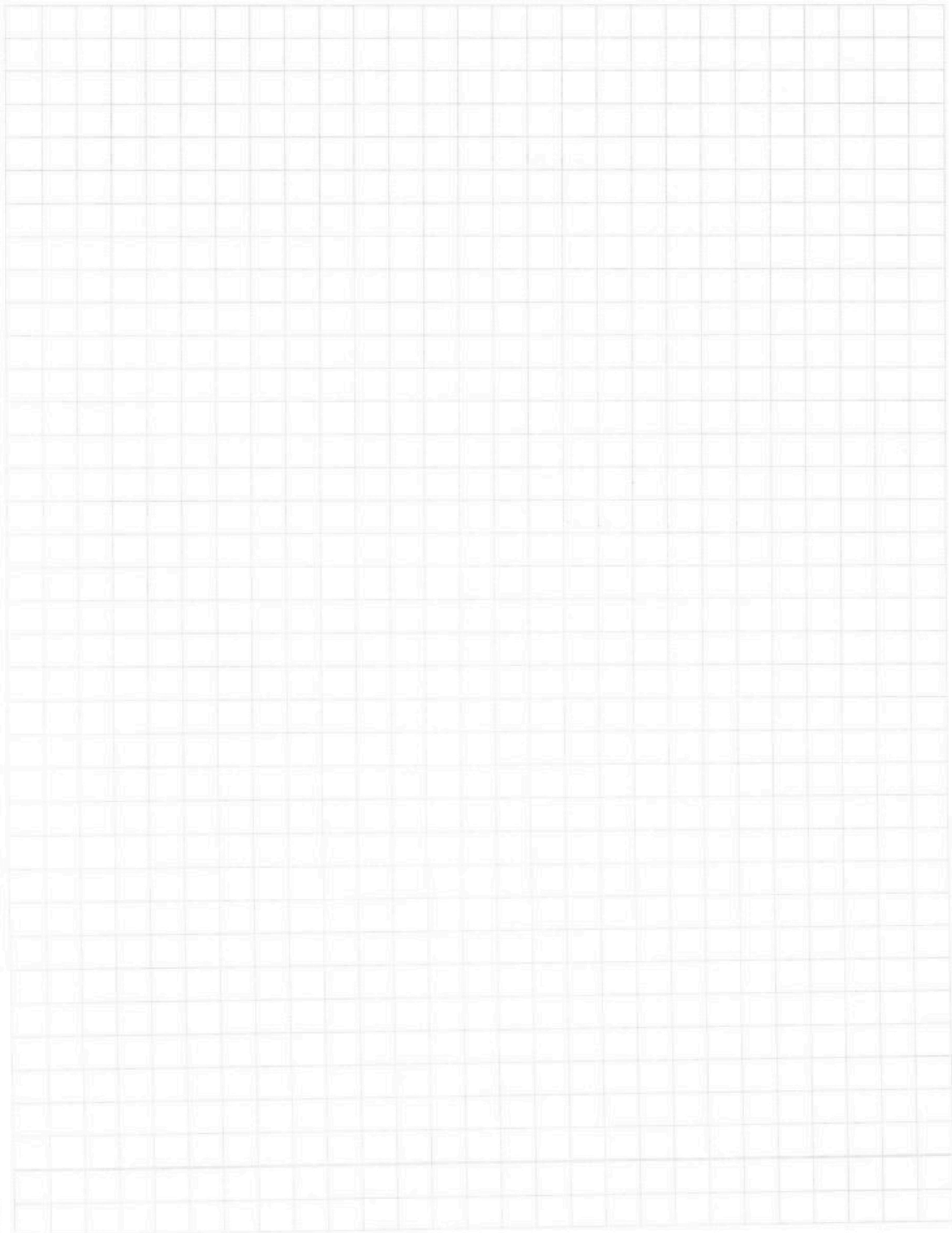


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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





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

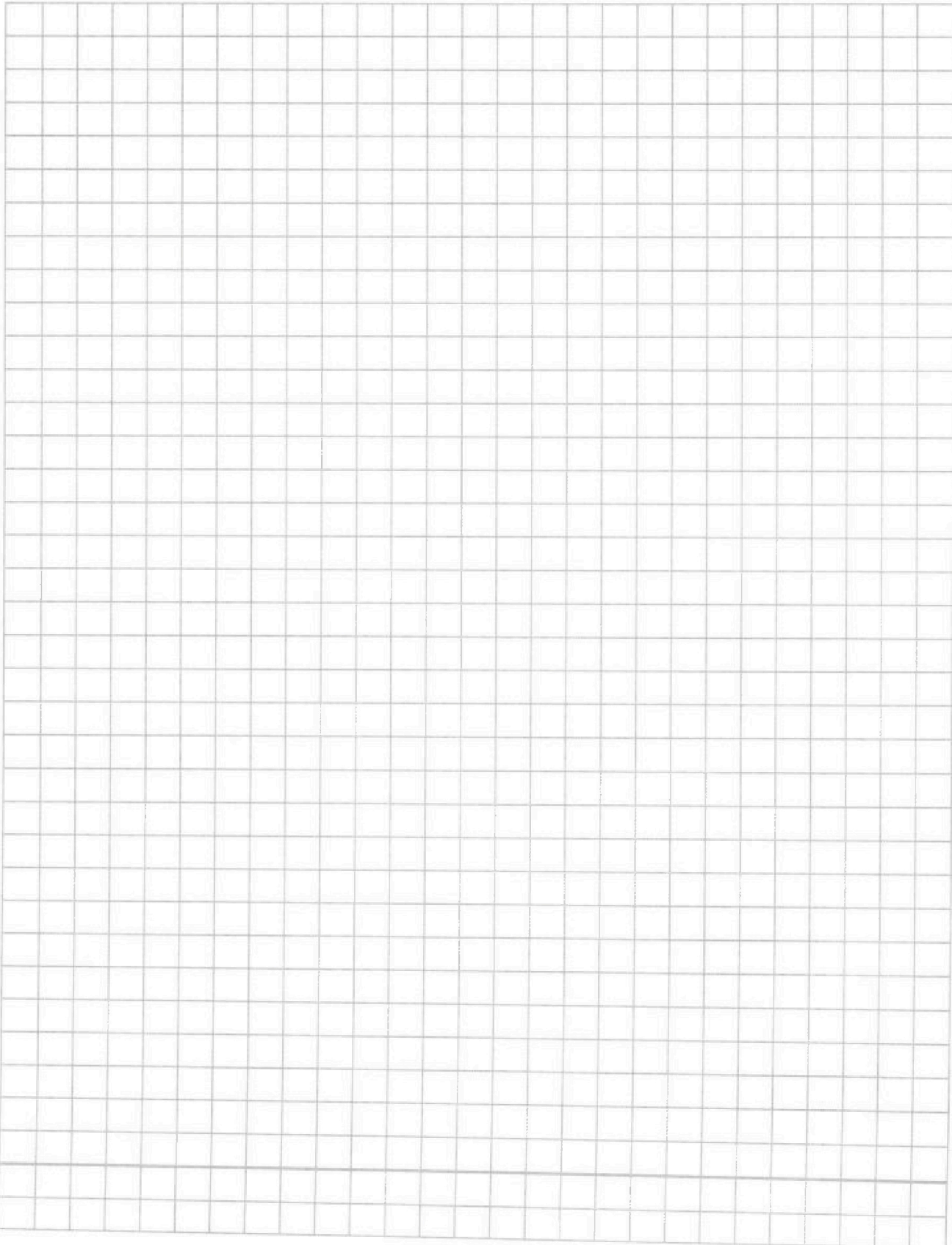
5

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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

