



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

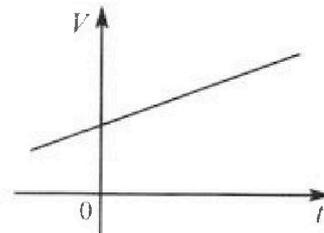
## Вариант 09-01



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 опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .

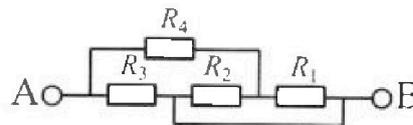
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.

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  $R_{ЭКВ}$  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  $P_{MIN}$ .

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.

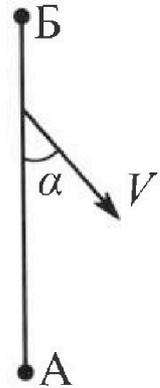
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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.

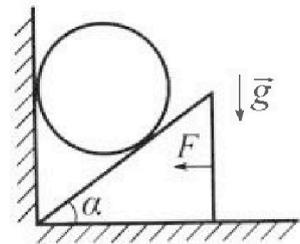
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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.





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!



В безветренной погоде:

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

$$S = 9.6 \text{ км}$$

$$T_0 = 400 \text{ с}$$

$$V = 16 \text{ м/с}$$

$\rho$ -угол между AB и  $\vec{U}$

$V_{\text{век}}$  - скорость ветра относительно земли

Если ветер север, то

$$\vec{V} + \vec{U} = \vec{V}_{\text{век}}$$



$$\sin \beta k = \sin \alpha V$$

$$\sin \alpha = \frac{\sin \alpha V}{k}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha V^2}{k^2}}$$

$$V_{\text{век}} = \cos \beta k - \cos \alpha V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha V^2}{k^2}} k - \cos \alpha V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{k^2 - \sin^2 \alpha V^2} - \cos \alpha V$$

$$V_{\text{век}} = \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2} - \cos \alpha V \Rightarrow$$

$$T_1 = \frac{S}{V_{\text{век}}} = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2} - \cos \alpha V}$$

$$\sqrt{473.34} \approx 22$$

$$\frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2} - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} V} = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{473.34} - 12.8} = \frac{9600 \text{ с}}{22 - 12.8} \approx 1013 \frac{1}{3} \text{ с}$$

Если ветер север, то  $\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} V$  преобразуется

$$T = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2} - \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} V} + \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2} + \sqrt{1 + \sin^2 \alpha} V}$$



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!

$$t = S \left( \frac{2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha} V_0}{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2 - V_0^2 \sin^2 \alpha} \right) - \left( \frac{2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha} V^2}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} \right) S$$

б) найти перемены значения макс  $\sin \alpha \Rightarrow$

$$\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha V^2$$

макс  $\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ$

мин  $\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ$

$$T_{\max} = \frac{2 \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2}} S}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 \frac{S}{T_0} S}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 S^2}{\frac{S^2 - V^2 T_0^2}{T_0}} = \frac{2}{\frac{1}{T_0} - \frac{V^2 T_0}{S^2}} = 2400 \text{ C}$$

$$T_{\min} = \frac{2 S \sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2}}{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2} = \frac{2 S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - V^2}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{V^2}{S^2}}}$$

$$\frac{2400}{\sqrt{5}} \text{ C}$$

Ответ:  $V = \frac{S}{T_0} = 24 \text{ км/ч}$

$$T_1 = \frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \alpha} V} = 1043 \frac{11}{25} \text{ C}$$

$\alpha = 90^\circ$   $T_{\max} = \frac{2}{\frac{1}{T_0} - \frac{V^2 T_0}{S^2}} = 2400 \text{ C}$

$$T_{\min} = \frac{2}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{V^2}{S^2}}} = \frac{2400}{\sqrt{5}} \text{ C}$$



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  
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!

$$\text{Ответ: } T = t_1 + t_2 = 3\text{с}$$

$$R = \left( \sin^2 \alpha \cdot \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \alpha)} + g^2 t_1^2 + 2 \cos \alpha g t_1 \cdot \frac{g(t_2 - t_1)}{2(1 - \cos \alpha)} \right)^{1/2} g =$$

$$5 \left( \frac{5}{4} = \sqrt{3} \right) \text{ м}$$

$$R = \frac{g(t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \alpha)} \cos \alpha = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$



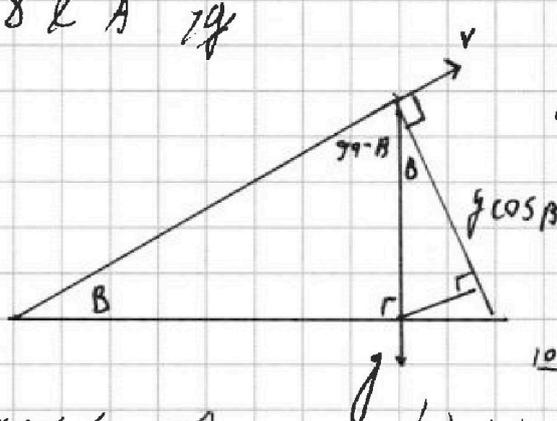
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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

По схеме угадываем мы считаем, что угол между  $V$  и гориз. плоскостью -  $\beta \Rightarrow$  в вершине этой точки у него скорость  $V \cos \beta$

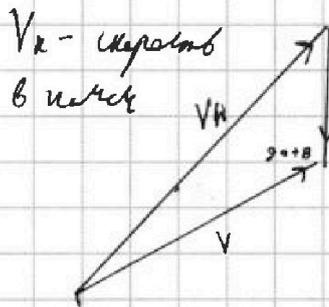


$$g \cos \beta = \frac{v^2}{R_k}$$

$$R = \frac{v^2}{g \cos \beta} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta) g \cos \beta}$$

$$\frac{g (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos 2\beta) \cos \beta}$$

$$\frac{10 \cdot 16 (20 - 10)^2}{2(1 - \frac{1}{2}) \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$



$V_k$  - скорость в точке

$$V_k^2 = V^2 + g^2 t_1^2 - 2 \cos(90 + \beta) V g t_1$$

$$V_k^2 = V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1$$

3 кт же же

$$\frac{V_k^2}{2} = \frac{V^2 \cos^2 \beta}{2} + g H$$

$$V_k^2 = V^2 \cos^2 \beta + 2 g H$$

$$V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1 = V^2 \cos^2 \beta + 2 g H$$

$$\sin^2 \beta V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1 = 2 g H$$

$$k = \frac{\sin^2 \beta V^2 + g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta V g t_1}{2 g} = \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta)} \cdot \frac{g^2 t_1^2 + 2 \cos \beta g t_1}{2 g}$$

$$k = \frac{g (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos \beta)} : 2 g = 5 \left( \frac{5}{4} + \sqrt{3} \right) \text{ м}$$



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 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!

$$a_{\text{ш}} m = mg - \frac{a_{\text{к}} m}{\text{tg} \alpha}$$

$$a_{\text{ш}} = g - \frac{a_{\text{к}}}{\text{tg} \alpha}$$

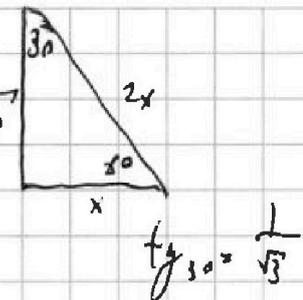
$$\text{tg} \alpha a_{\text{к}} = g - a_{\text{к}}$$

$$a_{\text{к}} (\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha}) = g$$

$$a_{\text{к}} \left( \frac{\text{tg} \alpha^2 + 1}{\text{tg} \alpha} \right) = g$$

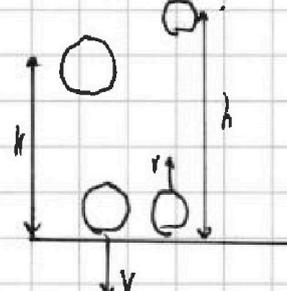
$$a_{\text{к}} = \frac{g \text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha^2 + 1}$$

$$a_{\text{ш}} = \frac{g \text{tg} \alpha^2}{\text{tg} \alpha^2 + 1}$$



Шаг против  $\kappa \Rightarrow u$   $V_{\text{к}} = 0 \Rightarrow$

$$\frac{a_{\text{ш}} t^2}{2} = h \quad t = \sqrt{\frac{2h}{a_{\text{ш}}}} \Rightarrow V_{\text{к}} = a_{\text{ш}} t = \sqrt{2h a_{\text{ш}}}$$



после упругого удара  $V$  направлена  $\Rightarrow$

$$y(t) = vt - \frac{g t^2}{2}$$

$$t_0 = \frac{v}{g}$$

$$b = \frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} = \frac{2h a_{\text{ш}}}{2g} = \frac{h a_{\text{ш}}}{g}$$

$$\frac{\kappa \cdot g \text{tg} \alpha^2}{g (\text{tg} \alpha^2 + 1)} = \frac{\kappa \text{tg} \alpha^2}{\text{tg} \alpha^2 + 1} = \frac{\kappa}{1 + \frac{1}{\text{tg} \alpha^2}} = \frac{\kappa}{1 + 3} = \frac{0.8\kappa}{0.2\kappa} = 4$$

$$a_{\text{к}} = \frac{g}{\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha}} = \frac{g}{\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} g}{3 + 1} = \frac{\sqrt{3}}{4} g = \frac{\sqrt{3} \cdot 5}{2} \text{ м/с}^2$$

$\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha} \geq 2 \sqrt{\text{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\text{tg} \alpha}} = 2$   $\Rightarrow$  знак равенства, когда  $\text{tg} \alpha = \frac{1}{\text{tg} \alpha} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

$\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha}$  достигается, когда  $\text{tg} \alpha$  и  $\frac{1}{\text{tg} \alpha}$  численно равны  $\Rightarrow$  когда  $\text{tg} \alpha = \frac{1}{\text{tg} \alpha} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$

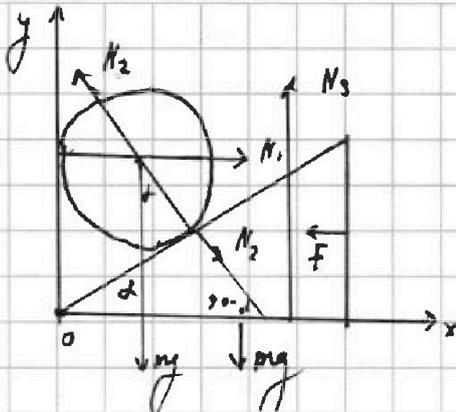


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



2 3к для шаря

$$0 = mg + N_1 + N_2$$

на ось y

$$0 = mg - \cos \alpha N_2$$

$$N_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

на ось x k = 0.7 N

$$0 = N_1 - \sin \alpha N_2$$

$$N_1 = \sin \alpha N_2$$

к

2 3к для клин

$$0 = \bar{N}_2 + \bar{N}_3 + \bar{mg} + \bar{F}$$

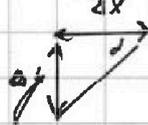
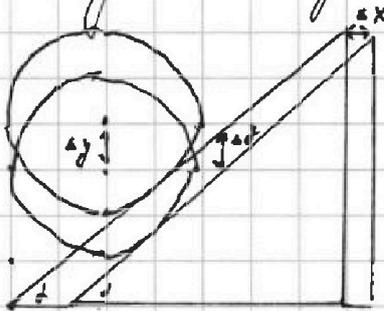
на ось x

$$0 = F - \cos(90 - \alpha) N_2$$

$$F = \sin \alpha N_2$$

$$F = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} mg = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

Нормы кол. перемещений



$$\Delta x = \frac{a_k t^2}{2}$$

$$\Delta y = \frac{a_m t^2}{2}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{a_m}{a_k} = \tan \alpha$$

$$a_m = \tan \alpha a_k$$

2 3к для шаря

$$\bar{a}_m m = \bar{N}_2 + \bar{N}_1 + \bar{mg}$$

на ось y

$$a_{km} = mg - \cos \alpha N_2$$

2 3к для клин

$$\bar{a}_{km} = \bar{N}_2 + \bar{N}_3 + \bar{mg}$$

$$a_{km} = \sin \alpha N_2$$

$$N_2 = \frac{a_{km}}{\sin \alpha}$$



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!

$$a_{\max} = \frac{g \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \alpha^2 + 1} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$\frac{g \cdot 1}{1 + 1} = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$

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

$$h = \frac{k}{1 + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha^2}} = 0.2 \text{ м}$$

$$a_{\max} = \frac{g}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$a_{\max} = \frac{g}{2} = 5 \text{ м/с}^2$$

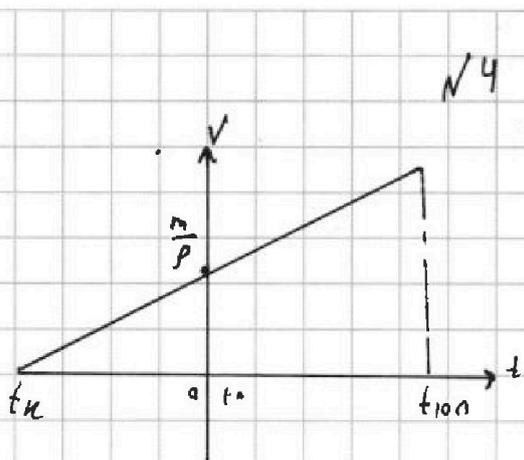


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!



№4  
 $t_k$ , где прямая  
 непрерывна с осью  $t$   
 $t_{100} = 100^\circ\text{C}$   
 $\beta = 1.018$   
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$   
 $\rho = 13.62/\text{cm}^3$

из задачи:

$$\beta = \frac{t_k + t_{100}}{t_k} \Rightarrow \beta t_k = t_k + t_{100} \Rightarrow t_k(\beta - 1) = t_{100} \Rightarrow t_k = \frac{t_{100}}{\beta - 1}$$

$$\beta = \frac{t_{100} - t_k}{t_0 - t_k} \Rightarrow \beta(t_0 - t_k) = t_{100} - t_k \Rightarrow \beta t_0 - \beta t_k = t_{100} - t_k \Rightarrow t_k(\beta - 1) = t_{100} - \beta t_0 \Rightarrow t_k = \frac{t_{100} - \beta t_0}{\beta - 1}$$

$V_{\text{ны}} t_0 = \frac{m}{\rho}$   
 $\Rightarrow k = \frac{m}{\rho t_k} = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$

$$V(t) = \frac{(t - t_k)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} = \left(t + \frac{t_{100} - t_0}{\beta - 1}\right) \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

$$\frac{t m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$$

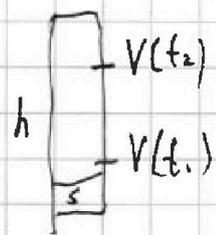
$V_{\text{ны}} t_1 = \frac{t_1 m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$

$$V(t_2) - V(t_1) = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}$$

$V_{\text{ны}} t_2 = \frac{t_2 m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$

$$\frac{7^\circ \cdot 22 \cdot (1.018 - 1)}{13.62/\text{cm}^3 (100^\circ - 0^\circ \cdot 1.18)} =$$

$$\frac{7 \cdot 1 \cdot 0.018}{13.6 \cdot 100} \text{ cm}^3 = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$$



$S h = V(t_2) - V(t_1)$

$$S = \frac{V(t_2) - V(t_1)}{h} = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)h} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$$

$\frac{63}{34} = 10^{-5} \text{ cm}^2$

Ответ:  $V(t) = \frac{t m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$   
 $\Delta V = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$

$$S = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)h} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$$



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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 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!

$$S = \frac{(t_2 - t_1) \cdot n \cdot (P - 1)}{P(t_{100} - t_0 \cdot P)} = \frac{63}{17} \cdot 10^{-5} \text{ с}$$



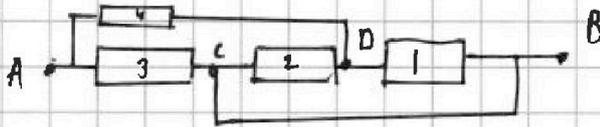
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

$U_D = U_C$ , без BC-перемычки



- $R_1 = 50 \Omega$
- $R_2 = 20 \Omega$
- $R_3 = 10 \Omega$
- $R_4 = 50 \Omega$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$BC \quad R_{124} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4$$

$$R_{1234} = R_3 \left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 \right) = 50 \Omega$$

$R_1$  и  $R_2$  параллельно  $\rightarrow$

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4$$

напряжения на них равны  $\rightarrow$  ток через  $R_1$  равен  $I_1$

но через  $R_2$  -  $\frac{I_1 R_1}{R_2} \rightarrow$  через  $R_4$   $I_1 + \frac{I_1 R_1}{R_2} = \frac{I_1 (R_1 + R_2)}{R_2}$

$R_3$  соединен параллельно с цепью  $R_1, R_2, R_4 \rightarrow$

ток через нее  $I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}$

$$U = I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2} \quad I_1 = \frac{U R_2}{R_2 R_1 + (R_1 + R_2) R_4}$$

$$P = I_1^2 R_1 + \frac{I_1^2 (R_1 + R_2)^2}{R_2^2} R_4 + \frac{I_1^2 (R_1 + R_2)^2}{R_2^2} R_4 + \left( \frac{I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}}{R_3} \right)^2 R_3$$

$$P = I_1^2 \left( R_1 + \frac{R_1^2}{R_2} + \frac{(R_1 + R_2)^2 R_4}{R_2^2} + \frac{(R_1 + \frac{(R_1 + R_2) R_4}{R_2})^2}{R_2} \right) = 500 \text{ Вт} \cdot 0.4 = 200 \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

$$P_2 = \frac{I_1^2 R_1^2}{R_2^2} \cdot R_2 = \frac{I_1^2 R_1^2}{R_2}$$

$$R_2 ? P_1 \quad \frac{I_1^2 R_1^2}{R_2} > I_1^2 R_1$$

$$R_1^2 ? P_1 R_2$$

Ток через  $R_4$  больше чем ток через  $R_1$  и  $R_4 > R_1$



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!

$$\Rightarrow P_4 > P_1$$

$$P_3 = (U_4 + U_1) R_3 \quad R_3 > R_1 \Rightarrow P_3 > P_1 \Rightarrow$$

$$P_1 = U_1 R_1$$

$P_1$  - мин кондукта к ом

$$\text{равно } I_1^2 R_1 = \frac{U^2 R_2^2 R_1}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} = \frac{16}{5} \text{ Вт}$$

$$\text{ответ: } R_{\text{экв}} = R_3 \frac{\left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4\right)}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_2 + R_1} = 5 \text{ Ом}$$

$$P = \frac{U^2 R_2^2}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} \cdot \left( R_1 + \frac{R_1^2}{R_2} + \frac{(R_1 + R_2)^2 R_4}{R_2^2} + \frac{\left( R_1 + \frac{(R_2 + R_1) R_4}{R_2} \right)^2}{R_3} \right)^{-1}$$

$$= \frac{500}{49} \text{ Вт}$$

$P_1$  - мин

$$P_1 = \frac{U^2 R_2^2 R_1}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) R_4)^2} = \frac{16}{5} \text{ Вт}$$



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!

$$\frac{9600}{\sqrt{490} - 0.6^2 \cdot 16^2} \cdot 0.8 \cdot 16$$

$$\frac{9600}{24^2 - 0.6^2 \cdot 16^2}$$

$$\frac{16}{0.8} = 20$$

$$\begin{array}{r} 1090123 \\ - 92143 \\ \hline 80 \\ - 69 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\frac{10}{\sqrt{2(1-\frac{1}{2})}} = 10$$

$$100 + 100 + \sqrt{3}^2 \cdot 10 \cdot 10 = 100 \cdot \frac{3}{4} + 20 \cdot H$$

$$\frac{100(2 + \sqrt{3} - \frac{3}{4})}{20} = H$$

$$5 \left( \frac{5}{4} + \sqrt{3} \right)$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 4.6 \\ \hline 96 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9.6 \\ \times 9.6 \\ \hline 576 \\ 884 \\ \hline 92.16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 57600 \\ - 9216 \\ \hline 48384 \end{array}$$

$$\frac{9600}{9.8} = 979.59$$

$$\frac{4800}{4.6} = 1043.48$$

$$\frac{48000}{46} = 1043.48$$

$$\frac{24000}{23} = 1000 + \frac{1000}{23} = 1043 \frac{11}{23}$$



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.

96 | 4  
24

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

96 | 16  
8

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 mathematical work on grid paper. It includes several diagrams of triangles and trapezoids, along with extensive calculations. The work is organized into sections labeled A, B, and C.

**Section A:** Shows a triangle with sides 24 and 9.6, and a height of 9.6. Calculations include  $24^2 - 0.6 \cdot 0.6 \cdot 16 \cdot 16$  and  $(24 - 2 \cdot 0.6)(24 + 2 \cdot 0.6)$ . A diagram shows a triangle with a height of 9.6 and a base of 24.

**Section B:** Shows a triangle with a height of 125 and a base of 20. Calculations include  $125 \cdot 20$  and  $125 \cdot \frac{16}{20}$ . A diagram shows a triangle with a height of 125 and a base of 20.

**Section C:** Shows a triangle with a height of 10 and a base of 10. Calculations include  $10 \cdot 10$  and  $10 \cdot \frac{10}{20}$ . A diagram shows a triangle with a height of 10 and a base of 10.

Other calculations include  $9.6 \text{ км} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \text{ м/с}$ ,  $24^2 - 0.6 \cdot 0.6 \cdot 16 \cdot 16$ ,  $125 \cdot 20$ ,  $125 \cdot \frac{16}{20}$ ,  $10 \cdot 10$ ,  $10 \cdot \frac{10}{20}$ ,  $13.621 \text{ м}^3$ ,  $160000$ ,  $360000$ ,  $100$ ,  $0.018$ ,  $0.20$ ,  $100 + 25 \cdot 6$ ,  $100 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 5$ ,  $100 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 5$ ,  $528 \cdot 28 \cdot 10 \cdot 10$ ,  $7 \cdot 0.018$ ,  $6 \cdot 8 \cdot 100$ ,  $10 \cdot 20$ ,  $100 + 25 \cdot 6$ ,  $100 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 5$ ,  $100 \cdot 24 \cdot 24 \cdot 5$ ,  $528 \cdot 28 \cdot 10 \cdot 10$ ,  $7 \cdot 0.018$ ,  $6 \cdot 8 \cdot 100$ ,  $10 \cdot 20$ ,  $100 + 25 \cdot 6$ .

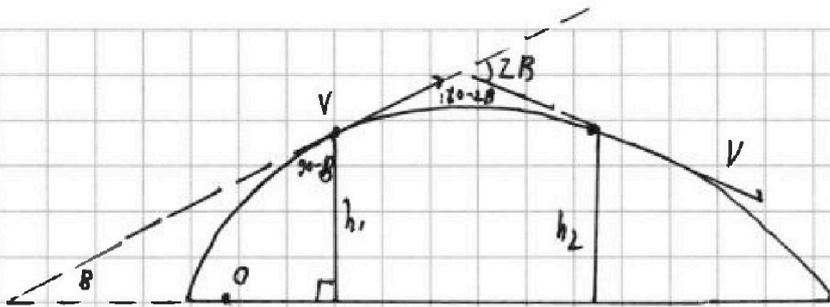


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$t_1 = 1 \text{ с}$$

$$t_2 = 2 \text{ с}$$

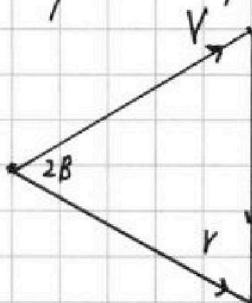
$$2\beta = 60^\circ$$

Значит сохраняются энергии для камня

$$\frac{mV^2}{2} + mgh_1 = \frac{mV^2}{2} + mgh_2 \Rightarrow h_1 = h_2 \Rightarrow$$

из-за того что парабола симметрична и высоты при  $t_1$  и  $t_2$  равны, то в  $t_1$  и  $t_2$  он находится на симметричных от центра парабол  $\Rightarrow$  в вершине он был в наклон, который по середине между  $t_1$  и  $t_2 \Rightarrow \frac{t_1 + t_2}{2} \Rightarrow$  весь полет занял в 2 раза больше  $\Rightarrow t_1 + t_2$   
 $T = t_1 + t_2 = 3 \text{ с}$

Векторный треугольник



$th \cos$

$$g^2 t^2 = V^2 + V^2 - 2 \cos(2\beta) V^2$$

$$g(t_2 - t_1) g^2 t^2 = V^2 (2(1 - \cos(2\beta)))$$

$$g^2 (t_2 - t_1)^2 = 2V^2 (1 - \cos(2\beta))$$

$$V = \frac{g(t_2 - t_1)}{\sqrt{2(1 - \cos(2\beta))}}$$