

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

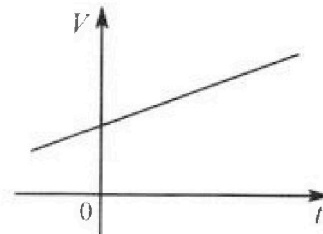
## Вариант 09-01



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:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .

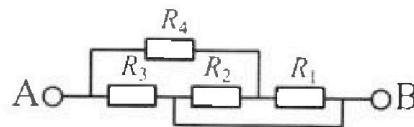
2. Найдите приращение  $\Delta V$  объема ртути при увеличении температуры от  $t_1 = 35^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 42^\circ\text{C}$ . В ответе приведите формулу и число в мм<sup>3</sup>.

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.

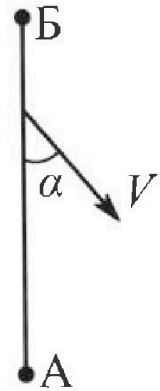
1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

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.

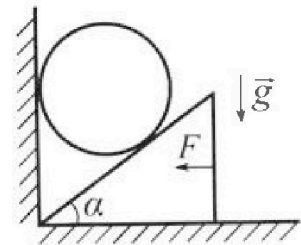
Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H=0,8$  м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

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  
i 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

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



$$\sin \rho \cdot k = \sin \alpha \cdot V$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{S}{\sqrt{\frac{S^2}{T_0^2} - \sin^2 \rho \cdot V^2} - \sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V} = \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{173.34} - 12.8} = \frac{9600 \text{ с}}{22 - 12.8} \approx 1013 \frac{1}{3} \text{ с}$$

Если ветер юг, то  $\sqrt{1 - \sin^2 \rho} \cdot V$  преобразуется

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



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 передел изменить макс  $\sin \alpha \Rightarrow$

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

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

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:  $V = \frac{S}{T_0} = 24 \text{ k/c}$

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

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

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



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!

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

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

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

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



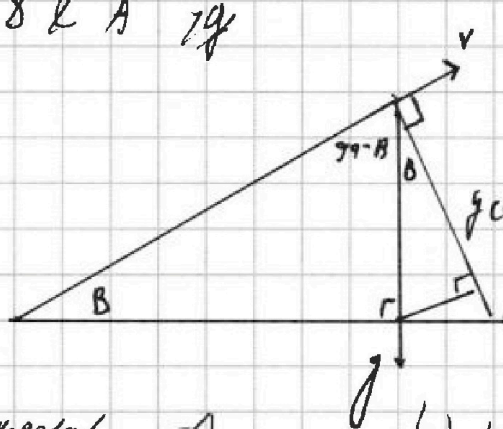
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

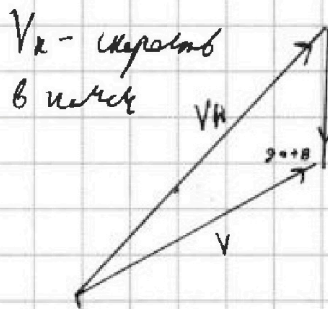
По схеме угадываем мы считаем, что угол между  $V$  и гориз. плоскостью  $\beta \rightarrow$  в вершине этой точки у него скорость  $V \cos \beta$



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

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

$$\frac{g (t_2 - t_1)^2}{2(1 - \cos 2\theta) \cos \theta} = \frac{10 \cdot 16 (20 - 10)^2}{2(1 - \frac{1}{2}) \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$



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

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

3 кт же же

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

$$V_k^2 = V^2 \cos^2 \beta + 2gH$$

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

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

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

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



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!

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

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

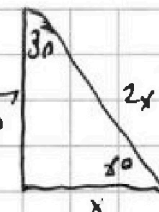
$$\text{tg} \alpha a_{\text{к}} = g - a_{\text{к}}$$

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

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

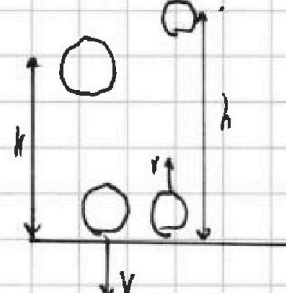
$$a_{\text{к}} = \frac{g \text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha^2 + 1}$$

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



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

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



после упругого удара  $V$  направлена  $\Rightarrow$

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

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

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

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

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

$$\text{tg} \alpha + \frac{1}{\text{tg} \alpha} = 2 \sqrt{\text{tg} \alpha \cdot \frac{1}{\text{tg} \alpha}} = 2 \Rightarrow \text{значения для } \alpha, \text{ когда}$$

кер. камня

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

сумма

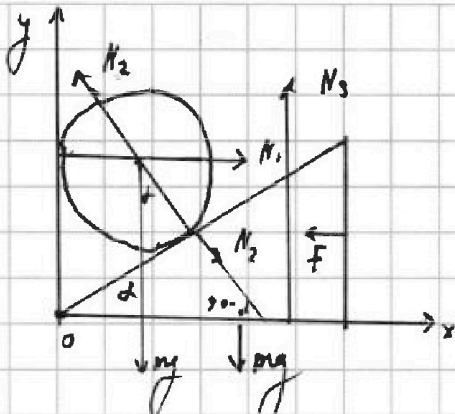


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 шарика

$$0 = mg + N_1 + N_2$$

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 клина

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

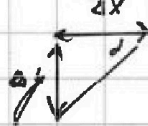
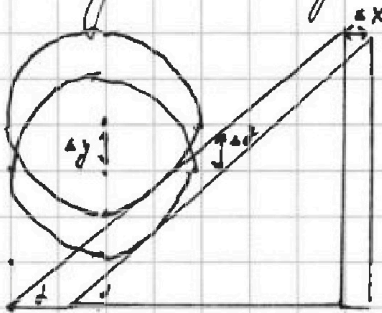
на ось x

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

$$F = \sin \alpha N_2$$

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

Нормы кол. перемещений



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

$$\Delta y = \frac{a_{km} t^2}{2}$$

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

$$a_{km} = \tan \alpha a_k$$

2 3к для шарика

$$\bar{a}_{km} = \bar{N}_2 + \bar{N}_1 + \bar{mg}$$

на ось y

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

2 3к для клина

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

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

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





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!

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

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

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

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

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

$$\alpha = 45^\circ$$

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

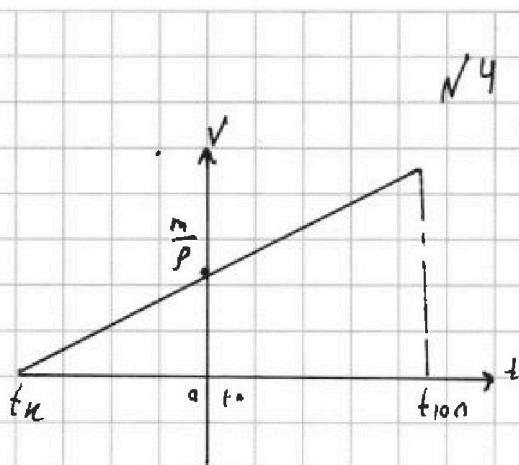


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$t_{100} = 100^\circ\text{C}$   
 $\beta = 1.018$   
 $t_0 = 0^\circ\text{C}$   
 $\rho = 13.62/\text{cm}^3$

из задачи:

$$\beta = \frac{t_k + t_{100}}{t_k} \quad \beta = \frac{t_{100} - t_k}{t_0 - t_k}$$

$$\beta t_k = t_k + t_{100} \quad \beta t_0 - \beta t_k = t_{100} - t_k$$

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

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

$$V_{\text{нр}} \quad t_0 = \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

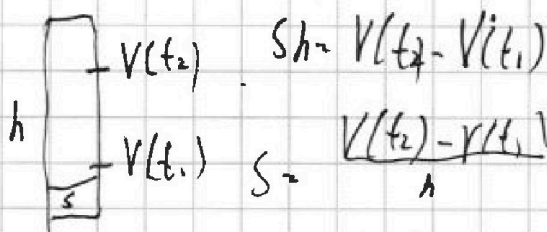
$$V_{\text{нр}} \quad t_1 = \frac{t_1 m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} + \frac{m}{\rho}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

$$S = \frac{(t_2 - t_1)m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)h} = \frac{63}{34} \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2$$



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!

$$S = \frac{(t_2 - t_1) \cdot n \cdot (n - 1)}{2 \cdot (t_{100} - t_0)} = \frac{63}{17} \cdot 10^{-5} \text{ с}$$



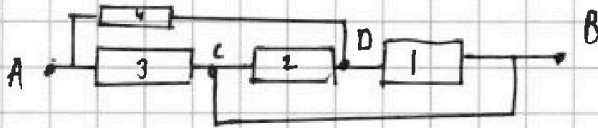
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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  $I_1 R_1 + \frac{I_1 (R_1 + R_2) R_4}{R_2}$

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

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

$$P = I_1^2 \left( R_1 + \frac{R_1^2}{R_2} + \frac{(R_1 + R_2)^2 R_4}{R_2^2} + \frac{(R_1 + (R_2 + R_1) R_4)^2}{R_2^2} \right) = \frac{500}{49} \text{ Вт} \cdot \Omega = 10.2 \text{ Вт}$$

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

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

$$R_2 ? P_1 \quad I_1^2 R_1$$

$$\frac{I_1^2 R_1^2}{R_2} \quad I_1^2 R_1$$

$$R_1^2 ? P_1 R_2$$

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

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

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

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

$$= \frac{500}{49} \text{ Дж}$$

$P_1$  - мин

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



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  
\_\_ 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!

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

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

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

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

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

$$100 + 100 + \sqrt{3}^2 \cdot 10 \cdot 10 = 100 \cdot \frac{3}{4} + 20 \cdot 11$$

$$\frac{100(2 + \sqrt{3} - \frac{3}{4})}{20} = 11$$

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

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

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

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

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

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

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

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



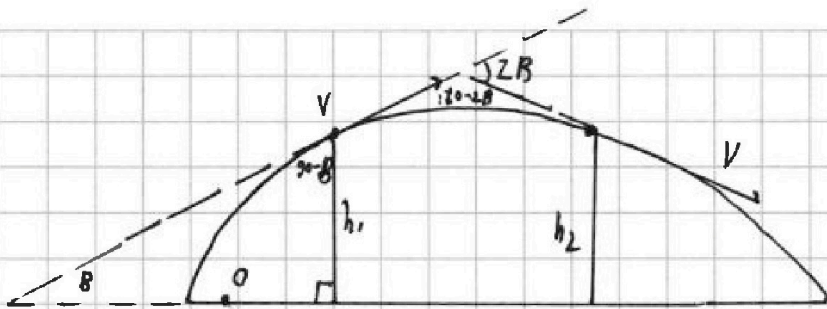


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$t_1 = 1 \text{ c}$$

$$t_2 = 2 \text{ c}$$

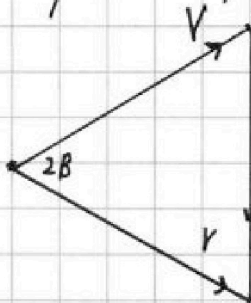
$$2\alpha = 60^\circ$$

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  $\Rightarrow t_1 + t_2$   
 $T = t_1 + t_2 = 3 \text{ c}$

Векторный треугольник



$th \cos$

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

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

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

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