



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

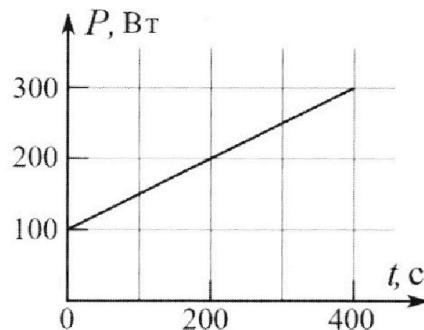
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 14^{\circ}\text{C}$ , объем воды  $V = 2 \text{ л}$ . Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20 \Omega$ , сила тока в спирали  $I = 5 \text{ А}$ .

Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.

- 2) Через какое время  $T$  после начала нагревания температура воды станет равной  $\tilde{t}_1 = 25^{\circ}\text{C}$ ?

Плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ .

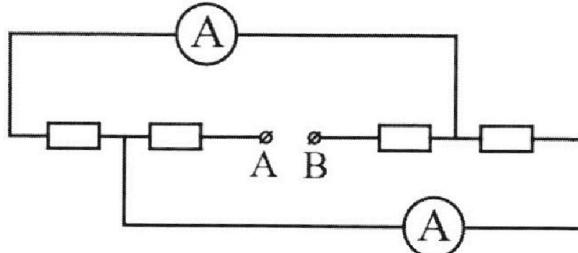


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по  $20 \Omega$ , у двух других сопротивление по  $40 \Omega$ . Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание  $I_1 = 1 \text{ А}$ .

- 1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.

- 2) Найдите напряжение  $U$  источника.





# Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

Вариант 09-01



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 1.** Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

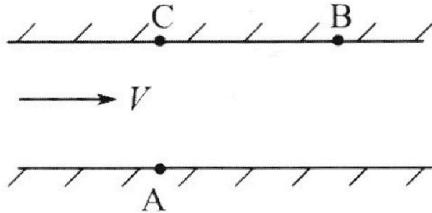
В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис.,  $V$  - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки  $AC = d = 70$  м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега,  $CB = L = 240$  м.

Продолжительность первого заплыва  $T_1 = 192$  с, продолжительность второго заплыва  $T_2 = 417$  с.

- 1) Найдите скорости  $V_1$  и  $V_2$  пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость  $U$  пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос минимальный.

- 3) Найдите продолжительность  $T$  третьего заплыва.



- 2.** Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете,  $H = 16,2$  м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

- 1) На какой высоте  $h$  происходит соударение мяча со стенкой?

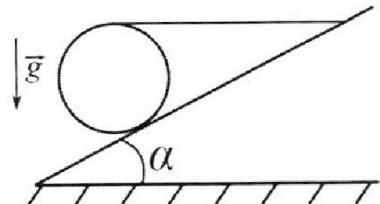
- 2) Найдите продолжительность  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

- 3) Найдите расстояние  $d$  между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоятся, стенка движется.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

- 3.** Однородный шар массой  $m = 3$  кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$ .



- 1) Найдите силу  $T$  натяжения нити.

- 2) Найдите силу  $F_{TP}$  трения, действующую на шар.

- 3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N1

$$d = 70 \text{ м}$$

$$L = 240 \text{ м}$$

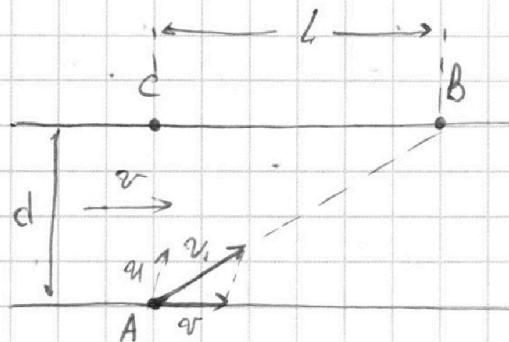
$$T_1 = 192 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

$$V_1 - ? \quad V_2 - ?$$

$$U - ?$$

$$T - ?$$



$$\vec{v} = \vec{u} + \vec{v} \quad (1.1)$$

$$1) AB = \sqrt{AC^2 + CB^2} \text{ по и. Пифагора}$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{192} = \frac{\sqrt{70^2 + 240^2}}{192} = \frac{10\sqrt{49 + 4 \cdot 144}}{192} =$$

$$= \frac{250}{192} = \frac{25}{19.2} \neq 0,78 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{125}{64} = \left(\frac{5}{2}\right)^3 = 15,625 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 15,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$2) V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{417} = \frac{\sqrt{70^2 + 240^2}}{417} = \frac{250}{417} = \frac{86}{139} \neq 0,36 \frac{\text{м}}{\text{с}} =$$

(1)  $= \frac{125}{439} = 0,28 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

(2)

Analogично для второго заканчива

OX:  $U \sin \alpha = \frac{d}{T_1}$  (3)

OX:  $V + U \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$  (4)

(1) и (2):

$$\begin{cases} U \sin \alpha = \frac{d}{T_1} \\ U \cos \alpha = \frac{L}{T_1} - V \end{cases} \rightarrow \begin{cases} U^2 \sin^2 \alpha = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 \\ U^2 \cos^2 \alpha = \left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 \end{cases} +$$

$$U^2 = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 \quad (*)$$

Analogично для (3) и (4):

$$U^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2} - V\right)^2 \quad (**)$$

(\*) и (\*\*):

$$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2} - V\right)^2$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



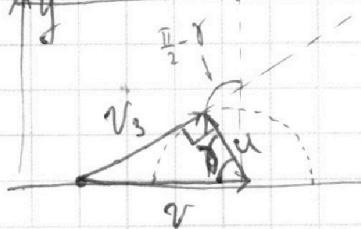
- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------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

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - 2 \frac{L}{T_1} v + 2v^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - 2 \frac{L}{T_2} v + 2v^2 \\
 & 2vL \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) = d^2 \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right) + L^2 \left(\frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2}\right) \\
 & 2vL \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} = (d^2 + L^2) \left( \frac{(T_1 - T_2)(T_1 + T_2)}{(T_1 T_2)^2} \right) \\
 & 2vL = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{T_1 T_2} \Rightarrow v = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} = \\
 & = \frac{(10^2 + 240^2)(192 + 417)}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{150^2 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{190 \cdot 190 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \\
 & = \\
 & \text{(*)} \quad v = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 = \\
 & = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{2L^2 T_2 - d^2 T_1 - d^2 T_2 + L^2 T_1 + L^2 T_2}{2LT_1 T_2}\right)^2 = \\
 & = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2 T_2 - L^2 T_1 - d^2 T_1 - d^2 T_2}{2LT_1 T_2}\right)^2 = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2(T_2 - T_1) - d^2(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 \\
 & = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2(T_2 - T_1) - d^2(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 =
 \end{aligned}$$

3) I случай  $v < V$



Минимальность синуса достигается при сдвиге краинки пакетного вектора  $V_3$ , это происходит когда  $V_3$  является касательной к окружности, описываемой ходящим вектором  $v$  б) векторной сумме (1)

$$\begin{aligned}
 \sin \cos \gamma = \frac{v}{V} \Rightarrow \sin \gamma = \sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}} = \frac{\sqrt{V^2 - v^2}}{V} \\
 OY: T = \frac{d}{4 \sin \gamma} = \frac{Vd}{4 \sqrt{V^2 - v^2}} =
 \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

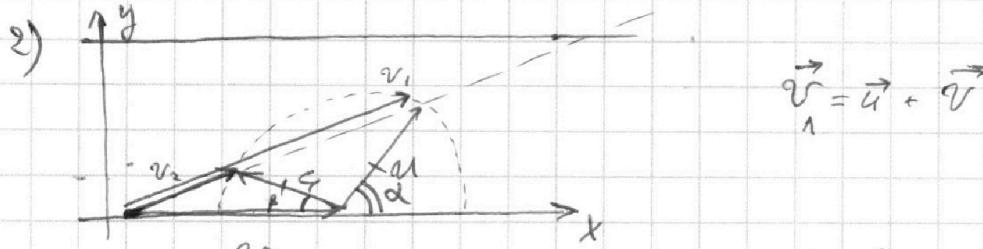
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{l|l} \text{OY: } u \sin \alpha = \frac{d}{T_1} & \Rightarrow \begin{cases} u^2 \sin^2 \alpha = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 \\ u^2 \cos^2 \alpha = \left(\frac{L}{T_1} - v\right)^2 \end{cases} \\ \text{OX: } v + u \cos \alpha = \frac{L}{T_1} & \\ \end{array}$$

$$u^2 = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - v\right)^2 \quad (*)$$

$$\begin{array}{l|l} \text{OY: } u \sin \beta = \frac{d}{T_2} & \Rightarrow \begin{cases} u^2 \sin^2 \beta = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 \\ u^2 \cos^2 \beta = \left(v - \frac{L}{T_2}\right)^2 \end{cases} \\ \text{OX: } v + u \cos \beta = \frac{L}{T_2} & \\ \end{array}$$

$$u^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(v - \frac{L}{T_2}\right)^2 \quad (**)$$

$$\begin{aligned} & (*) \text{ и } (**) : \\ & \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - 2 \frac{L}{T_1} v + 2v^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + v^2 - \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - 2 \frac{L}{T_2} v \end{aligned}$$

$$2L2v\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = d^2\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right) + L^2\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right)$$

$$2L2v \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} = (d^2 + L^2) \left( \frac{(T_2 - T_1)(T_2 + T_1)}{T_1^2 T_2^2} \right)$$

$$v = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} = \frac{(70^2 + 240^2)(192 + 417)}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{1}{99,09 \frac{m}{c}} \approx 100 \frac{m}{c} = 1 \frac{m}{c}$$

$$(+) \Rightarrow v = \sqrt{\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(99,09 - \frac{240}{192}\right)^2} \approx 83,5 \frac{m}{c} = 9 \approx 99 \frac{m}{c} =$$

$$= 0,2 \frac{m}{c}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ.**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$3) T = \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot \sqrt{100^2 - 94^2}} = \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot \sqrt{50^2 - 4^2}} = \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot 2 \cdot 15} =$$
$$= \frac{10 \cdot 70}{94 \cdot 3} \cancel{A2,48c} = \frac{70}{0,2 \cdot \sqrt{1-0,04}} = \frac{70 \cdot 5}{\sqrt{0,96}} \approx \frac{350}{1} \approx 350c$$

Ответ:  $V_1 = 15,63 \frac{m}{c}$ ,  $V_2 = 8,99 \frac{m}{c}$

$$U = \frac{94 \frac{m}{c}}{0,2}, T = \cancel{2,48c} = 350c$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N2

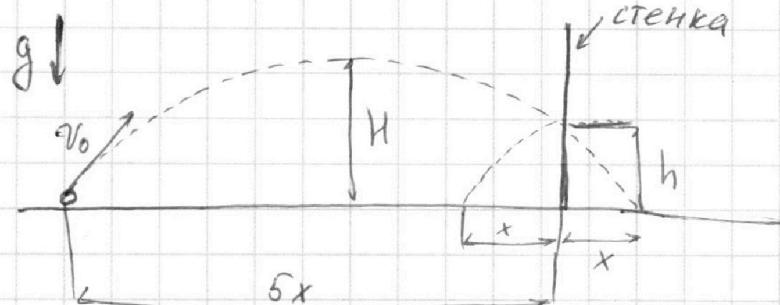
$$H = 16,2 \text{ м}$$

$$g = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

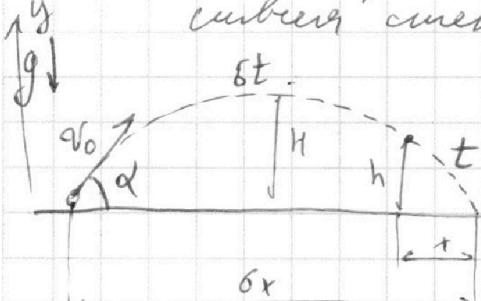
$$h - ?$$

$$t - ?$$

$$d_1 - ? \quad d_2 - ?$$



1) Сл. в. удар упругий после удара мяч полетит симметрично той траектории, по которой он был летел в случае отсутствия стены, относительно стены



OX:  $V_0 \cos \alpha \cdot t = x \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$   
горизонтальная проекция скорости не меняется,  
н.к.  $\vec{g} \perp OX$ .

$$OY: \frac{g \cdot (3t)^2}{2} = H \Rightarrow t = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (3)$$

$$OY: V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = h \quad (1)$$

$$OY: V_0 \sin \alpha \cdot 5t - \frac{g(5t)^2}{2} = h \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow V_0 \sin \alpha \cdot t = h + \frac{gt^2}{2} \quad | \quad (2) \Rightarrow V_0 \sin \alpha \cdot 5t = \frac{h}{5} + \frac{5gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} h = \frac{4gt^2}{2}$$

$$h = \frac{5}{2} gt^2 = \frac{5}{2} g \cdot \frac{1}{9} \frac{2H}{g} =$$

$$= \frac{5}{9} H = 9,04$$

$$2) t_1 = 5t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = 3,00$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

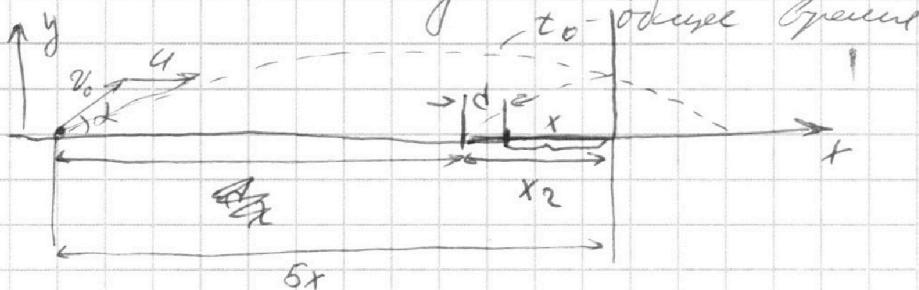
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

8) В СО стекки у мяча движущегося до момента  
составляющая горизонтальной скорости  $v_0 \cos \alpha$ ,  
если стекка неподвижна



$$OX: V_0 \cos(\alpha) (V_0 \cos \alpha + v_0) t_0 = 5x + x_2 \quad (3.1)$$

$$OY: t_0 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = 6t$$

$$OX: V_0 \cos \alpha \cdot 6t = 6x \quad - \text{стекка неподвижна} \quad (3.2)$$

$$(3.1) - (3.2): (V_0 \cos \alpha + v_0) 6t - V_0 \cos \alpha \cdot 6t = x_2 - x = d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = 6v_0 t = 64 \cdot \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = 24 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} =$$

$$= 4,2 \text{ м}$$

Дано:  $h = 5,0 \text{ м}$ ,  $t_1 = 3,0 \text{ с}$ ,  $d = 4,2 \text{ м}$

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

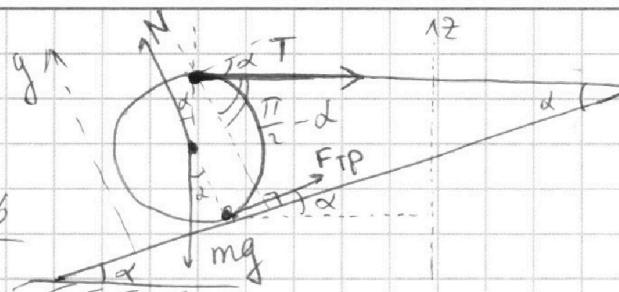


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

 $\sqrt{3}$  $g \text{ m}$ 

$m = 3 \text{ кг}$

$\sin \alpha = 0,6$

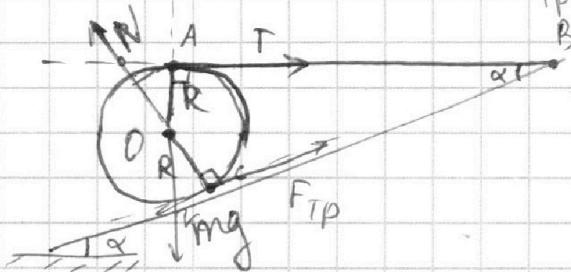
 $T - ?$  $F_{TP} - ?$  $\mu - ?$  $12$ 

Второй закон Ньютона для осей

$$OX: F_{TP} + T \cos \alpha - mg \sin \alpha = 0 \quad (1)$$

$$OY: N - T \sin \alpha - mg \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

$$OZ: N \cos \alpha + F_{TP} \sin \alpha - mg = 0$$



т.к. нить нерастяжима.  $\Rightarrow$  т. А/

АБ.

т.к. т. С. касается пола, то

$\Rightarrow$  т. СВ

т. Р - центральный угол

ОГИМО

Правило мом. сим. & т. О:

$$RT = R F_{TP} \Rightarrow T = F_{TP}$$

$$(1) \Rightarrow T + T \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{1 + 0,8} = 10 \text{ Н} \Rightarrow F_{TP} = 10 \text{ Н}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

Условие покоя:

$$F_{TP} \geq m g \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$F_{TP} \geq \frac{m g \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$(2): N - F_{TP} \sin \alpha = m g \cos \alpha$$

$$N - \mu N \sin \alpha = m g \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{m g \cos \alpha}{1 - \mu \sin \alpha}$$

$$\mu N \geq \frac{m g \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\mu mg \cos \alpha}{1 - \mu \sin \alpha} \geq \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$\frac{1 - \mu \sin \alpha}{\mu mg \cos \alpha} \leq \frac{1 + \cos \alpha}{mg \sin \alpha}$$

$$\frac{1}{\mu mg \cos \alpha} - \frac{\tan \alpha}{mg} \leq \frac{1 + \cos \alpha}{mg \sin \alpha}$$

$$\frac{1}{\mu mg \cos \alpha} \leq \frac{1 + \cos \alpha + \tan \alpha \sin \alpha}{mg \sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{\tan \alpha}{1 + \cos \alpha + \tan \alpha \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1}$$

$$\mu \geq 0,33$$

Очевидно:  $T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$ ,  $\mu \geq 0,33$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

N4

$$t_0 = 14^\circ\text{C}, t_1 = 25^\circ\text{C} \quad 1) P_H = I^2 R = 5^2 \cdot 20 = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$$

$$V = 2 \text{ A}$$

$$Q = 20 \text{ J}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

$$P(t)$$

$$P_H - ?$$

$$T - ?$$

2) Упр-е температур баланса:

$$(*) c\rho V(t, -t_0) = P_H T - Q_{in}(T) \quad \begin{matrix} \text{теплобыне} \\ \text{потери} \end{matrix}$$

$$3) Q_{in}(T) = \sum P_{in,i} dT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{in} \sim "P_A \text{ под графиком } P(T)"$$

$$P(t) = P_0 + kt, \text{ где } P_0 = 100 \text{ Вт} - \text{нагр-ка}$$

$$k = \frac{300 - 100}{4000 - 0} = 0,5 \frac{\text{Вт}}{\text{с}} - \text{нагр-ка}$$

$$4) (*) : c\rho V(t, -t_0) = P_H T - \frac{P_0 + (P_0 + kT)}{2} \cdot T \quad | \cdot 2$$

$$2c\rho V(t, -t_0) = 2P_H T - 2P_0 T - kT^2$$

$$kT^2 - 2T(P_H - P_0) + 2c\rho V(t, -t_0) = 0$$

$$T = \frac{P_H - P_0 \pm \sqrt{(P_H - P_0)^2 - 2k c \rho V(t, -t_0)}}{2k}$$

$$= \frac{600 - 100 \pm \sqrt{(500 - 100)^2 - 2 \cdot 0,5 \cdot 4200 \cdot 1000 \cdot 0,002 \cdot (25 - 14)}}{0,5}$$

$$= \frac{400 \pm 260}{0,5} = 280 \text{ с; } 1320 \text{ с}$$

ответ 1320 с исходит баланс потерь, при этом условии, что зависимость  $P(t)$  будет оставаться линейной на этом промежутке времени

Однако:  $P_H = 500 \text{ Вт}$   $T = 280 \text{ с}$  или  $T = 1320 \text{ с}$

Однако 1320 с не является балансом потерь, т.к. линейная зависимость в этом случае, вр. превышает мощность  $P_0$ .

Однако 1320 с исходит баланс потерь если на этот промежуток вр. зависимость линейна иначе

Однако:  $P_H = 500 \text{ Вт}$ ,  $T = 280 \text{ с}$  и  $T = 1320 \text{ с}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№

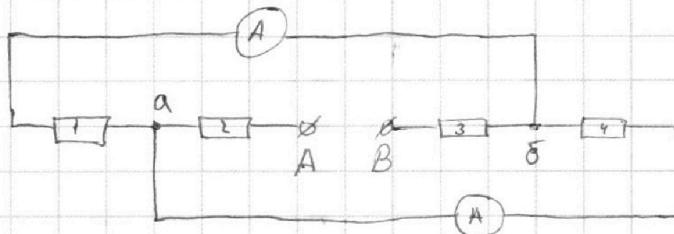
$$R_1 = 20 \Omega$$

$$R_2 = 40 \Omega$$

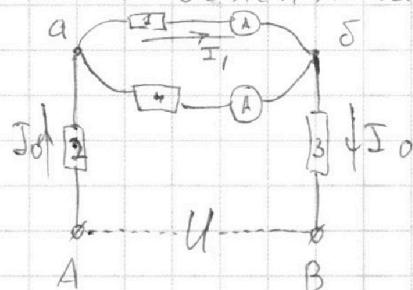
$$I_1 = 1 A$$

$$I_2 = ?$$

$$U = ?$$



Эквивалентная схема:



Предположим, что  
через резистор 1 течет  
меньшая сила тока.  
Тогда  $R_1 > R_2 = 40 \Omega$ ,  
т.к. ток в обратно пропорци-  
ональны сопротивлениям  
резисторов при паралл. соед.

$$r_1 = R_2 = 40 \Omega \Rightarrow r_4 = R_1 = 20 \Omega$$

$$I_1 r_1 = I_2 r_4 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_2}{R_1} = 2 A$$

Общая сила тока  $I_0 = I_1 + I_2$

Раз  $r_1 = R_2$ ,  $r_4 = R_1$ ,  $r_2 = R_1$  и  $r_3 = R_2$  или наоборот  
(наш не важн., м.р.) она не имеет абсолютного  
смысла (противоречие)

$$\begin{aligned} U &= I_0 R_1 + I_0 R_2 + I_1 R_2 = I_1 R_1 + I_2 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2 + I_1 R_2 \\ &= I_1 (R_1 + 2R_2) + I_2 (R_1 + R_2) = 1 \cdot (20 + 2 \cdot 40) + 2 \cdot (20 + 40) = \\ &= 220 V \end{aligned}$$

Однако,  $I_2 = 2 A$ ,  $U = 220 V$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

II способ  $d > 25$

$$350 \quad | -$$

$$\times \frac{95}{95}$$

$$0,8$$

$$0,95$$

$$0,01$$

$$\begin{array}{r} 700 \\ 468 \\ \hline 8,6 \end{array}$$

$$\frac{240}{192} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{10}{192}$$

$$\begin{array}{r} 51128 \\ - 160 \\ \hline 230 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,4 \\ - 0,2 \\ \hline 0,2 \end{array}$$

$$5,1 \quad | 28$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ - 24 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ - 5 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{\frac{24}{5 \cdot 16}} \\ = \\ \frac{3}{4} \sqrt{\frac{3}{5}} = \frac{3\sqrt{15}}{4} \end{array}$$

$$\frac{25^2 \cdot 100}{2 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 609} =$$

$$\frac{25 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 414} =$$

$$\frac{25 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 414} = \frac{25 \cdot 10 \cdot 203}{2 \cdot 192 \cdot 139} = \frac{125}{139} = \frac{203}{192} = 1$$

$$\sqrt{\left(\frac{125}{192}\right)^2 + \left(1 - \frac{240}{192}\right)^2}$$

$$1 - \frac{5}{4} = -\frac{1}{4}$$

$$-\frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{16} +$$

T



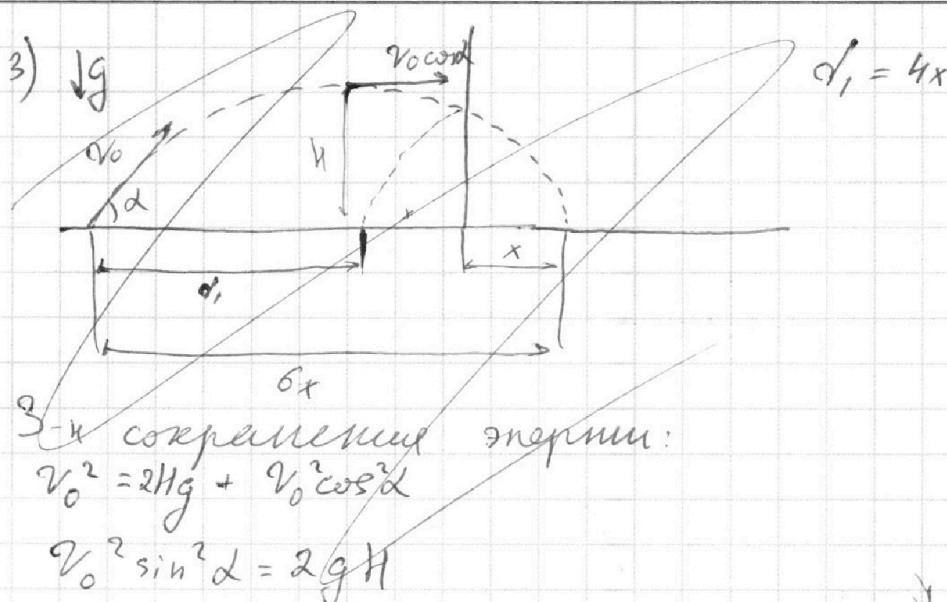
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

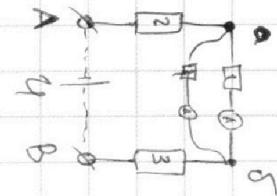
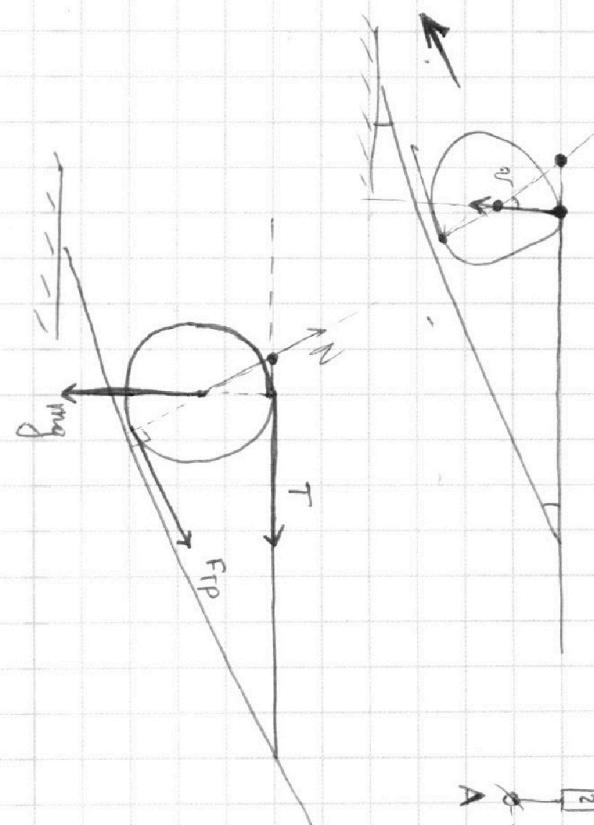
- |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{v_{000}}{v_{000}} = \frac{1}{4}$$





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

02

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

133

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

14

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

14

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

14

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

14

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

1

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

14

- 1  2  3  4  5  6  7

$$84 \times 12 = 1008$$

$$105$$

$$100 - \frac{200}{192} = \frac{196}{6}$$

$$\frac{96}{576}$$

$$286$$

$$91$$

$$144$$

$$14$$

$$\frac{192}{192} = \frac{35}{96}$$

$$100^2 = 10000$$

$$\sqrt{8482}$$

$$225$$

$$14$$

$$402 = 1600$$

$$80^2$$

$$90^2 = 8100$$

$$100 - \frac{80}{64} = 100 - \frac{10}{8} = 100 - \frac{5}{4} =$$

$$\frac{96}{576}$$

$$8782$$

$$24391$$

$$= 2 \cdot \sqrt{2600 - 2255} =$$

$$= \sqrt{545 - 459} = \sqrt{86 - 84} =$$

$$35/56, 25 \times$$

$$8481, 5625$$

$$35)$$

$$\frac{35^2}{96^2} + \frac{355^2}{4^2} =$$

$$\frac{96}{576}$$

$$9,3^2$$

$$9,09$$

$$+ 546$$

$$= 248$$

$$35/56, 25 \times$$

$$8481, 5625$$

$$= \frac{5^2}{4^2} \left( \frac{4^2}{35^2} + 45^2 \right) =$$

$$\frac{5^2}{4^2} \left( \frac{16}{35^2} + 45^2 \right) =$$

$$9,3^2$$

$$9,35$$

$$+ 546$$

$$9210$$

$$= 248$$

$$35/56, 25 \times$$

$$8481, 5625$$

$$35)$$

$$= \frac{5^2}{4^2} \left( \frac{16}{35^2} + 45^2 \right) =$$

$$9,3^2$$

$$9,35$$

$$+ 546$$

$$9210$$

$$= 248$$

$$35/56, 25 \times$$

$$8481, 5625$$

$$35)$$

$$= \frac{5^2}{4^2} \left( \frac{16}{35^2} + 45^2 \right) =$$

$$9,3^2$$

$$9,35$$

$$+ 546$$

$$9210$$

$$= 248$$

$$35/56, 25 \times$$

$$8481, 5625$$

$$35)$$

$$= \frac{5^2}{4^2} \left( \frac{16}{35^2} + 45^2 \right) =$$

$$9,3^2$$

$$9,35$$

$$+ 546$$

$$9210$$

$$= 248$$

$$\frac{V_0}{192} = \frac{35}{960} =$$

$$V_{0 \cos \alpha} (t) = V_0$$

$$V^2 = V_0^2 + V_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha \cdot 5t - \frac{g(5t)^2}{2} = h$$

$$4t$$



~~$$g \cdot \frac{x}{t} = \beta$$~~

$$6x =$$

$$V_0 t$$

~~$$g \cdot \frac{x}{t}$$~~

$$g \cdot 2,5$$

$$g \cdot \frac{(3t)^2}{2} = H$$

$$(t)$$

$$V_0 \cdot \cos \alpha$$

$$20t$$

$$10$$

$$\frac{192}{609}$$

$$\frac{414}{609}$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

$$5$$

$$1,8$$

