



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-01

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

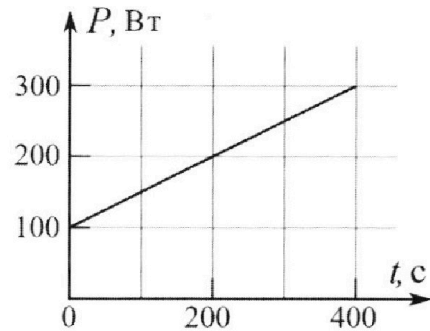


4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

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  $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$ ?

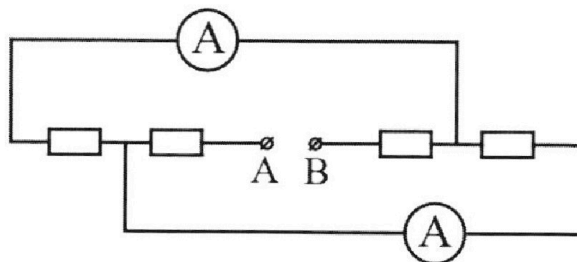
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).



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

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

- 1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.
- 2) Найдите напряжение  $U$  источника.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

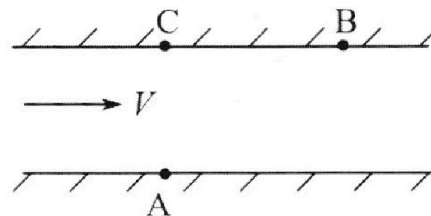
Вариант 09-01

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 отчета 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?

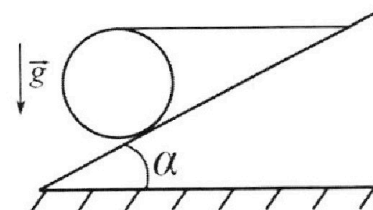
2) Найдите продолжительность  $t_1$  полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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 покоится, 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  $F_{тр}$  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.

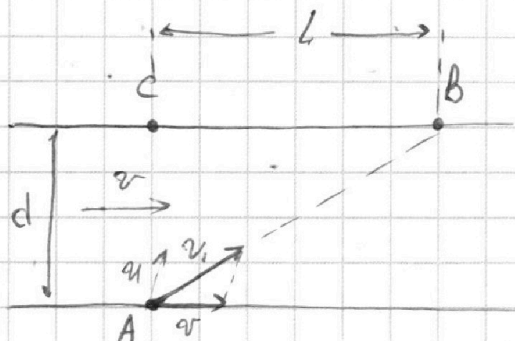
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  
  2  
  3  
  4  
  5  
  6  
  7



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

N1  
 $d = 70 \text{ м}$   
 $L = 240 \text{ м}$   
 $T_1 = 192 \text{ с}$   
 $T_2 = 417 \text{ с}$   
 $v_1 = ?$     $v_2 = ?$   
 $u = ?$   
 $T = ?$



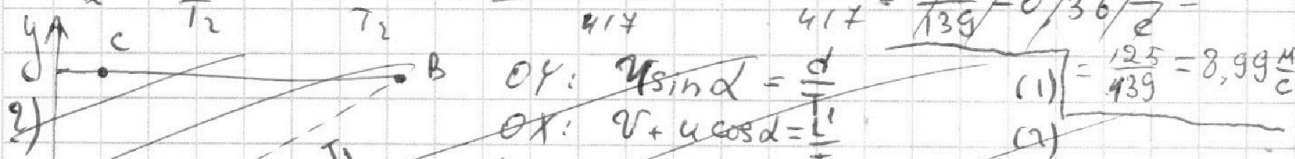
$$\vec{v}_A = \vec{u} + \vec{v} \quad (1.1)$$

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

$$v_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{70^2 + 240^2}}{192} = \frac{10\sqrt{49 + 4 \cdot 144}}{192}$$

$$= \frac{250}{192} = \frac{25}{19.2} = \frac{25}{3.6} = \frac{125}{18} = \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 15.625 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 15.63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} = \frac{\sqrt{70^2 + 240^2}}{417} = \frac{250}{417} = \frac{86}{139} \approx 0.36 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



ОУ:  $u \sin \alpha = \frac{d}{T_1}$  (1)  $= \frac{125}{439} = 8.99 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

ОХ:  $v + u \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$  (2)

Аналогично для второго случая

ОУ:  $u \sin \beta = \frac{d}{T_2}$  (3)

ОХ:  $v + u \cos \beta = \frac{L}{T_2}$  (4)

(1) и (2):

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

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

Аналогично 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:

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!

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

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

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

~~$$2vL = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{T_1 T_2} \Rightarrow v = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} =$$~~

~~$$= \frac{(40^2 + 240^2)(192 + 417)}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{150^2 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = \frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} =$$~~

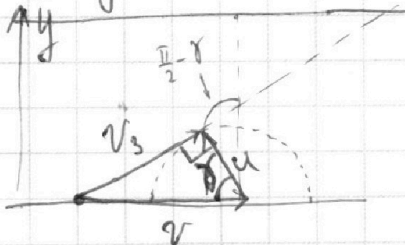
~~$$u = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 =$$~~

~~$$= \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{2L^2 T_2 - d^2 T_1 - d^2 T_2 + L^2 T_1 + L^2 T_2}{2LT_1 T_2}\right)^2 =$$~~

~~$$= \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2 T_2 - L^2 T_1 - d^2 T_1 - d^2 T_2}{2LT_1 T_2}\right)^2 = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2(T_2 - T_1) - d^2(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 =$$~~

~~$$= \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L^2(T_2 - T_1) - d^2(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 =$$~~

3) I случай  $u < v$



Минимальной скоростью достигается при самом крайнем наклоне вектора  $v_3$ . Это происходит тогда, когда  $v_3$  является касательной к окружности, вписанной в конус вектора  $u$  в векторной сумме (1)

$$\sin \delta \cos \gamma = \frac{u}{v} \Rightarrow \sin \gamma = \frac{\sqrt{v^2 - u^2}}{v} = \frac{v^2 - u^2}{v^2}$$

$$OY: T = \frac{d}{u \sin \delta} = \frac{vd}{u \sqrt{v^2 - u^2}}$$

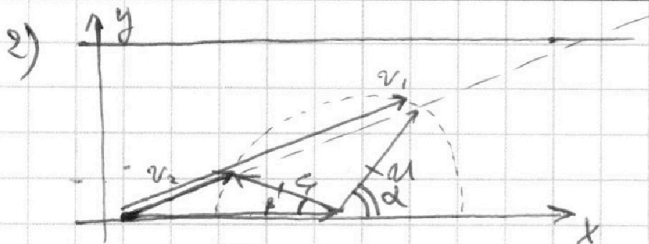
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\vec{v}_1 = \vec{u} + \vec{v}$$

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

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

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

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

(\*) и (\*\*):

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

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

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

$$v = \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2} = \frac{(70^2 + 240^2)(192 + 417)}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} \approx 99,09 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$(*) \Rightarrow u = \sqrt{\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(99,09 - \frac{240}{192}\right)^2} \approx 93,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 0,26 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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!

$$\begin{aligned} 3) T &= \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot \sqrt{100^2 - 94^2}} = \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot 2 \cdot \sqrt{50^2 - 47^2}} = \frac{100 \cdot 70}{94 \cdot 2 \cdot 15} = \\ &= \frac{10 \cdot 70}{94 \cdot 3} \approx 2,48 \text{ с} = \frac{70}{0,2 \cdot \sqrt{1 - 0,04}} = \frac{70 \cdot 5}{\sqrt{0,96}} \approx \frac{350}{1} \approx 350 \text{ с} \end{aligned}$$

Ответ:  $v_1 = 15,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v_2 = 8,99 \frac{\text{м}}{\text{с}}$   
 $u = \frac{94 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,2}$ ,  $T = 2,48 \text{ с} = 350 \text{ с}$

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!

N2

$H = 16,2 \text{ м}$

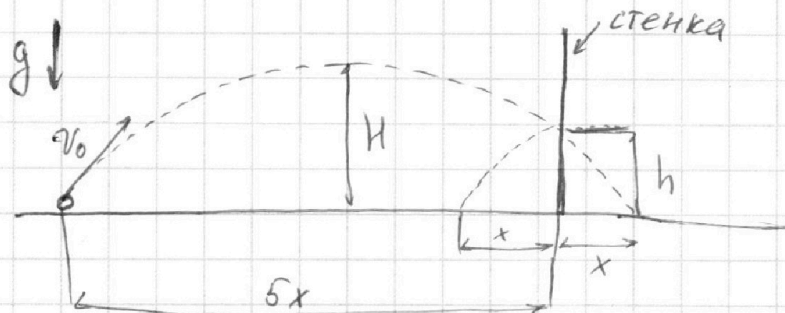
$u = 2 \text{ м/с}$

$h = ?$

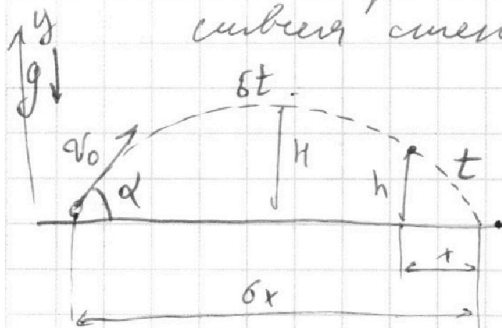
$t_1 = ?$

$d = ?$   $d' = ?$

$d_1 = ?$   $d_2 = ?$



1) Т.к. удар упругий после удара мяч покатится симметрично той траектории, по которой он был летел в случае отсутствия стенки, относительно стенки



ОХ:  $v_0 \cos \alpha \cdot t = x \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$   
 горизонтальная проекция скорости не меняется,  
 т.к.  $\vec{g} \perp OX$ .

ОУ:  $\frac{g \cdot (5t)^2}{2} = H \Rightarrow t = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}}$  (3)

ОУ:  $v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = h$  (1)

ОУ:  $v_0 \sin \alpha \cdot 5t - \frac{g(5t)^2}{2} = h$  (2)

(1)  $\Rightarrow v_0 \sin \alpha \cdot t = h + \frac{gt^2}{2}$

(2)  $\Rightarrow v_0 \sin \alpha \cdot 5t = \frac{h}{5} + \frac{5gt^2}{2}$

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

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

$= \frac{5}{9}H = 9,0 \text{ м}$

2)  $t_1 = 5t = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = 3,0 \text{ с}$

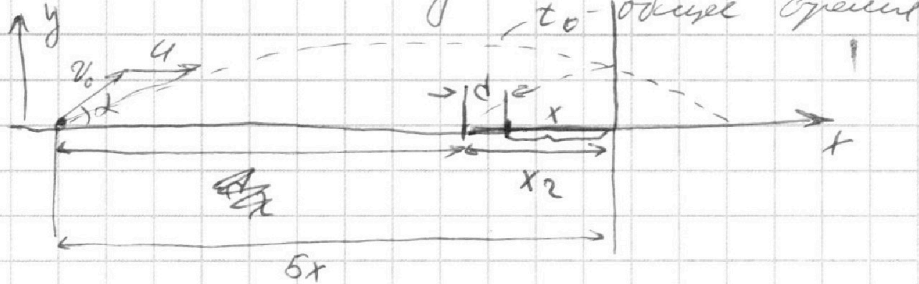
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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 стелки у шара появляется доплыв, составляющая горизонтальной скорости  $u$ , или стелка поворачивается.



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

$$OY: t_0 = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 6t$$

$$OX: v_0 \cos \alpha \cdot 6t = 6x \quad \text{стелка неподвижна} \quad (3.2)$$

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

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

$$= 4,2 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } h = 9,0 \text{ м}, t_1 = 3,0 \text{ с}, d = 4,2 \text{ м}$$



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!

N 3

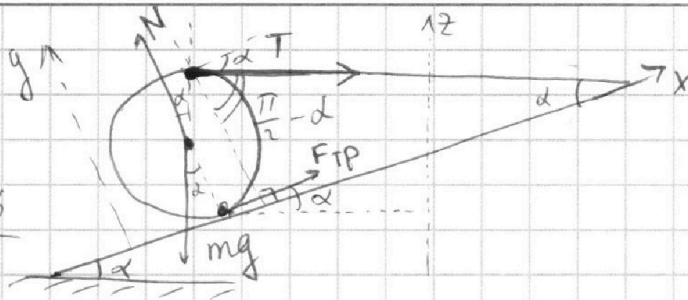
$m = 3 \text{ кг}$

$\sin d = 0,6$

T - ?

$F_{TP}$  - ?

$\mu$  - ?

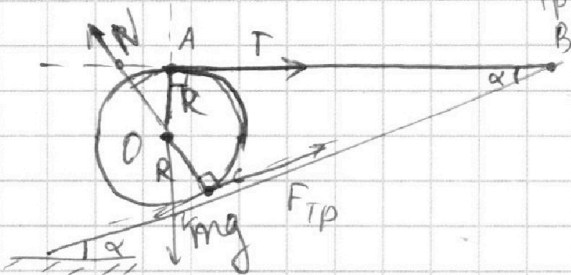


Второй закон Ньютона для осей

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

$Oy: N - T \sin d - mg \cos d = 0 \quad (2)$

~~$Oz: N \cos d + F_{TP} \sin d - mg = 0$~~



т.к. путь не меняется.  $\vec{v} \perp \vec{A} \perp \vec{AB}$   
 т.к. т.с. касается пола, то  $\vec{v} \perp \vec{CB}$   
 т.р. - мгновенный центр

ОУИ-но

Правилу мом. см. в т. O:

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

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

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

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

Условие покоя:

$F_{TP} \geq mg \sin d - T \cos d$

$F_{TP} \geq \frac{mg \sin d}{1 + \cos d}$

(2):  $N - F_{TP} \sin d = mg \cos d$

$N - \mu N \sin d = mg \cos d \Rightarrow$

$\Rightarrow N = \frac{mg \cos d}{1 - \mu \sin d}$

$\mu N \geq \frac{mg \sin d}{1 + \cos d}$

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!

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

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

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

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

$$\mu \geq \frac{\operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos \alpha + \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha + 1}$$

$$\mu \geq 0,33$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

№4  
 $t_0 = 14^\circ\text{C}, t_1 = 25^\circ\text{C}$  1)  $P_H = I^2 R = 5^2 \cdot 20 = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$

$V = 2 \text{ А}$

$R = 20 \text{ }\Omega$

$I = 5 \text{ А}$

$P(t)$

$P_H - ?$

$T - ?$

2) Упр-е теплового баланса:

(\*)  $c\rho V(t_1 - t_0) = P_H T - Q_{Тн}(T)$  Тепловые потери

3)  $Q_{Тн}(T) = \int P_{Тн}(T) dT \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{Тн} \sim \int P(t) dt$  под графиком  $P(t)$

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

$k = \frac{300 - 100}{400 - 0} = 0,5 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$  - из гр-ка

4) (\*):  $c\rho V(t_1 - t_0) = P_H T - \frac{P_0 + (P_0 + kT)}{2} \cdot T \quad | \cdot 2$

$2c\rho V(t_1 - t_0) = 2P_H T - 2P_0 T - kT^2$

$kT^2 - 2T(P_H - P_0) + 2c\rho V(t_1 - t_0) = 0$

$T = \frac{P_H - P_0 \pm \sqrt{(P_H - P_0)^2 - 2k c\rho V(t_1 - t_0)}}{k}$

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

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

ответ  $1320 \text{ с}$  так как мощность в этот мом. вр. превышает  $P_0$  может быть получен, если условие, что зависимость  $P(t)$  будет оставаться линейной на этом промежутке времени

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

ответ  $1320 \text{ с}$  не может быть получен, т.к. мощность в этот мом. вр. превышает мощность  $P_0$

ответ  $1320 \text{ с}$  может быть получен если на этом промежутке вр. зависимость остается той же

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



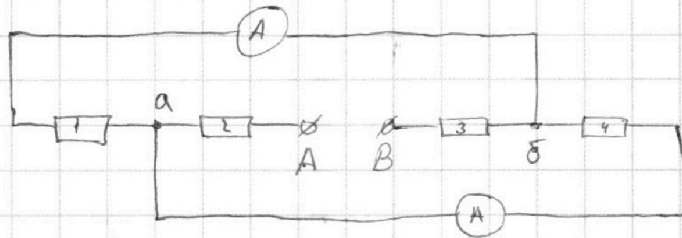
№5

$R_1 = 20 \Omega$   
 $R_2 = 40 \Omega$

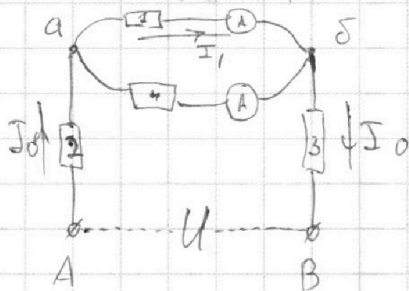
$I_1 = 1 \text{ A}$

$I_2 = ?$

$U = ?$



Эквивалентная схема:



Предположим, что через резистор 1 течет меньшая сила тока, тогда  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 40 \Omega$ , т.к. токи обратно пропорциональны сопротивлениям

резисторов при парал. соедин.

$R_1 = R_2 = 40 \Omega \Rightarrow R_4 = R_1 = 20 \Omega$

$I_1 R_1 = I_2 R_4 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_4} = 2 \text{ A}$

(если бы предположили обратное, мы бы получили ошибку в ответе в силу симметрии)

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 (нам не важно, т.к. эта схема абсолютно симметрична)

$U = I_0 R_1 + I_0 R_2 + I_1 R_2 = I_1 R_1 + I_2 R_1 + I_1 R_2 + I_2 R_2 + I_1 R_2 =$   
 $= I_1 (R_1 + 2R_2) + I_2 (R_1 + R_2) = 1 \cdot (20 + 2 \cdot 40) + 2 \cdot (20 + 40) =$   
 $= 220 \text{ В}$

Ответ:  $I_2 = 2 \text{ A}$ ,  $U = 220 \text{ В}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



~~Исследовать  $\mu > 25$~~

$$\begin{aligned}
 & 25^2 - 100 \\
 & \underline{25 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 09} \\
 & 2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417 =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 25 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 609 = \frac{25 \cdot 10 \cdot 203}{2 \cdot 192 \cdot 139} = \frac{125 \cdot 203}{139 \cdot 192} = 1
 \end{aligned}$$

$$\sqrt{\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(1 - \frac{240}{192}\right)^2}$$

$$\frac{240}{192} = \frac{80}{64} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

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

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{16} = \frac{4}{16} + \frac{1}{16} = \frac{5}{16}$$

$$\sqrt{\frac{24}{5 \cdot 16}} = \sqrt{\frac{3}{5}} = \frac{3}{4} \sqrt{\frac{5}{5}} = \frac{3}{4} \sqrt{5}$$

$$= \frac{3}{4} \sqrt{5} = \frac{3 \cdot 1}{4} \sqrt{5}$$

$$\begin{array}{r}
 350 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 95 \\
 \times 95 \\
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0,8 \\
 0,9 \\
 0,9 \\
 0,10
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 700 \overline{) 192} \\
 \underline{468} \\
 252 \\
 \underline{1240} \\
 960 \\
 \hline
 52
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 51 \overline{) 28} \\
 \underline{101} \\
 230
 \end{array}$$

$$0,4 -$$

$$\frac{2}{5} - \frac{1}{10} = \frac{4}{10} - \frac{1}{10} = \frac{3}{10}$$

$$= \frac{32 - 5}{5 \cdot 16} = \frac{27}{80} = \frac{27}{5 \cdot 16}$$

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

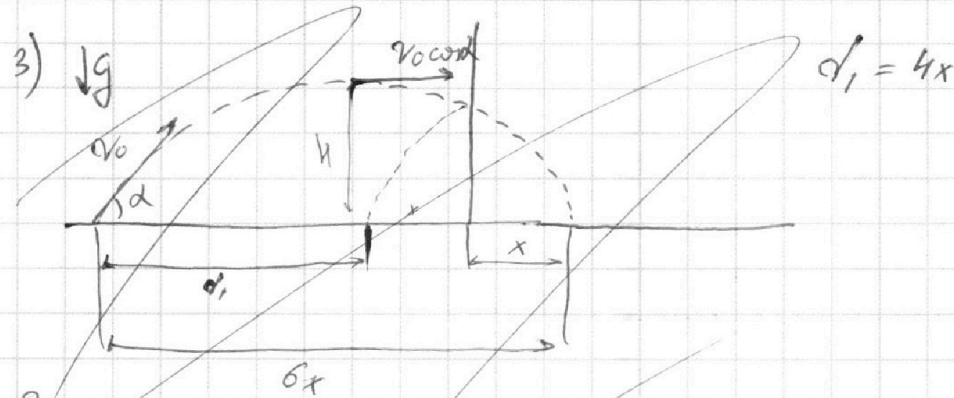
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



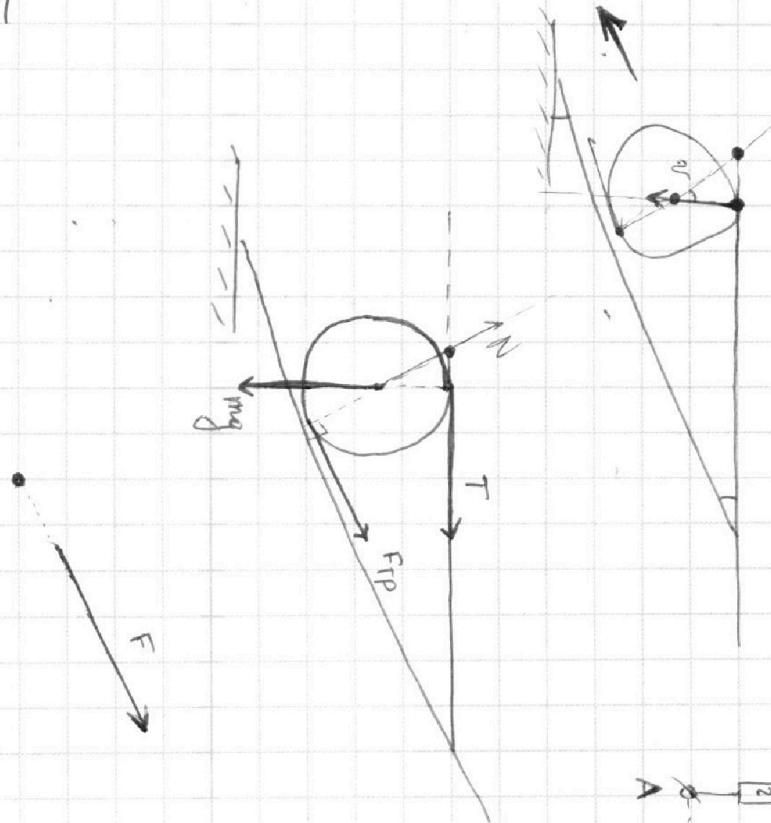
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



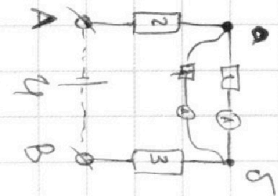
3-х сокращением энергии:

$$v_0^2 = 2Hg + v_0^2 \cos^2 \alpha$$

$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gH$$



$$\frac{2gH}{2gH} = 1$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

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

**МФТИ**



Handwritten mathematical work on grid paper:

$$192 \sqrt{192} = \frac{40}{192} = \frac{35}{96}$$

$$100^2 = 10000$$

$$\sqrt{8792} = 256$$

$$= 2 \cdot \sqrt{241}$$

$$= 2 \cdot \sqrt{2600 - 2259}$$

$$\sqrt{100^2 - 94^2} = 2\sqrt{50^2 - 47^2} = 2 \cdot 4391 = 8782$$

$$100 - \frac{200}{192} = \frac{80}{64} = 100 - \frac{10}{8} = 100 - \frac{5}{4} = 1516$$

$$\frac{96}{6} \times \frac{96}{6} = 256$$

$$\frac{35^2}{96^2} + \frac{35^2}{4^2} = \frac{395}{4}$$

$$93^2 = 8649$$

$$93,5^2 = 8742,25$$

$$40^2 = 1600$$

$$80^2 = 6400$$

$$100^2 = 10000$$

$$35^2 = 1225$$

$$4^2 = 16$$

$$35^2 + 4^2 = 1241$$

$$4^2 \left( \frac{35^2}{4^2} + 45^2 \right) = 909$$

$$141 \sqrt{141} = \frac{350}{141} = \frac{5 \cdot 70}{141} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 10}{3 \cdot 47} = \frac{5 \cdot 7 \cdot 10}{141}$$

$$141 \sqrt{141} = 193$$

$$85 \sqrt{85} = \frac{111}{85} = \frac{111}{85}$$

$$85 \sqrt{85} = 881,5625$$

$$284 \sqrt{284} = \frac{141}{284} = \frac{141}{284}$$

$$284 \sqrt{284} = 35156,25$$

$$141 \sqrt{141} = 193$$

$$85 \sqrt{85} = 881,5625$$

$$284 \sqrt{284} = 35156,25$$



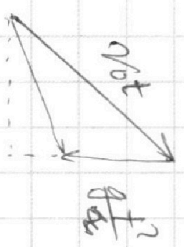
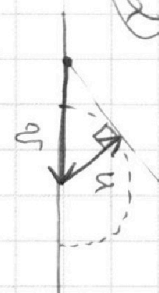
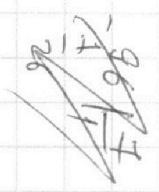
$$\frac{70}{102} = \frac{35}{51} =$$

$$V_0 \cos \alpha \cdot t = x$$

$$V_0 \sin \alpha$$

$$V_0^2 = 2gx + \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{x} \cdot 5t - \frac{g(5t)^2}{4t} = h$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt}{2} = h$$



$$\frac{g \cdot (5t)^2}{2} = h \Rightarrow t$$

$$\frac{80}{t} = V_0 \cos \alpha$$

$$80 = V_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$V_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2} \Rightarrow t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{041}{002} = \frac{020}{009}$$

$$\frac{324}{10}$$

$$3,24$$

$$60$$

$$120$$

$$V_0^2$$

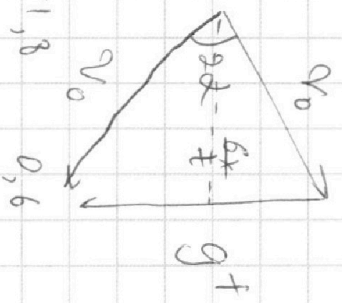
$$0,1 \cdot \sqrt{324} = V_0$$

$$= 0,1 \cdot 2 \cdot 9 = 1,8$$

$$324 = 2 \cdot 162 =$$

$$= 2 \cdot 2 \cdot 81 =$$

$$= 2^2 \cdot 9^2$$



$$\frac{150^2 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 414}$$

$$= \frac{50 \cdot 50 \cdot 203}{2 \cdot 80 \cdot 64 \cdot 139}$$

$$= \frac{125 \cdot 203}{8 \cdot 64 \cdot 139}$$

$$\left(\frac{5}{2}\right)^3$$

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

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,

страница считается черновиком и не проверяется. Лопка QR-кода неолупстима!



$$\frac{144}{576} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{576}{48} = 12$$

$$\frac{150}{192} = \frac{50}{64}$$

$$= 0,1 \cdot \frac{260}{32} = \frac{26}{16}$$

$$\frac{150}{417} = \frac{50}{139}$$

$$\frac{417}{139} = 3$$

$$\frac{576}{156} = 3,686$$

$$\frac{150}{192} = \frac{50}{64}$$

$$4 \cdot 0,1 \cdot 18 = 0,72$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{417}{192} = 2,17$$

$$\frac{609}{192} = 3,17$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$



$$\frac{0,6}{1,8} = \frac{1}{3}$$

$$= \frac{1}{3}$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$



$$\frac{312500}{15625} = 20$$

$$= 20$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$



$$\frac{312500}{15625} = 20$$

$$= 20$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$



$$\frac{312500}{15625} = 20$$

$$= 20$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$



$$\frac{312500}{15625} = 20$$

$$= 20$$

$$\frac{1250}{16} = 78,125$$

100

$$\frac{500}{417} = 1,199$$

$$\frac{830}{417} = 1,99$$

$$\frac{695}{1350} = 0,51$$

$$67600 = 260^2$$

$$20^2 < 676 < 30^2$$

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{160000}{92400} = 1,73$$

$$\frac{84}{924} = 0,09$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

$$\frac{80 \cdot 50 \cdot 203}{8 \cdot 80 \cdot 139 \cdot 64} = 5,25$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 0,11$$

