



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01

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

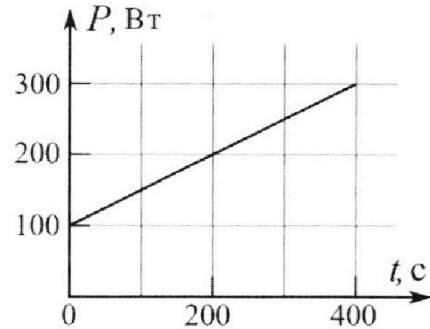


4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

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

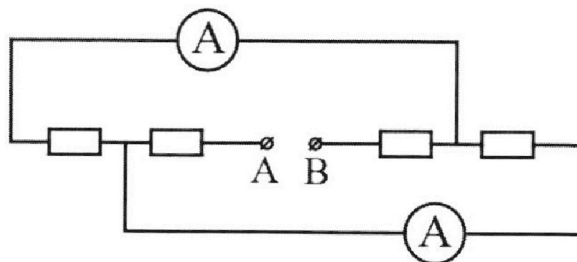
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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

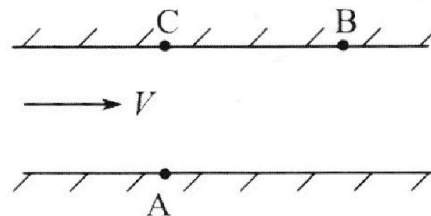
Вариант 09-01

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?

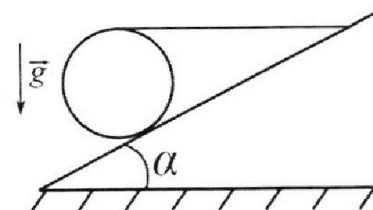
2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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/с². 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 α 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 μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

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

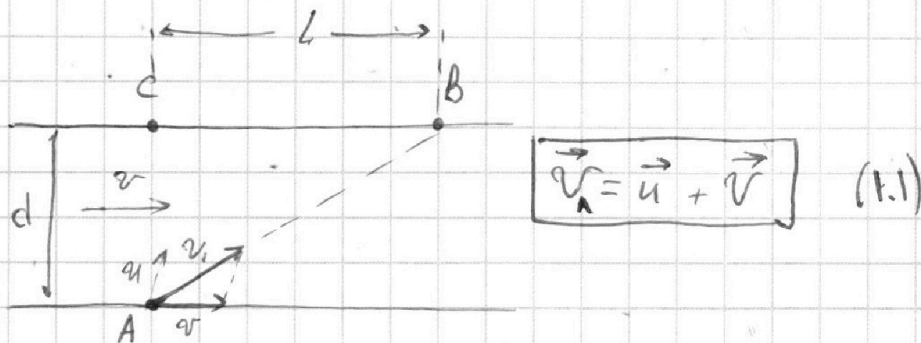
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

№1
 $d = 70 \text{ м}$
 $L = 240 \text{ м}$
 $T_1 = 192 \text{ с}$
 $T_2 = 417 \text{ с}$
 $v_1 = ?$ $v_2 = ?$
 $u = ?$
 $T = ?$

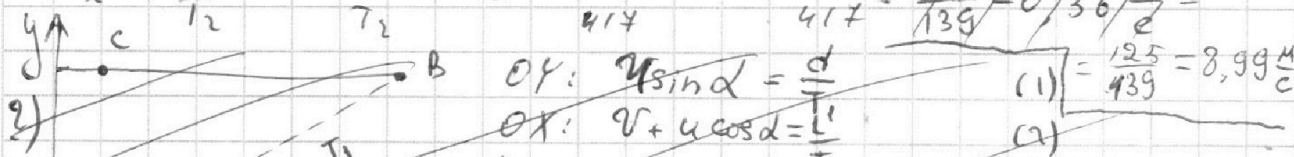


1) $AB = \sqrt{AC^2 + CB^2}$ по т. Пифагора

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

$$= \frac{250}{192} = \frac{25}{19.2} \approx 1,302 \text{ м/с} = \frac{125}{64} = \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 15,625 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 15,63 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2} = \frac{\sqrt{70^2 + 240^2}}{417} = \frac{250}{417} = \frac{86}{139} \approx 0,36 \text{ м/с} =$$



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 захода

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!

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

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

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

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

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

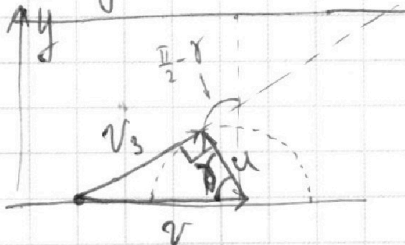
~~$$u = \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - \frac{(d^2 + L^2)(T_1 + T_2)}{2LT_1 T_2}\right)^2 =$$~~

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

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

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

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, построенной с центром в кончике вектора v и радиусом v .

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

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

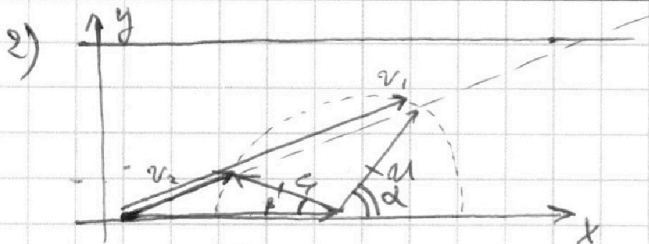
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 (**):

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

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

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

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

$$(*) \Rightarrow u = \sqrt{\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(99,09 - \frac{240}{192}\right)^2} \approx 93,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 9 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

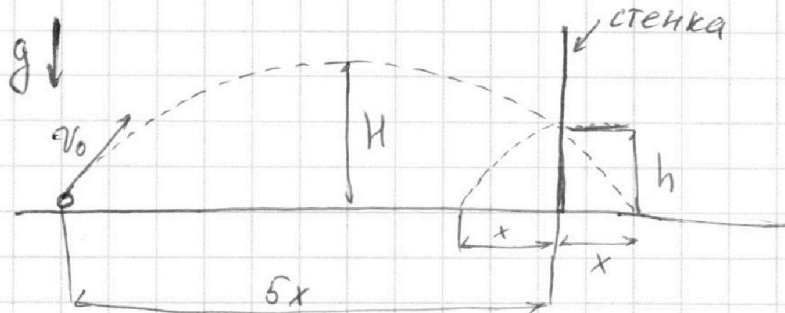
$H = 16,2 \text{ м}$

$u = 2 \text{ м/с}$

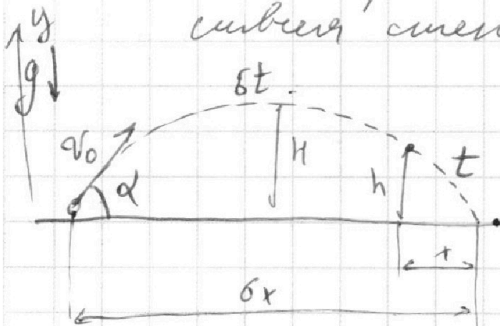
$h = ?$

$t_1 = ?$

$d = ?$
 $d_1 = ?$
 $d_2 = ?$



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



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

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

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

(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.

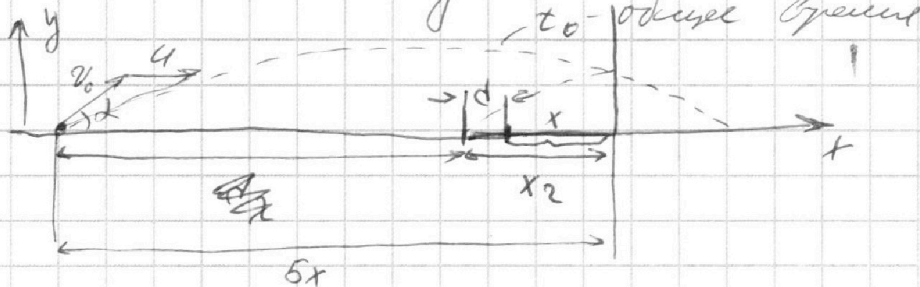
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

8) В СО стелки у шара появляется дожимит, составляющая горизонтальной скорости u , или стелка поворачивается.



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

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

$$OX: v_0 \cos \alpha \cdot 6t = 6x \quad \text{— стелка не поворачивается (3,2)}$$

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

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

$$= 4,2 \text{ м}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

N 3

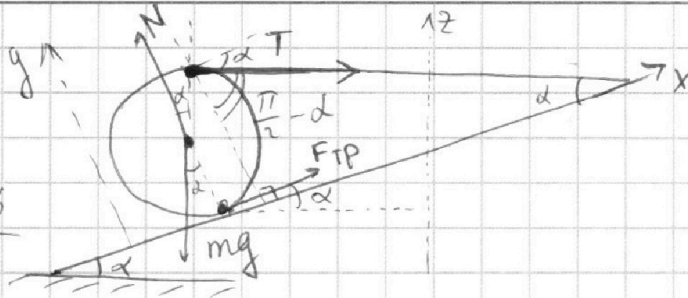
$m = 3 \text{ кг}$

$\sin d = 0,6$

T - ?

F_{TP} - ?

μ - ?

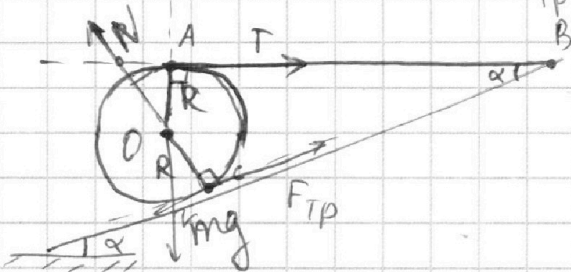


Второй закон Ньютона для осей

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

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

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



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!

N4
 $t_0 = 14^\circ\text{C}, t_1 = 25^\circ\text{C}$ 1) $P_H = I^2 R = 5^2 \cdot 20 = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$

$V = 2 \text{ А}$

$R = 20 \Omega$

$I = 5 \text{ А}$

$P(t)$

$P_H - ?$

$T - ?$

2) Упр-е теплового баланса:

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

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

$\Rightarrow Q_{Tn} \sim \int P(t) dt$ 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 с так можно в этот мом. вр. превышать может быть получен, если и условию, 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 с не может быть получен, т.к. мощность в этот мом. вр. превышает мощность P_0

ответ 1320 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

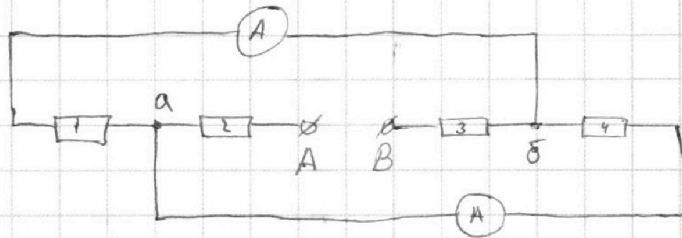
$$R_1 = 20 \Omega$$

$$R_2 = 40 \Omega$$

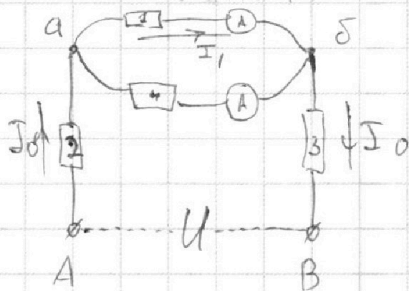
$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = ?$$

$$U = ?$$



Эквивалентная схема:



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

резисторов при парал. соедин.

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

$$I_1 R_1 = I_2 R_4 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_2}{R_1} = 2 \text{ A}$$

(если бы предположили обратное, мы бы получили аналогичный ответ 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. оба случая абсолютно симметричны)

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

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 $\mu > 25$~~

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

$$\begin{aligned}
 & 25 \cdot 25 \cdot 10 \cdot 609 = \frac{25 \cdot 10 \cdot 203}{2 \cdot 192 \cdot 139} = \frac{125}{139} \cdot \frac{203}{192} = 1 \\
 & 2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r}
 700 \overline{) 192} \\
 \underline{168} \\
 240 \\
 \underline{192} \\
 480 \\
 \underline{480} \\
 0
 \end{array}$$

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

$$0,4 -$$

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

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

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

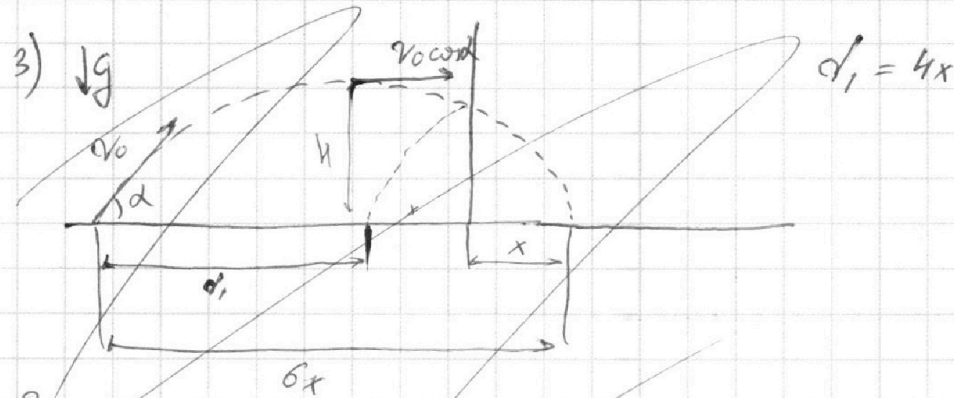
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



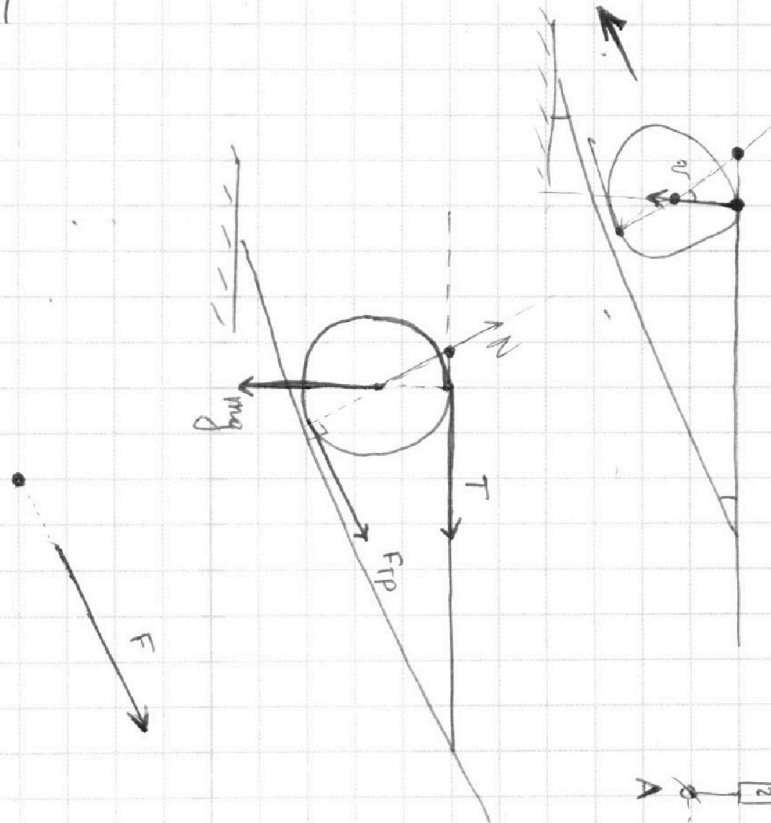
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



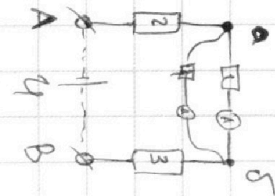
3-я сокращением энергии:

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

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



$$\frac{2gH}{\cos^2 \alpha} = 1$$



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!



$$\frac{(70^2 + 240^2)(192 + 417)}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} =$$

$$= \frac{10^2 \cdot (695) \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417}$$

$$= \frac{10 \cdot 25 \cdot 25 \cdot 203}{2 \cdot 8 \cdot 192 \cdot 417}$$

$$= \frac{125 \cdot 25 \cdot 203}{192 \cdot 417}$$

$$= \frac{125 \cdot 125 \cdot 203}{192 \cdot 351}$$

$$= \left(\frac{5}{2}\right)^3 \cdot \frac{203}{192 \cdot 85}$$

$$= \left(\frac{5}{2}\right)^3 \cdot \frac{203}{64 \cdot 5}$$

$$= \left(\frac{5}{2}\right)^3 \cdot \frac{203}{320}$$

$$= 15,63 \cdot 6,34 =$$

144,4

$$\cos(\alpha - \beta) =$$

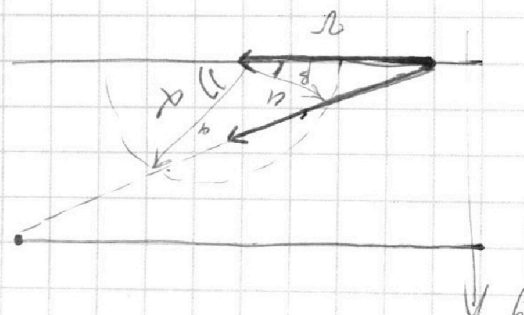
$$\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$$

$$\frac{144}{4} = 36$$

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

$$\frac{1576}{49} = 32,36$$

$$\frac{2030}{10} = 203$$



$$\begin{array}{r} 1250 \ 139 \\ - 1290 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ + 500 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 119 \\ \hline 1190 \\ + 1308 \\ \hline 2498 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15,63 \\ \times 6,34 \\ \hline 94,0842 \end{array}$$

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!



Handwritten mathematical work on grid paper:

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

$$100^2 = 10000$$

$$\sqrt{8792} = 256$$

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

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

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

$$40^2 = 1600$$

$$80^2 = 6400$$

$$100 - \frac{200}{192} = \frac{100 - \frac{200}{192}}{1} = \frac{100 \cdot 192 - 200}{192} = \frac{19200 - 200}{192} = \frac{18999}{192}$$

$$\frac{100}{80} = \frac{100 - \frac{80}{8}}{8} = \frac{100 - 10}{8} = \frac{90}{8} = \frac{45}{4}$$

$$35^2 = 1225$$

$$96^2 = 9216$$

$$\frac{35^2}{96^2} = \frac{1225}{9216}$$

$$= \frac{395}{288}$$

$$5^2 = 25$$

$$4^2 = 16$$

$$5^2 - 4^2 = 9$$

$$\frac{5^2}{4^2} = \frac{25}{16}$$

$$141 \cdot 2 = 282$$

$$141 \cdot 4 = 564$$

$$141 \cdot 6 = 846$$

$$141 \cdot 8 = 1128$$

$$141 \cdot 10 = 1410$$

$$141 \cdot 20 = 2820$$

$$141 \cdot 40 = 5640$$

$$141 \cdot 60 = 8460$$

$$141 \cdot 80 = 11280$$

$$141 \cdot 100 = 14100$$

$$141 \cdot 200 = 28200$$

$$141 \cdot 400 = 56400$$

$$141 \cdot 600 = 84600$$

$$141 \cdot 800 = 112800$$

$$141 \cdot 1000 = 141000$$

$$141 \cdot 2000 = 282000$$

$$141 \cdot 4000 = 564000$$

$$141 \cdot 6000 = 846000$$

$$141 \cdot 8000 = 1128000$$

$$141 \cdot 10000 = 1410000$$

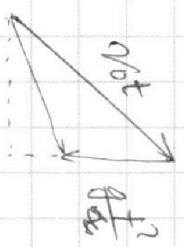
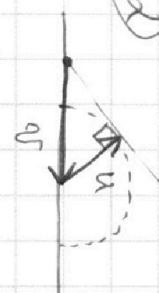
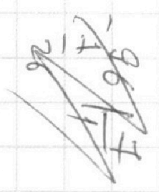
$$\frac{70}{102} = \frac{35}{51} =$$

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

$$V_0 \sin \alpha$$

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

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



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

$$V_0 \cos \alpha$$

$$\frac{6x}{t} = V_0 \cos \alpha$$

$$6x = V_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$\frac{0.41}{0.02} = \frac{0.231}{0.009x}$$

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

$$3,24$$

$$60$$

$$120$$

$$80$$

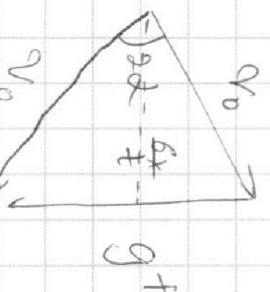
$$0,1 \cdot \sqrt{324} = V_0$$

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

$$324 = 2 \cdot 162 =$$

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

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



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

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

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

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

Если отмечено более одной задачей или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Лопка QR-кода неопытна!

- 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!



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

$$\frac{576}{625} = \frac{24}{25}$$

$$\frac{150}{192} = \frac{50}{64} = \frac{25}{32}$$

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

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

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

$$\frac{576}{676} = \frac{144}{169}$$

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

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

$$\frac{417}{192} = \frac{139}{64}$$

$$\frac{139}{64}$$

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

100

$$\frac{500}{417} = \frac{139}{359}$$

$$\frac{500}{417} = \frac{139}{359}$$

$$67600 = 260^2$$

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

$$\frac{160000}{92400} = \frac{16000}{9240}$$

$$\frac{160000}{92400} = \frac{16000}{9240}$$

$$\frac{84}{924} = \frac{1}{11}$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

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

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

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

100

$$\frac{500}{417} = \frac{139}{359}$$

$$\frac{500}{417} = \frac{139}{359}$$

$$67600 = 260^2$$

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

$$\frac{160000}{92400} = \frac{16000}{9240}$$

$$\frac{160000}{92400} = \frac{16000}{9240}$$

$$\frac{84}{924} = \frac{1}{11}$$

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

$$\frac{150 \cdot 150 \cdot 609}{2 \cdot 240 \cdot 192 \cdot 417} = 2,24$$

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

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

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

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$\frac{625000}{8} = 78125$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$400^2 - 4200 \cdot 2 \cdot 11 = 160000 - 92400 = 67600$$

$$x^2 - 2x = 2$$

$$d = u \sin \alpha \cdot T$$

$$L = (u \sin \alpha \cdot T_1 + u \cos \alpha \cdot T_2)$$

$$d = u \sin \alpha \cdot T$$

$$L = (u \sin \alpha \cdot T_1 + u \cos \alpha \cdot T_2)$$

