



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

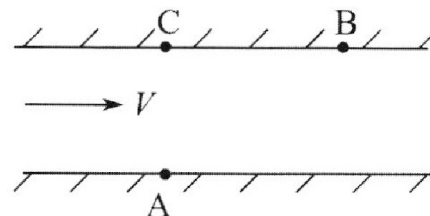
Вариант 09-02

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 $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

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

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

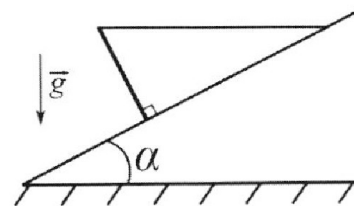
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

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 стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Найдите массу m стержня.
- 2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на стержень.
- 3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

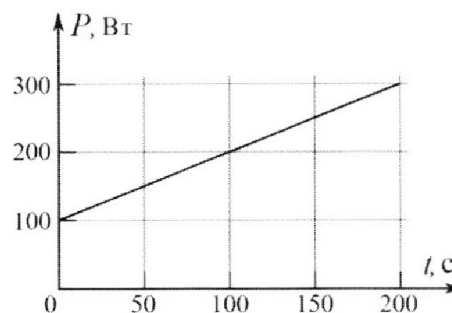
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные
дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру $\tilde{t}_1$ воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

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

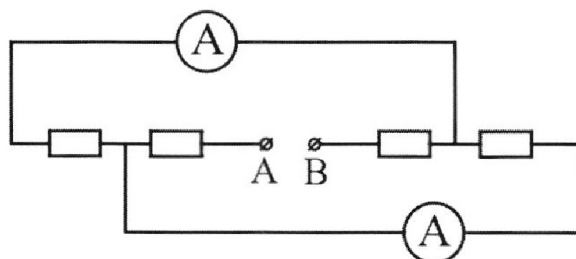


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



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!

Так же заметим, что

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2\cos\alpha} = \sqrt{V_2^2 + V_1^2 - 2V_1V_2\cos\alpha}$$

$$\Rightarrow V_1^2 - V_2^2 = (V_1 - V_2) \cdot 2\cos\alpha \cdot V$$

$$V_1 + V_2 = 2\cos\alpha \cdot V$$

$$\Rightarrow V = \frac{V_1 + V_2}{2\cos\alpha} = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} = \boxed{\frac{13^2 - 12^2}{24 \cdot 5} \text{ м/с}}$$

$$S = L - \frac{CA}{v_0} = L - \frac{d}{v_0} = L - \frac{d}{v_0} \cdot \sqrt{V_1V_2} =$$

$$= L - \frac{d}{\sqrt{V_2 - V_1V_2}} \cdot \sqrt{V_1V_2} = 120 - \frac{50}{\sqrt{\frac{13^2 - 12^2}{24 \cdot 5}}} \cdot \frac{13}{4} \sqrt{\frac{1}{25}} =$$

$$S = L - \frac{CA}{v_0} = L - \frac{d}{v_0} = L - \frac{d}{v_0} \cdot \sqrt{V_1V_2} =$$

$$= L - \frac{d}{\sqrt{V_2 - V_1V_2}} \cdot \sqrt{V_1V_2} = 120 - \frac{50}{\sqrt{\frac{13^2 - 12^2}{24 \cdot 5}}} \cdot \frac{13}{4} \sqrt{\frac{1}{25}} =$$

$$= 120 - \frac{50}{13 \sqrt{\frac{14281}{24 \cdot 5}}} \cdot \frac{13}{4} \sqrt{\frac{1}{25}} = 120 - \frac{24^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \sqrt{14281}$$

Итак: $V_1 = \frac{13}{10} \text{ м/с}$

$V_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$

$V = \frac{13^2 - 12^2}{24 \cdot 5} \text{ м/с}$

$S = 120 - \frac{24^2}{2} \sqrt{\frac{5}{13}} \sqrt{14281} \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

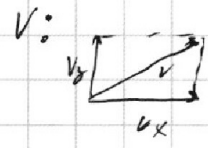
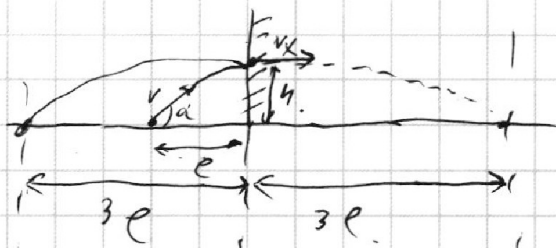
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$h = 5,4 \text{ м}$
 $l = 3 \text{ л}$
 $t_1 = 1,8 \text{ с}$
 $u = ?$
 $t_2 = ?$
 $u = ?$



угор по ному - угор со скоростью - $t_2 = ?$

$$\Rightarrow V_y t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = h.$$

$$V_x t_2 = l. \Rightarrow \frac{4 \text{ л}}{V_x} = 4 V_x t_2 = \frac{2 V_y}{g} V_x \Rightarrow t_2 = \frac{V_y}{2g}.$$

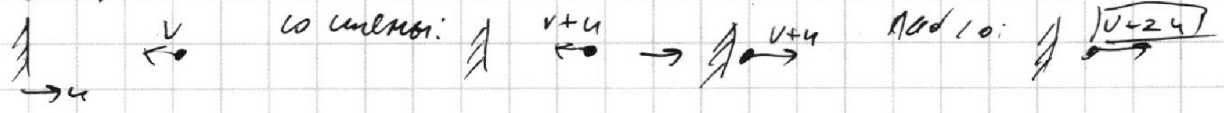
$$M = \frac{V_y}{2} \cdot \frac{V_y}{g} = \frac{V_y^2}{2g}.$$

$$V_y t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = V_y \cdot \frac{V_y}{2g} - \frac{V_y^2}{2 \cdot 4g} = V_y^2 \left(\frac{1}{2g} - \frac{1}{8g} \right) = V_y^2 \cdot \frac{3}{8g}.$$

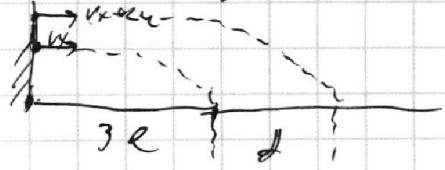
$$\Rightarrow V_y^2 = \frac{8}{3} g h; t_1 = \frac{2 V_y}{g} - t_2 = \frac{2 V_y}{g} - \frac{V_y}{2g} = \frac{3 V_y}{2g} = \frac{3}{2g} \cdot \sqrt{\frac{8}{3} g h} =$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{V_y^2}{2g} = \frac{\frac{8}{3} g h}{2g} = \frac{4}{3} h = \boxed{1,2 \text{ м}}$$

выскарем:



$\Rightarrow$ если скорость земли: то скорость земли не V_x , а $V_x + 2u$.



$$\Rightarrow l = V_x t_2 (V_x + 2u - V_x) =$$

$$t_2 \cdot 2u \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u = \frac{l}{2t_2} = \boxed{0,54 \text{ м/с}}$$

Ответ: $t_1 = 1,8 \text{ с}$
 $M = 7,2 \text{ м}$
 $u = 0,54 \text{ м/с}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

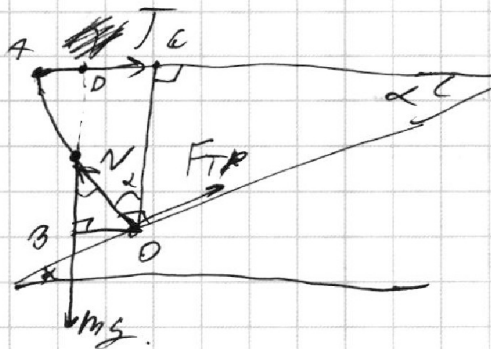
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

~~МФТИ~~

$\alpha = 30^\circ$
 $T = 14,3 \text{ Н}$
 $m = ?$
 $F_{TP} = ?$
 $\mu = ?$



$$O: T \cdot OC = mg \cdot OB.$$

$$OC = OA \cos \alpha.$$

$$OB = \frac{OA}{2} \cos \alpha$$

$$T \cdot OA \cdot \cos \alpha = mg \cdot \frac{OA}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$m = \frac{2T}{g} = 3,46 \text{ кг}$$

$$AO = OB = \frac{OA}{2} \cos \alpha.$$

$$A: F_{TP} \cdot OA = mg \cdot AO$$

$$F_{TP} \cdot OA = mg \cdot \frac{OA}{2} \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \frac{mg \cdot \frac{1}{2} \cos \alpha}{\cos \alpha} = \frac{34,6}{2} \cdot \sqrt{3} = 8,65 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$F_{TP} \leq \mu N \Rightarrow \mu_{\min} = \frac{F_{TP}}{N} \Rightarrow \mu \geq \frac{F_{TP}}{N}$$

$$OA: m: 2 \ 3 - n:$$

$$T \cdot \sin \alpha + mg \cos \alpha = N$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{8,65 \sqrt{3}}{14,3 + 2 \cdot 34,6 \cos 30^\circ} = \frac{mg \cos \alpha \cdot \frac{1}{2}}{T \cdot \frac{1}{2} + mg \cos \alpha} = \frac{mg \cos \alpha}{\frac{T}{2} + mg \cos \alpha} = \frac{\cos \alpha}{\frac{1}{2} + 2 \cos \alpha} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2} + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{1 + 2\sqrt{3}}$$

ответ:

$$m = 3,46 \text{ кг}$$

$$F_{TP} = 8,65 \cdot \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$\mu \geq \frac{1}{\sqrt{3} + 2}$$

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!

известный факт

$V = 1 \text{ A} \Rightarrow P_M = 1 \text{ Вт}$

$t_0 = 16^\circ \text{C}$

$R = 25 \Omega$

$u = 100 \text{ В}$

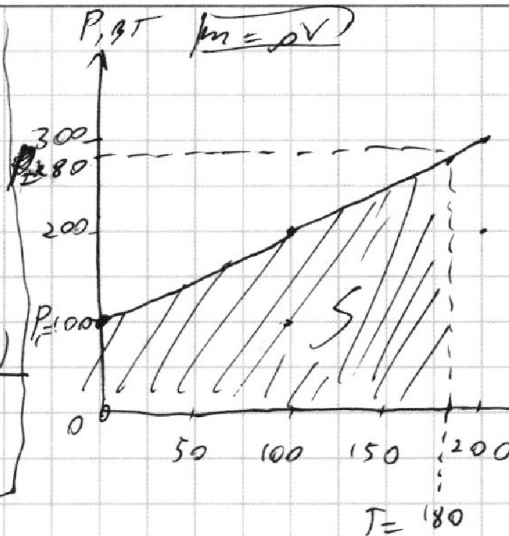
$T = 180^\circ \text{C}$

$\rho = 10^{-8} \frac{\text{Ом} \cdot \text{м}}{\text{м}} \cdot \frac{1}{\text{м}^2}$

$l = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ \text{C}$

$P_M = ?$

$t_1 = ?$



$S = Q$

Q - тепло, ушедшее в окр. среду.

P_2 - мощность нагрева в единицу T .

P_1 - мощность

$S = Q = T \cdot \frac{P_1 + P_2}{2}$

$P_M = \frac{u^2}{R} = \frac{100 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт}$

$(m(t_1 - t_0) = P_M T - Q = (P_M - \frac{P_1 + P_2}{2}) T$

$t_1 = t_0 + \frac{(P_M - \frac{P_1 + P_2}{2}) T}{l \rho} = 16^\circ + \frac{(400 - \frac{280 + 100}{2}) 180}{4200 \cdot 10^{-8}}$

$= 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$

ответ: $t_1 = 25^\circ \text{C}$

$P_M = 400 \text{ Вт}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

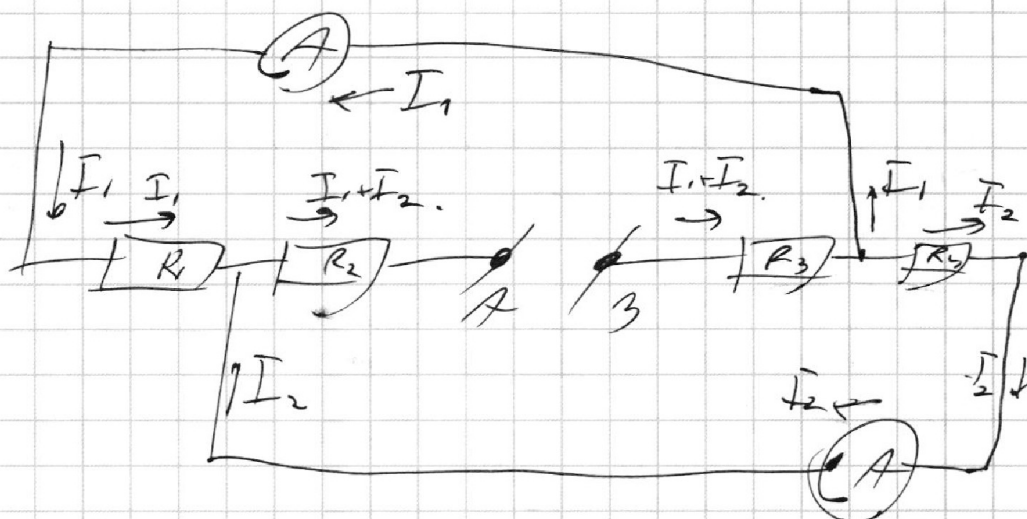
МФТИ

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



~~W/ff~~

$R_1 = 30 \Omega$
 $I_1 = 2 \text{ A}$
 $I_2 = ?$
 $P = ?$



$$U_{AB} = (I_1 + I_2) R_3 + I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R_2 =$$

$$= (I_1 + I_2) R_3 + I_2 R_4 + (I_1 + I_2) R_2$$

$$\Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_4$$

$$\begin{cases} I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_4} \\ I_2 < I_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = I_1 \cdot \frac{30 \Omega}{60 \Omega} = 1 \text{ A} \\ R_1 = 30 \Omega \\ R_4 = 60 \Omega \end{cases}$$

$$P = I_1^2 R_1 + (I_1 + I_2)^2 R_2 + (I_1 + I_2)^2 R_3 + I_2^2 R_4 =$$

$$= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_4 + (I_1 + I_2)^2 (R_2 + R_3) =$$

$$= (2)^2 \cdot 30 + (1)^2 \cdot 60 + (3)^2 \cdot (90) = 120 + 60 + 810 =$$

$$= 990 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = 990 \text{ Вт}$
 $I_2 = 1 \text{ A}$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

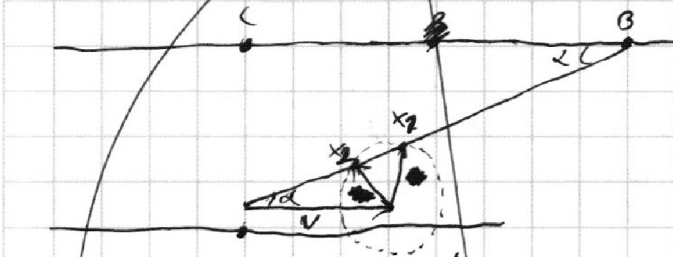
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Так как в первом звене заштылевая пилу
звонит относительно базы в одну сторону,
то и в лев. со звонит в одну сторону. В точку B.

$$\Rightarrow AB = V_1 T_1 = V_2 T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{AB}{T_1} = \boxed{1,74 \text{ м/с}}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \boxed{\frac{13}{24} \text{ м/с}}$$



$$\overrightarrow{AX} = V_2$$

$$\overrightarrow{AB} = V_1$$

ГМТ конца вектора $\vec{V}_{\text{штыля}}$ (его направление
относительно базы) — началом в конце $\vec{V}$.

$$AB = \sqrt{AC^2 + CB^2} = 130 \text{ м.}$$

заменим, что $V_{\text{штыля}} =$

$$= \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos \alpha} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos \alpha = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos \alpha$$

$$V_1 - V_2 = 2V \cos \alpha (V_1 - V_2)$$

$$V_1 + V_2 = 2V \cos \alpha$$

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = \frac{\frac{13}{10} + \frac{13}{24}}{2 \cdot \frac{12}{13}} =$$

$$\boxed{37560}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 13 \\ \hline 151 \\ 17 \\ \hline 221 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ 21 \\ \hline 442 \\ 3631 \\ \hline 3631 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 221 \\ 221 \\ \hline 442 \\ 442 \\ \hline 8841 \end{array}$$

Черновик

$$(100+x)^2 = 10000 + x^2 + 200x.$$

$$\begin{array}{r} 48841 \\ 34560 \\ \hline 14281 \end{array}$$

$$4281 = (200+x) \cdot x$$



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!

Черновик

$$\begin{array}{l} 10 \cdot 27 \\ 5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 12 \\ 5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \end{array}$$

$$10 \cdot 24$$

$$5 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 3$$

$$5 \cdot 16 \cdot 3$$

$$156 + 65$$

$$140$$

$$24$$

$$13$$

$$13^2 \cdot 17^2 - 13^2 \cdot 24^2 \cdot 5 \cdot 12$$

$$13^2 (17^2 - 24^2 \cdot 5 \cdot 12)$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ 24 \\ \hline 106 \\ 48 \\ \hline 546 \end{array}$$

$$60 \quad 16$$

$$440$$

$$160$$

$$\begin{array}{r} 560 \\ 546 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ 17 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$169$$

$$\begin{array}{r} 109 \\ 109 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1781 \\ 00 \\ \hline 109 \\ 11881 \end{array}$$

$$221$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ 121 \\ \hline 121 \\ 242 \\ \hline 121 \\ 14561 \\ 289 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$12507$$

$$1734$$

$$289$$

$$\sqrt{48479}$$

$$\begin{array}{r} 13^2 \cdot 17^2 \\ 24^2 \cdot 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14181 \\ 12 \\ \hline 21 \\ 81 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 4824 \end{array}$$

$$48241$$

$$34569$$

$$\sqrt{14781}$$

$$43$$

$$546$$

$$60$$

$$\begin{array}{r} 34560 \end{array}$$



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!

черновик

$$\begin{array}{r} 42 \cancel{7} 1 \quad 3 \\ 12 \overline{) 42 \cancel{7} 1} \\ \underline{12} \\ 22 \\ \underline{21} \\ 1 \end{array}$$

4 7 2 7

$$\begin{array}{r} 42 \cancel{7} 1 \quad 3 \\ 12 \overline{) 42 \cancel{7} 1} \\ \underline{12} \\ 22 \\ \underline{21} \\ 1 \\ \underline{17} \\ 75 \\ \underline{72} \\ 21 \end{array}$$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 100
1 4 9 6 5 6 9 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!



1) ~~Первый~~ задач:

над 10:

$$AB = V_1 T_1$$

$$AB = V_1 T_1 \Rightarrow V_1 = \frac{AB}{T_1}$$

Второй ~~задач~~:

над 10:

$$AB = V_2 T_2$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{AB}{T_2}$$

$$\frac{57}{27} \cdot \frac{3}{18} = \frac{54}{12} \cdot \frac{2}{18}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{4}{8} - \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$18 \cdot 8 = 144$$

$$\frac{L^2}{R} = T \cdot \frac{L}{R} = \frac{L^2}{R}$$

$$65 + 156 = 221$$

$$\frac{221}{120}$$

$$810$$

$$370$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{6}{12} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{6}{12} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{4} = \frac{4}{12}$$

$$190$$

$$\frac{82}{3} \cdot \frac{83}{4} \cdot 54 = 1116$$

$$\frac{82}{3} \cdot \frac{83}{4} \cdot 54 = 1116$$

$$2 \cdot 3 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$$

$$2 \cdot 3 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$$

$$2 \cdot 3 = 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$$

$$\frac{183}{183} = 1$$

$$\frac{346}{32} = 10.8125$$

$$\frac{48871}{14287} = 3.42$$

$$210 \cdot 180 = 37800$$

Черновик