



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.

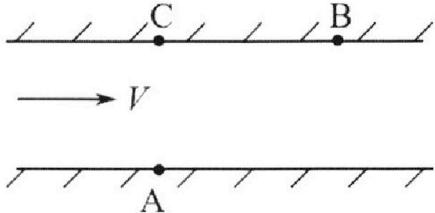
Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

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. Наивысшая 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?

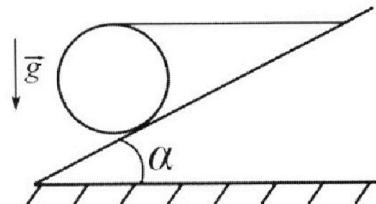
2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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/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_{Tr} трения, действующую на шар.

3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01



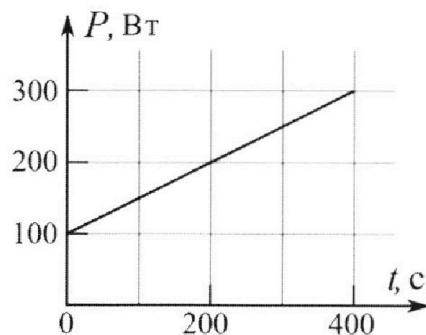
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

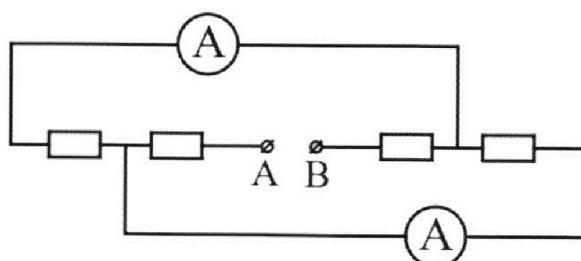
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20Ω , у двух других сопротивление по 40Ω . 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.





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!

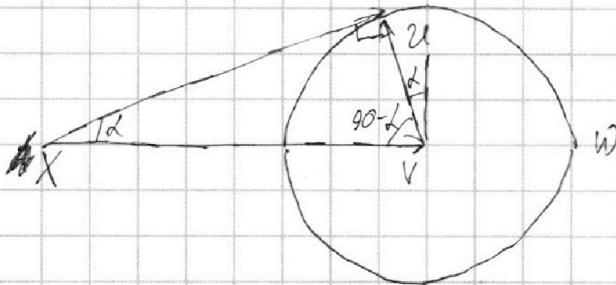
$$= \frac{5^{10} (414^2 + 86^2 \cdot 2^2 - 86 \cdot 2 \cdot 414 (4 \cdot \frac{2^6 \cdot 3^2}{5^4} - 2))}{4 \cdot 2^6 \cdot 3^2 \cdot 414^2 \cdot 86^2} =$$

$$= \frac{5^{10} (414^2 + 192^2 - 192 \cdot 414 (\frac{2^6 \cdot 3^2}{5^4} - 2))}{2^{10} \cdot 3^4 \cdot 43^2 \cdot 139^2} = u^2$$

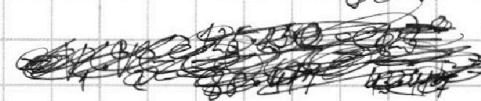
$$u = \sqrt{\frac{5^5 \sqrt{414^2 + 192^2 - 192 \cdot 414 (\frac{2^6 \cdot 3^2}{5^4} - 2)}}{2^5 \cdot 3^2 \cdot 43 \cdot 139}}$$

3) Радиус снос минимальный, то и старт - минимальный. П.Р.

старт = $\frac{\text{снос}}{40 \text{ м}} \Rightarrow \lambda - \text{максимальный}$. Это достигается, когда V_3 -
скорость полета ~~когда~~ откос. земли = $\vec{V} + \vec{U}$, проходящая из X -



— касается в ~~в~~



~~При~~ Могла проекция \vec{V}_3 на

$$\text{ось реки} = u \cos \lambda = u \frac{24}{25}$$

$$= \frac{5^3 \sqrt{414^2 + 192^2 - 192 \cdot 414 (\frac{2^6 \cdot 3^2}{5^4} - 2)}}{2^2 \cdot 3 \cdot 43 \cdot 139}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

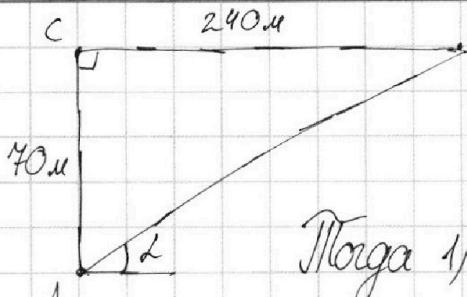
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



Задача N1

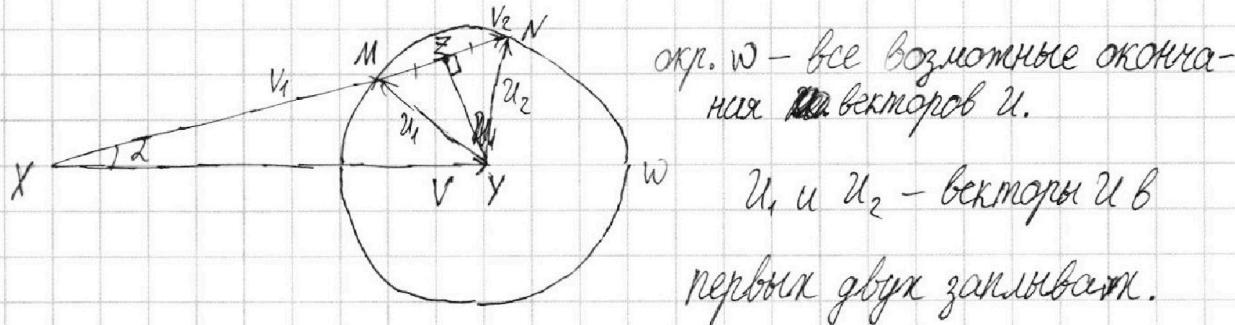
$$AB = \sqrt{BC^2 + AC^2} = \sqrt{70^2 + 240^2} = 250 \text{ м}$$

Природа 1) $V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{250}{192} = \frac{125}{96} \text{ м/с}$ - т.к. плавец движется прямолинейно

$$\cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{250}{414} \text{ м/с}$$

2) Нарисуем вектор V и вектор u во всех возможных направлениях (векторы u начинаются в конце вектора V):



Преугольник, составленный из u_1 , u_2 и $(V_2 - V_1)$ - $\pi/2 \Rightarrow$

Преугольник $MYN - \pi/2 \Rightarrow Z$ - середина MN и $\angle XZY = 90^\circ \Rightarrow$

$$\Rightarrow XZ = XY \cdot \cos \alpha \Rightarrow \frac{XZ}{\cos \alpha} = XY. \quad XY = V \quad XZ = \frac{V_1 + V_2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_1 + V_2}{2 \cos \alpha} = V. \quad \text{Степень точки } X \text{ относ. } W = \frac{XM \cdot XN}{XM + XN} =$$

$$= XY^2 - YM^2 \Rightarrow V_1 \cdot V_2 = V^2 - U^2 \Rightarrow U^2 = V^2 - V_1 \cdot V_2 = \frac{(V_1 + V_2)^2}{4 \cos^2 \alpha} - V_1 \cdot V_2 =$$

$$= \frac{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1 \cdot V_2 - 4V_1 \cdot V_2 \cdot \cos^2 \alpha}{4 \cos^2 \alpha} = \frac{V_1^2 + V_2^2 - V_1 \cdot V_2 / (4 \cos^2 \alpha - 2)}{4 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{\frac{125^2}{96^2} + \frac{56^2 \cdot 2^2}{414^2} - \frac{56 \cdot 2}{86 \cdot 414} \left(4 \cdot \frac{26 \cdot 3^2}{54} - 2 \right)}{4 \cdot \frac{26 \cdot 3^2}{54}} = \frac{125^2}{4 \cdot 86 \cdot 414} = \frac{125^2}{4 \cdot 414^2 + 86^2 \cdot 2^2 - 86 \cdot 414}$$



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!

$$H = V_y T - \frac{gT^2}{2} = gT^2 - \frac{gT^2}{2} = \frac{gT^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} =$$

$$= \frac{2}{10} \sqrt{81} = \frac{9}{5} \text{ с} = 1,8 \text{ с} \quad \text{При этом } 2) t_1 = \frac{5}{3} T = \frac{5}{3} \cdot \frac{9}{5} = 3 \text{ с}$$

$$1) h = V_y \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = gT \cdot \frac{5}{3} T - \frac{gT^2 \cdot \frac{25}{9}}{2} = gT^2 \left(\frac{5}{3} - \frac{25}{18} \right) = \frac{5}{18} g T^2 =$$

$$\frac{5}{18} \cdot 10 \cdot \frac{81}{25} \text{ м} = 9 \text{ м}$$

3) Заметим, что вертикальная проекция скорости мяча после удара в обоих случаях одинаковая \Rightarrow время полёта после удара тоже одинаково и равно $2T - t_1 = \frac{1}{3} T$. Пусть $V_x - \cancel{\text{скорость мяча}}$ — проекция скорости мяча на ось X прямо до удара, тогда после удара проекция скорости = в том случае $-V_x$, а во 2нм $-V_x - 2u$. d = расстояние между точками $\overset{a}{\text{погашения и стенаю}} = \left| \frac{1}{3} T (-V_x - 2u) - \frac{1}{3} T (-V_x) \right| = \cancel{\frac{1}{3} T \cdot 2u}$

$$= \left| -\frac{1}{3} T \cdot 2u \right| = \left| -\frac{1}{3} \cdot \frac{9}{5} \cdot 4u \right| = 2,4 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

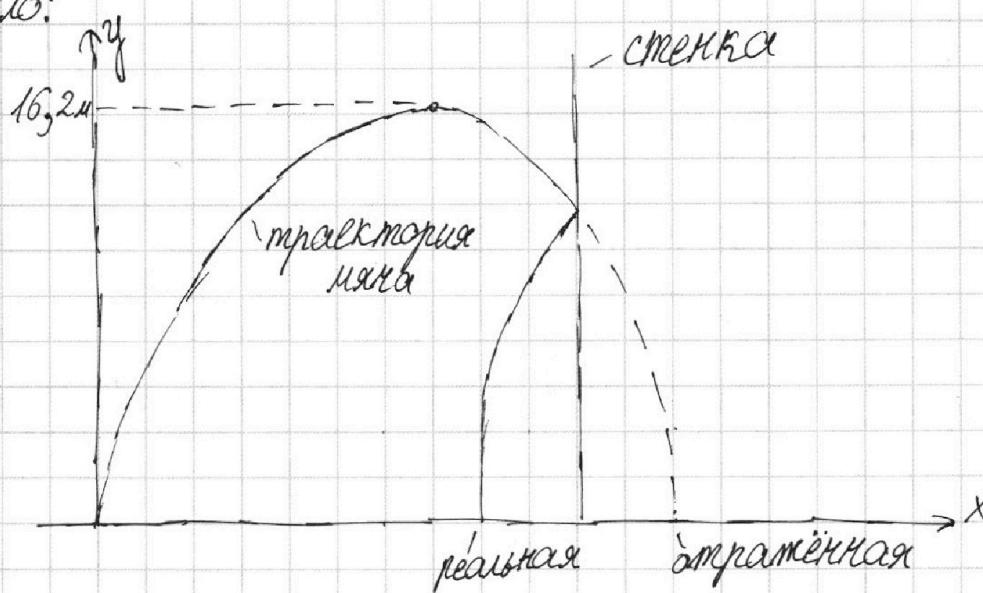
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

Задача №2

Заметим, что после удара о стенку ~~вертикальная~~
прекция скорости мяча не изменилась, а горизон-
тальная ~~поменяла~~^и знак \Rightarrow если мы симметрично от-
разим траекторию полёта мяча после удара откос. стены,
то получим ~~один~~ такую траекторию, как если бы стены не
были:



По оси x мячик движется иначе \Rightarrow пусть на весь
полёт он затратил время $2T$. Тогда до наивысшей точки
он летел T , а до мячика стояковенно $\frac{5}{6} \cdot 2T = \frac{5}{3}T$
В наивысшей точке вертикальная проекция скорости мяча = 0
 $\Rightarrow V_y = gT$, где V_y - проекция начальной скорости мяча на y .

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

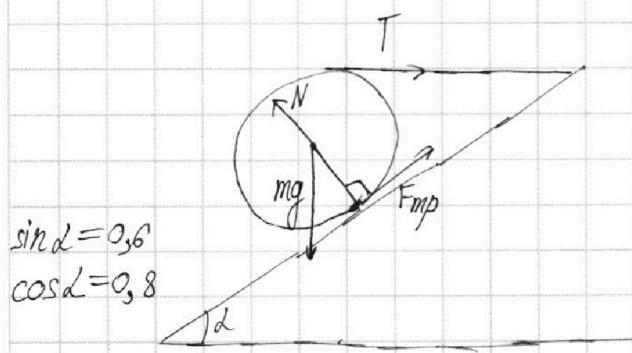
МФТИ.



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

Задача №3

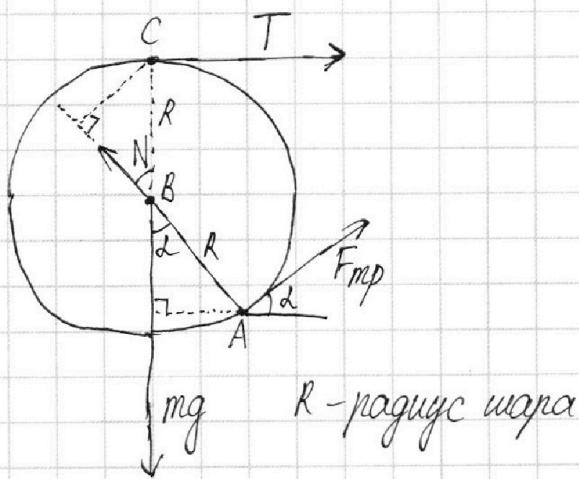
Рассставим на рисунке силы, действующие на шар:



$$\sin \alpha = 0,6$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

Запишем уравнения моментов
сил относ. точек A, B, C:



$$1) A: T \cdot (R + R \cos \alpha) = mg \cdot R \sin \alpha$$

$$T \cdot (1 + 0,8) = mg \cdot 0,6$$

$$T = \frac{mg}{3} = \boxed{10 \text{Н}}$$

$$2) B: F_{mp} \cdot R = T \cdot R$$

$$F_{mp} = T = \boxed{10 \text{Н}}$$

$$3) C: F_{mp} \cdot (R + R \cos \alpha) = N \cdot R \sin \alpha$$

$$F_{mp} = \frac{N}{3} \quad F_{mp} \leq \mu N$$

$$\mu N \geq \frac{N}{3}$$

$$\mu \geq \frac{1}{3} \Rightarrow \text{при } \mu \geq \frac{1}{3}$$

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"/> |

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

МФТИ

Задача №4

$$1) P_H = I^2 R = \boxed{500 \text{ Вт}}$$

2) Δt - то, на сколько нагревается вода, $\Delta t = \tilde{t}_1 - \tilde{t}_0$, ΔQ - то, на сколько изменится её внутренняя энергия, $\Delta Q = C V \cdot p_i \cdot \Delta t$

Формула зависимости мощности тепловых потерь от времени

$$P(t) = 100 \text{ Вт} + 100 \text{ Вт} \cdot \frac{t}{2000 \text{ с}} = 100 \text{ Вт} + \frac{t \cdot 1 \text{ Вт}}{2 \text{ с}}$$

Потеря Q - внутренняя энергия воды $\Rightarrow dQ = P_H dt - P dt =$

$$= 500 \text{ Вт} \cdot dt - 100 \text{ Вт} dt - \frac{1 \text{ Вт}}{2 \text{ с}} t dt \cancel{dt} = \left(400 dt - \frac{t dt}{2 \text{ с}} \right) \text{ Вт} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta Q = \int_{t=0}^{t=T} \left(400 dt - \frac{t dt}{2 \text{ с}} \right) \text{ Вт} = \left(400 T - \frac{T^2}{2 \cdot 2 \text{ с}} \right) \text{ Вт}$$

$$\Delta Q = C V p (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 45600 \text{ Дж} \Rightarrow \frac{T^2}{4 \text{ с}} - 400T + 45600 \text{ с} = 0$$

$$D = 400^2 - 45600 \cdot \frac{4}{4} = 84400$$

$$T = \frac{400 - \sqrt{84400}}{\frac{1}{2 \text{ с}}} = (400 - 20\sqrt{211}) \text{ с} = 40 \text{ с} \cdot (20 - \sqrt{211}) =$$

14,6

$$= 40 \cdot 5,4 = \boxed{216 \text{ с}} \quad (-\sqrt{D} \text{ м.к. } P_H > P - \cancel{\text{максимальное значение}} \text{ минимальное значение})$$

рекомендации

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

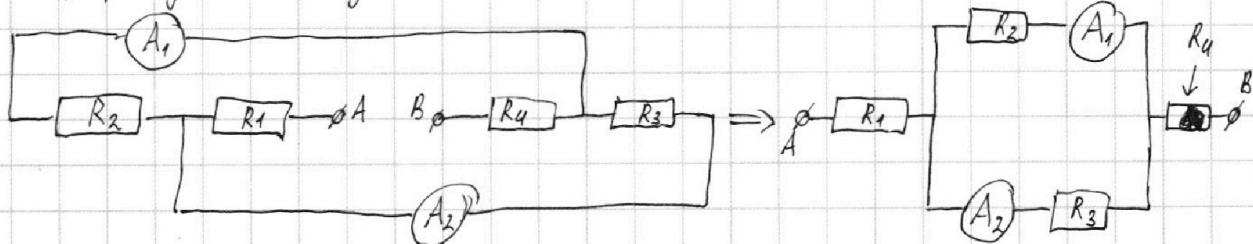
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача №5

Перерисуем схему:



1) Так показания A_1 и A_2 не равны $\Rightarrow R_2 \neq R_3$. Меньший ток $= I_1 = 1A$
 \Rightarrow дальший $= \frac{I_1 \cdot 40\Omega}{20\Omega} = 2I_1 = I_2 = 2A$

2) Тогда эквивалентное сопротивление $= \left(\frac{20 \cdot 40}{20+40} + 20 + 40 \right) \Omega =$
 $= (60 + \frac{80}{3}) \Omega = \frac{180+40}{3} \Omega = \frac{220}{3} \Omega$

А ~~потока~~ сила тока на источнике $= I_1 + I_2 = 3A \Rightarrow U = \frac{220}{3} \cdot 3 = 220V$



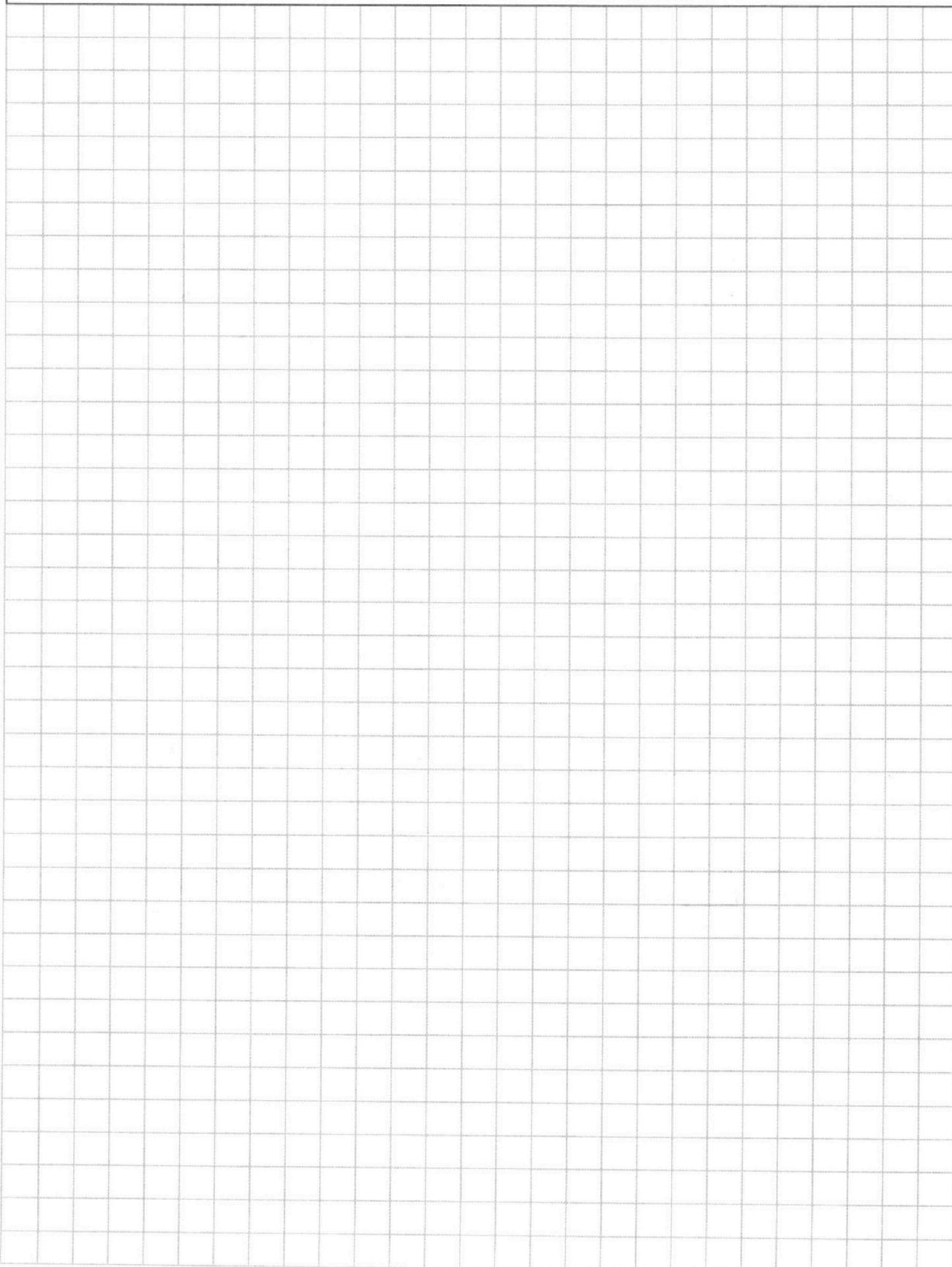
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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





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"/> |

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

МФТИ



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"/> |

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

МФТИ

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$414 = (100 + \frac{11\pi}{3}) 3$$

$$\cancel{139} \cdot 3$$

$$\cancel{139} \cancel{14}$$

$$\cancel{139} \cancel{11}$$

$$86 \cancel{12}$$

$$43$$

$$16,2$$

$$0$$

$$2\pi p$$

$$-kp^2/1m = 16,2 \mu$$

$$\frac{V_0 - V_{x_1}}{V_{y_1}} = \frac{V_0 - V_{x_2}}{V_{y_2}}$$

$$\cancel{\frac{250}{192}} \frac{250}{914}$$

$$\frac{5}{6} 2p = \frac{5}{3} p$$

$$V_{x_1}^2 + V_{y_1}^2 = V_{x_2}^2 + V_{y_2}^2$$

$$\cancel{\frac{277}{142}} \frac{14}{1}$$

$$4900$$

$$350 \mu$$

$$k \cdot \frac{5}{3} p \left(\frac{5}{3} p - u_2 p \right) = \frac{5}{3} k p \cdot \left(-\frac{1}{3} p \right) =$$

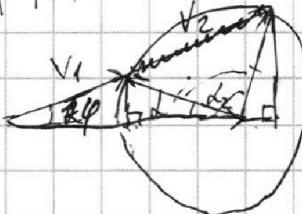
$$\cancel{\frac{24}{24}} + \cancel{\frac{57600}{4900}} =$$

$$\frac{57600}{4900} = -kp^2 \cdot \frac{5}{9} = 16,2 \cdot \frac{5}{9} =$$

$$50 \cancel{+30+1} = 81/9 = 9 \mu$$

$$V_1 V_2 = V^2 - U^2$$

$$\cancel{277/142} \frac{1}{1}$$



$$V_y = gt_1$$

$$H = V_y t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{gt_1^2}{2}$$

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{9}{5} C$$

$$(V - U_x)^2 + U_y^2 = V_1^2$$

$$1,8 C$$

$$\sqrt{\frac{324}{25}} = \frac{9}{5}$$

$$= 84400$$

$$\cancel{\frac{277}{142}} \frac{1}{1}$$

$$\frac{V - U \cos \alpha_1}{U \sin \alpha_1}$$

$$h = V_y t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = gt_1 \cdot \frac{5}{3} t_1 - g \cdot \frac{25}{9} t_1^2 =$$

$$= gt_1^2 \left(\frac{5}{3} - \frac{25}{18} \right) =$$

$$= gt_1^2 \left(\frac{5}{9} - \frac{5}{18} \right) =$$

$$= g \cdot 10 \cdot \frac{8t}{25} \cdot \frac{5}{18} = 9$$

$$\cancel{\frac{V - U \cos \alpha_1}{U \cos \alpha_1}} = \cancel{\frac{V - U \cos \alpha_2}{U \cos \alpha_2}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{\sin d_1}{V_1 \sin \alpha} = \frac{\sin d_2}{V_2 \sin \beta}$$

$$\frac{\sin d_1}{V_1} = \frac{\sin d_2}{V_2}$$

$$\frac{\sin d_1}{\sin d_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$400 \cdot 216 - \frac{216 \cdot 346}{4} = 216 \cdot (400 - 54) =$$

$$\frac{V - U \cos d_1}{\sin d_1} = \frac{V - U \cos d_2}{\sin d_2}$$

$$\sin d_1 = \frac{V_1}{V_2} \sin d_2 = 216 \cdot 346$$

$$\frac{V - U \cos d_1}{V - U \cos d_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\cos^2 d_1 = 1 - \sin^2 d_1 = 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} \sin^2 d_2 =$$

19
14,6
10,6
38,4
14,6
21,16

180 216,09

$$= 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} (1 - \cos^2 d_2) =$$

$$213,16 V - U \sqrt{1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} \sin^2 d_2} = \frac{V_1}{V_2} V - U \cos d_2 \frac{V_1}{V_2}$$

$$= 1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} + \frac{V_1^2}{V_2^2} \cos^2 d_2$$

54,4 = 216

$$V \left(1 - \frac{V_1}{V_2} \right) = U \left(\cos d_2 \frac{V_1}{V_2} \sqrt{1 - \cos^2 d_2} - \cos d_2 \frac{V_1}{V_2} \right)$$

19.

$$V^2 \left(1 - \frac{V_1}{V_2} \right)^2 = U^2 \left(1 - \frac{V_1^2}{V_2^2} \sin^2 d_2 + \frac{V_1^2}{V_2^2} (1 - \sin^2 d_2) \right) - 2 \sqrt{1 - \frac{V_1^2}{V_2^2}}$$

$$2 \cdot 4200 \cdot 9 = 75600$$

216

13,46

12,96

8,64

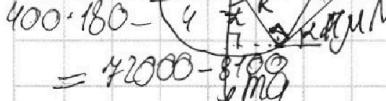
4,32

74,736

$$(1 + \cos d) R$$

$$T \approx 1,8 R = 0,6 R mg$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 4200 \\ \hline 18 \\ \overline{33600} \\ \times 14 \\ \hline 92 \\ \overline{45600} \\ \times 14 \\ \hline 56 \\ \overline{196} \end{array}$$



$$400 \cdot 180 - 400 \cdot 300 = 400 \cdot 150 = 40000$$

mg

$$160000 - \frac{4}{3} \cdot 45600 = T = \mu N$$

15 11 25

$$400 \cdot 200 - 200 \cdot 300 = 400 \cdot 100 = 40000$$

$$40(20 \sqrt{21})$$

$$200 \cdot 300 - 100 \cdot 300 = \mu N \cdot R \cdot 0,8 = \mu N R \cdot 1,8$$

$$40 \cdot 5 \approx 200$$

$$= 10000 / (10 - 3) =$$

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

$$400 - 50 \cdot \frac{t}{1000}$$

$$= 4 \cdot 10^4$$

$$400 \cdot 20 \sqrt{21} \cdot 2$$

$$dQ = (400 - 50 \cdot \frac{t}{1000}) dt$$

$$\frac{t^2}{4} - 400t + 45600 = 0$$

$$45600 = Q = 400t - 50 \cdot \frac{t^2}{200} =$$

$$= 400 \cdot 800 - 50 \cdot 100$$