



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

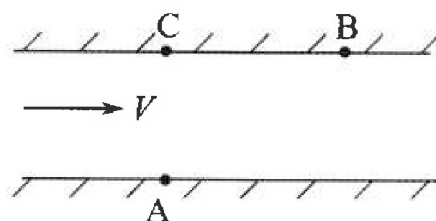
Вариант 09-02

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.

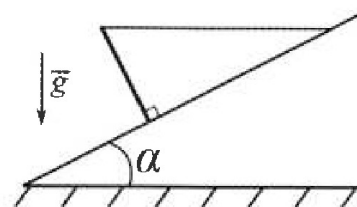
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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.

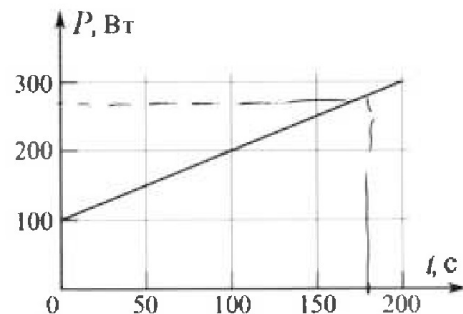


✓ 4. Воду объемом $V = 1$ л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16^\circ\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

✓ 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 $c = 4200\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

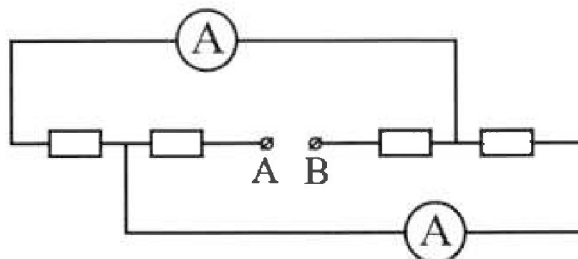


✓ 5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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:


МФТИ[illegible]

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

$$4.76 U_1^2 = 2,80 U_1 \cos \alpha$$

$$4,76 \text{ V}_1^{\#} = 2 \text{ P V cal } \alpha$$

$$4,96 u_1 = 2,10 \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} \cdot \sqrt{L^2 + d^2}$$

$$4,76 \text{ V}_1 \sqrt{1482} = 280 \text{ V} / 12$$

$$2.38 \text{ u, } \sqrt{L^2 + d^2} = 1.40 \text{ L / s}$$

$$1, 19 \text{ u, } \sqrt{L^2 + d^2} = 0,70L$$

$$\frac{119}{100} V_1 \sqrt{1 + 0.2} = \frac{7}{10} \text{ oz} / 120$$

$$119 \text{ V}_1 \sqrt{L^2 + d^2} = 70 \text{ V}_L \Rightarrow Q = Q_1 \cdot \frac{119}{70} \cdot \frac{\sqrt{L^2 + d^2}}{L} \quad (5)$$

из уравнения $\sqrt{L^2 + d^2} = v_1 T_2 = v_2 T_1$ найдем v_1, v_2 :

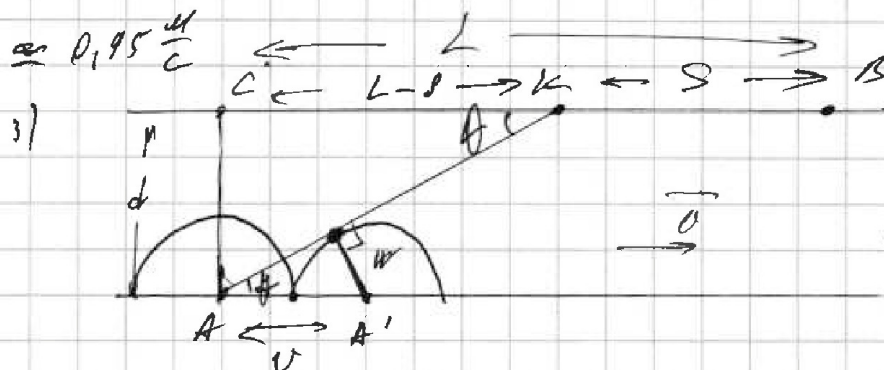
$$V_1 = \frac{\sqrt{120^2 + 50^2}}{T_2} = \frac{130}{240} \frac{u}{c} = \frac{130}{240} \frac{u}{c} = \frac{13}{24} \frac{u}{c} \approx 0.54 \frac{u}{c}$$

$$\phi_2 = \frac{\sqrt{120^2 + 120^2}}{11} = \frac{\sqrt{120^2 + 120^2}}{240} \cdot \frac{4}{c} = \frac{130}{100} \cdot \frac{4}{c} = \frac{13}{10} \cdot \frac{4}{c} = 1.3 \cdot \frac{4}{c}$$

с учетом (5):

$$10 = \frac{13}{14} \cdot \frac{119}{70} \cdot \frac{130}{120} \frac{m}{c} = \frac{13^2 \cdot 119}{14 \cdot 70 \cdot 12} \frac{m}{c} = \frac{20111}{20160} \frac{m}{c}$$

$$\approx 0,95 \frac{M}{C}$$



есть диминация,
когда $V_{\text{пр}} \ll c$ касаясь
ней-они абсолютных
скоростей $\bullet \bullet \bullet$

$$\sin \theta = \frac{d}{\sqrt{(L-s)^2 + d^2}}$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2 - 2vv_1 \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}}}{v} = \frac{d}{\sqrt{(L-S)^2 + d^2}} \Leftrightarrow v d = \left(v_1^2 + v_2^2 - 2vv_1 \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} \right) \cdot \sqrt{(L-S)^2 + d^2}$$

$$L - g = \sqrt{\frac{v^2 d^2}{(v^2 d^2 - 2v d \frac{L}{\sqrt{1-\beta^2}})^2 - d^2}} \Rightarrow \text{выражение на одноп. член}$$

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 1 (продолжение)

$$S = L \sqrt{d^2 + \frac{v^2 d^2}{(v^2 + 0,1^2 - 2 \cdot 0,1 \cdot \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}})^2}}$$

$$S = 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{0,95^2 \cdot 50^2}{(0,95^2 + 0,1^2 - 2 \cdot 0,1 \cdot 0,154 \cdot \frac{120}{\sqrt{120^2 + 50^2}})^2 - 50^2}} \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{2500}{(1 + 0,125 - \frac{120}{140})^2 - 2500}} \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{2500}{0,14}} = 2500 \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{3086 - 2500} \text{ м} = 120 \text{ м} - \sqrt{586} \text{ м} \approx 120 \text{ м} - 24,5 \text{ м} =$$

$$= 95,5 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_1 = 0,154 \text{ м/с}$; $v_2 = 1,3 \text{ м/с}$; 2) $v = 0,95 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
3) $S \approx 95,5 \text{ м}$

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. Печать QR-кода недопустима!

задача 2

удар — абс. упругий

$$h = 5,4 \text{ м}$$

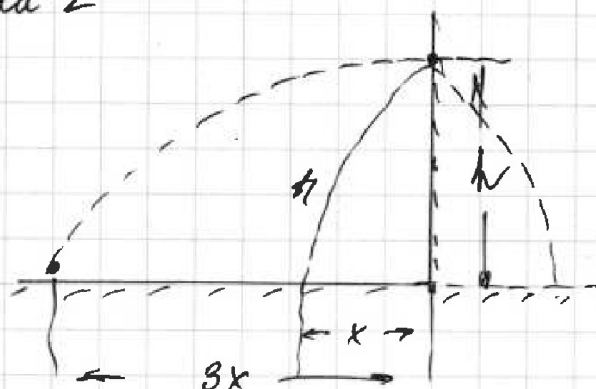
$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1) H - ?$$

$$2) H - ?$$

$$\alpha = 1,1 \text{ м}$$

$$3) H - ?$$



1) Так как удар о стенку абсолютно упругий, отражен-
ная часть параболы симметрична стенке, поэтому соответ-
ствующим проекциям времени мяча после удара.

получим:



x — в обозначениях — расстояние от стенки до места
приземления мяча после удара о стенку.

2) Запишем уравнение движения:

$$OX: 3x = v_0 \cos \alpha t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow v_0^2 \cos^2 \alpha t^2 = 9x^2$$

$$OY: h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow v_0^2 \sin^2 \alpha t^2 = (h + \frac{g t^2}{2})^2$$

но нас интересует время t , поэтому возведем
в квадрат и сложим уравнения. Введем мяч из (1) в

6 (1) B:

$$OX: x = v_0 \cos \alpha t$$

$$OY: h = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} v_0^2 \cos^2 \alpha t^2 &= x^2 \\ v_0^2 \sin^2 \alpha t^2 &= (h + \frac{g t^2}{2})^2 \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$v_0^2 t^2 = x^2 + (h + \frac{g t^2}{2})^2$$

3) Воспользуемся свободной параболой и разделим ее
на 4 части, на которых время движения равно t_1 .
Запишем уравнение движения "из 0 в 0":

$$OX: 4x = v_0 \cos \alpha \cdot 4t_1 \Rightarrow x = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$OY: 0 = v_0 \sin \alpha \cdot 4t_1 - \frac{g \cdot 16 t_1^2}{2} \Rightarrow 4 v_0 \sin \alpha = 8 g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \quad (2)$$

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 из одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

из (1) найдем $v_0 \sin \alpha$!

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

Подставим в (2):

$$h = \frac{\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}}{g} = \frac{\frac{2h + gt^2}{2t}}{g} = \frac{2h + gt^2}{2g} \Rightarrow 4gt^2 = 2h + gt^2 \Rightarrow 3gt^2 = 2h$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{3g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{3g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \text{ м}}{3 \cdot 10 \text{ м/с}^2}} = \sqrt{\frac{514}{3 \cdot 5}} \text{ с} = \sqrt{\frac{1,8}{5}} \text{ с} = \sqrt{\frac{18}{50}} \text{ с} =$$

$$= \sqrt{\frac{9}{25}} \text{ с} = \frac{3}{5} \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

$$t = 0,6 \text{ с}$$

4) тогда найдем высоту h !

$$Oy: h = v_0 \sin \alpha \cdot 2t - \frac{g \cdot 4t^2}{2} \quad (3)$$

$$Ox: R_x = v_0 \cos \alpha \cdot 2t$$

Подставим $v_0 \sin \alpha$ в (3):

$$h = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right) \cdot 2t - 2gt^2$$

$$h = 2h + gt^2 - 2gt^2 = 2h - gt^2$$

$$h = 2h - gt^2 = 2 \cdot 5,4 \text{ м} - 10 \cdot (0,6)^2 \text{ м} = 10,8 \text{ м} - 3,6 \text{ м} = 7,2 \text{ м}$$

$$h = 7,2 \text{ м}$$

5) теперь необходимо разобраться с движением стешей:



Понимая, что необходимо перейти
в 90 стешки, сделаем это
для лучшего понимания

Предметные на выданных листах

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

Отметьте крестиком номер задачи,

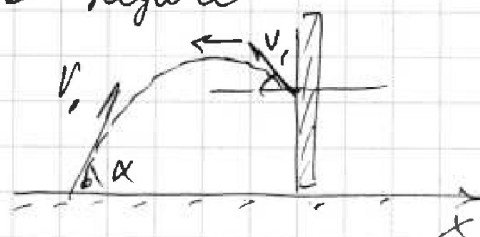
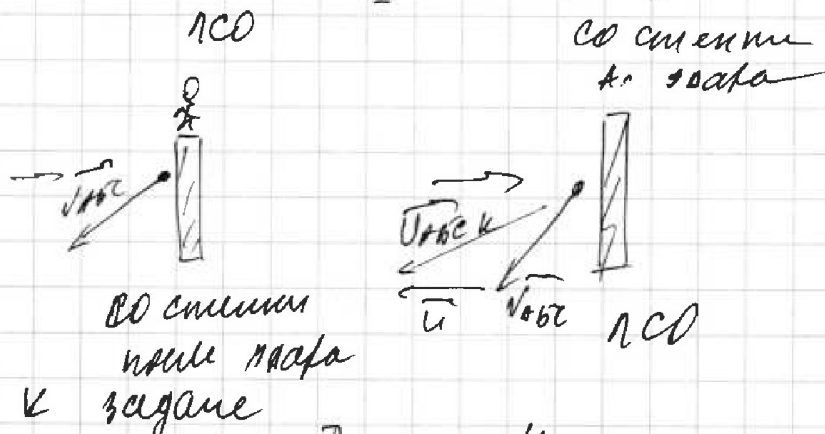
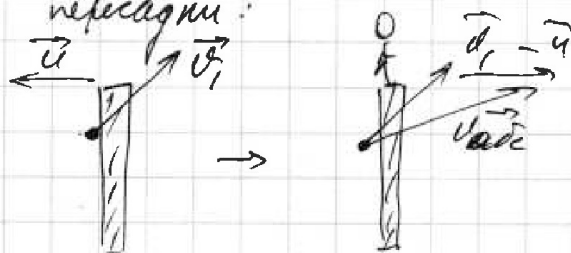
решение которой представлено на странице:

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. Поря QR-кода недопустима!

Общий случай пересадки:



И можно заметить, что компонента по оси ОХ после удара увеличивается по величине абсолютного удара. $u'_x = v_x + \mu$. Тогда можно принять это: у компонента в обоих случаях сохраняется

$$v'_x = v_x \cos \alpha + \mu$$

Тогда уравнение движения:

$$\text{в начале: ОХ: } v_0 \cos \alpha t_1 = x$$

$$\text{в конце: ОХ: } (v_0 \cos \alpha + \mu) t_2 = x + d$$

$$v_0 \cos \alpha t_2 + \mu t_2 = d + v_0 \cos \alpha t_1$$

$$\text{Оу: в начале: } h = v_0 \sin \alpha t_1$$

$$\text{в конце: } h = v_0 \sin \alpha t_2 \Rightarrow t_1 = t_2$$

$$\text{Тогда } \mu t_2 = d \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu t_1 = d, \text{ т.е. } t_1 = t_2$$

$$\mu = \frac{d}{t_1} = \frac{1,2 \text{ м}}{2 \cdot 10^{-2} \text{ с}} = \frac{1,2}{0,02} = 60 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{10^2 \cdot 0,5^2}{2 \cdot 10} = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Ответ: } 1) h = 0,6 \text{ м; } 2) t_1 = 2,2 \text{ м; } 3) \mu = 1,25 \text{ м/с}^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

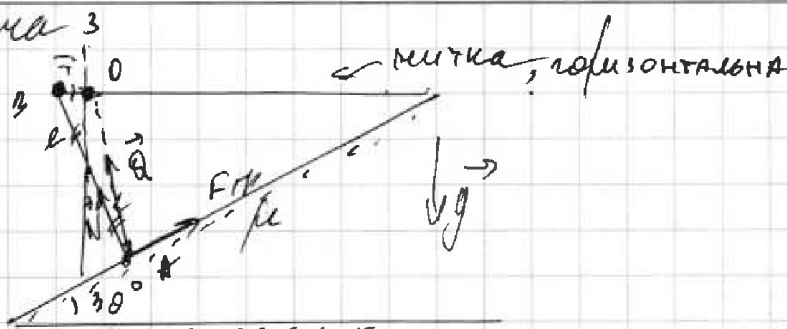
решение которой представлено на странице:

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. Понра QR-кода недопустима!

задача 3



$$T = 17,34$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = 40^\circ$$

$$1) m = ?$$

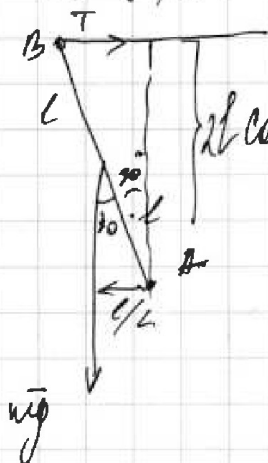
$$2) F_{tr} = ?$$

$$3) \mu = ? \text{ — по задаче.}$$

1) Длина стержня l , тогда $\frac{1}{2}$ длины стержня

2) В точке A на стержень действует F_{tr} и N . Выводим из условия равновесия, что F_{tr} направлена вверх, т.к. T, mg и g действуют перпендикулярно в одной точке O.

3) Запишем правило моментов для стержня относительно (1) B:



$$l \cos 30^\circ = d \frac{\sqrt{2}}{2} = l \sqrt{2}$$

$$mg \frac{l}{2} = T \cdot l \sqrt{2}$$

$$mg = 2T \sqrt{2}$$

$$m = \frac{2T \sqrt{2}}{g}$$

$$m = \frac{2 \cdot 17,34 \cdot \sqrt{2}}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{17,34 \sqrt{2}}{5} \text{ кг} =$$

$$= \frac{143}{10} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{5} = \frac{173 \sqrt{2}}{50} \text{ кг} = 3,46 \sqrt{2} \text{ кг} \approx$$

$$\approx 3,46 \cdot 1,41 \text{ кг} = 5,9 \text{ кг}$$

$$m = 5,9 \text{ кг}$$

4) Найдём F_{tr} , действующую на стержень. Для этого запишем правило моментов для стержня относительно (1) B:

См. предыдущую страницу

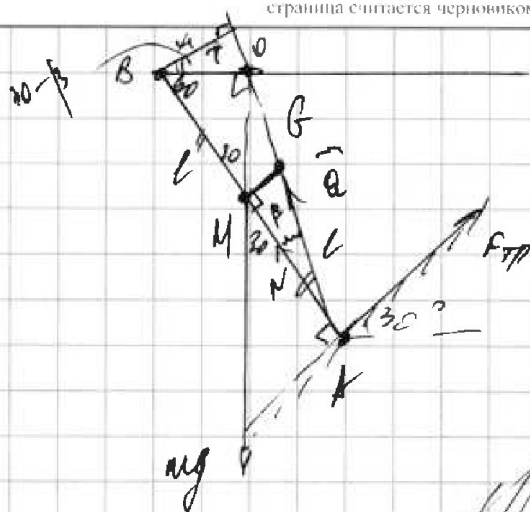
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



~~тр. сила, угол γ к В:~~

~~$\cos \gamma = \frac{l}{2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \gamma = 48^\circ$~~

~~Сила тяжести, тр~~

~~$\cos \beta = \frac{F_{тр}}{N} = \frac{mg}{N} = \mu$~~

~~$\beta = \arccos \mu$~~

~~$\cos \beta = \frac{mg}{N}$~~

Напишем моменты относительно оси (.) В:

$$mg \cdot \frac{l}{2} = F_{тр} \cdot 2l \Rightarrow F_{тр} = \frac{mg}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{mg}{4} = \frac{51,2 \cdot 10}{4} \text{ Н} = \frac{51}{4} \text{ Н} \approx$$

$$\approx 15 \text{ Н}$$

$$F_{тр} \approx 15 \text{ Н}$$

5) Стержень будет находиться в равновесии, когда момент mg будет равен моменту $\vec{Q}$. Сила тяжести, что

$$\cos \beta = \frac{F_{тр}}{N} = \frac{\mu N}{N} = \mu.$$

Также равновесие будет достигаться при μ , если линия вертикальной, которая в этот момент, когда $\vec{T}$, mg , $\vec{Q}$ пересекаются в одной точке.

то косинус для ΔKPO :

$$KO^2 = 4l^2 + \frac{l^2}{4} - 2 \cdot 2l \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow KO = \sqrt{4l^2 + \frac{l^2}{4} - l^2} = \sqrt{3l^2 + \frac{l^2}{4}} =$$

$$= \sqrt{\frac{12l^2 + l^2}{4}} = \frac{l\sqrt{13}}{2} = l \cdot \frac{\sqrt{13}}{2} \approx l \cdot \frac{3,2}{2} = 1,6l$$

$$KO \approx 1,6l$$

то косинус для ΔKGA :

то косинус для ΔKAO :

$$\left(\frac{l\sqrt{2}}{2}\right)^2 = l^2 + (1,6l)^2 - 2l \cdot 1,6l \cdot \cos \beta$$

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. Порядок QR-кода недопустим!

Задача 3 (продолжение)

$$3,2 l^2 \cos \beta = l^2 + 2,16 l^2 - \frac{l^2 \cdot 4}{4}$$

$$\cos \beta = \frac{1 + 2,16 - 0,5}{3,2} = \frac{3,16 - 0,5}{3,2} = \frac{3}{3,2} = \frac{3}{3,2} \cdot 10 = \frac{30}{32} = \frac{15}{16} \approx$$

$$\Rightarrow \text{запишем QTT! } \sin^2 \beta + \cos^2 \beta = 1 \quad | : \cos^2 \beta$$

$$\tan^2 \beta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \mu = \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \beta} - 1} = \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \beta}{\cos^2 \beta}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{\cos \beta} =$$

$$= \frac{\sqrt{(1 - \cos \beta)(1 + \cos \beta)}}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{(1 - \frac{15}{16})(1 + \frac{15}{16})}}{\frac{15}{16}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{16} \cdot \frac{31}{16}}}{\frac{15}{16}} =$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{32}}{16}}{\frac{15}{16}} = \frac{\sqrt{32}}{16} \cdot \frac{16}{15} = \frac{\sqrt{32}}{15} \approx \frac{5,8}{15} = \frac{58}{150} = \frac{58}{150} \cdot \frac{1}{1} =$$

$$= \frac{58}{150} = \frac{29}{75} \approx 0,38 \quad \text{— это критическая по формулам}$$

Значит, $\mu \geq 0,38$ является условием того, что
шарик будет находиться в покое.

Ответ: 1) $m = 5,9 \text{ кг}$;

2) $F_{\text{тр}} \geq 15 \text{ Н}$

3) при $\mu \geq 0,38$ шарик будет находиться
в покое

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!

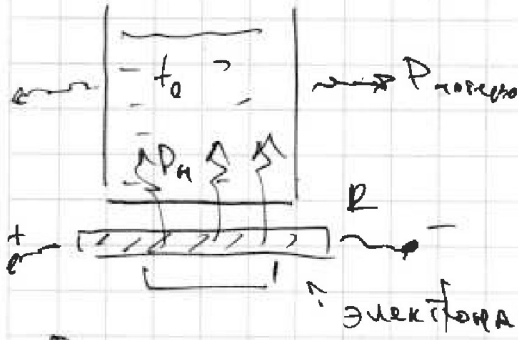
Задача 4

$$V = 1 \text{ л}, M = 1 \text{ кг} = \rho V = 1 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$t_0 = 180^\circ \text{С}$$

$$R = 25 \Omega$$

$$U = 100 \text{ В}$$



1) P_H -!

2) t_1 -? $T = 180^\circ \text{С}$

$$\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{С}}$$

Решение:

1) найдем мощность нагревателя:

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{(100 \text{ В})^2}{25 \Omega} = \frac{10000}{25} \text{ Вт} = 400 \text{ Вт}$$

$$P_H = 400 \text{ Вт}$$

2) Запишем УТБ для нагревателя:

$$\frac{U^2}{R} = P_{\text{потери}}(T_x) \cdot T_x + mc(t_x - t_0) \quad \text{график}$$

задача графически!

$$\text{Тогда } \frac{U^2}{R} = P_{\text{потери}}(T_x) \cdot T_x + mc(t_x - t_0)$$

$$t_x = \frac{\frac{U^2}{R} - P_{\text{потери}}(T_x) \cdot T_x}{mc}$$

Нам нужно найти t_1 , при $T_x = T = 180^\circ \text{С}$:

$$t_1 = \frac{\frac{U^2}{R} - P_{\text{потери}}(T) \cdot T}{mc} = \frac{U^2 - P_{\text{пот}}(T) \cdot T R + mc t_0 R}{mc R} =$$

$$= \frac{U^2}{mc R} - \frac{P_{\text{пот}}(T) \cdot T}{mc} + t_0$$

Решение задачи графически: $P_{\text{пот}}(T) = 100 \text{ Вт} + 4 \frac{\text{Вт}}{^\circ \text{С}} \cdot T$

$$P_{\text{пот}}(180^\circ \text{С}) = 100 \text{ Вт} + 4 \cdot 180 \text{ Вт} = 820 \text{ Вт} + 100 \text{ Вт} = 920 \text{ Вт}$$

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!

~~$= 480 \text{ Вт}$~~

~~Подставляем и в итоге получаем:~~

~~$t_1 = \frac{10000}{25 \cdot 4200} + 16 - \frac{480 \cdot 180}{4200} \text{ } ^\circ\text{C} = \left(\frac{480}{4200} + 16 - \frac{48 \cdot 18}{42} \right) \text{ } ^\circ\text{C} =$~~

~~$= \left(\frac{4}{42} + 16 - \frac{23 \cdot 18}{21} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \left(\frac{2}{21} + 16 - \frac{23 \cdot 6}{7} \right) \text{ } ^\circ\text{C} =$~~

~~$= \frac{2 + 336 - 23 \cdot 6}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{2 + 336 - 138}{21} \text{ } ^\circ\text{C}$~~

~~$t_1 = \left(\frac{10000}{25 \cdot 4200} + 16 - \frac{480 \cdot 180}{4200} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \left(\frac{4}{42} + 16 - \frac{21 \cdot 18}{42} \right) \text{ } ^\circ\text{C} =$~~

~~$= \left(\frac{2}{21} + 16 - \frac{21 \cdot 9}{21} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{2 + 16 \cdot 21 - 18 \cdot 9}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{2 + 336 - 162}{21} \text{ } ^\circ\text{C} =$~~

~~$= \frac{338 - 162}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{176}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = 8 \frac{2}{21} \text{ } ^\circ\text{C} \approx 4 \text{ } ^\circ\text{C}$~~

Данное: 1) $P_H = 480 \text{ Вт}$

2) $t_1 \approx 4 \text{ } ^\circ\text{C}$

$t_1 = \frac{Q^2}{m c} - \frac{\int P(x) dx}{m c} + t_0 = 16 \text{ } ^\circ\text{C} + \frac{10000 \text{ } ^\circ\text{C}}{1 \cdot 4200 \cdot 25} - \frac{34200}{1 \cdot 4200} \text{ } ^\circ\text{C}$

$\int_0^L P(x) dx = \frac{1}{2} (100 + 220) \cdot 180 \text{ Вт} = \frac{320}{2} \cdot 180 = 190 \cdot 180 \text{ Вт} =$

$= 34200 \text{ Вт} - \text{площадь трапеции}$

$t_1 = \left(16 + \frac{2}{21} - \frac{342}{42} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \left(16 + \frac{2}{21} - \frac{171}{21} \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{16 \cdot 21 + 2 - 171}{21} \text{ } ^\circ\text{C} =$

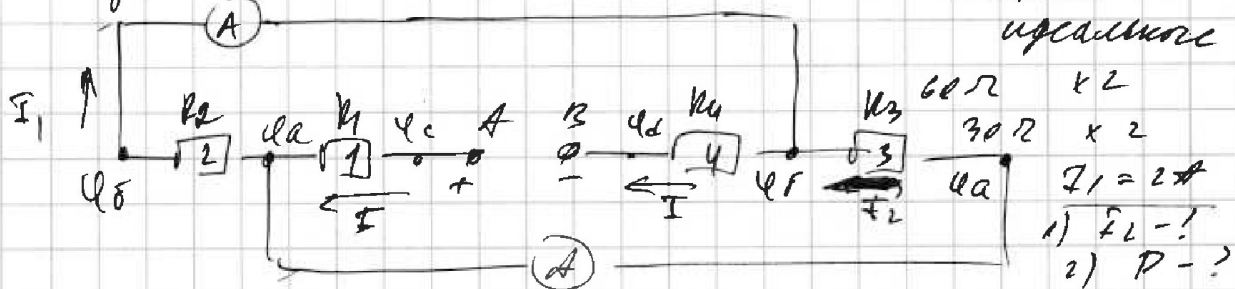
$= \frac{336 + 2 - 171}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{338 - 171}{21} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{167}{21} \text{ } ^\circ\text{C} \approx 4 \text{ } ^\circ\text{C}$

Данное: 1) $P_H = 480 \text{ Вт}$; 2) $t_1 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$

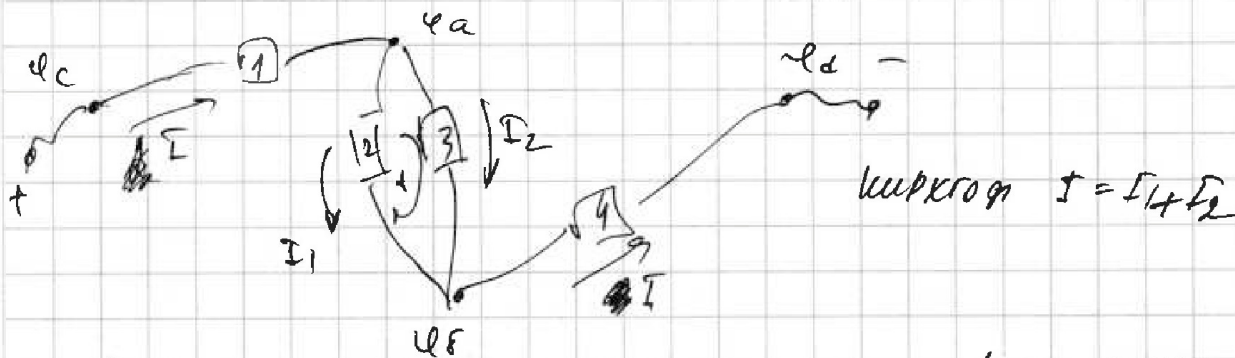
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

Задача 5



- 1) Расставим потенциалы в цепи!
напишем эквивалентную цепь!

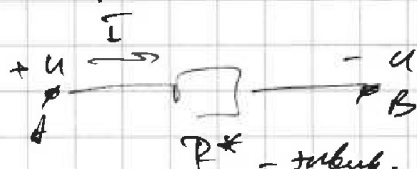


Перепишем ток на исходную цепь. К нулю $I_1 = 2A$
текут через верхний амперметр, тогда I_2 - циркули-
рующий ток в верхнем симметричном по условию
большее, чем I амперметр, значит $R_2 < R_3 \Rightarrow R_2 = 30\Omega$
 $R_3 = 60\Omega$. Запишем кирхгофа для I_2 !

$$I_1 R_2 = I_2 R_3 \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_2}{R_3} = 2A \cdot \frac{30}{60} = 1A.$$

$$I_2 = 1A$$

- 2) Тогда $\sum$ ток в цепи равен $I = I_1 + I_2 = 3A$. Тогда
мощность:



R^* - эквив.
сопр. всего цепи

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R^* =$$

$$= 110\Omega \cdot 3^2 A^2 = 110 \cdot 9 \text{ Вт} =$$

$$= 990 \text{ Вт}$$

$$R^* = R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 30\Omega + 60\Omega + \frac{30 \cdot 60}{30 + 60} \Omega =$$

$$= 90\Omega + 20\Omega = 110\Omega$$

Ответ: 1) $I_2 = 1A$; 2) $P = 990 \text{ Вт}$

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

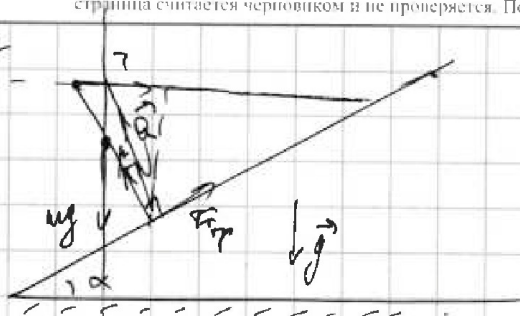
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. Печать QR-кода недопустима!

черновик



$$\tau = 17,3 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$1) m - ?$$

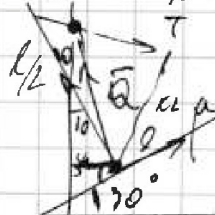
$$2) F_{\text{тр}} - ?$$

$$3) \mu - ? \text{ - не дано}$$

1) Объединим $\vec{F}_{\text{тр}}$ и $\vec{N}$ в одну $\vec{R}$ - полная реакция опоры. $\vec{F}_{\text{тр}}$ направлен вверх, ш. ш.

$\vec{R}$, $m\vec{g}$, $\vec{\tau}$ перпендикулярны в одной точке.

$$\frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{\mu N}{N} = \mu$$



$$\begin{array}{r} 338 \\ - 252 \\ \hline 86 \end{array}$$

пр. макс. ш. ш. (.) 0:

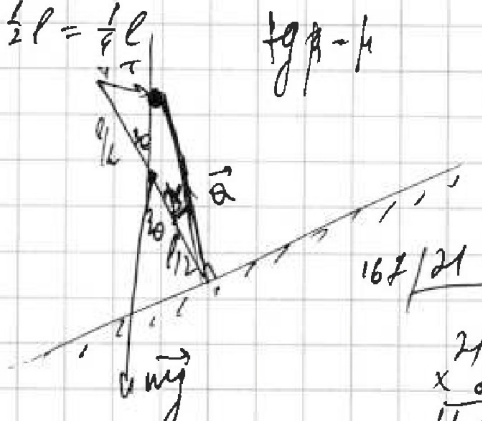
$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 16 \\ \hline 126 \\ 21 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$m g k_1 = \tau x_2$$

$$k_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} l = \frac{1}{4} l$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 24 \\ \hline 384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ 190 \\ \times 180 \\ \hline 15200 \end{array}$$



$$17 \frac{3}{10} \cdot \frac{1}{5} = \frac{173}{10} \cdot \frac{1}{5} = \frac{173}{50} \text{ кг}$$

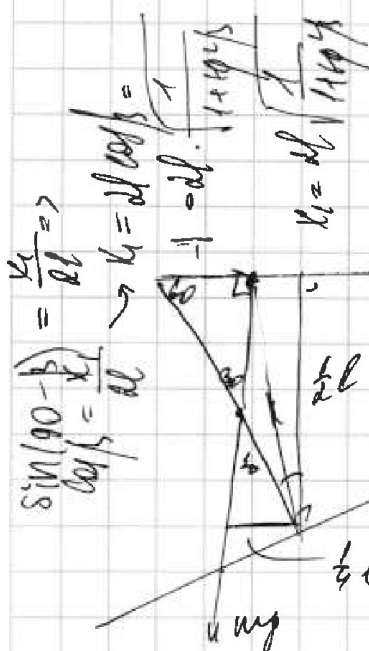
$$\begin{array}{r} 338 \\ - 171 \\ \hline 167 \end{array}$$

$$\frac{173}{5} \text{ кг}$$

$$m g - \frac{1}{4} l = \tau \cdot \frac{1}{2} l$$

$$\frac{m g}{4} = \frac{\tau}{2} \Rightarrow \frac{m g}{2} = \tau$$

$$m g = 2 \tau \Rightarrow \mu = \frac{2 \tau}{g}$$



$$\begin{array}{r} 7 \\ 190 \\ \times 180 \\ \hline 15200 \\ 19 \\ \hline 34200 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

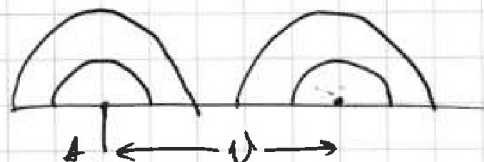
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. Поня QR-кода недопустима!

Черновики



$$1,8 \cdot \frac{1}{5} = 1 \frac{8}{10} \cdot \frac{1}{5} =$$

$$= \frac{18}{10} \cdot \frac{1}{5} = \frac{18}{50}$$



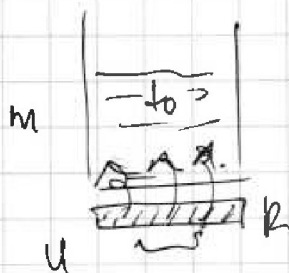
$$10 \cdot \left(\frac{6}{10}\right)^2 = 10 \cdot \frac{36}{100} = \frac{36}{10} = 3,6$$

$$\frac{1100}{90} = \frac{110}{9} = 12,2$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 400 \\ \hline 10000 \end{array}$$

$$0) P_H = \frac{u^2}{12} = \frac{100^2}{25} \text{ Вт} =$$

$$= \frac{10000}{25} \text{ Вт} = 4 \cdot 100 \text{ Вт} = 400 \text{ Вт}$$



1) ЧТБ!

$$\frac{u^2}{12} = P_{\text{потери}} + MC(t - t_0)$$

$$\frac{u^2}{12} = P_m(t) + mct - mct_0$$

$$mg \frac{l}{2} = R$$

$$\frac{u^2}{12} = P$$

$$\begin{array}{r} 1613 \\ - 816 \\ \hline 797 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 21 \\ \hline 16 \\ 32 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 18 \\ \hline 184 \\ 23 \\ \hline 414 \end{array}$$

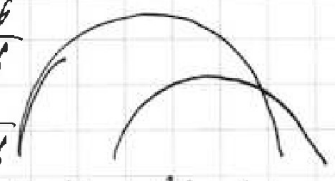
$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 9 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 8 \\ \hline 360 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 5 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 4 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,6 \\ \times 1,6 \\ \hline 2,56 \end{array}$$



$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \beta = 1$$

$$\frac{1}{1 + \cos^2 \beta} = \cos \beta$$

$$\begin{array}{r} 5914 \\ - 4181 \\ \hline 1733 \\ - 1516 \\ \hline 217 \end{array}$$

$$3,46$$

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 1

$AC = d = 50 \text{ м}$
 $CB = L = 120 \text{ м}$
 $T_1 = 100 \text{ с}$
 $T_2 = 240 \text{ с}$

1) Нарисуйте ГМО, на которых лежат концы векторов начальных скоростей (векторов) пловца. Теперь, касаясь точки ГМО векторов нач. скоростей и вынесем на $\vec{u}$ равно. получим ГМО всех концов векторов конечных скоростей.

По условию в CB реки по модулю скорости в обеих заплатах одинаково. перенесем картинку.

Задача 2

$d = 50 \text{ м}$
 $L = 120 \text{ м}$
 $T_1 = 100 \text{ с}$
 $T_2 = 240 \text{ с}$

1) $v_1 - ?$ $v_2 - ?$
 2) $v - ?$
 3) $S - ?$

1) Нарисуйте ГМО соответствующих концам векторов начальных скоростей — это получится, рисуем $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. касаясь пер-ть системы выведем на $\vec{u}$, получим скорости (концы) векторов конечных скоростей.

$$1,25 - \frac{12}{13} = \frac{25}{100} - \frac{12}{13} =$$