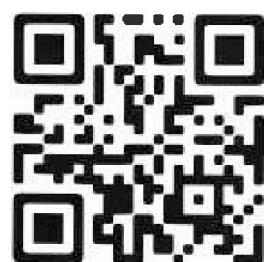


Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

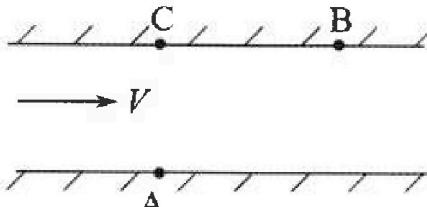
Вариант 09-02



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?

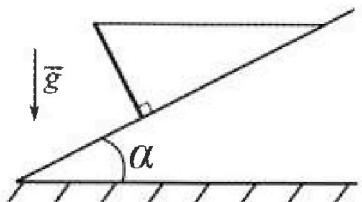
- ✓ 2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5,4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки 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 покоятся, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- (3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

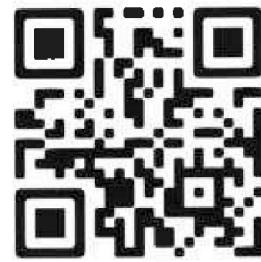


- ✓ 3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17,3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^\circ$.

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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02



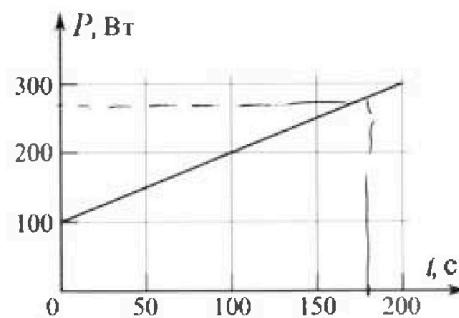
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

✓ 4. Воду объемом $V = 1\text{ л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

✓ 1) Найдите мощность P_H нагревателя.

✓ 2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

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

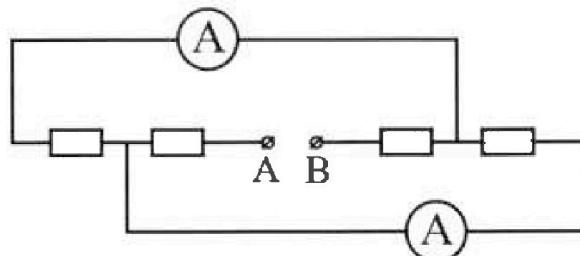


✓ 5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом , у двух других сопротивление по 60 Ом . Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

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

✓ 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,

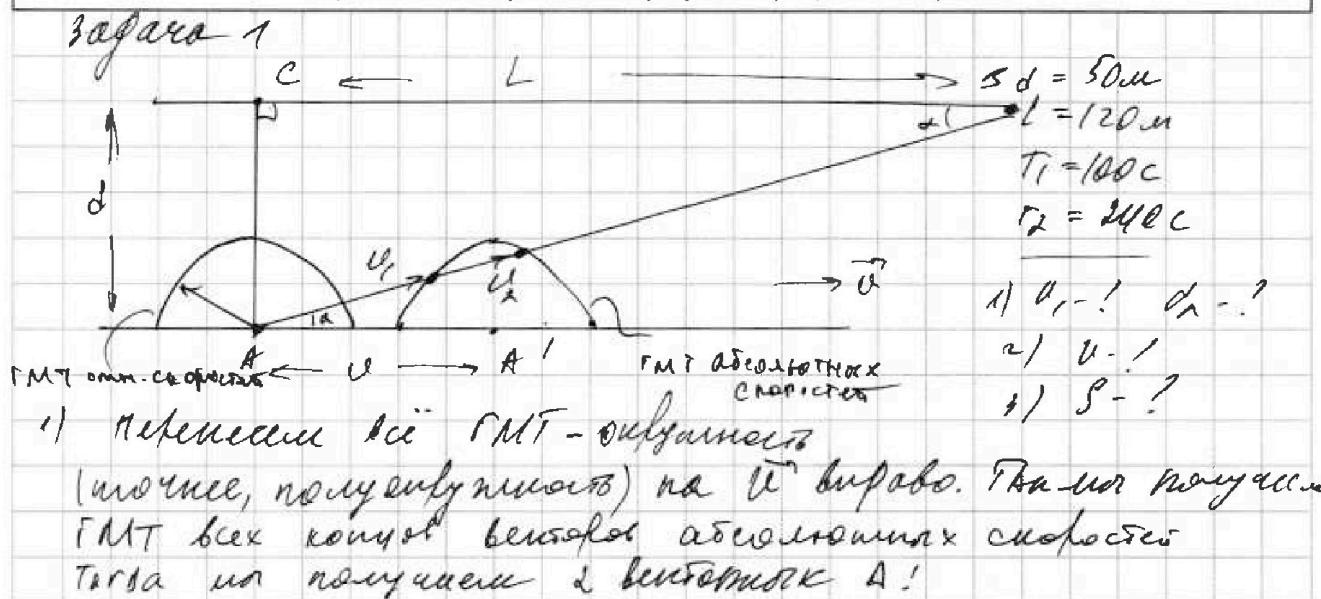
решение которой представлено на странице:

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



Так получают:
 $w^2 = v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos\alpha$ (1)
 $w^2 = v^2 + v_2^2 - 2vv_2 \cos\alpha$ (2)

$\cot\alpha = \frac{L}{\sqrt{v^2 + d^2}}$ — это характеристика & неподвижности (3)

Решаем (1), (2), (3):
 $v_1^2 = 2vv_1 \cos\alpha = v_2^2 - vv_2 \cos\alpha$

2) Методом заменить такие выражения звездочки:

$$\sqrt{L^2 + d^2} = v_1 T_2, \quad \sqrt{L^2 + d^2} = v_2 T_1$$

Тогда $v_1 T_2 = v_2 T_1 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{100}{240} = \frac{5}{12} = \frac{5}{12}$

Тогда $v_1 = 5v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{12}{5} v_1 = \frac{12}{5} v_1 = 2,4 v_1$,
 $|v_2| = 2,4 |v_1|$ (4)

Тогда с учётом (4): $v_1^2 - 2vv_1 \cos\alpha = (2,4v_1)^2 - 2v \cdot 2,4v_1 \cos\alpha$
 $v_1^2 - 2vv_1 \cos\alpha = 5,76v_1^2 - 4,8v_1 v \cos\alpha$

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!

$$4,76 U_1^L = 2,10 U_1 \cos \alpha$$

$$4,76 U_1^* = 2,10 U_1 \sin \alpha$$

$$4,76 U_1 = 2,10 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}} \cdot \sqrt{L^2+d^2}$$

$$4,76 U_1 \sqrt{L^2+d^2} = 2,10 L / 2$$

$$2,38 U_1 \sqrt{L^2+d^2} = 1,05 L / 52$$

$$1,19 U_1 \sqrt{L^2+d^2} = 0,70 L$$

$$\frac{119}{100} U_1 \sqrt{L^2+d^2} = \frac{7}{10} L / 100$$

$$119 U_1 \sqrt{L^2+d^2} = 70 L \Rightarrow U_1 = U_1 \cdot \frac{119}{100} \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{L} \quad (5)$$

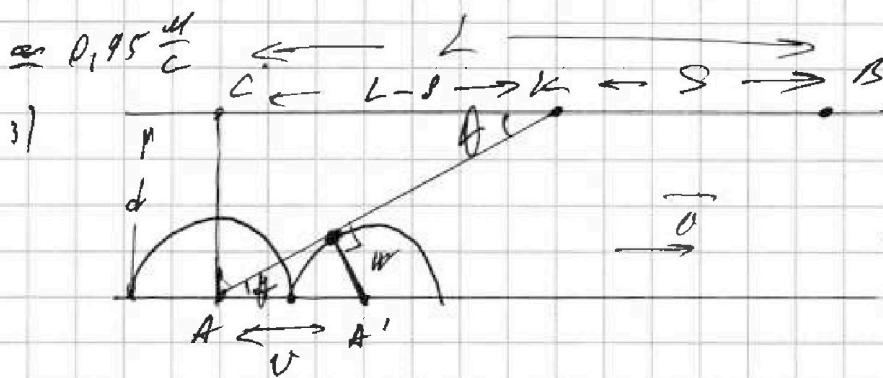
из уравнения $\sqrt{L^2+d^2} = U_1 T_2 = U_2 T_1$ найдем U_1, U_2 :

$$U_1 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_2} = \frac{\sqrt{120^2+50^2}}{240} \frac{m}{c} = \frac{\sqrt{16900}}{240} \frac{m}{c} = \frac{130}{240} \frac{m}{c} = \frac{13}{24} \frac{m}{c} \approx 0,54 \frac{m}{c}$$

$$U_2 = \frac{\sqrt{L^2+d^2}}{T_1} = \frac{\sqrt{120^2+50^2}}{240} \frac{m}{c} = \frac{130}{100} \frac{m}{c} = \frac{13}{10} \frac{m}{c} = 1,3 \frac{m}{c}$$

с учётом (5):

$$U = \frac{13}{24} \cdot \frac{119}{100} \cdot \frac{130}{120} \frac{m}{c} = \frac{13^2 \cdot 119}{24 \cdot 10 \cdot 12} \frac{m}{c} = \frac{20111}{20160} \frac{m}{c} \approx$$



это минимальный
угол φ под которым
появляются абсолютно
стабильные $\oplus \oplus \oplus$

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

$$\frac{U^2 + U_1^L - 2UV_1 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}}}{v} = \frac{d}{\sqrt{(L-s)^2+d^2}} \Leftrightarrow Ud = \left(U^2 + U_1^L - 2UV_1 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}} \right) \cdot \sqrt{(L-s)^2+d^2}$$

$$U^2 + U_1^L - 2UV_1 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}} = \frac{d^2}{\sqrt{(L-s)^2+d^2}} \Leftrightarrow U^2 = \left(U_1^L - 2UV_1 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}} \right)^2 - (L-s)^2 + d^2$$

$$L-s = \sqrt{\left(U_1^L - 2UV_1 \frac{L}{\sqrt{L^2+d^2}} \right)^2 - d^2} \Leftrightarrow \text{проверка на смысла}$$

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!

Задание 1 (правдивое)

$$S = L \sqrt{d^2 + \frac{v^2 d^2}{(V_1^2 + 0,1 - 20 V_1) \frac{L}{\sqrt{L^2 + d^2}} } }$$

$$S = 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{0,95^2 \cdot 50^2}{(0,95^2 + 0,94^2 - 2 \cdot 0,95 \cdot 0,94 \frac{120}{\sqrt{140^2 + 50^2}})^2} - 50^2} \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{2500}{(1 + 0,125 - \frac{120}{140})^2} - 1500} \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{\frac{2500}{0,125}} - 2500 \text{ м} =$$

$$= 120 \text{ м} - \sqrt{3096 - 2500} \text{ м} = 120 \text{ м} - \sqrt{596} \text{ м} \approx 120 \text{ м} - 24,4 \text{ м} = \\ = 95,5 \text{ м}$$

Очевидно:
1) $V_1 = 0,94\%$; $V_2 = 1,73\%$; 2) $v = 0,95 \frac{\text{м}}{\text{с}}$;
3) $S \approx 95,5 \text{ м}$



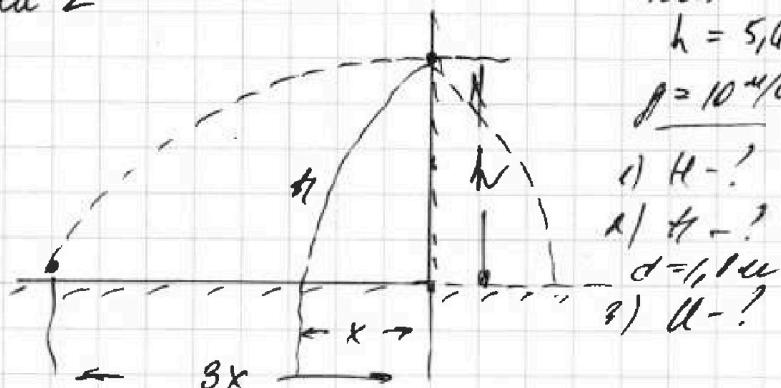
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ.

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

задача 2

g↓



задача 2 - аэс. тяущий

$$h = 5,6 \text{ м}$$

$$\beta = 10^\circ$$

$$1) H - ?$$

$$2) t_1 - ?$$

$$d = 1,1 \text{ м}$$

$$3) u - ?$$

1) Так как удар о стенку абсолютно упругий, отразив ту часть набегающей симметрической струи, которая соединяется с траекториями движении мяча после удара.

получим!



x - б обозначает - расстояние от стены до места падения мяча после удара о стенку.

2) Запишем уравнение движения:

OK: $x = v_0 \cos \alpha t \rightarrow v_0^2 \cos^2 \alpha t = x^2$

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

то нас интересует время t_1 , потому что это время

занесенное в уравнение

6) $(\cdot)B$:

OK: $x = v_0 \cos \alpha t_1 \Rightarrow v_0^2 \cos^2 \alpha t_1 = x^2$

OY: $h = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow v_0^2 \sin^2 \alpha t_1 + 2h^2 = (h + \frac{gt_1^2}{2})^2 \quad (1)$

$$v_0^2 t_1^2 = x^2 + (h + \frac{gt_1^2}{2})^2$$

3) Вспоминаем свободное падение и подаем ее на t_1 , на которую имеем ограничение $t_1 < 0.6 \text{ с}$.

Занесенное значение t_1 из 0.6 с :

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

OY: $0 = v_0 \sin \alpha \cdot 4t_1 - \frac{g \cdot 16t_1^2}{2} \Rightarrow 4v_0 \sin \alpha = gt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (2)$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

из (1) получаем $H = \sin \alpha$!

$$H = \frac{h + \frac{g t^2}{2}}{t} = \frac{dt + g t^2}{2t} = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

Рассмотрим 6 (2):

$$t = \frac{\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}}{g} = \frac{dt + gt^2}{2g} = \frac{2h + gt^2}{4gt} \Rightarrow 4gt^2 = nh + gt^2$$
$$3gt^2 = nh$$
$$\left| t = \sqrt{\frac{nh}{3g}} \right|$$

$$t = \sqrt{\frac{nh}{2g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \text{ м}}{3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{\frac{10,8}{30}} \text{ с} = \sqrt{\frac{1,8}{5}} \text{ с} = \sqrt{\frac{18}{50}} \text{ с} =$$
$$\left| t = \sqrt{\frac{9}{25}} \text{ с} = \frac{3}{5} \text{ с} = 0,6 \text{ с} \right|$$

$$\left| t = 0,6 \text{ с} \right|$$

4) тогда получим формулу H :

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

$$OK: H = v_0 \cos \alpha \cdot 2t$$

получим формулу 6 (3):

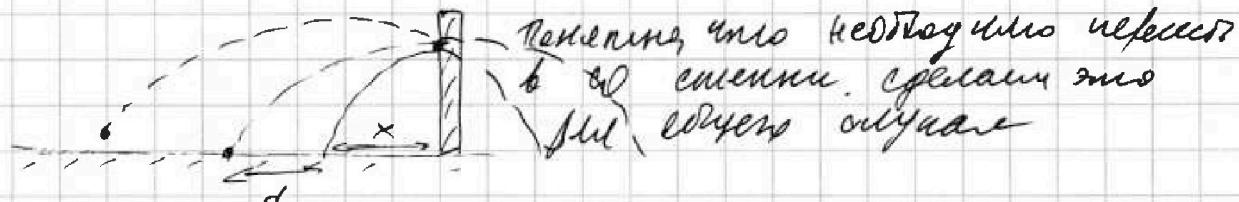
$$H = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right) \cdot 2t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = 2h + gt^2 - \frac{g t^2}{2} = 2h - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$\left| H = 7,2 \text{ м} \right|$$

5) теперь необходимо разобраться с движением мяча:



Представление на следующем месте

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

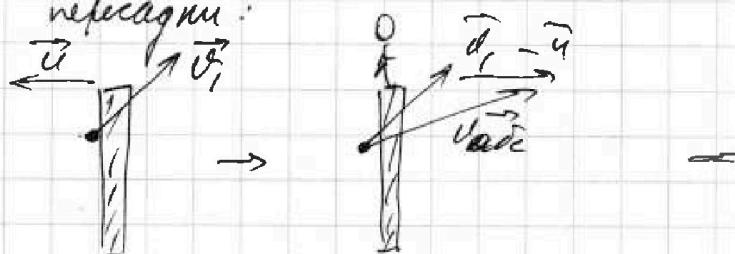
решение которой представлено на странице:

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

Общий случай пересадки:

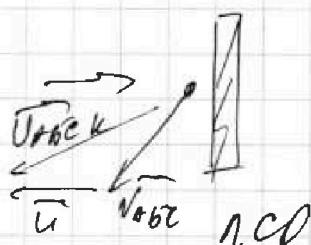


ACD

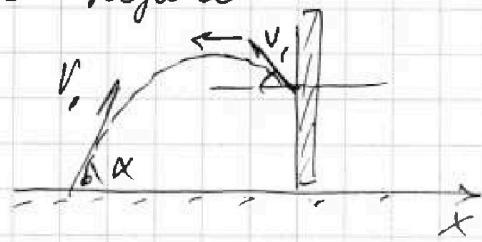
со сменой
координат



со сменой
координат



↙ задача



$$v_x' = v_0 \cos \alpha + dU$$

Тогда уравнение движения:

$$\text{в началь: } OK! v_0 \cos \alpha t_1 = x$$

$$\text{в конс случае: } OK! (v_0 \cos \alpha + dU) t_2 = x + d$$

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

$$\text{Og: в началь: } h = v_0 \sin \alpha t_1$$

$$\text{в конс: } h = v_0 \sin \alpha t_2 \Rightarrow (\underline{t_2 = t_1})$$

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

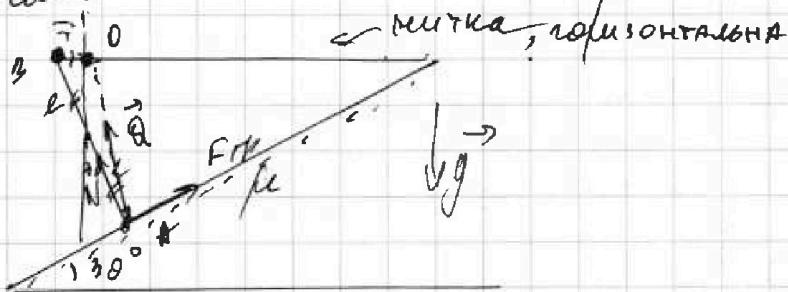
$$\Rightarrow dU t_1 = d, \text{ m.u. } t_1 = t_2 \\ U = \frac{d}{2t_1} = \frac{1,6 \text{ м}}{2 \cdot 0,6 \text{ с}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-4}}{0,5 \text{ с}} = \frac{1,6}{0,5} \cdot \frac{10^{-4}}{\text{с}} = \frac{3,2}{5} \cdot 10^{-4} \text{ с} = 0,64 \cdot 10^{-4} \text{ с} = 0,64 \text{ м/с}$$

Однако: 1) $t_1 = 0,6 \text{ с}; d/t_1 = 1,6 \text{ м}; 2) U = 0,64 \text{ м/с}$

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

задача 3

$$T = 17,34$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\alpha = 40^\circ$$

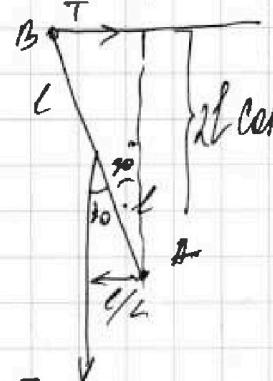
$$1) m - ?$$

$$2) F_{NP} - ?$$

$$3) \mu - ? \text{ - скоба для } \mu \text{ - показатель трения}$$

1) мячка съехал с л., тогда $\frac{1}{2}$ длины берега l .

- 1) В точке А на мячека действует F_{NP} и T . Обходящий мячка волна в одну $\hat{\alpha}$ - цепькою всплыла вперед. сразу становится понятно, что F_{NP} направлена волна, т.к. T , mg и $\hat{\alpha}$ лежат перпендикулярно волне O .
- 3) Найдем правило моментов для определения коэффициента (\cdot) θ :



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

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

$$M = \frac{mg l}{g}$$

$$m = \frac{l \cdot 17,34 \cdot \sqrt{2}}{10 \text{ Н/кг}} = \frac{17,34 \sqrt{2}}{5} \text{ кг} =$$

$$= \frac{17,3}{10} \cdot \sqrt{2} \cdot \frac{1}{5} = \frac{17,3 \sqrt{2}}{50} \text{ кг} = 1,48 \sqrt{2} \text{ кг} =$$

$$2 \cdot 3,96 \cdot 1,7 \text{ кг} = 5,9 \text{ кг}$$

$$\boxed{m = 5,9 \text{ кг}}$$

- 4) Найдем F_{NP} , действующий на мячека. Для этого воспользуемся правилом моментов для определения коэффициента (\cdot) θ :

Сл. следующую ситуацию

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

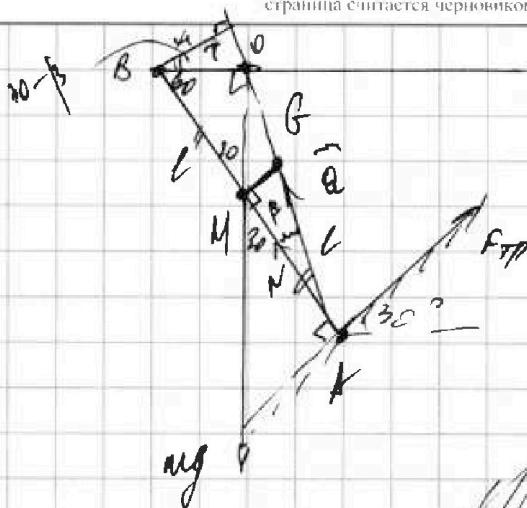
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



~~требуется найти F_{HP}~~
~~тогда $F = \mu \cdot F_N$~~
~~линейный закон изменения F_{HP}~~
 ~~$F_{HP} = \frac{F_0}{l} \cdot x + \text{постоянное}$~~
 ~~$\mu = \text{const}$~~

Найдем момент силы F_{HP} относительно оси B:

$$mg \frac{l}{2} = F_{HP} \cdot l \Rightarrow F_{HP} = \frac{mg}{l} \cdot \frac{l}{2} = \frac{mg}{2} = \frac{519,00}{4} N = \frac{519}{4} N \approx 129 N$$

$$\boxed{F_{HP} \approx 129 N}$$

5) Считаем общим находящимся в равновесии, когда момент mg относительно оси B равен моменту \vec{F} . Следует выяснить, что $\mu \cdot F_N = \frac{F_0}{l} \cdot l = \frac{\mu N}{N} \cdot l = \mu l$.

Таким образом получается общее дифференциальное уравнение, связывающее коэффициент трения μ , действующий против часовой стрелки, с моментом, который \vec{F} , т.е. μ пересекающее в точке B .

Искомое выражение для μ :

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

$$\boxed{AO \approx 1,6l}$$

таким образом имеем $\triangle MGA$ и $\triangle MAB$:

$$\left(\frac{l\sqrt{13}}{2}\right)^2 = l^2 + (1,6l)^2 - 2l \cdot 1,6l \cdot \cos 30^\circ$$

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!

задача 3 (предложение)

$$3,1\ell^2 \cot\beta = \ell^4 + 2,18\ell^2 - \frac{\ell^2 \cdot 2}{4}$$

$$\cot\beta = \frac{1+2,18-0,15}{3,2} = \frac{3,18-0,15}{3,2} \approx \frac{3}{3,2} = \frac{3}{32} \cdot 10 = \frac{30}{32} = \frac{15}{16} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{запишем DTT! } \sin^2\beta + \cos^2\beta = 1 \Rightarrow \cos^2\beta =$$

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

$$\Rightarrow \mu \beta = \mu = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\beta} - 1} = \sqrt{\frac{1 - \cos^2\beta}{\cos^2\beta}} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2\beta}}{\cos\beta} = \\ = \frac{\sqrt{(1 - \cos\beta)(1 + \cos\beta)}}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{(1 - \frac{15}{16})(1 + \frac{15}{16})}}{\frac{15}{16}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{16} \cdot \frac{31}{16}}}{\frac{15}{16}} =$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{32}}{4}}{\frac{15}{16}} = \frac{\sqrt{32}}{16} \cdot \frac{16}{15} = \frac{\sqrt{32}}{15} \approx \frac{5,8}{15} = \frac{58}{150} = \frac{58}{150} \cdot \frac{1}{15} =$$

$\Rightarrow \frac{58}{150} = \frac{29}{75} \approx 0,38$ — это критическое значение
коэффициента трения скольжения
Значит, $\mu \geq 0,38$ выполнено задание и это, что
стержень будет находиться в покое.

Ответ: 1) $M = 5,8 \text{ кг};$

2) $F_{\text{тр}} \approx 15 \text{ Н}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

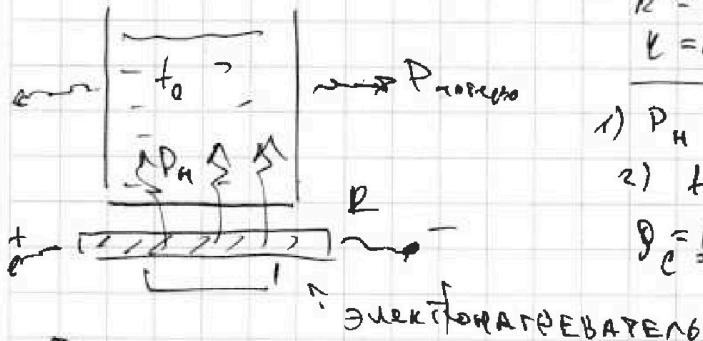


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача 4



$$V = 12 \text{ V}, M = 1 \text{ кг} = \rho V = 1.0 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$t_0 = 20^\circ\text{C}$$

$$R = 25 \Omega$$

$$U = 12 \text{ В}$$

$$1) P_H - ?$$

$$2) t_1 - ? \quad T = 180^\circ\text{C}$$

$$\rho = \frac{1000 \text{ кг/m}^3}{9200 \frac{\text{Вт}}{\text{Вт}\cdot\text{C}}}$$

Решение:

1) Найдем теплоизделие нагреватель:

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{(12 \text{ В})^2}{25 \Omega} = \frac{144}{25} \text{ Вт} = 4.608 \text{ Вт}$$

$$1) P_H = 4.608 \text{ Вт}$$

2) Задано значение УТБ для начального случая:

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

задана
математика

$$T_{出游} \frac{U^2}{R} = P_{出游}(T_x) \cdot T_x + mcT_x - mcT_0$$

$$T_x = \frac{\frac{U^2}{R} - P_{出游}(T_x) \cdot T_x + mcT_0}{mc}$$

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

$$t_1 = \frac{\frac{U^2}{R} - P_{出游}(T) \cdot T + mcT_0}{mc} = \frac{\frac{U^2}{R} - P_{出游}(T) \cdot T + mcT_0}{mc} =$$

mc ~~последнее это выражение~~ $P(T)$

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

УРАВНЕНИЕ ПРЕДСЛОД

$P_{出游}(T)$ задано математикой: $P_{出游}(T) = 100 \text{ Вт} + \frac{100}{c} \cdot T = 100 \text{ Вт} + \frac{100}{10000} \cdot T = 100 \text{ Вт} + 1 \cdot 10^{-2} \cdot T = 100 \text{ Вт} + 10^{-2} \cdot T$

$$P_{出游}(180^\circ\text{C}) = 100 \text{ Вт} + 1 \cdot 180 \text{ Вт} = 110 \text{ Вт} + 100 \text{ Вт} = 210 \text{ Вт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$= \cancel{400} \text{ Вт}$$

Подсчитаем и бывшее получение:

$$\cancel{t = \frac{10000}{25 \cdot 4200} + 16 - \frac{400 \cdot 180}{4200}}^{\cancel{400}} \text{ } ^\circ \text{C} = \cancel{\frac{400}{4200} + 16 - \frac{40 \cdot 18}{42}}^{\cancel{16}} \text{ } ^\circ \text{C} =$$

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

$$\cancel{2 + 16 \cdot 21 - 21 \cdot 6 \cdot 3}^{\cancel{21}} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{2 + 336 - 126}{21} \text{ } ^\circ \text{C} =$$

$$t_1 = \frac{10000}{25 \cdot 4200} + 16 - \frac{400 \cdot 180}{4200} \text{ } ^\circ \text{C} = \cancel{\left(\frac{4}{42} + 16 - \frac{21 \cdot 18}{42} \right)}^{\cancel{16}} \text{ } ^\circ \text{C} =$$

$$= \cancel{\left(\frac{2}{21} + 16 - \frac{21 \cdot 6}{7} \right)}^{\cancel{16}} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{2 + 16 + 1 - 18 \cdot 9}{21} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{2 + 186 - 162}{21} \text{ } ^\circ \text{C} =$$

$$= \frac{338 - 152}{21} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{86}{21} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{4}{21} \text{ } ^\circ \text{C} \approx 4 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Ответ: 1) $P_H = 400 \text{ Вт}$

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

$$t = \frac{U^2}{mcR} - \frac{P(k)}{mc} + t_0 = 16 \text{ } ^\circ \text{C} + \frac{10000 \text{ } ^\circ \text{C}}{1 \cdot 4200 \cdot 25} - \frac{14 \text{ кВт}}{1 \cdot 4200} \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$! P(k) \approx \frac{1}{2} (100 + 210) \cdot 180 \text{ Вт} = \frac{310}{2} \cdot 180 = 190 \cdot 180 \text{ Вт} =$$

= 34 200 Вт — просто надо помнить правило

$$t = \left(16 + \frac{2}{21} - \frac{342}{42} \right) \text{ } ^\circ \text{C} = \left(16 + \frac{2}{21} - \frac{141}{21} \right) \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{16 \cdot 21 + 2 - 141}{21} \text{ } ^\circ \text{C} =$$
$$= \frac{336 + 2 - 141}{21} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{197}{21} \text{ } ^\circ \text{C} = \frac{167}{21} \text{ } ^\circ \text{C} \approx 4 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Ответ: 1) $P_H = 400 \text{ Вт}; 2) t_1 = 4 \text{ } ^\circ \text{C}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

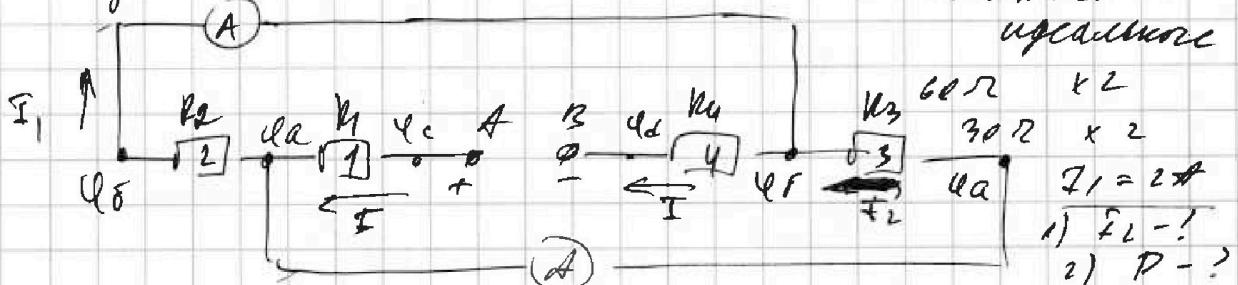


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

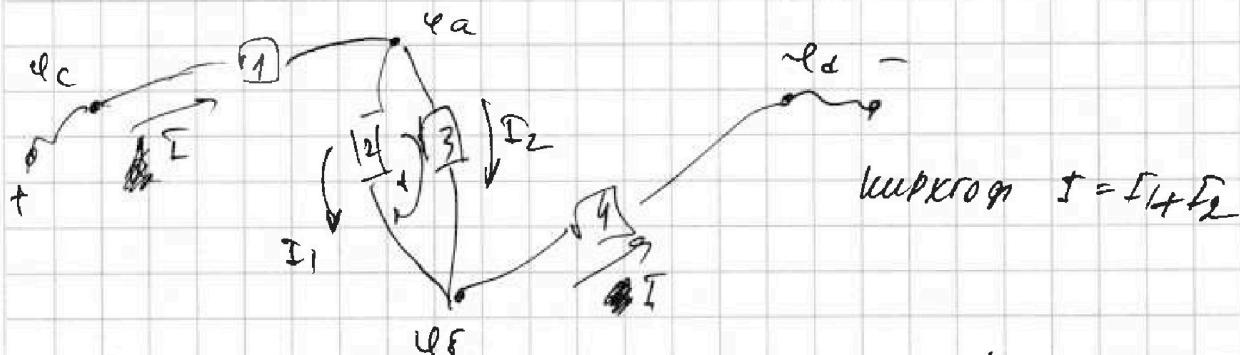
МФТИ

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

задача 5



1) Рассставим напряжения в цепи!
напишем связывающие уравнения цепи!

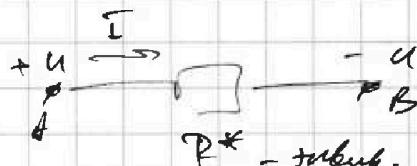


пересадим токи на исходную цепь. К пуску $I_1 = 2A$ проходит через верхний амперметр, тогда I_2 - через нижний. Ось тока в верхнем амперметре во втором разрыве, чем в первом, значит $R_2 < R_3 \Rightarrow R_2 = 30\Omega$ $R_3 = 60\Omega$. Значит ток в верхнем амперметре $I_2 = 1A$!

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

$$(I_2 = 1A)$$

2) Тогда $\sum I$ может быть решено $I = I_1 + I_2 = 3A$. Тогда мощность:



$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R =$$
 $= 110\Omega \cdot 3^2 A^2 = 110 \cdot 9 W =$
 $= 990 W$

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

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

Ответ: 1) $I_2 = 1A$; 2) $P = 990 W$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

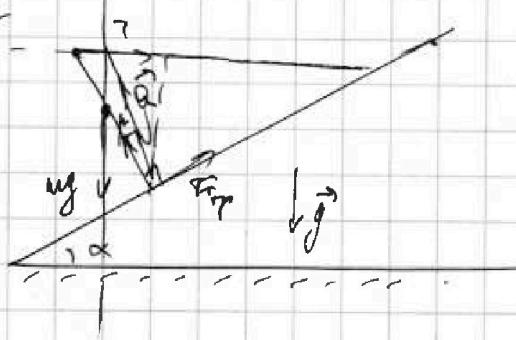
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked=""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

МФТИ



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

Черновик



$$T = 17,3 \text{ Н}$$

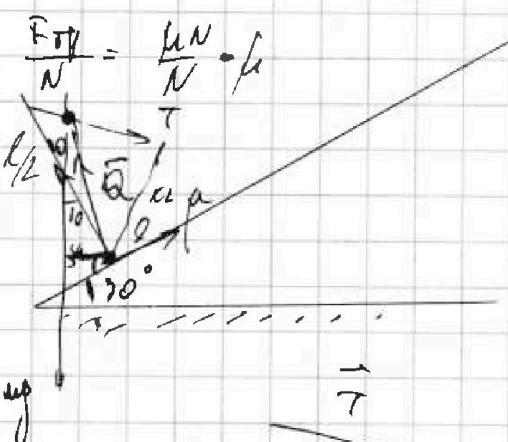
$$\alpha > 30^\circ$$

$$1) m - ?$$

$$2) F_{\text{тр}} - ?$$

$$3) \mu - ? \text{ - показатель трения}$$

1) Объединим вектор N и T в одну \vec{Q} -пару
для удобства счёта. T и N направлены вправо, и. о.
 \vec{Q} , mg , F_f действуют в одну линию.



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

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

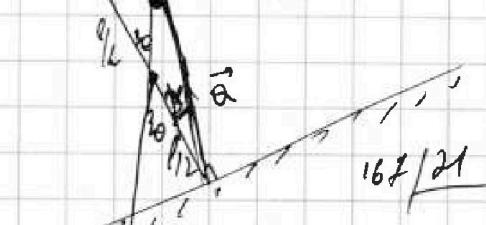
$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 6 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\text{и так далее} \rightarrow 0 : \frac{21}{336}$$

$$mg \cdot l_1 = T \cdot l_2$$

$$l_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} l = \frac{1}{4} l$$

$$F_f = \mu \cdot N$$



$$\begin{aligned} \frac{l_1}{l_2} &= \frac{\frac{1}{4}l}{\frac{1}{2}l} = \frac{1}{4} \\ l_1 &= \frac{1}{4}l \\ l_2 &= 4l \\ \sin 120^\circ &= \frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{4} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} &= \frac{1}{4} \\ l_1 &= \frac{\sqrt{3}}{8}l \\ l_2 &= 4l \\ \frac{1}{2}l &= l \\ \frac{1}{2}l &= \frac{1}{2}l \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ \times 180 \\ \hline 18000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 190 \\ \times 110 \\ \hline 20900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 9 \\ \hline 171 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 17 \\ \hline 2917 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 8 \\ \hline 1368 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 7 \\ \hline 1197 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 4 \\ \hline 684 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 2 \\ \hline 342 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ \times 1 \\ \hline 171 \end{array}$$

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

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

$$mg - \frac{1}{2}l = T \cdot \frac{1}{2}l$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 4 \\ \hline 692 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 7 \\ \hline 1211 \end{array}$$

$$\frac{mg}{2} = \frac{T}{2} \Rightarrow \frac{mg}{2} = T$$

$$mg = 2T \Rightarrow \mu = \frac{2T}{g} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



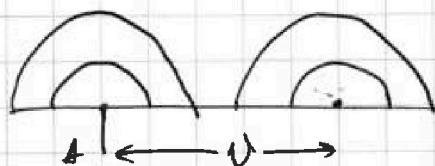
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked=""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

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

МФТИ

ЧЕЧКОВИК

$$c \quad \text{---}$$



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

$$\frac{100d}{9R} = \frac{100}{9} = 11,1$$

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

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

$$\begin{array}{r} 574 \\ + 514 \\ \hline 10,8 \end{array}$$

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

$$0) P_H = \frac{U^2}{R} \cdot \frac{100^2}{25} \text{ Bm} = \frac{10000}{25} \text{ Bm} = 4 \cdot 100 \text{ Bm} = \frac{400}{300}$$

1) УГБ!

$$\frac{U^2}{R} = P_{\text{расход}} \cdot 4 + MC(t - t_0)$$

$$\frac{U^2}{R} = P_m(x) \cdot 4 + mct_i - mct_0$$

$$\frac{U^2}{R} = P_m - P_i \quad mg \frac{f}{k} = R \cdot \frac{600}{50}$$

$$- \frac{16}{6} \frac{10}{1}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{U^2}{R} - P_i$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

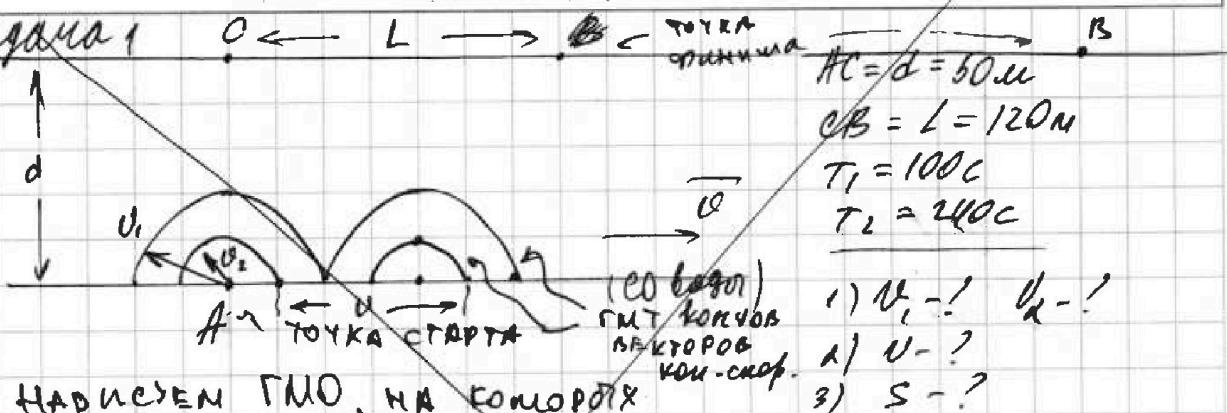


- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/>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

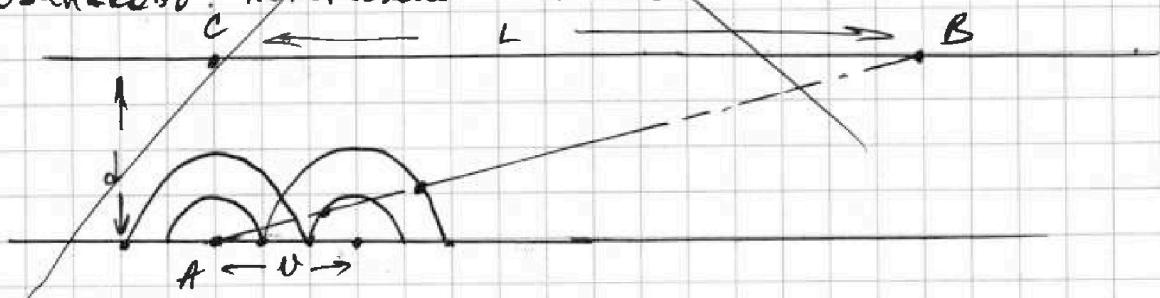
МФТИ

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

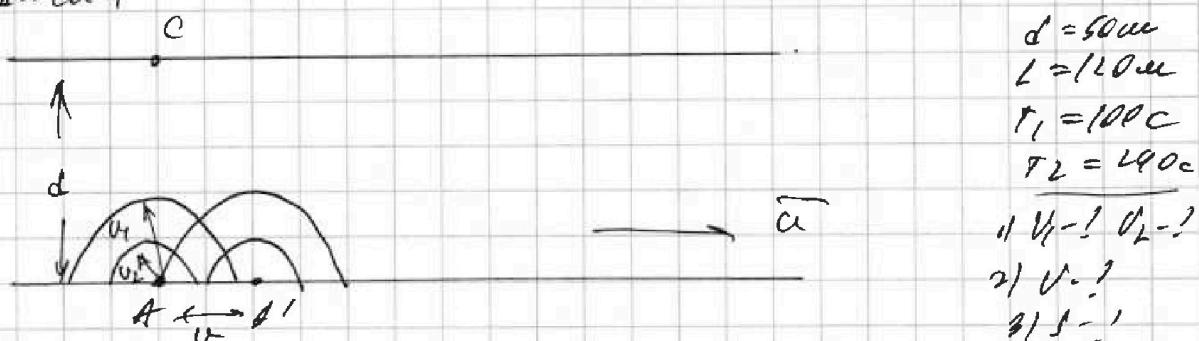
Задача 1



лечат концы векторов начальных
скоростей (векторов) пловца. Теперь, какуюто точку GMT
векторов нац. Скорости меняем на \vec{v} вектор. получим
GMT всех концов векторов конечных скоростей.
то условию в со речи по модулю скорость 1 один запла-
век однаково. перенесем единицу



Решение



1) Нарисуем GMT со всеми ступенчатыми поправками
вместо начальных скоростей - это полуфинальные
результаты v_1 и v_2 . Каждую поправку сдвинуть вправо на
 α , получим конечные (конечные) векторы конечных скоростей.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

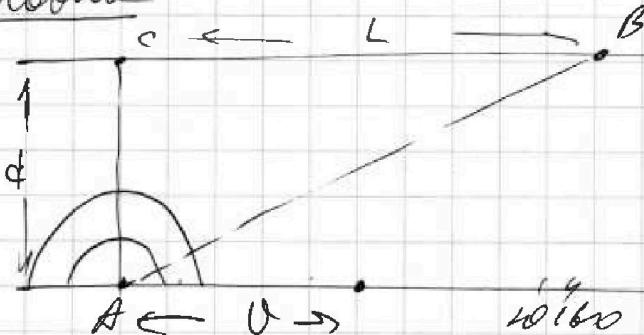
решение которой представлено на странице:

- 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. Порты QR-кода недопустимы!

Черновиць



$$\begin{array}{r}
 \text{65} \\
 \times 218 \\
 \hline
 \text{40} \\
 \hline
 \text{20160} \\
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \text{115} \\
 \times 20160 \\
 \hline
 \text{9} \\
 \hline
 \text{190940} \\
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \text{61} \\
 \times 169 \\
 \hline
 \text{21} \\
 \hline
 \text{1521} \\
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 20160 \\
 \times 195 \\
 \hline
 100800 \\
 180 \\
 \hline
 39200 \\
 -15600 \\
 \hline
 8760 \\
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 12 \\ \hline 48 \\ 24 \\ \hline 168 \end{array}$$

$\frac{2500}{\frac{81}{100}} = \frac{2500}{\frac{1}{81}} = \frac{250000}{\frac{1}{81}}$

$\frac{81}{4} = \frac{324}{321}$

$$\begin{array}{r} 20,54 \\ \times 24 \\ \hline 158 \\ 40 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$ \begin{array}{r} 120 \\ \times 120 \\ \hline 2400 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 14400 \\ + 1500 \\ \hline 16900 \end{array} $
$ \begin{array}{r} 12 \\ \hline 14400 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 130 \\ \times 110 \\ \hline 3900 \end{array} $
$ \begin{array}{r} 0,5 \\ \times 0,5 \\ \hline 25 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 12013 \\ - 119192 \\ \hline 30 \end{array} $
$ \begin{array}{r} 0,0 \\ \hline 0,145 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 10900 \end{array} $

$$\begin{array}{r}
 & 2 & 1 \\
 & 24 & 24 \\
 \times & 22 & \times 4 \\
 \hline
 & 48 & 120 \\
 + & 44 & 5 \\
 \hline
 & 96 & 120 \\
 - & 9515 & 120 \\
 \hline
 & 24 & 120 \\
 & 24 & 120 \\
 \hline
 & 24 & 120
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} & \underline{0,881} \\ 2,4 & - \underline{130} \underline{124} \quad \underline{48} \\ x 3,4 & \underline{112} \underline{0,54} \quad \underline{576} \end{array}$$

$$\frac{1}{9} \text{ or } \frac{1}{100}$$

134 ✓ 90 ✓

$$\begin{array}{r} 29576 \\ \times 117 \\ \hline -13924 \\ 29576 \\ \hline 339942 \end{array}$$

100 11

$$1.25 - \frac{12}{13} = \frac{25}{60} - \frac{12}{13} =$$

$$115 - \frac{12}{13} = \frac{25}{60} - \frac{12}{13} =$$