



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

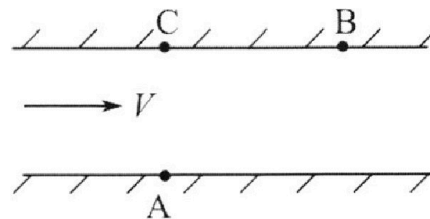
Вариант 09-01

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. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 16,2$ м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

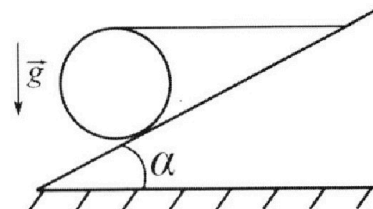
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

- 3) Найдите расстояние d между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$.

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





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-01

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

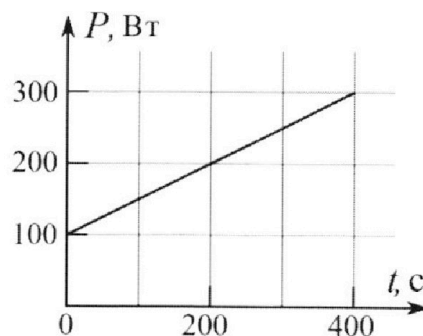


4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$?

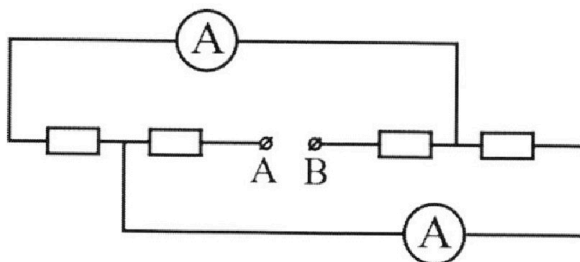
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание $I_1 = 1$ А.

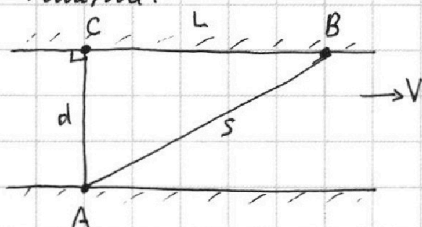
- 1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
- 2) Найдите напряжение U источника.



1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

Решение:



Пусть длина отрезка AB
равна s

- 1) Так как, по условию, движение плота прямолинейное и
в обеих случаях A - точка старта, B - точка финиша, значит,
в обеих случаях плот двигался по отрезку AB. в лаб. СО
Тогда $V_1 = \frac{s}{T_1}$, $V_2 = \frac{s}{T_2}$

По Т. Пифагора для прямоугольного $\triangle ABC$:

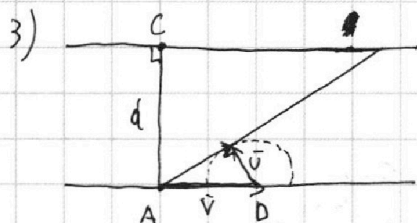
$$s^2 = d^2 + L^2$$

$$s^2 = 4900 + 57600 \Rightarrow s^2 = 100(576 + 49) \Rightarrow s^2 = 62500 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s = 250 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{250}{102} \text{ м/с} = \frac{125}{51} \text{ м/с} = 1 \frac{29}{96} \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{250}{417} \text{ м/с}$$



Отложим от точки A вектор
скорости течения реки $\vec{V}$. $\vec{AD} = \vec{V}$
Отложим вектор относительной
скорости плота $\vec{U}$ от конца вектора
 $\vec{V}$.

Тогда конец вектора $\vec{U}$ ~~находится~~ находится на полуокружности
с центром в т. D и радиусом U .

Заметим, что угол будет минимальным, если скорость плота
в лабораторной СО будет направлена по касательной к этой
окружности.

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!

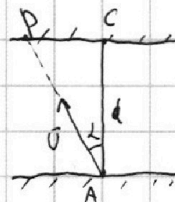


2) Запишем, что время второго записыва намного больше, чем
первое. Значит, вектор скорости плывца $\vec{U}$ отклонен от линии
AC против часовой стрелки во втором случае.

Пусть угол между AC и вектором $\vec{U}$ равен α .

По Теореме косинусов для треугольника скорости,

$$V_2^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(50^\circ - \alpha)$$



Проекция скорости $\vec{U}$ на AC равна $U \cos \alpha$. Значит

$$T_2 = \frac{d}{U \cos \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{d}{T_2 U}$$

По Теореме Пифагора для $\triangle ACP$:

$$U^2 T_2^2 = d^2 + (V T_2 - S)^2$$

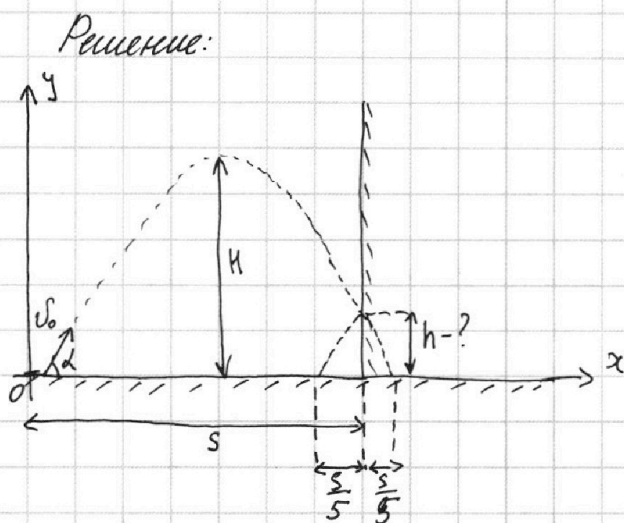
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Пусть футболист сообщил мячу начальную скорость v_0 , направленную под углом α к линии горизонта.

Пусть S — расстояние от точки старта до стены. Тогда расстояние от точки падения до стены равно $\frac{1}{5}S$ по условию.

При абсолютно упругом соударении вектор скорости мяча, которую он имел в момент удара, отражается относительно перпендикуляра, восстановленного к стене в точке соприкосновения, а модуль скорости остается прежним.

Значит, траектория мяча после удара симметрична относительно стены той траектории, которую мяч имел бы после этого момента времени, если бы стены не было.

Направим координатную ось Ox по линии поверхности земли, ось Oy перпендикулярно ей и поместим начало координат в точку старта.

Закон изменения скорости мяча в проекции на ось

$$Ox: v_x(t) = v_0 \cos \alpha$$

$$Oy: v_y(t) = v_0 \sin \alpha - gt$$

Закон движения мяча в общем виде в проекции на ось

$$Ox: x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

$$Oy: y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

Пусть удар произойдет спустя время t_1 после старта.

$$\text{Тогда (1) } S = x(t_1) = v_0 \cos \alpha t_1; \quad h = y(t_1) = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

Из рассуждений, приведенных выше, можно сделать вывод, что время падения мяча после удара равно времени падения мяча при отсутствии стены. Во втором случае мяч упал бы на расстоянии $S + \frac{1}{5}S$ от точки старта.

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!

Пусть T — полная время полета.

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(T) = \frac{6}{5} S \Rightarrow \frac{6}{5} S = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} \quad (2)$$

В п.к. расстояние от точки старта до стены больше расстояния от точки падения до стены, то наибольшая точка траектории совпадает с макс. высотой, на которой находимся чел

Из соображений симметрии, это был момент времени $\frac{T}{2}$

$$v_y\left(\frac{T}{2}\right) = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha - g \frac{T}{2} = 0 \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{2g} \Rightarrow \frac{T}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = y\left(\frac{T}{2}\right) = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gH \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gH} \quad (3)$$

Подставим равенство (2) на (1):

$$\frac{6}{5} = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} \cdot v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$\frac{6}{5} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{t_1 g} \Rightarrow t_1 = \frac{5v_0 \sin \alpha}{3g}$$

Подставим (3):

$$2) \quad t_1 = \frac{5\sqrt{2gH}}{3g} \quad \text{Подставляем значения, } t_1 = 3 \text{ с}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot 10v_0 \sin \alpha}{2g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{100v_0^2 \sin^2 \alpha}{49g^2}$$

$$= \frac{10}{7} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{100}{2 \cdot 49} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \cdot \frac{20}{49}$$

$$\text{Подставляем (3): } h = \frac{2gH}{g} \cdot \frac{20}{49} = \frac{40}{49} H$$

$$h = \frac{40}{49} \cdot 16,2 \text{ м} = 15 \frac{13}{49} \text{ м}$$

$$1) \quad h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{5v_0^2 \sin^2 \alpha}{3g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{25v_0^2 \sin^2 \alpha}{9g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \cdot \frac{5}{18}$$

$$(3) \Rightarrow h = 2H \cdot \frac{5}{18} = \frac{5H}{9}$$

$$h = \frac{5 \cdot 16,2}{9} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 8,1}{9} = \frac{81}{9} = 9 \text{ м}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

3) При абсолютно упругом ударе ^{модуль} относительной скорости мяча не изменяется.

До удара проекция относительно скорости на ось

$$Ox: V_x(t_1) + U$$

$$Oy: V_y(t_1)$$

После удара:

$$Ox: -V_x(t_1) - U$$

$$Oy: V_y(t_1)$$

Абсолютная скорость мяча после удара в проекции на ось

$$Ox: -V_x(t_1) - 2U$$

$$Oy: V_y(t_1)$$

Значит, разность расстояний от точки до двух точек падения равна $d = 2U(T - t_1)$, т.е. ^{про} разности произведений разности скоростей на время полёта после удара, т.к. скорость мяча после удара изменилась только по оси Ox .

$$d = 2U \left(\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{10 V_0 \sin \alpha}{7g} \right) = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \cdot U \cdot \left(2 - \frac{10}{7} \right) =$$

$$= U \cdot \frac{2 \cdot V_0 \sin \alpha}{g} \cdot \frac{4}{7}$$

$$\text{Подставляем (3), } d = U \cdot \frac{2 \sqrt{2gH}}{g} \cdot \frac{4}{7} = \frac{8}{7} U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$d = \frac{8}{7} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = \frac{16}{7}$$

$$d = 2U \left(\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} - \frac{5V_0 \sin \alpha}{3g} \right) = \frac{2V_0 \sin \alpha}{3g} \cdot U$$

$$(3) \Rightarrow d = \frac{2}{3} U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} \Rightarrow d = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = \frac{4}{3} \sqrt{4 \cdot 0,9} = \frac{4 \cdot 2 \cdot 0,9}{3} =$$

$$= 8 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } h = 9 \text{ м, } t_1 = 3 \text{ с, } d = 2,4 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

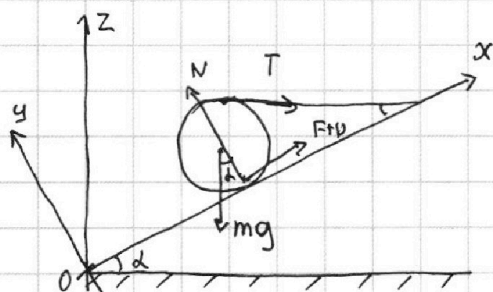
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Решение:



1) Расставим силы, действующие на шар.

~~Для~~

Направим ось Ox параллельно наклонной плоскости, а ось

Oy перпендикулярно ей.

Если бы сил трения не было, то точка шара касавшаяся плоскости, когда сила трения есть, стало бы двигаться против оси Ox .

Значит, сила трения приложена в точке касания и направлена ~~против~~ по оси Ox .

Пусть N — нормальная сила реакции опоры. Она направлена перпендикулярно плоскости.

Запишем условия равновесия шара в проекции на ось Ox :

$$-mg \sin \alpha + F_{тр} + T \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

на ось Oy :

$$N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0 \quad (2)$$

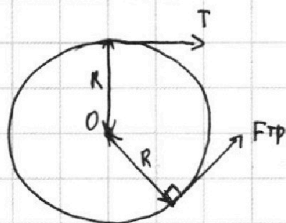
~~Направим ось Oz перпендикулярно линии горизонта.~~

~~Уд. равновесия в проекции на ось Oz :~~

~~$$-mg + F_{тр} \sin \alpha + N \cos \alpha = 0$$~~

~~Получим систему из трех уравнений:~~

~~$$\begin{cases} -mg \sin \alpha + F_{тр} + T \cos \alpha = 0 \\ N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0 \\ -mg + F_{тр} \sin \alpha + N \cos \alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{тр} = mg \sin \alpha - T \cos \alpha \\ N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha \\ -mg + mg \sin^2 \alpha - T \cos \alpha \sin \alpha + mg \cos^2 \alpha + T \sin \alpha \end{cases}$$~~



Пусть радиус шара равен R .

Запишем правило моментов относительно центра шара O .

Линии действия сил тяжести и нормальной реакции опоры проходят через центр. Значит, моменты этих сил равны 0.

$$T \cdot R - F_{тр} \cdot R = 0 \Rightarrow F_{тр} = T \quad (3)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Подставим (3) $\rightarrow$ (1)

$$-mg \sin \alpha + T + T \cos \alpha = 0$$

$$T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

$$T = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{1 + \sqrt{1 - 0,36}} \text{ Н} = \frac{18}{1 + 0,8} \text{ Н} = 10 \text{ Н}$$

$$2) \quad F_{\text{тр}} = T = 10 \text{ Н}$$

$$3) \quad (1) \Rightarrow F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha + T \cos \alpha$$

$$(3) \Rightarrow F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cos \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = mg \sin \alpha \cdot \frac{1}{1 + \cos \alpha}$$

Шар находится в покое, если:

$F_{\text{тр}} \leq \mu N$ - максимальное значение

$$(3), (2) \Rightarrow N = mg \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha$$

$$\text{значит, } mg \sin \alpha \cdot \frac{1}{1 + \cos \alpha} < \mu (mg \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha)$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

Решение:

1) По закону Джоуля-Ленца, $P_H = I^2 R$
 $P_H = (25 \cdot 20) \text{ Вт} = 500 \text{ Вт}$

2) Кол-во теплоты, необходимое для нагрева воды до температуры $\tilde{t}_1$:
 $Q = c V \rho (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 4200 \cdot 0,002 \cdot 1000 \cdot (25 - 14) = 92400 \text{ Дж}$
 За время T нагревается отведенное количество теплоты
 $Q_1 = P_H T$.

Заметим, что количество теплоты, которое было потеряно телом равно площади под графиком в определенный промежуток времени.

Пусть P_0 - мощность тепловых потерь в момент $t = 0$,
 P_T - мощность тепловых потерь в момент $t = T$.

Тогда кол-во потерянной теплоты $Q_2 = \frac{(P_0 + P_T)}{2} \cdot T$

Получаем, что $Q = Q_1 - Q_2$
 $c V \rho (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_H T - T \left(\frac{P_0 + P_T}{2} \right) \quad (1)$

~~$T = \frac{c V \rho (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0)}{P_H - \frac{P_0 + P_T}{2}}$~~

Зависимость $P(t)$ является линейной и может быть описана, как $P(t) = P_0 + k t$, где k - коэффициент

На графике видно, что $P_0 = 100 \text{ Вт}$, $P(200) = 200$

Значит, $200 = 100 + k \cdot 200 \Rightarrow k = \frac{1}{2}$.

Тогда $P_T = P_0 + \frac{1}{2} T$

Значит, уравнение (1) имеет вид: $c V \rho (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = P_H T - \frac{1}{4} T^2 - T P_0$

$\frac{1}{4} T^2 + T(P_0 - P_H) + c V \rho (\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0) = 0 \quad | \cdot 4 \Rightarrow T^2 + 4T(P_0 - P_H) + 4Q = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{-2(P_0 - P_H) \pm \sqrt{4(P_0 - P_H)^2 - 4Q}}{2} \quad \text{или } T = 0$

Подставим значения:

$T = 800 \pm 2 \sqrt{67600} = 800 \pm 20 \sqrt{4 \cdot 13^2} = 800 \pm 20 \cdot 2 \cdot 13 =$

$= 800 \pm 520.$



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!

Значит, $\begin{cases} T = 1320 \text{ с} \\ T = 280 \text{ с} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = 22 \text{ мин} \\ T = 4\frac{2}{3} \text{ мин} \end{cases}$

Два ответа говорят о том, что в какой-то момент мощности
тепловой станции настолько большой, что вода начнет кипеть.

Ответ: $P_n = 500 \text{ Вт},$

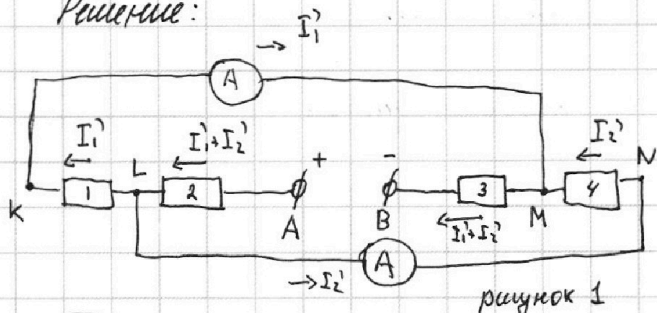
$T = 22 \text{ мин}$ или $T = 4\frac{2}{3} \text{ мин}.$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

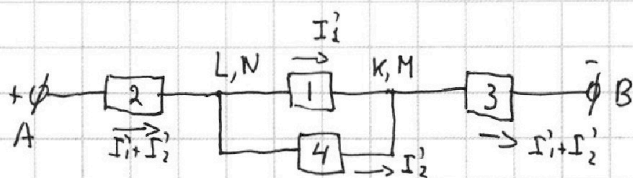


Решение:



Обозначим узлы
буквами К, Л, М, N.
и пронумеруем резисторы.
(см. рисунок 1)

- 1) П.к. амперметры идеальны, то данная цепь эквивалентна следующей:



Расставим токи в обеих цепях, текущие при подключении источника. Пусть через резистор 1 течёт ток I_1' , а через резистор 4 течёт ток I_2'

Показания амперметров равны значениям токов через резисторы 1 и 4, напряжений на которых равны. П.к. как показания равны, то сопротивления резисторов R_1 и R_4 , на 1-м и 4-м соответственно, равны. ~~значит, как~~

Сопротивления одного в два раза больше сопротивления другого. Значит, ток на первом в два раза меньше, чем на втором.

П.к. I_1 - левое показание, то $I_2 = 2I_1 = 2A$

- 2) Пусть R_1, R_2, R_3, R_4 - сопротивления резисторов 1, 2, 3, 4 соответственно. Б.к. пусть $R_4 > R_1$. Тогда $R_4 = 40 \Omega, R_1 = 20 \Omega$.
 $I_2' = 1A, I_1' = 2A$.

По закону Ома, $U = I_{общ} \cdot R_{общ} = (I_1' + I_2') \cdot R_2 + I_1' R_1 + (I_1' + I_2') \cdot R_3 = (I_1' + I_2') (R_1 + R_3) + I_1' R_1$

$$U = (1A + 2A) (40\Omega + 20\Omega) + 2A \cdot 20\Omega = 3A \cdot 60\Omega + 40V = 220V$$

Ответ: $I_2 = 2A, U = 220V$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

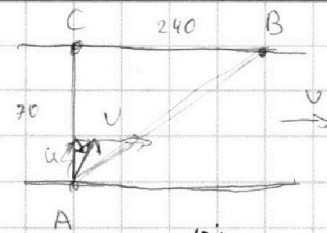
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

МФТИ

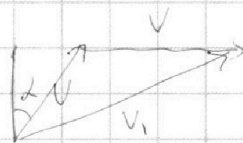
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$AB = 490 + \frac{240}{\frac{48}{9200}}$$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} \quad T =$$

$$T_1 = \frac{d}{U \cos \alpha}$$



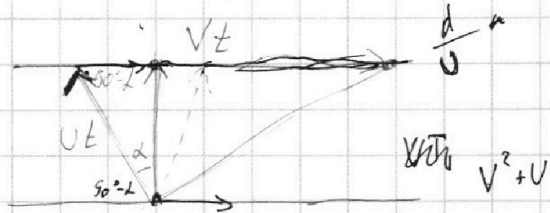
$$V_1^2 = U^2 + V^2 - 2UV \cos(90^\circ + \alpha)$$

$$= U^2 + V^2 + 2UV \cos(90^\circ - \alpha)$$

$$V_1^2 = U^2 + V^2 + 2UV \sin \alpha$$

$$T_2 = \frac{d}{U \cos \beta}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{417/192}{384/12}$$



$$T_1 = \frac{d}{U \cos \alpha}$$



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

$$V \cos \alpha = V_1 \cos \alpha$$

$$\frac{16,2/2}{2} = \frac{19}{41}$$

$$T_1^2 V^2 + \frac{d^2}{U^2 \cos^2 \alpha} - 2UV \cos \alpha$$

$$VT = L$$

$$\frac{d}{U} = d$$

$$V_x(t) = V \cos \alpha$$

$$V_y(t) = V \sin \alpha - gt$$

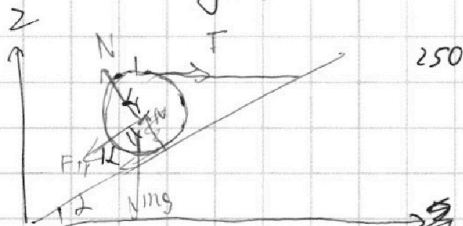
$$H = \frac{V^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$T_1 = \frac{d}{U \cos \alpha}$$

$$x(t) = V \cos \alpha t$$

$$y(t) = V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$T = \frac{10}{7} - \frac{100}{2 \cdot 49} = \frac{10 \cdot 14 - 100}{2 \cdot 49} = \frac{40}{2 \cdot 49} = \frac{20}{49}$$



$$Ox: F_{\text{tp}} \sin \alpha + T \cos \alpha = 0$$

$$Oy: N - mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 0$$

$$Oz: N \cos \alpha - F_{\text{tp}} \sin \alpha - mg = 0$$

$$\frac{16,2}{40} = \frac{19}{13}$$

$$U^2 T_1^2 + V^2 T_1^2 - 2UV T_1 \sin \alpha = U^2 T_2^2 + V^2 T_2^2 - 2UV T_2 \sin \beta$$

$$\frac{1}{\sin \alpha} = \frac{mg \sin \alpha - T \cos \alpha}{N \cos \alpha + mg}$$

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

$$U^2 + V^2 + 2UV \sin \alpha = V_2^2$$



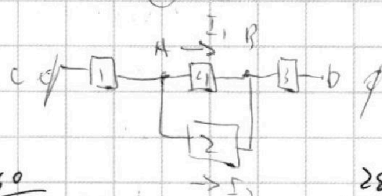
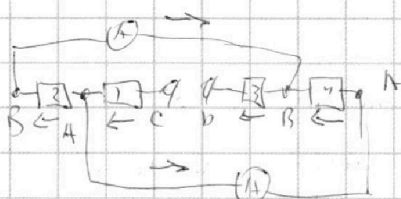
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

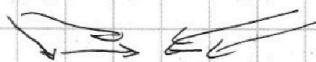
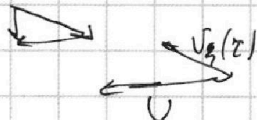
МФТИ

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

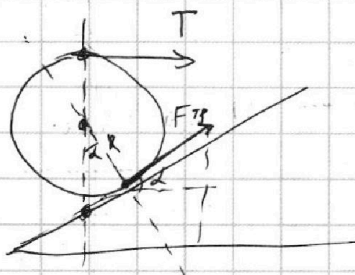


$$\begin{array}{r} 1320 \\ 120 \overline{) 120} \\ \underline{120} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 280 \\ 40 \overline{) 240} \\ \underline{40} \end{array}$$



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



$$-mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} + T \cos \alpha = 0 \quad 1 - 0,36 = 0,64$$

$$P = \lambda (L_{\text{exp}} - L)$$

$$IK^2 L$$

$$T \left(2P_0 + \frac{1}{2} T \right) = T \left(R_0 + \frac{1}{4} T \right)$$

$$-\frac{1}{4} T^2 - TP_0$$

$$\begin{array}{r} 96 \\ 520 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 460000 \\ 92400 \overline{) 460000} \\ \underline{92400} \end{array}$$

$$676 = 4 \cdot 16.9$$

$$\frac{10}{7} - \frac{50}{19} = \frac{20}{19} \quad 2 - \frac{10}{7} = \frac{14-10}{7}$$

$$\begin{array}{r} 162 \\ 4 \overline{) 648} \\ \underline{162} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 648 \overline{) 49} \\ 49 \overline{) 15} \\ \underline{258} \\ 245 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \overline{) 16} \\ 3 \overline{) 18} \\ \underline{30} \end{array}$$

$$L_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha \cdot 5}{3 \cdot 9}$$

mm

$$L_1 = \frac{5 \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 16,2}}{10 \cdot 3} =$$

$$= \frac{5 \cdot \sqrt{4 \cdot 81}}{10 \cdot 3} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 9}{10 \cdot 3}$$

$$2 \cdot 10 \cdot 16,2 = 2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 8,1$$

$$T \cdot R = R_{\text{тр}} \cos \alpha \cdot \frac{R}{\cos \alpha}$$

$$-mg \sin \alpha + T + T \cos \alpha = 0$$

$$T = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{1 + 0,8} =$$

$$\begin{array}{r} P_0 + P_0 + \frac{1}{2} T \\ 2 \overline{) 640000} \\ \underline{92400} \end{array}$$

$$P_0 + \frac{1}{4} T^2$$

4

$$-2(100-500)$$

90

400

$$\begin{array}{r} 4 \cdot 160000 \\ 640000 \end{array}$$

$$640000 - 92400$$