

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01

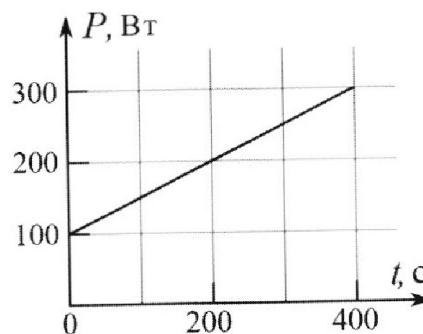
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные
дроби и радикалы.

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

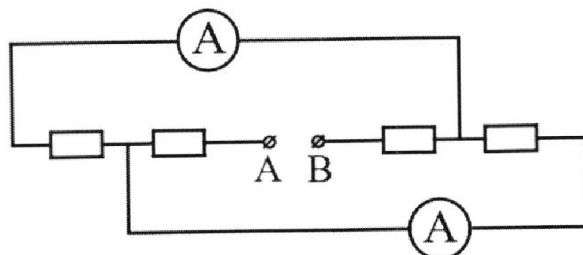
Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).



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.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

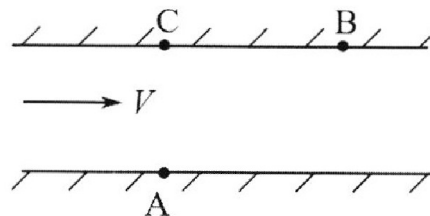
Вариант 09-01

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 отчета 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.

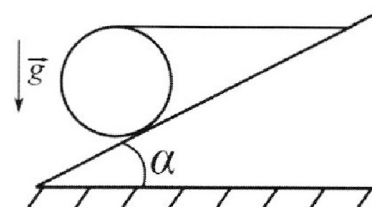
- 1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?
- 2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

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.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

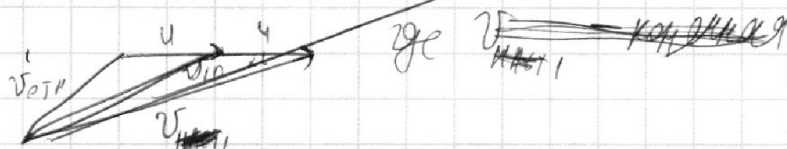
МФТИ

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



V_1

Изобразим векторы скоростей в первом заходе:

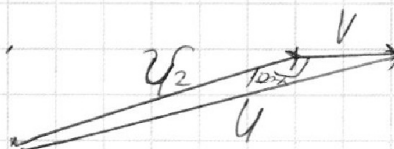
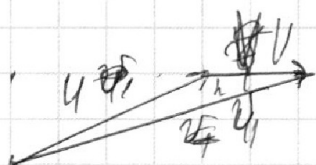


Поскольку тележка всё время двигалась прямолинейно,

$$\text{то } V_1 = \sqrt{u^2 + v^2} \quad V_2 = \sqrt{u^2 + v^2}$$

$$V_1 = \frac{250}{192} \frac{m}{c} = \frac{125}{96} \frac{m}{c}; \quad V_2 = \frac{250}{417} \frac{m}{c}$$

Изобразим векторы скоростей в первом ^{втором} заходе:



Запишем теорему косинусов для двух треугольников:

$$v_1^2 = u^2 + v^2 - 2uv \cos \alpha$$

$$u^2 = v_2^2 + v^2 - 2vv_2 \cos(180 - \alpha)$$

Рассмотрим $\triangle ABC$: $\cos \angle ABC = \frac{BC}{\sqrt{BC^2 + AC^2}} = \frac{24}{25}$
 $\angle ABC = \alpha$

Решив эту систему получим ~~уравнения для~~
 u и v .

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

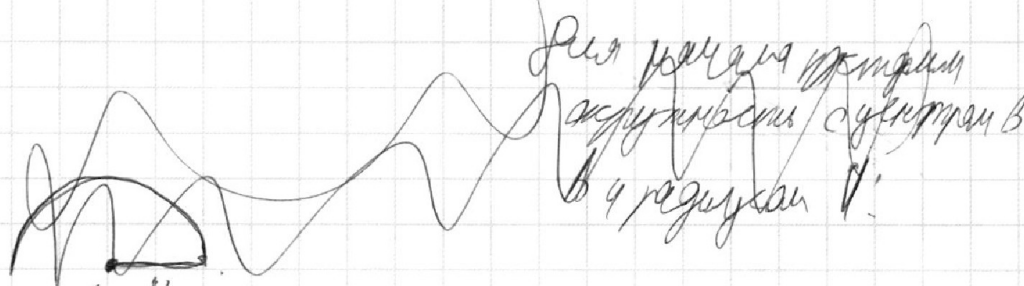
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

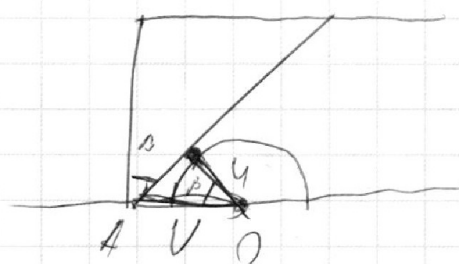
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



П.п. $V > 4$, то следует определить с ^{№1 (предварком)} перемещением!



Для начала отложим из A отрезок равный V.



Построим окружность с центром в B и радиусом 4.

Далее наша траектория должна проходить через A и точку на окружности.

Известно, что минимальное кос будет достигнуто тогда, когда наша траектория — касательная к окружности.

Тогда $\angle \beta$ будет равен $\angle KAC$.

Соответственно, $T = \frac{d}{V \sin \beta} = \frac{150 \cdot 40}{429} = \frac{25.70}{24.4}$

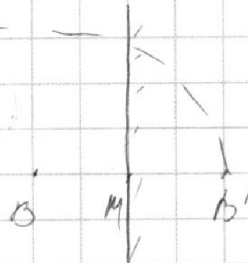
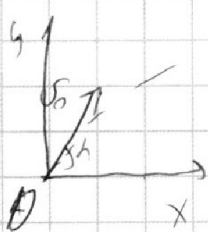
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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



N2

Восстановится ли метод отражений? так как удар абсолютно упругий, то зеркально отобразив траекторию удара относительно стены, то получим траекторию удара такую же, как если бы тело двигалось без препятствия:



П.н. по отражению
зеркально, то
 $OM = MB' = \frac{OH}{n}$

Введём оси Ox и Oy и запишем законы движения на этих осях:

$$x(t) = v_0 \cosh t$$

$$y(t) = v_0 \sinh t - \frac{gt^2}{2}$$

Пусть время полёта до стены — t_1 , после — t_2 .

П.н. $\frac{OH}{MH} = n$; но $\frac{v_0 \cosh t_1}{v_0 \sinh t_1} = n \Rightarrow t_1 = n t_2$

Пусть общее время полёта $t = t_1 + t_2 = (n+1)t_2$
возвращая точка траектории достигается $y_{\text{max}} = \frac{t}{2}$:

$$MH = \frac{v_0 \sinh t}{2} - \frac{gt^2}{8} \quad \frac{t}{2} = \frac{v_0 \sinh t}{g} \quad t = \frac{2v_0 \sinh t}{g}$$

$$h = \frac{v_0 \sinh t}{2} - \frac{gt^2}{8} = \frac{v_0 \sinh t}{n+1} - \frac{gt^2}{2(n+1)^2} = \frac{gt^2}{2(n+1)} - \frac{gt^2}{2(n+1)^2} = \frac{gt^2}{2(n+1)} \left(1 - \frac{1}{n+1} \right)$$

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!



С другой стороны - $N_2 / \text{изогнутости}$

$$M = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$h = \frac{v_0 \sin \alpha t}{n+1} - \frac{gt^2}{2(n+1)^2}$$

Умножив, что $t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$:

$$h = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(n+1)} - \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(n+1)^2} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g(n+1)} \left(1 - \frac{1}{n+1}\right)$$

Из этого уравнения:

$$\frac{M}{h} = \frac{n+1}{1 - \frac{1}{n+1}} = \frac{6}{1 - \frac{1}{6}} = \frac{36}{5} = 7,2$$

$$h = \frac{M}{7,2} = \frac{16,2}{7,2} = \frac{5,27 \cdot 0,6}{36} = \frac{9 \cdot 9}{9 \cdot 4} = \frac{9}{4} = 2,25 \text{ м}$$

$$h = 2,25$$

Изобразим зависимость $y(x)$:

$$t = \frac{x}{v \cos \alpha}$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Пусть $a = \tan \alpha$
 $b = \frac{-g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$

Тогда $y(x) = ax - bx^2$

Подставив наши значения уравнения

$$\frac{a - bx_1}{a - bx_2} = \frac{3h}{H}$$

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐



N2 (предложение 4)

М.к. N-капильная волна, то:

$$2Mg = v_1^2 \sin^2 \alpha$$

$$v_1 \sin \alpha = \sqrt{2Mg}$$

Мы знаем, что $\frac{t_1}{t} = \frac{5}{6}$ (т-все время)

$$t = \frac{v_1 \sin \alpha}{g}$$

$$t_1 = t \cdot \frac{5}{6} = \frac{v_1 \sin \alpha \cdot 5}{3g} = \frac{5 v_1 \sin \alpha}{3g} = \frac{5 \sqrt{2Mg}}{3}$$

$$t_1 = \frac{5 \cdot 18}{3} = 5 \cdot 6 = 30 \text{ с}$$

Поскольку удар ^{массовый} о стенку абсолютно упругий,
но отрицательная скорость остается неизмен-
ной, М.к. у стенки ~~только~~ только горизонтальная
скорость, но вертикальная составляющая скорости
не изменится, а значит не изменится и время

двигателя после соударения (м.к. $h = \text{const}$) -
затем равенство относительных скоростей:

$$v_{1r} + u = v_{2r} - u; \text{ где } v_{1r} - \text{начальная горизонтальная скорость}$$

$v_{2r} - \text{конечная горизонтальная скорость}$

$$v_{2r} = v_{1r} + 2u$$

$$d = v_{2r} t_2 - v_{1r} t_2 = t_2 (v_{2r} - v_{1r}) = 2u t_2$$



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!

№2 (продолжение 3)

$$\frac{t_2}{t_1} = n$$

~~Омметра~~ Омметра $d = 24$, $\frac{t_1}{n} = \frac{24t_1}{n}$

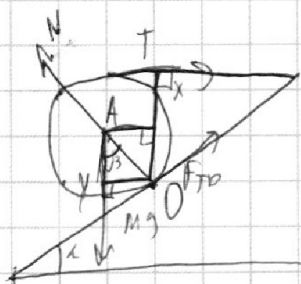
$$d = \frac{24t_1}{n} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 30}{5} = 24 \text{ м}$$

Омметр:

1. $2,25 \text{ м}$	1. $h = 2,25 \text{ м}$
2. 30 с	2. $t = 30 \text{ с}$
3.	3. $d = 24 \text{ м}$

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!



№3
Рассмотрим моменты сил действующие на тело относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярной плоскости рисунка.

Пусть радиус шара R :

(1) $M_T = OX \cdot T$; где M_T - момент силы натяжения нити

(2) $M_{mg} = OY \cdot mg$; M_{mg} - момент силы тяжести

Так как моменты силы реакции опоры и ~~силы тяжести~~ ~~проходят~~ ~~через~~ ~~точку~~ ~~O~~, то условие равновесия:

(3) $M_T = M_{mg} \Rightarrow OX \cdot T = OY \cdot mg$

Рассмотрим OX :

(4) $OX = R + R \cos \beta = R(1 + \cos \beta)$

Но OX и OY перпендикулярны поверхности плоскости и ~~вдоль~~ ~~поверхности~~ ~~земли~~ $\Rightarrow \beta = \alpha$

Рассмотрим OY :

(5) $OY = R \cdot \sin \beta = R \sin \alpha$

Замечем (3) с учетом (4) и (5) и $\alpha = \beta$:

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N_3 (проект.)

Используя основное тригонометрическое тождество:

$$\cos^2 h = 1 - \sin^2 h$$

$$\cos h = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

$$T = mg \frac{\sin^2 h}{1 + \cos h} = \frac{0,6}{1 + 0,8} = mg \frac{0,6}{1,8} = \frac{mg}{3} = 10 \text{ Н}$$

~~Заметим~~ Так как тело покоится, то сумма сил действующих на тело равна нулю, ~~то~~ равенство

Заметим проекции сил на ось, ~~совпадающую~~ образующую угол h с горизонтальной проекцией, ~~св~~ h

$$F_{TP} + T \cos h = mg \sin h$$

$$F_{TP} = mg \sin h - T \cos h = mg \cdot 0,6 - \frac{mg}{3} \cdot 0,8 = mg \left(\frac{1,8}{3} - \frac{0,8}{3} \right) = \frac{mg}{3}$$

$$F_{TP} = 10 \text{ Н}$$

равенство

Заметим проекции сил на ось, перпендикулярную той, что мы рассматривали ранее:

$$N = T \sin h + mg \cos h = \frac{mg}{3} \cdot 0,6 + mg \cdot 0,8 = mg (0,2 + 0,8) = mg$$

$$N = 30 \text{ Н}$$

~~Заметим~~ Так как предельное значение силы трения $= \mu N$,

$$\mu \geq \frac{F_{TP}}{N}$$

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

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

$$1. T = \frac{mg}{3} = 10 \text{ Н}$$

$$2. N = \frac{mg}{3} = 10 \text{ Н}$$

$$3. \mu \geq \frac{1}{3}$$

Ответ:

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!



M_4

мощности, выделяющаяся на проводнике
вычисляется по простой формуле: $P = I^2 R$

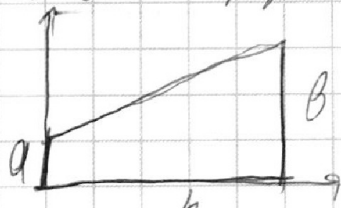
$$P_n = I^2 R = 20 \cdot 5 = 500 \text{ Вт}$$

Чтобы рассчитать, за какое время вода нагреется,
надо получить зависимость потерь, отдаваемых
окружающую среду от времени.

Она рассчитывается как площадь под графиком
 $P(t)$. Это как ~~на~~ функция линейная, по формуле
под графиком — трапеция.

$$S_{\text{тр}} = \frac{a+b}{2} \cdot h$$

Заметим, что а в формуле площади это $P(0)$ а $b - P(t)$
 $h = t$;



Зададим $S(t)$: $S(t) = \frac{100 \text{ Вт} + \left(100 \text{ Вт} + \frac{200 \text{ Вт}}{4000} t\right)}{2} \cdot t =$
 $= \left(100 + \frac{t}{4}\right) t$

Запишем равенство потерь:

$Q_{\text{нагр}} = \cancel{S(t)} + Q_{\text{пот}}$; где $Q_{\text{нагр}}$ — теплота, отданная нагревателем,
 $Q_{\text{пот}}$ — теплота, отданная в ср. среду,
 m — масса воды



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!

Заметим, что $P_{\text{нп}} = P_{\text{н}} T$ (крат.)

$$P_{\text{нп}} = S(T)$$

$$m = V\rho$$

П.е.

$$P_{\text{н}} T = cV\rho (\tilde{T}_1 - \tilde{T}_2) + S(T)$$

$$500T = 11.4200 \cdot 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} + 100T + \frac{T^2}{4}$$

$$T^2 - 1600T + 22.4200 = 0$$

~~Сначала возьмем мкА~~

$$T = \frac{1600 \pm \sqrt{1600^2 - 22.4200 \cdot 4}}{2}$$

Стоит брать меньший корень, так зависимость $(T) \rightarrow$ выглядит $(T) \rightarrow$, где начальная часть графика является параболой, то есть в определенной момент она начнет уменьшаться, но в реальности этого не произойдет.

$$T = \frac{800}{1 - \sqrt{1 - \frac{22.42}{1600^2}}} = 800 \left(1 - \sqrt{1 - \frac{22.42}{6400}} \right) = 800 \left(1 - \frac{\sqrt{6400 - 22.42}}{80} \right)$$

$$T = 800 - 260 = 540 \text{ (K)}$$

Вывод: 1. $P_{\text{н}} = 500 \text{ Вт}$
2. $T = 540 \text{ К}$

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

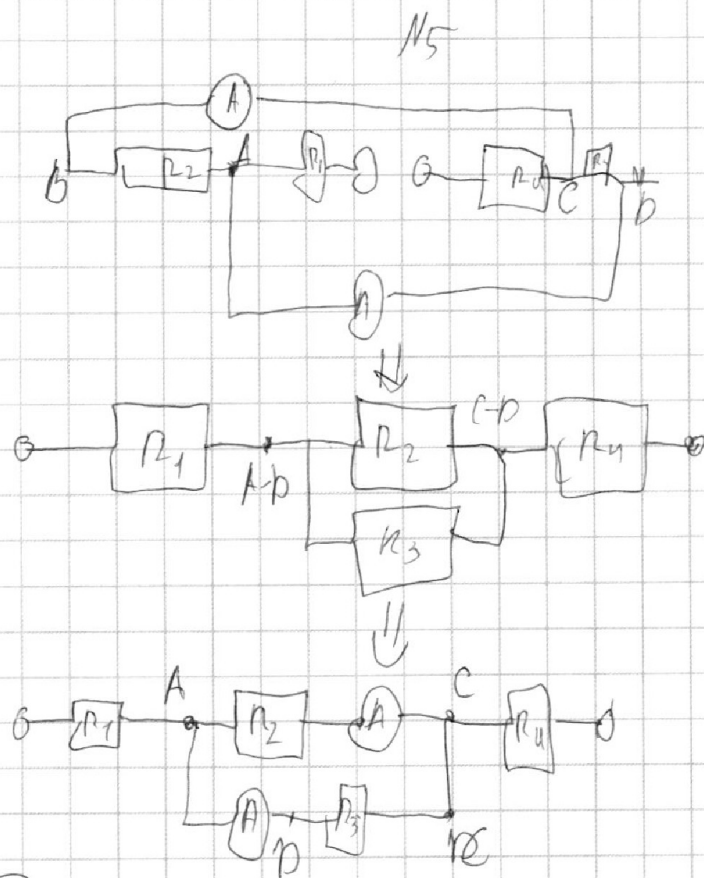
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



Преобразуем
схему и линейную
взвесь:

Поскольку показания амперметра различны, то $R_2 \neq R_3$. Пусть $R_2 > R_3$. Поскольку они соединены параллельно, то $R_2 I_2 = R_3 I_3$ (I_2 и I_3 — ток через R_2 и R_3 соответственно). Следовательно $I_3 > I_2$. Но мы знаем, что $I_2 = I_1 = 1$ А. Если $R_2 > R_3$, то $R_2 = 40$ Ом, а $R_3 = 20$ Ом $\Rightarrow \frac{R_2}{R_3} = 2$. Итого $\frac{R_2}{R_1} = 2$ и $\frac{R_2}{R_3} = \frac{I_3}{I_2} \Rightarrow I_3 = 2I_2 = 2I_1 = 2$ А. Итого так, что для расчета введем амперметр — $I_3 = I_4 = 2$ А.

Поскольку R_1 и R_4 соединены последовательно, а у одного сопротивления 40 Ом, а у второго — 20 Ом, то их общее сопротивление неизменно и равно $R_1 + R_4 = 20$ Ом + 40 Ом = 60 Ом.



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!

№5 (продолж.)

Так как через R_1 и R_2 протекает одинаковый ток $-I_x + I_y = 3A$, то напряжение на них:

$$U_{1-4} = (I_x + I_y)(R_1 + R_2) = 3A \cdot 60\Omega = 180V$$

Напряжение на R_2 равно ~~на~~ между собой

и составляет $U_{R_2} = I_x \cdot R_2 = 1A \cdot 90\Omega = 90V$

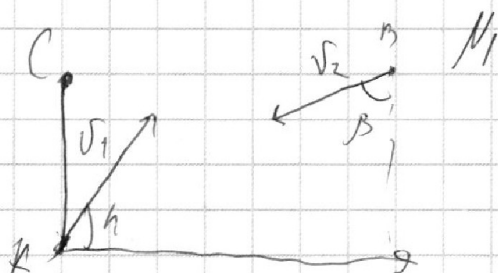
$$U = U_{1-4} + U_{R_2} = 180V + 90V = 270V$$

$$U = 270V$$

Ответ: 1. $I_2 = 2A$
2. $U = 270V$

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!



Рассмотрим первый залив:

(1) $V_1 \cos \alpha + V = \frac{L}{T_1}$; где V — скорость течения
 α — угол с берегом

(2) $V_1 \sin \alpha = \frac{d}{T_1}$

Рассмотрим второй залив:

(3) $V_2 \cos \beta = \frac{d}{T_2}$; где β — угол между направлением

(4) $V_2 \sin \beta - V = \frac{L}{T_2}$ скорости и прямой перпендикулярной берегу

Далее запишем равенство относительных скоростей:

(5) $(V_1 \sin \alpha)^2 + (V_1 \cos \alpha - V)^2 = (V_2 \cos \beta)^2 + (V_2 \sin \beta + V)^2$

Пусть
 $V_1 \sin \alpha = A$
 $V_1 \cos \alpha = B$
 $V_2 \sin \beta = C$
 $V_2 \cos \beta = D$

Получим: $\begin{cases} A = \frac{d}{T_1} \\ B = \frac{L}{T_1} - V \\ C = \frac{L}{T_2} + V \\ D = \frac{d}{T_2} \end{cases}$ и $A^2 + B^2 - C^2 - D^2 = 2V(B+C)$

Подставим в систему уравнений в (5):

$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - V\right)^2 + V^2 - 2V\frac{L}{T_1} - \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - V^2 - 2V\frac{L}{T_2} - \frac{d^2}{T_2^2} = 2V\left(\frac{L}{T_1} + \frac{L}{T_2}\right)$

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!



$$\left(\frac{L}{f_1}\right)^2 - \left(\frac{L}{f_2}\right)^2 + \left(\frac{d}{f_1}\right)^2 - \left(\frac{d}{f_2}\right)^2 \stackrel{N1(кробан)}{=} 4V \left(\frac{L}{f_1} + \frac{L}{f_2} \right)$$

$$4V = \frac{L^2 \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2} \right) + d^2 \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2} \right)}{\left(\frac{L}{f_1} + \frac{L}{f_2} \right)} = (L^2 + d^2) \frac{f_2^2 - f_1^2}{f_1^2 f_2^2 \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right)}$$

$$= (L^2 + d^2) \frac{f_2^2 - f_1^2}{(f_1 + f_2) f_1 f_2}$$

$$V = \frac{5^4 \cdot 192}{31 \cdot 139 \cdot 192}$$

Далее решим систему:

$$A = \frac{40}{192}$$

$$B = \frac{40}{417}$$

$$B + V = \frac{240}{192}$$

$$C - V = \frac{240}{417}$$

$$\cancel{A^2 + B^2 + V^2}$$

$$A^2 + B^2 = V^2$$

$$B^2 = \left(\frac{240}{192} - V \right)^2$$

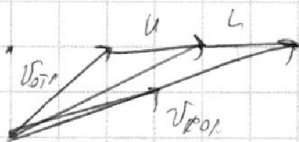
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

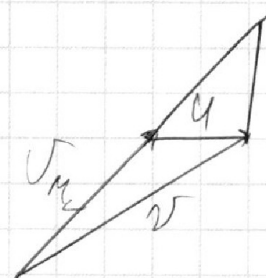
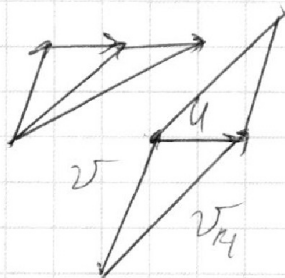


V_0

u

$$V_{001}^2 - 4 \cos \alpha V_{002} = V_{002}^2 + 4 \cos \alpha V_{002}$$

$$\frac{V_{001}^2 - V_{002}^2}{4(V_{001} + V_{002})} = \frac{V_{001} + V_{002}}{4}$$



$$V_1^2 = V_2^2 + 2V^2 - 2V_2V \cos \alpha + 2V^2 \cos \alpha \cos \alpha$$

$$(V_1^2 - V_2^2 - 2V^2) = 4V^2 / (V_2^2 + V^2 + 2V_2V \cos \alpha) \cos^2 \alpha$$



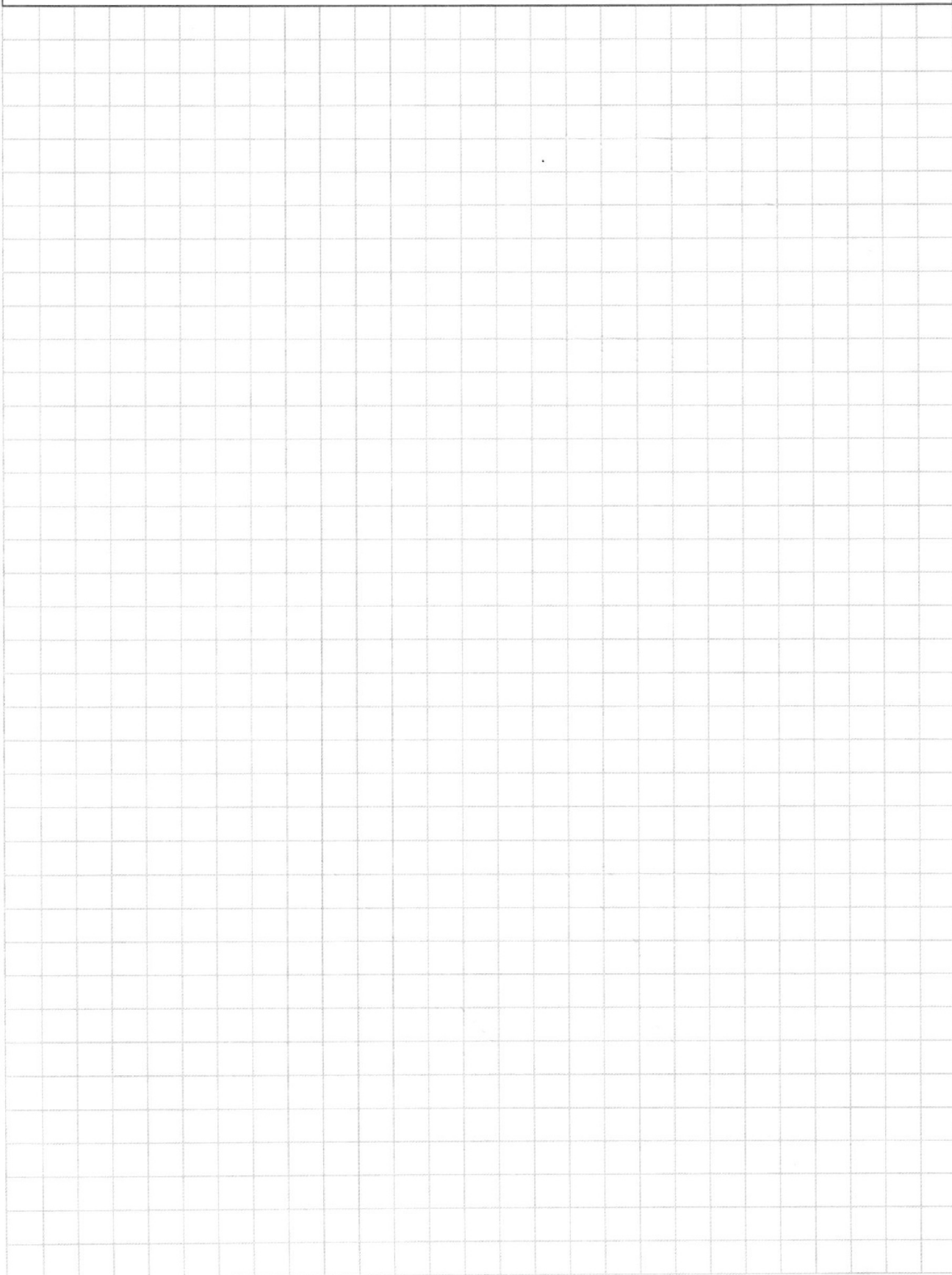
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

МФТИ

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

$$\begin{array}{r} 25 \\ 96 \end{array}$$

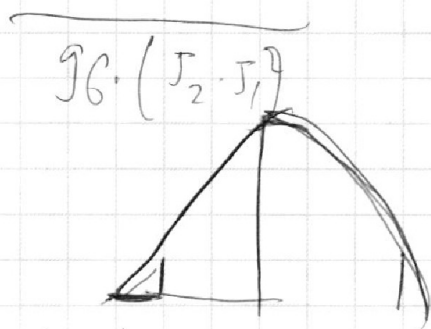
$$\begin{array}{r} 192 \\ 417 \\ 609 \end{array}$$

$$3/203)$$

$$\begin{array}{r} 25.45675 \\ 96 \overline{) 203} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 137015 \overline{) 3} \\ -12 \\ \hline 17025 \\ -15 \\ \hline 2025 \\ -18 \\ \hline 225 \\ -20 \\ \hline 15 \end{array}$$

$$2^6 \quad 5^2 \cdot 15^2$$



$$\begin{array}{r} 192 \overline{) 2} \\ 97 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 417 \\ 417 \\ \hline 2919 \\ 417 \\ \hline 1668 \\ \hline 13789 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 173899 \\ -367864 \\ \hline 137025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 152 \\ 152 \\ \hline 2919 \\ 417 \\ \hline 1668 \\ \hline 173889 \\ 152 \\ \hline 36864 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45675 \overline{) 203} \\ 908 \\ \hline 4475 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45675 \overline{) 203} \\ 408 \\ \hline 5075 \\ 408 \\ \hline 1085 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 417 \overline{) 3} \\ 139 \end{array}$$

$$214$$

$$78$$

$$32,4$$

$$324$$

$$\begin{array}{r} 324 \overline{) 3} \\ 108 \overline{) 2} \\ 54 \overline{) 2} \\ 27 \overline{) 3} \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

МФТИ

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



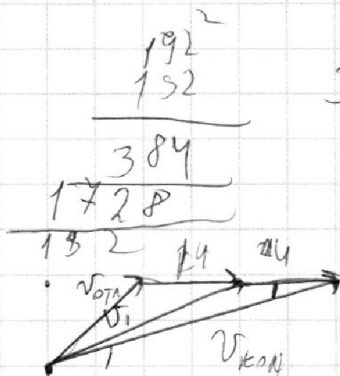
$$\begin{array}{r} 414^2 \\ \times 414 \\ \hline 2919 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 417 \\ 1688 \\ \hline 173889 \end{array}$$

$$99 + 516$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ 240 \end{array}$$

$$\frac{25}{44}$$



$$\begin{array}{r} 192 \\ 152 \\ \hline 384 \\ 1728 \\ \hline 152 \end{array}$$

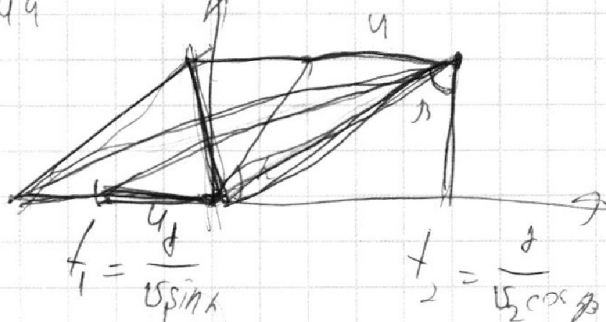
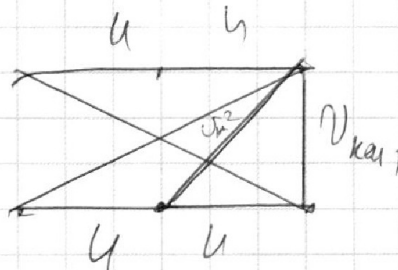


$$36864$$

$$\begin{array}{r} 152 \\ 8 \\ \hline 1536 \\ 152 \\ \hline 3888 \\ 1344 \\ \hline 134025 \\ -1344 \\ \hline 2625 \\ -192 \\ \hline 1705 \end{array}$$

$$29H = j \cdot n^2 \cdot 15$$

$$M_{gH} = M_H \left(\frac{v_0^2}{2} + \frac{v_{0x}^2}{2} \right)$$



$$t_1 = \frac{L}{v_1 \cos \alpha + 4}$$

$$t_2 = \frac{L}{v_1 \sin \alpha - 4}$$

$$d \sqrt{v_1 \cos \alpha + 4} = L \sqrt{v_1 \sin \alpha}$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{v_2 \cos \beta}{2} \right)^2 + \left(\frac{v_2 \sin \beta}{2} + 4 \right)^2 = \\ & = \left(\frac{v_1 \sin \beta}{2} \right)^2 + \left(\frac{v_1 \cos \beta}{2} + 4 \right)^2 \end{aligned}$$

$$A = \ln \frac{d}{F_1}$$

$$B = \frac{L}{F_1} - 4$$

$$C = \frac{d}{F_2}$$

$$E = \frac{L}{F_2} + 4$$

$$a^2 + (b+c)^2 = c^2 + (d-4)^2$$

$$a^2 + b^2 - c^2 - d^2 = -2d4 - 2b4$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

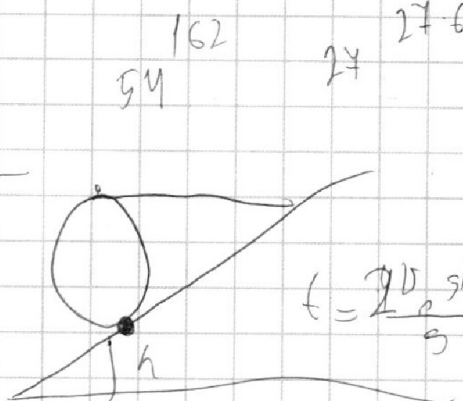
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

МФТИ

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



$$\begin{array}{r} 225 \\ \times 72 \\ \hline 440 \\ 1575 \\ \hline 16200 \\ 159 \end{array}$$



$$v_0^2 \sin^2 \alpha = 2gh$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$$H = \frac{v_0 \sin \alpha}{2} - \frac{g t^2}{2}$$

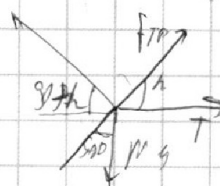
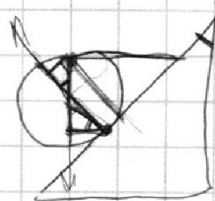
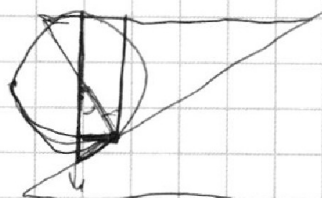
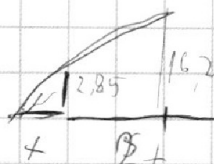
$$h = \frac{v_0 \sin \alpha}{(n+1)} - \frac{g t^2}{2(n+1)^2}$$

$$F_{TP} + T \cos \alpha = mg \sin \alpha$$

$$F_{TP} = mg \cdot 0,6 - \frac{mg \cdot 0,8}{3}$$

$$F_{TP} = mg \left(\frac{6}{10} - \frac{8}{30} \right) =$$

$$= mg \left(\frac{18-8}{30} \right) = \frac{mg}{3} = 12M$$



$$h = \frac{a^2}{2b} - \frac{b^2}{4a^2}$$

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

$$T = mg \frac{\cos \alpha}{1 + \sin \alpha} = mg \frac{0,6}{1 + 0,8} = mg \frac{6}{18} = \frac{mg}{3} = 12M$$

$$\cos \alpha = 0,6$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

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

$$\frac{mg \cdot 0,6}{3} + mg \cdot 0,8 = N$$

$$N = mg \left(\frac{1}{3} + \frac{4}{5} \right) = mg$$

$$R \sin \alpha \cdot N = F_{TP} \cdot R / (1 + \cos \alpha)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{N \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1,8}{0,6} = 3$$

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

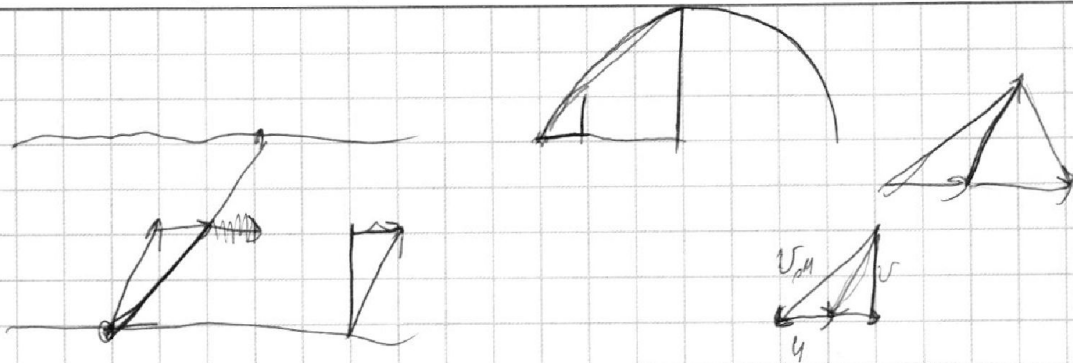
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

МФТИ

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



$$800 - 260 = 540$$

$$800 \pm \sqrt{160000 - 22 \cdot 4200}$$

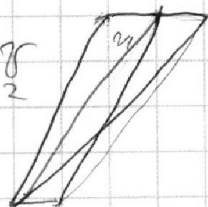
$$100(8 - \sqrt{6400 - 22 \cdot 4200})$$

$$800(1 - \sqrt{1 - \frac{840 + 84}{100}})$$

$$800(1 - \sqrt{1 - \frac{224}{6400}})$$

$$800(1 - \sqrt{1 - \frac{5476}{80}})$$

$$5476$$



$$\begin{array}{r} 5476 \\ 2738 \cdot 2 \\ \hline 1369 \\ 1369 \\ \hline 13 \\ 13 \end{array}$$

