



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

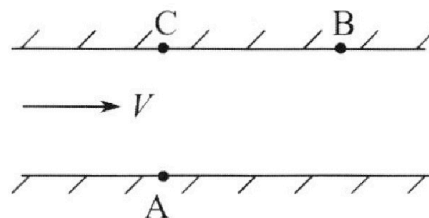
Вариант 09-02

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



1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.

В двух первых заплывах А – точка старта, В – точка финиша (см. рис., V – неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.



Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

- 1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
- 2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос наименьший.

- 3) На каком расстоянии S от точки В выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

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

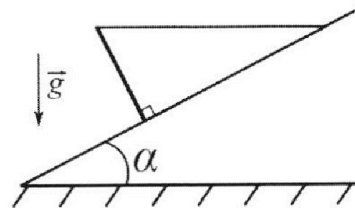
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h , стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

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

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



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



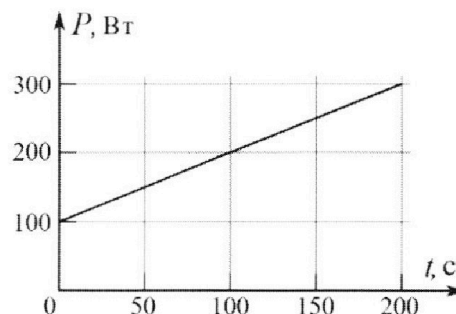
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-02

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



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



1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Найдите температуру $\tilde{t}_1$ воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

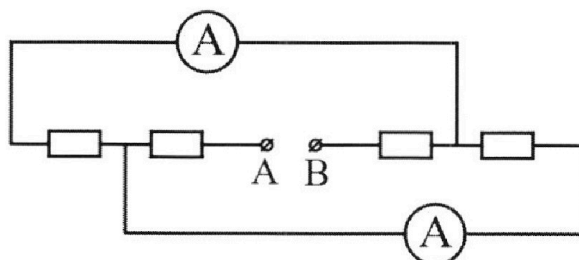
Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

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

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Больше показание $I_1 = 2$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Какую мощность P развивают силы в источнике?





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

4) В первом случае: 1 во втором. 1,2

$$V' \cos \beta + V = \frac{L}{T_1}$$

$$-V' \cos \gamma + V = \frac{L}{T_2}$$

$$V' \sin \beta = \frac{d}{T_1}$$

$$V' \sin \gamma = \frac{d}{T_2}$$

$$1. V' \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{T_1}$$

$$2. V'^2 \cos^2 \beta = \left(\frac{L}{T_1} - V \right)^2$$

$$V'^2 - V'^2 \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$V'^2 \sin^2 \beta = V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2}$$

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

$$V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{L^2}{T_1^2} - 2 \frac{VL}{T_1} + V^2$$

$$\frac{2VL}{T_1} = \frac{L^2 + d^2}{T_1^2}$$

$$V = \frac{L^2 + d^2}{2L} = \frac{12^2 + 5^2}{2 \cdot 120} = \frac{(12^2 + 5^2) \cdot 10^8}{24 \cdot 10} = \frac{13^2 \cdot 10^5}{24} = \frac{169 \cdot 10^5}{24} = \frac{169}{24} \cdot 10^5$$

$$V = \frac{L^2 + d^2}{T_1 \cdot 2L} = \frac{(12^2 + 5^2) \cdot 10^2 \text{ м}^2}{100 \text{ с} \cdot 2 \cdot 120 \text{ м}} = \frac{13^2}{240} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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!

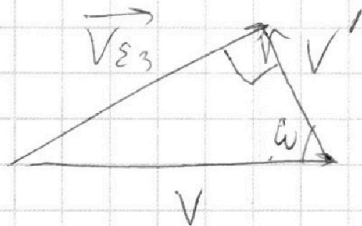


$$V' = \frac{3,8 \pm \sqrt{3,8^2 - 4 \cdot 5,4}}{2}$$

$D < 0$

это **архиритмическая** задача, найдем V' ,
минимизируем V , с помощью формулы для
нахождения минимального значения $\cos \omega$.

$$5) \quad T_3 = \frac{d}{V' \sin \omega}$$

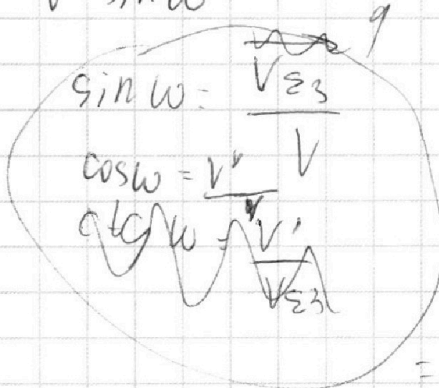


$$L_c = T_3 \cdot (V - V' \cos \omega)$$

гипотенуза

$$S = L - L_c = \frac{d}{V' \sin \omega} (V - V' \cos \omega)$$

$$= \frac{dV}{V' \sin \omega} - d \cdot \cot \omega = \frac{dV - dV' \cos \omega}{V' \sin \omega} =$$



$$= \frac{d(V - V' \cdot \frac{V}{V'})}{V' \cdot \sqrt{V'^2 - V^2}} =$$

$$= \frac{dV \left(\frac{V^2 - V'^2}{V} \right)}{V' \cdot \sqrt{V'^2 - V^2}} = \frac{d(V^2 - V'^2)}{V' \sqrt{V'^2 - V^2}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$3. \begin{cases} V' \cos \beta + V' - 1,69 = \frac{L}{T_1} \\ V' \sin \beta = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$

$$\sin \beta = \frac{d}{V' T_1}$$

$$(5 \cdot V' (\cos \beta + 1)) = \frac{L}{T_1} + 1,69$$

$$4. \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{V' T_1}$$

$$1 - \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2 V'^2}$$

$$\cos^2 \beta = \frac{T_1^2 V'^2 - d^2}{T_1^2 V'^2}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{T_1^2 V'^2 - d^2}}{T_1 V'^2}$$

$$\frac{V' (\sqrt{T_1^2 V'^2 - d^2} + T_1 V'^2)}{T_1 V'^2} = \frac{L}{T_1} + 1,69$$

$$\frac{\sqrt{10000 V'^2 - 2500} + 100 V'^2}{100 V'^2} = 1,2 + 1,69$$

$$\frac{\sqrt{2500 (4 V'^2 - 1)}}{100 V'^2} + V' = 2,89$$

$$\frac{\sqrt{4 V'^2 - 1}}{2 V'^2} = 2,89 - V'$$

$$\frac{4 V'^2 - 1}{4 V'^4} = 2,89^2 - 2 \cdot 2,89 \cdot V' + V'^2$$

$$1 - \frac{1}{4 V'^2} = 6,4 - 3,2 V' + V'^2$$

$$V'^2 - 0,25 = 6,4 V'^2 - 3,2 V'^3 + V'^4$$

$$V'^4 - 3,2 V'^3 + 5,4 V'^2 + 0,25 = 0$$

$$V'^2 - 3,2 V' + 5,4 = 0$$

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!

а) в первом случае

$$V' \cos \beta + V = \frac{L}{T_1}$$

$$V' \sin \beta = \frac{d}{T_1}$$

б) во втором

$$V - V' \cos \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$V' \sin \beta = \frac{d}{T_2}$$

$$1. V' \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{d}{T_1}$$

$$V'^2 - V'^2 \cos^2 \beta = \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$V'^2 \cos^2 \beta = V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2}$$

$$2. V' \cos \beta = \left| \frac{L}{T_1} - V \right|$$

$$V'^2 - \frac{d^2}{T_1^2} = \frac{L^2}{T_1^2} - \frac{2LV}{T_1} + V^2$$

$$V'^2 = \frac{(120)^2 \text{ м}^2}{(100)^2 \text{ с}^2} - \frac{2 \cdot 120 \text{ м}^2 V}{(100)^2 \text{ с}^2} + \frac{50^2 \text{ м}^2 V + V^2}{(100)^2 \text{ с}^2}$$

$$V' = \sqrt{\frac{1,44 \text{ м}^2}{\text{с}^2} - \frac{0,25 \text{ м}^2}{\text{с}^2} + 0,024}$$

всё в с/с

$$V' = \sqrt{1,19 + 0,25 - 0,024 V + V^2} = \sqrt{V^2 + 1,62}$$

$$V'^2 = V^2 + 1,62 \Rightarrow V^2 = V'^2 - 1,62$$



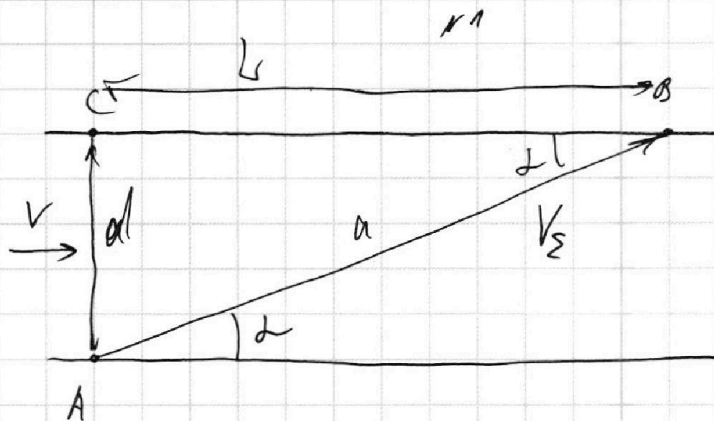
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 - скорость плывца

$$d = 50 \text{ м}$$

$$L = 120 \text{ м}$$

$$T_1 = 100 \text{ с}$$

$$T_2 = 240 \text{ с}$$

$$V_1 = ?$$

$$V = ?$$

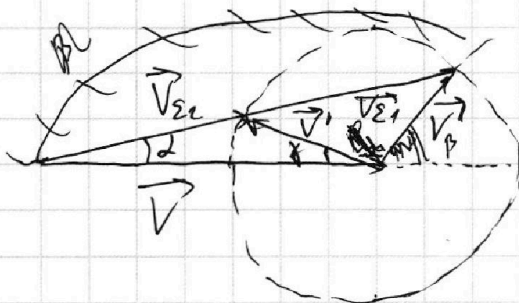
$$S = ?$$

1) движение плывца прямолинейное $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ вектор его суммарной

скорости направлен вдоль AB.

2) изобразим вектор скорости воды $\vec{V}$ на его конце построим окр., которой принадлежат концы вектора $\vec{V}'$, когда он начал в конце $\vec{V}$



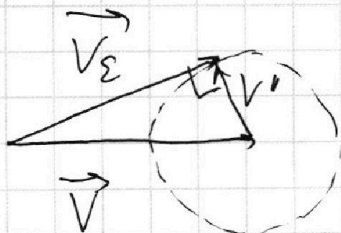
т.к. времена разные, но направления V_2 одно, то

V_2 - секущая окр

вектору $\vec{V}_2$ соответствует T_1 ,

$\vec{V}_2$ соответствует T_2 .

3) по рисунку видно, что когда мы увеличиваем α спос увеличивается $\Rightarrow$ когда $\vec{V}_2$ является касательной к этой окр. спос наименьший.



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!

то есть у нас была скорость $\vec{V}_M$ после удара

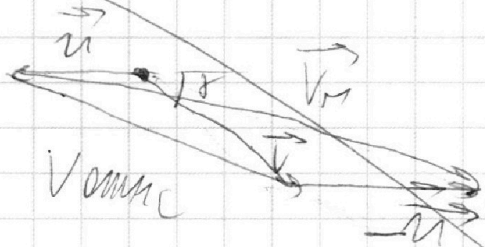
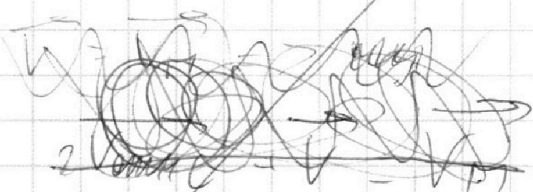


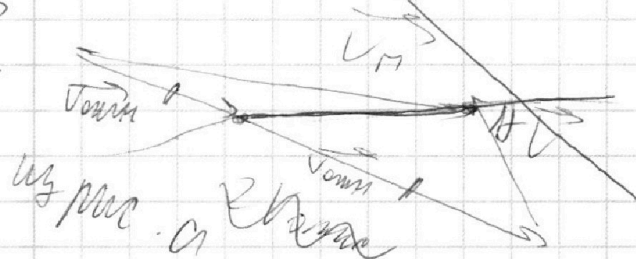
рис. а

$$\vec{u} + \vec{V}_{\text{cm}} = \vec{V} = -\vec{u} + \vec{V}_{\text{cm}}$$

$$\vec{V}_{\text{cm}} + \vec{u} = \vec{V}_M$$



$$2\vec{V}_{\text{cm}} - \vec{V} = \vec{V}_M$$



а после удар к нему добавится горизонтальная
скорость равная u , на время пока она
никак не повлияет, т.к. она не приближает к
земли $\Rightarrow u t_1 = d$

$$u = \frac{d}{t_1} = \frac{1,8 \text{ м}}{0,6 \text{ с}} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ответ: $H = 7,2 \text{ м}$; $t_1 = 0,6 \text{ с}$; $u = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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!

$$4) h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$4) h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

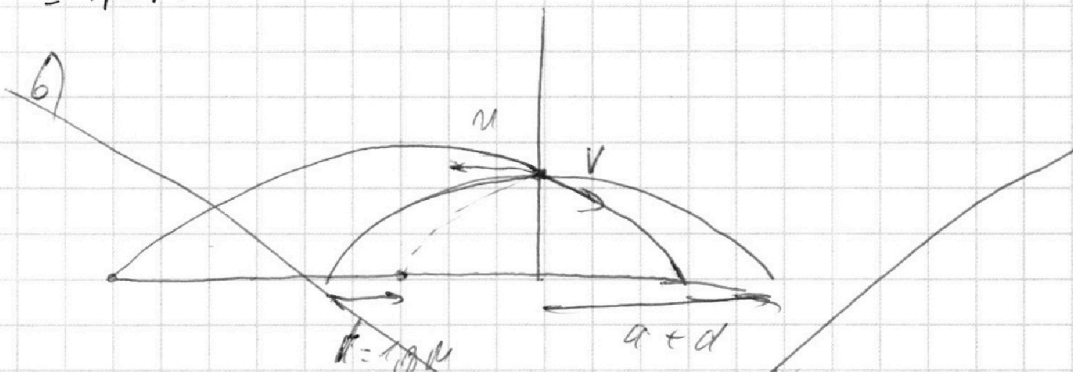
$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$h = 2 t_1^2 g - \frac{g t_1^2}{2} = 1,5 g t_1^2$$

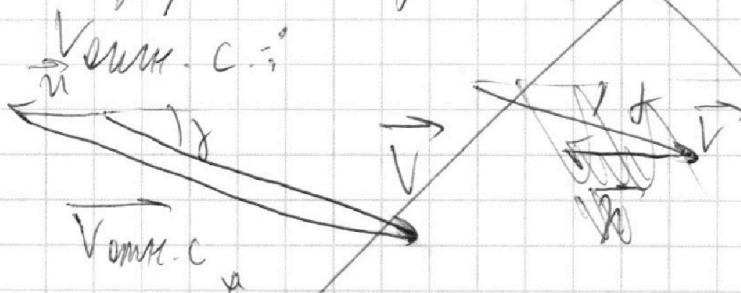
$$t_1 = \sqrt{\frac{h}{1,5 g}} = \sqrt{\frac{5,4 \text{ м}}{1,5 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{0,36} \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

$$5) H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(2 t_1 g)^2}{2g} = 2 g t_1^2 = 2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,36 \text{ с}^2 =$$

$$= 7,2 \text{ м}$$



пусть определим скорость v в мм. секундах,
по условию α горизонтально, тогда v



после удара тело скорости векторно приоб-
ретенной скорости u , и ее проекции на рассто-
яние $\alpha + \alpha$ (предполагая, что скорость u , и u
имеет значение u).

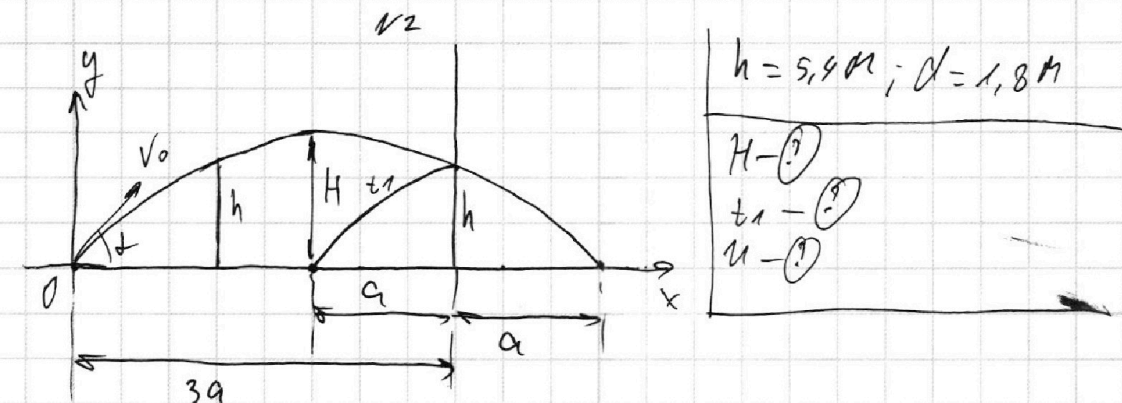
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) Удар упругий $\Rightarrow$ можно считать, что стена не была и мы просто пролетели над ней все расстояния за стеной (a)

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

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

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad \text{— высота max}$$

$$L = 4a = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad \text{— дальность}$$

$$T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \quad \text{— время полета}$$

$$a = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$3a = v_0 \cos \alpha (T - t_1) \quad \text{— т.к. картинка симметрична можно проследить за движением с конца до конца}$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot 3 = v_0 \cos \alpha t_1 + v_0 \cos \alpha T$$

$$3v_0 \cos \alpha t_1 = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 \sin \alpha = 2 t_1 g$$



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!

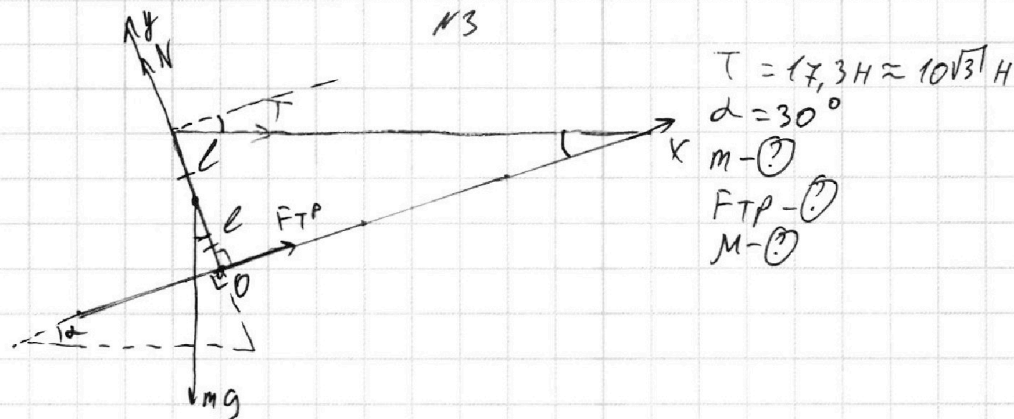
$$5) N = mg \cdot \cos \alpha + T \cdot \sin \alpha = 60 \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 10 \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \text{ Н} = \cancel{40 \sqrt{3} \text{ Н}} \quad 35 \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$6) F_{\text{тр}} = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{15 \text{ Н}}{35 \sqrt{3} \text{ Н}} = \frac{15 \sqrt{3}}{35 \cdot 3} = \frac{\sqrt{3}}{7} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{т.к. меловые} \\ \text{шпатель, уравнение} \\ \text{только одно} \end{array} \right.$$

$$\text{Ответ: } m = 6 \text{ кг; } F_{\text{тр}} = 15 \text{ Н; } \mu = \frac{\sqrt{3}}{7}$$

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!



$$T = 17,3 \text{ Н} \approx 10\sqrt{3} \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$m = ?$$

$$F_{\text{тр}} = ?$$

$$M = ?$$

1) расставим силы (mg - из центра стержня, T - по нити, N - вдоль стержня (сила перпендикулярной реакции опоры), $F_{\text{тр}}$ вдоль стержня, но не известно в каком направлении, поставим так, если получится отрицательный ответ, то изменим её направление на противоположный).

2) расставим силы ~~на~~, действующие на стержень:

$$\vec{N} + \vec{T} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} = 0 - \text{наведётся в ноль, сложим по осям}$$

на Ox :

$$F_{\text{тр}} + T \cdot \cos \alpha = mg \cdot \sin \alpha$$

на Oy :

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

3) запишем правило моментов относительно $T. O$:

l - длина стержня

$$l \cdot mg \cdot \sin \alpha = T \cdot 2l \cdot \cos \alpha \quad (M_{\text{прот.}} = M_{\text{мо}})$$

$$m = \frac{2T \cos \alpha}{\sin \alpha g} = \frac{2 \cdot 10\sqrt{3} \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 6 \text{ кг}$$

$$4) F_{\text{тр}} = mg \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha \quad (17.2)$$

$$F_{\text{тр}} = 60 \text{ Н} \cdot \frac{1}{2} - 10\sqrt{3} \text{ Н} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 15 \text{ Н}$$

~~$$5) F_{\text{тр}} = N \Rightarrow M = F_{\text{тр}} \cdot l$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

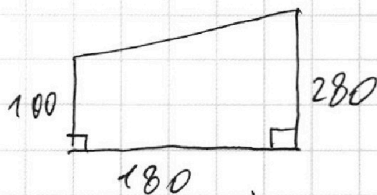
5
☐

6
☐

7
☐

МФТИ

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



прям. трапеция

$$Q = \frac{100 + 280}{2} \cdot 180 \text{ Вт} = 39,2 \text{ кВт}$$

4) $Q_B = Q_H - Q$ - кол-во теплоты на возг. массы воды

$$5) Q_B = C m_B \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q_B}{C m_B} = \frac{Q_H - Q}{C V \rho} = \frac{(72000 - 39200) \text{ Вт}}{\frac{4200 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ м}^3}{1000 \text{ л}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1 \text{ л}} =$$

$$= \frac{32800}{4200} ^\circ\text{C} = 9 ^\circ\text{C} = \Delta t$$

$$\tilde{t}_1 - \tilde{t}_0 = \Delta t$$

$$\tilde{t}_1 = \Delta t + \tilde{t}_0 = (16 + 9) ^\circ\text{C} = 25 ^\circ\text{C}$$

Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$, $\tilde{t}_1 = 25 ^\circ\text{C}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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



$$V = 1 \text{ A}; T = 180 \text{ C}$$

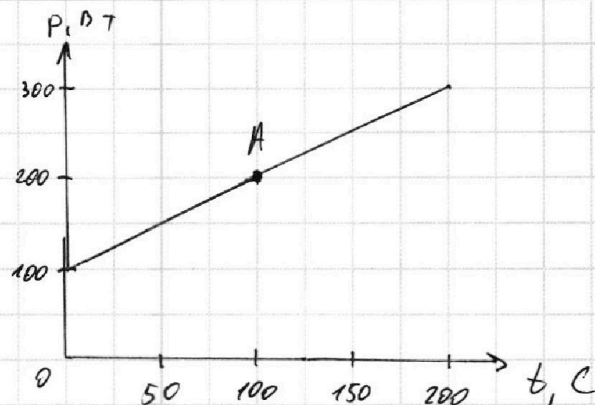
$$t_0 = 16 \text{ C}; P(t) - \text{мощность потерь}$$

$$R = 250 \text{ Ом}$$

$$U = 100 \text{ В}$$

$$P_H = ?$$

$$t_1 = ?$$



$$1) \begin{cases} P_H = I^2 R - \text{мощность нагревателя} \\ I = \frac{U}{R} - \text{з-н Ома} \end{cases}$$

$$P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100 \cdot 100 \text{ В}^2}{250 \text{ Ом}} = 400 \text{ Вт}$$

$$2) Q_H = P_H T - \text{всё тепло, которое "отдал" нагреватель}$$

$$Q_H = 400 \text{ Вт} \cdot 180 \text{ C} = 72000 \text{ Дж} = 72 \text{ кДж}$$

$$3) P(t) = Kt + b - \text{ур-ние прямой}$$

$$b = 100 \text{ Вт}$$

$$P = Kt + 100 \text{ Вт}, \text{ возьмем точку A, подставим в уравнение}$$

$$200_{\text{Вт}} = K \cdot 100 \text{ с} + 100 \text{ Вт}$$

$$100 \text{ C} \cdot K = 100 \text{ Вт}$$

$$K = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{C}} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{C}^2}$$

$$3) \text{ найдем } P \text{ в мом. } T: P = (1 \cdot T + 100) \text{ Вт} = 280 \text{ Вт},$$

Заметим, что площадь под графиком численно равна Q - количеству тепла, рассчитаем площадь для мом. T :

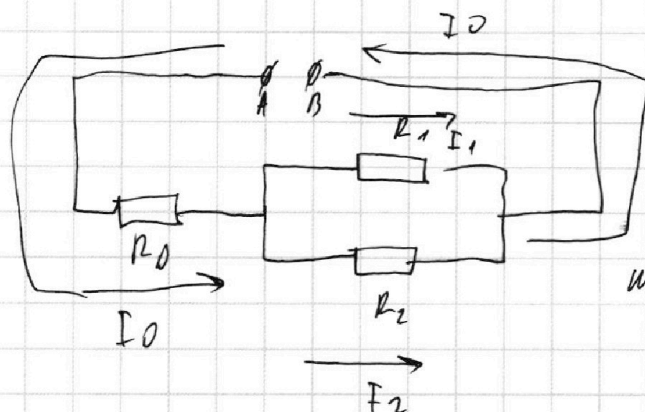
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$1. I_0 = I_2 + I_1 = 3 \text{ A}$$

$$2. U_{AB} = R_0 I_0 + R_1 I_1 = 60 \text{ В} + 20 \text{ Ом} \cdot 3 \text{ А} =$$

напряжение
источника

$$= (60 + 2 \cdot 30) \text{ В} = 330 \text{ В}$$

$$3. P = I_0 U_{AB} = 330 \text{ В} \cdot 3 \text{ А} = 990 \text{ Вт} \approx 1 \text{ кВт}$$

Ответ: $I_2 = 1 \text{ А}$; $P = 1 \text{ кВт}$

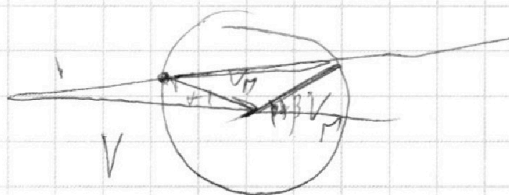
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{array}{r} 2,9 \\ \times 2,1 \\ \hline 96 \\ + 48 \\ \hline 5,96 \end{array}$$

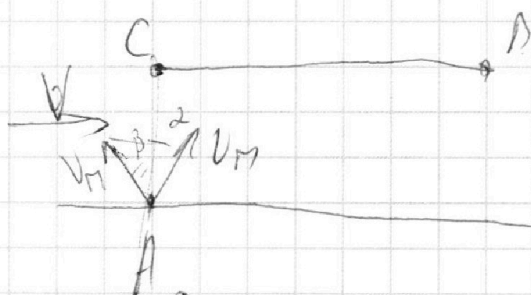
$$V_2 = \sqrt{V^2 + V_M^2 - 2 \cdot V V_M \cdot \cos \alpha} \cdot T_2$$

$$V_1 = \sqrt{V^2 + V_M^2 + 2 V V_M \cdot \cos \beta} \cdot T_1$$

$$\sqrt{V^2 + V_M^2 - 2 V V_M \cos \alpha} \cdot \frac{T_2^2}{T_1^2} = \sqrt{V^2 + V_M^2 + 2 V V_M \cos \beta}$$

(5,96)с

$$V^2 + V_M^2 - 2 V V_M \cos \alpha = V^2 + V_M^2 + 2 V V_M \cos \beta$$



$$\left\{ \begin{array}{l} V_M \cdot \cos \alpha = \frac{d}{T_1} \\ V_M \cdot \sin \alpha + V = \frac{L}{T_1} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} V_M \cdot \cos \beta = \frac{d}{T_2} \\ -V_M \cdot \cos \beta + V = \frac{L}{T_2} \end{array} \right.$$

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!



$$V_M \cdot \cos \alpha = \frac{d}{T_1}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$V + V_M \sin \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$V_M \cdot \cos \alpha \cdot T_1 = V_M \cos \beta T_2$$

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

$$\cos \beta = \cos \alpha \cdot \frac{T_1}{T_2}$$

$$V - V_M \sin \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta \cdot \frac{T_2}{T_1} = 2,4 \cos \beta$$

$$2,4 \cos \beta V_M = \frac{d}{T_1}$$

$$2 \sqrt{V_0^2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}$$

$$V + V_M \sqrt{1 - 2,4 \cos \beta} = \frac{L}{T_1}$$

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

$$\frac{100 \cdot 2,4}{1200} = \frac{4}{1200}$$

$$V - V_M \sin \beta = \frac{L}{T_2}$$

$$V_M \left(\sin \beta + \sqrt{1 - 2,4 \cos \beta} \right) = \frac{L}{1200} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2} \right)$$

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!

$$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = \frac{100 \cdot 100}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 18 \\ \hline 224 \\ + 180 \\ \hline 408 \end{array}$$

~~$$Q_R = P \cdot t_1$$~~

$$Q_g = P \cdot T = 400 \cdot 180 = 72000 \text{ Дж} = 72 \text{ кДж}$$

$$Q_R = \int_0^T P(t) dt = \int_0^T (t + 100) dt = \left[\frac{t^2}{2} + 100t \right]_0^T =$$

$$P = t + 100$$

$$= T(T + 100) =$$

$$= 280 \cdot 180 = 50400 =$$

$$= 50,4 \text{ кДж}$$

$$A(200; 300)$$

~~$$B(100; 200)$$~~

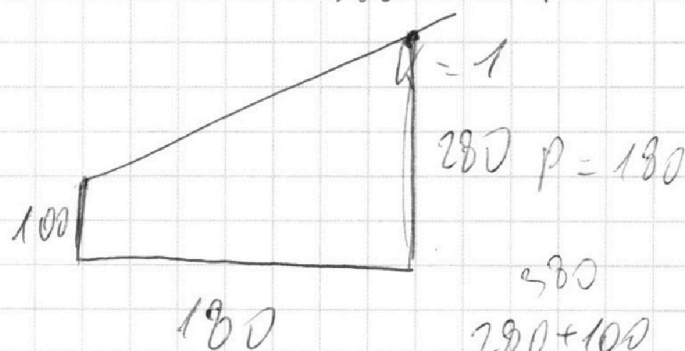
$$y = kx + b$$

$$y = kx + 100$$

~~$$y = kx + b$$~~

$$P = kt + 100$$

$$300 = 200k + 100$$



$$280 \text{ } P = 180$$

$$\frac{280 + 100}{2} \cdot 180$$

$$Q_R = 22 - 39,2 = 17,8 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} 38 \\ \times 2 \\ \hline 76, 200 \text{ кДж} \end{array}$$

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

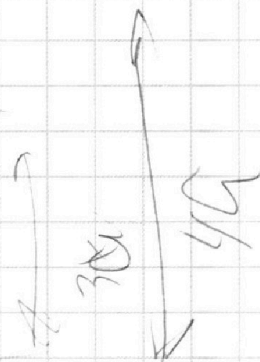
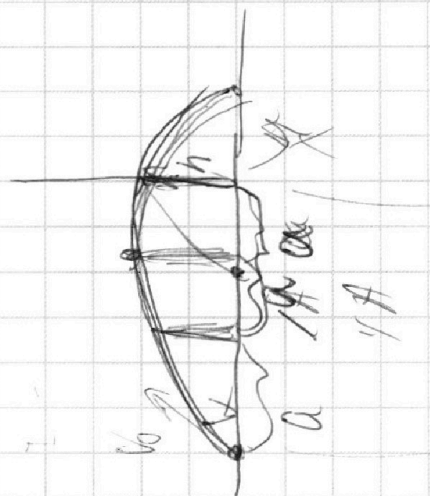
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_3}{R_1}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_3$$

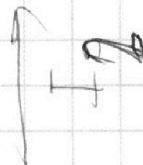
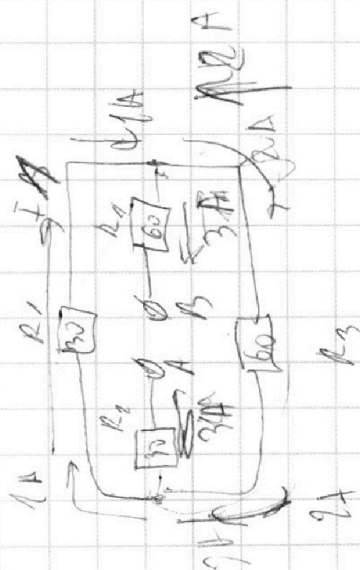
$$I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_3}$$

$$0,72 \text{ м}$$

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

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

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



$$R_1, R_2 = 30$$

$$R_3 = 60$$

$$X_{11} = v_0 \cos \alpha \cdot T = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{a}{v_0 \cos \alpha} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha}{g}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

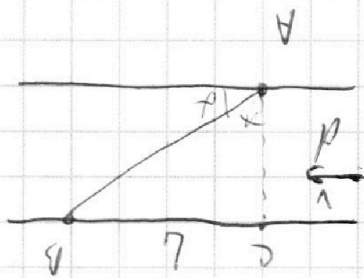
Отметьте крестиком номер задачи.

Решение которой представлено на странице:

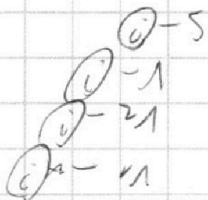
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7	

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

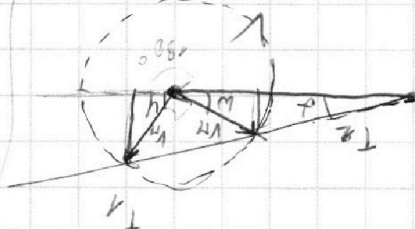
МФТИ



$$T_1 = 1000$$
$$T_2 = 2400$$



$$\frac{3780}{92}$$



$$V \cdot \sin \alpha \cdot T_1 = d$$
$$V \cdot \cos \alpha + V \cdot L$$
$$L = T_2 \cdot (V - V \cdot \cos \alpha)$$
$$d = T_2 \cdot \sin \alpha \cdot V$$

$$\frac{3780}{92}$$

$$\frac{3780}{92}$$

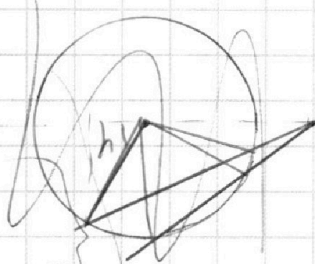
$$00 \cdot 3900 = 49200$$

$$V \sin \alpha \cdot T_2 = \sin \alpha \cdot T_2$$

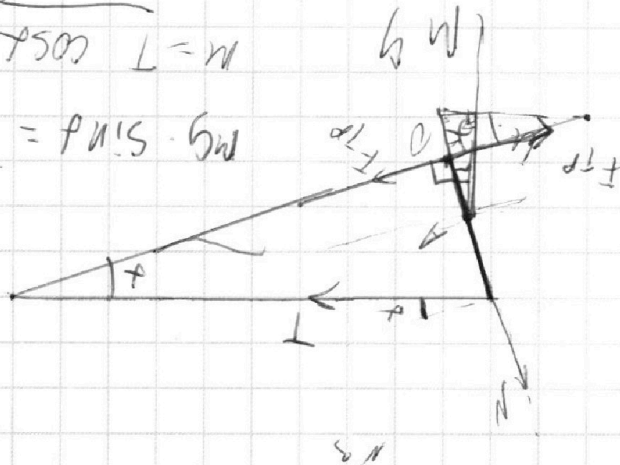
$$\sin \alpha = 2 \sin \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$d = V \cdot \sin \alpha \cdot T_2$$



$$\frac{3780}{92}$$



$$mg \cdot \sin \alpha = T \cdot \cos \alpha$$

$$m = T \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{1000}{1234} = \frac{1000}{1234}$$

$$\frac{1000}{1234}$$

$$T \cdot \cos \alpha = 1000 \cdot \frac{1}{2} = 500$$

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!



4) ~~первый случай:~~

~~$$\begin{cases} V' \cdot \cos \beta + V = \frac{L}{T_1} \\ V' \cdot \sin \beta = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$~~

второй случай

$$\begin{cases} -V' \cdot \cos \gamma + V = \frac{L}{T_2} \\ V' \cdot \sin \gamma = \frac{d}{T_2} \end{cases}$$

~~$$1. \frac{L}{T_1} - \frac{L}{T_2} = \cancel{V - V' \cos \gamma} \quad V + V' \cos \beta - V + V' \cos \gamma$$~~

~~$$L \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right) = V' (\cos \beta + \cos \gamma)$$

$0,48 \text{ м}$~~

~~$$2. V' \sin \beta T_1 = V' \sin \gamma T_2$$~~

~~$$\sin \beta = 2,4 \sin \gamma \Rightarrow \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$~~

~~$$5,76 \sin^2 \gamma = 1 - \cos^2 \beta$$~~

~~$$\cos^2 \beta = 1 - 2,4^2 \sin^2 \gamma$$~~

~~$$\cos \beta = \sqrt{1 - 2,4^2 \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - 2,4^2 (1 - \cos^2 \gamma)} =$$~~

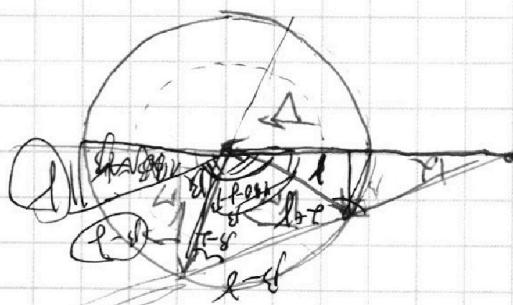
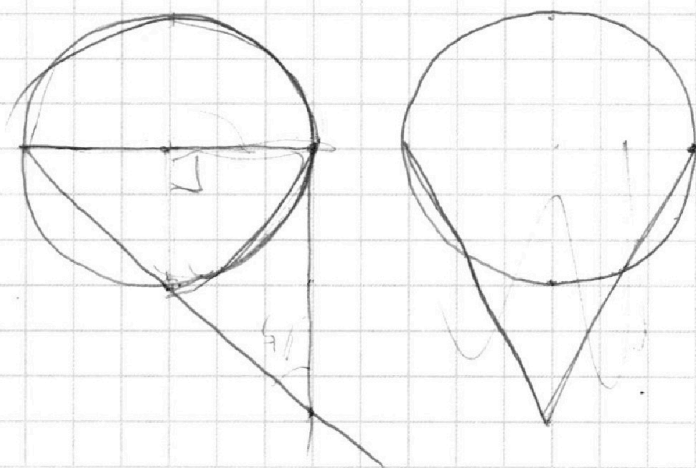
~~$$= \sqrt{1 - 2,4^2 + 2,4^2 \cos^2 \gamma} = \sqrt{(2,4 \cos \gamma)^2 - 4,36}$$~~

~~$$3. \frac{0,48 \text{ м}}{V'} = \frac{c}{V'} \cos \gamma = \sqrt{(2,4 \cos \gamma)^2 - 4,36}$$~~

~~$$\frac{c^2}{V'^2} - \frac{2 c \cos \gamma}{V'} \cos^2 \gamma = 2,4^2 \cos^2 \gamma - 4,36$$~~

$$x^4 - 4x^3 + 5x^2 + 0,25 = 0$$

$$\begin{array}{r} 2,5 \overline{) 2,5000} \\ \underline{2,5} \\ 0 \\ \underline{0} \\ 0 \\ \underline{0} \\ 0 \end{array}$$



1-7-1-2-1
1-8-1-2-1



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 считаться черновиком и не проверяется. Липа QR-кода неопустима!

МФТИ



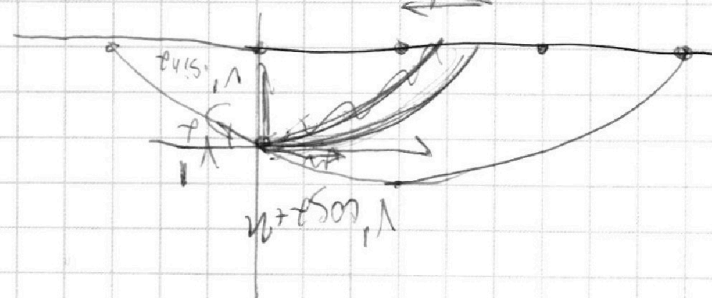
На одной странице можно оформить **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

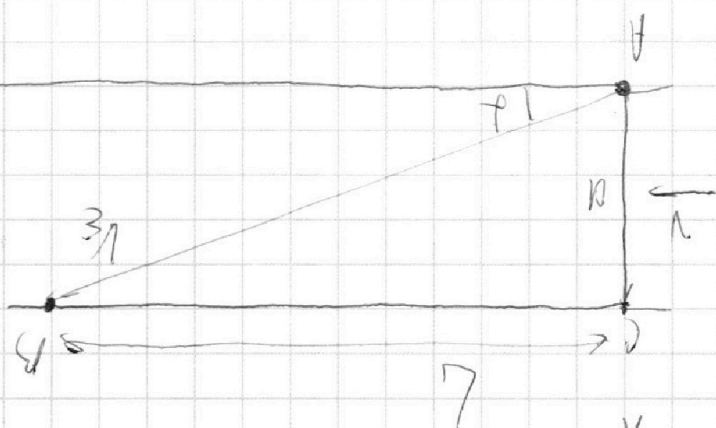
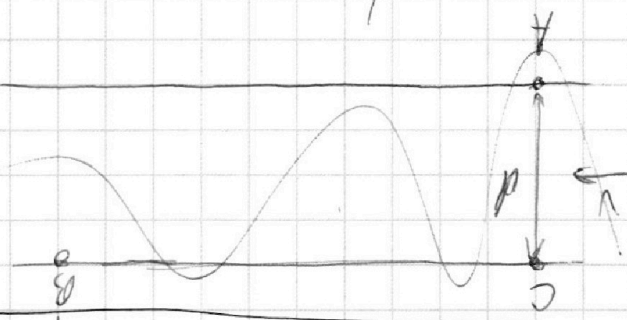
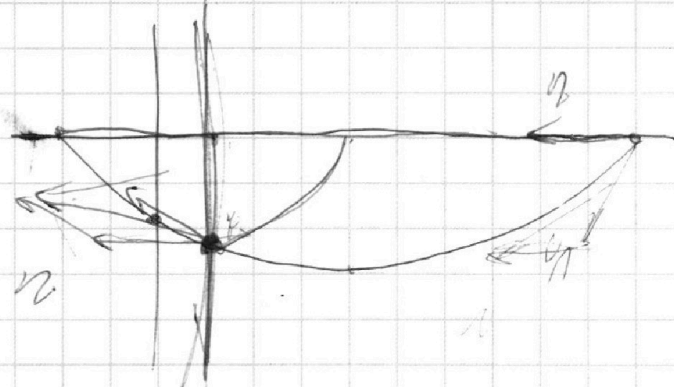
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. (Поча QR-кода недоступна!)

МФТИ



$$V_3 = \sqrt{V_1^2 \cos^2 \alpha + V_2^2 + 2V_1 V_2 \cos \alpha} = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + 2V_1 V_2 \cos \alpha}$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

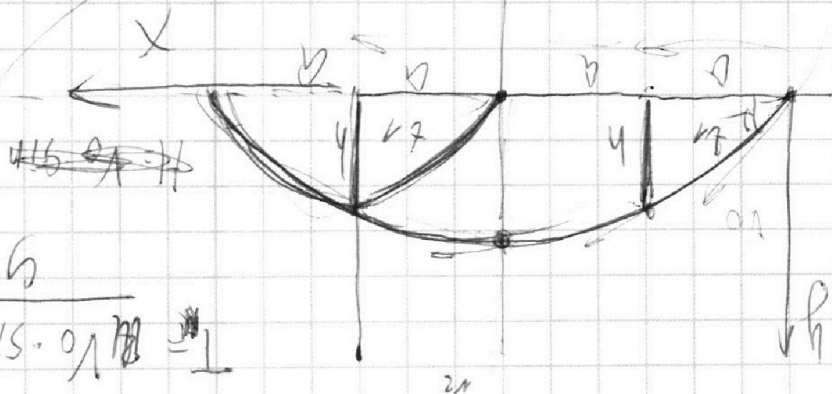
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	2	3	4	5	6	7	

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

МФТИ

$$2V_0 \sin \alpha = g t^2$$

$$g = \frac{2V_0 \sin \alpha}{t^2}$$



$$V_0 \sin \alpha = g t^2$$

$$g t^2 = 2V_0 \sin \alpha$$

$$H = V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$H = V_0^2 \sin^2 \alpha$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2}$$

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha}{g}$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha}{g}$$



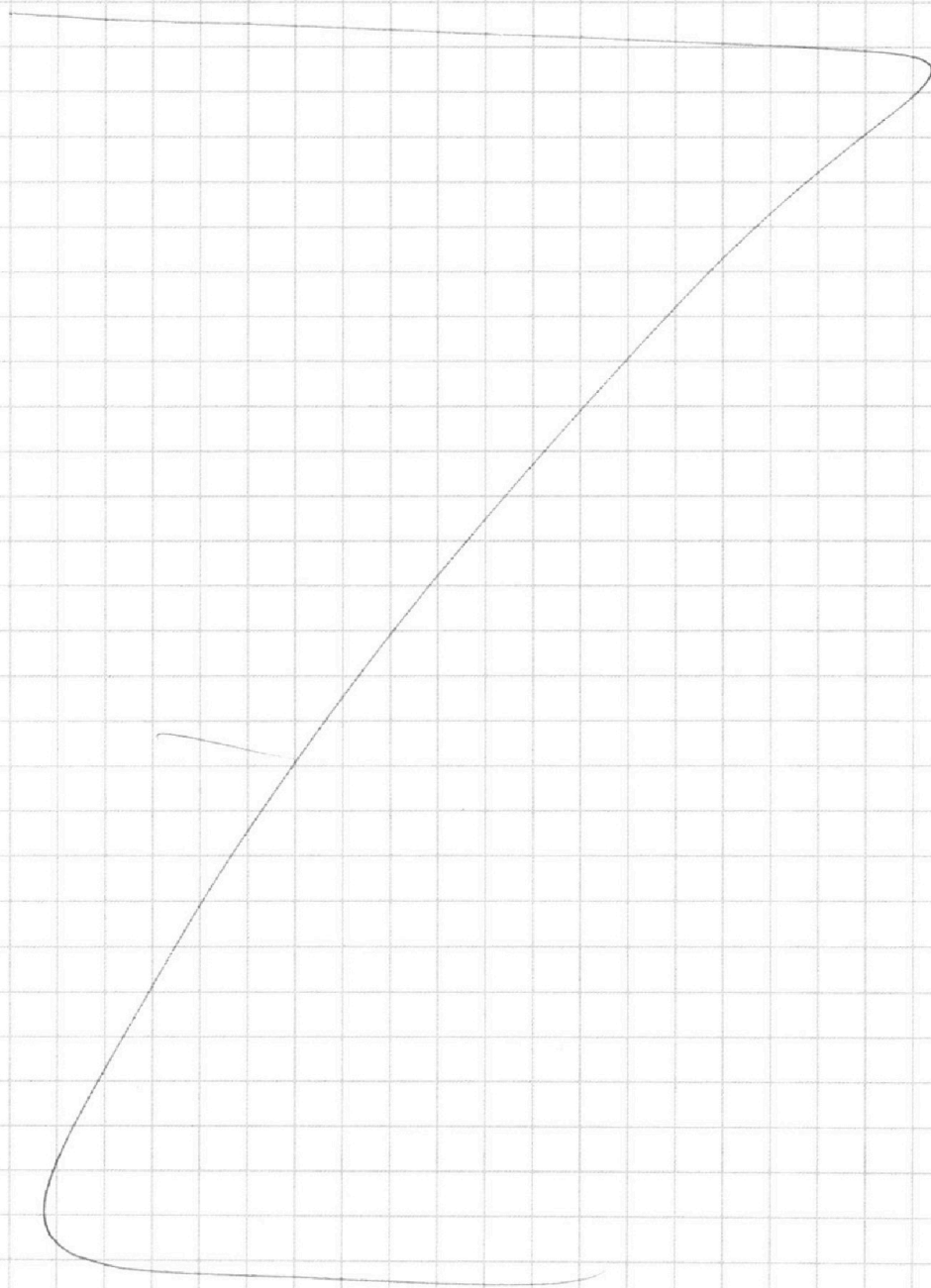
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





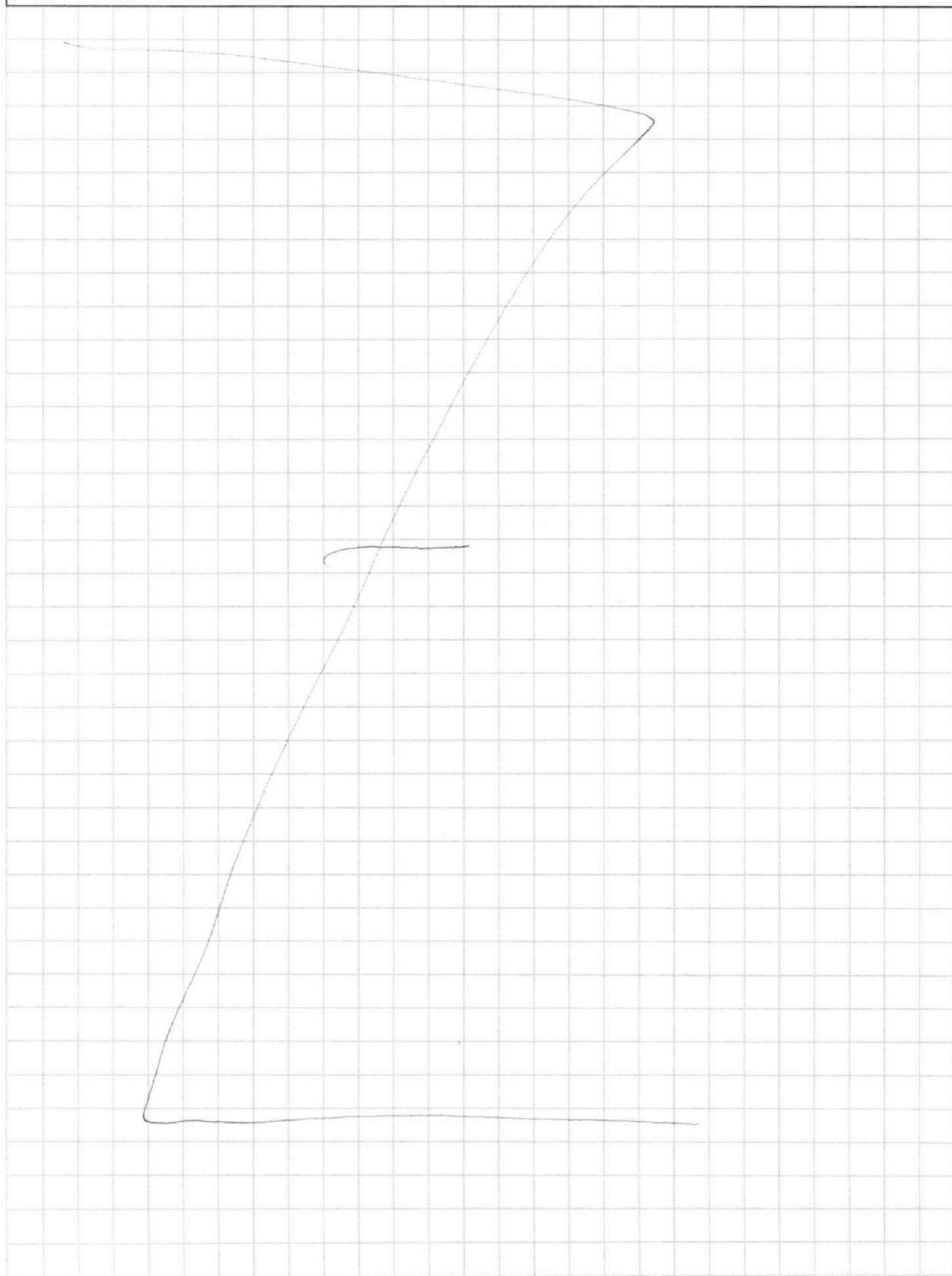
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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:



МФТИ

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

3) ~~вернемся к первому случаю:~~

~~$\alpha = \frac{\beta - \gamma}{2}$ - по свойству секущего угла~~

~~$2\alpha = \beta - \gamma$~~

~~$180^\circ - 2\alpha = 180^\circ - \beta + \gamma - 2\alpha + 180^\circ$~~

~~$-2\alpha = \gamma - \beta$~~

~~$180 - 2\alpha = 180 - \beta + \gamma - 2\gamma + 2\gamma$~~

~~$180 - 2\alpha = \underbrace{180 - \beta - \gamma}_{0} + 2\gamma$~~

3) ~~вернемся к первому случаю:~~

~~$\alpha = \frac{\beta - \gamma}{2}$ - по св-ву секущего угла.~~

$\alpha = \sqrt{L^2 + d^2}$

$V_{\Sigma 1} = \sqrt{V^2 + V'^2 - 2V \cdot V' \cdot \cos \beta} = \frac{a}{T_1}$

$V_{\Sigma 2} = \sqrt{V^2 + V'^2 - 2V \cdot V' \cdot \cos \gamma} = \frac{a}{T_1}$