



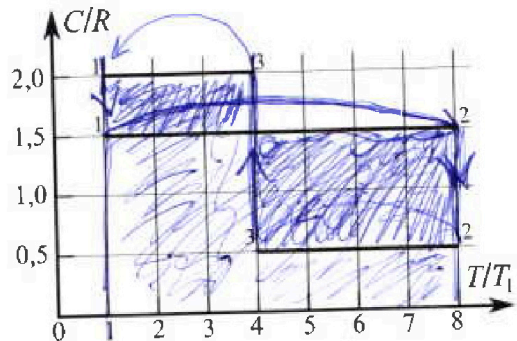
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

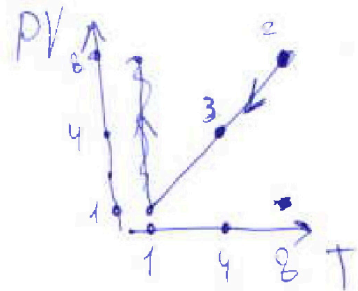
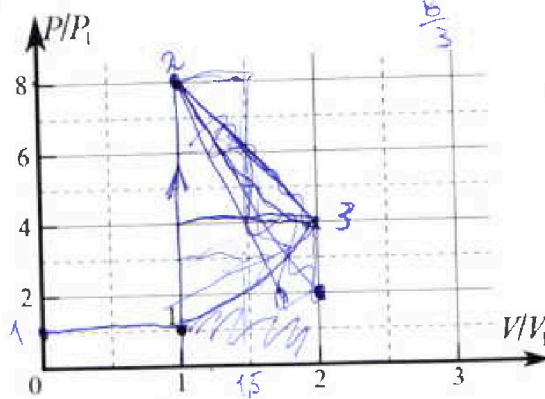
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

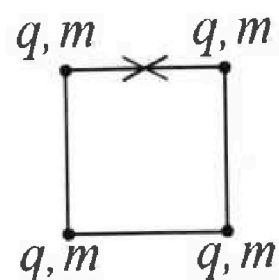
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

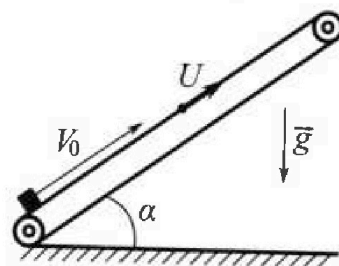
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

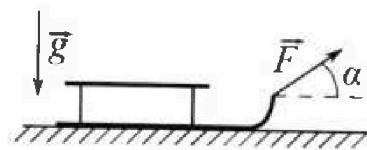
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

m

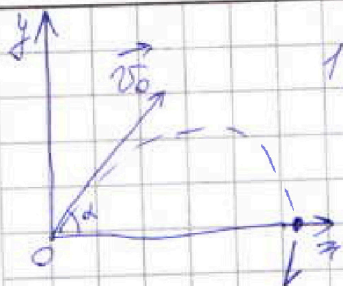
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

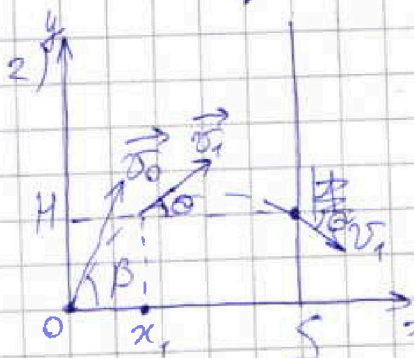
МФТИ

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



1) φ -ла дальности полета:

$$h = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \approx v_0 = \sqrt{\frac{kg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$



запуска
 β - угол, при котором $H = 3,6 \text{ м}$
 θ - угол, между вектором скорости и горизонталью, когда мяч в вершине траектории оказывается на высоте H .
 v_1 - скорость в этот же момент
т.к. H максимуму $\theta = 45^\circ$

ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + mgH$ $v_1 = \sqrt{v_0^2 - 2gH}$

$y: H = v_{0y}t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$ $v_1 = v_{0y} - gt_1$

$x_1 = v_{0x}t_1$ $uz(1): t_1 = \frac{v_{0y} - \sqrt{v_{0y}^2 - 2gH}}{g}$

$v_0^2 = v_{0y}^2 + v_{0x}^2$ $uz(2): v_{0y} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} + 2gH} = \sqrt{\frac{200^2}{2} + 2gH}$

$v_1 = v_{0y} - gt_1$ $v_{0x} = \sqrt{v_0^2 - 2gH}$

$x_1 = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gH} \left(\frac{\sqrt{\frac{v_0^2}{2} + 2gH} - \sqrt{\frac{v_0^2}{2} - 2gH}}{g} \right) = [0,8 \cdot \sqrt{136} - 8] \text{ м}$

введем $S' = S - x_1$ из φ -ла дальности полета:

$S' = \frac{v_1^2 \cos(2 \cdot 45^\circ)}{g} = (12,8) \text{ м}$

$S = S' + x_1 = [12,8 + 0,8(\sqrt{136} - 8)] \text{ м} = (6,4 + 0,8\sqrt{136}) \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

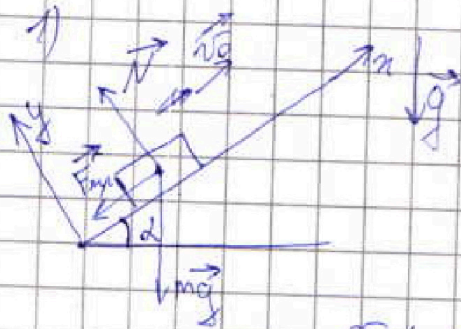
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$x: ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$a = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2} \quad x(T) = v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 1 \text{ м}$$

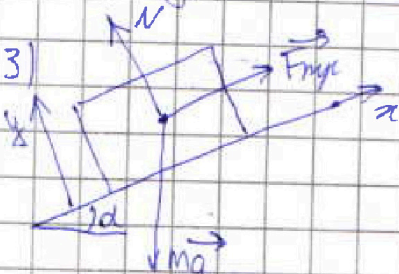
$$t_{\max} = \frac{2v_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,6 \text{ с} \quad t_{\max} < T$$

$$S = x(t_{\max}) + (x(t_{\max}) - x(T)) = 2,6 \text{ м}$$

2) Вторым случаем становится тем, что когда скорость $v > u$, сила трения коробки станет больше скорости лентки, сила трения изменит своё направление.

До этого случая аналогичен, поэтому $a = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$

$$v_x = v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T_1 \quad T_1 = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,5 \text{ с}$$



$$x: ma_2 = \mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$a_2 = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = -2 \frac{u}{c^2}$$

$$v_x > u \quad x(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$x(T_1) = 3 - \frac{5}{4} = 1 \frac{3}{4} \text{ м}$$

$$v_x < u$$

$$x(t) = ut + \frac{a_2 t^2}{2} \quad x(t_2) = 0,5 - 0,25 = 0,25 \text{ м}$$

$$v_{x(t_2)} = u + a_2 t_2 \quad t_2 = \frac{-u}{a_2} = 0,5 \text{ с} \quad S_0 = x(T_1) + x_2(t_2) = 2 \text{ м}$$

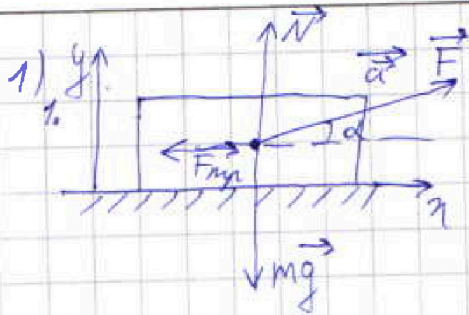
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице.

МФТИ

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!



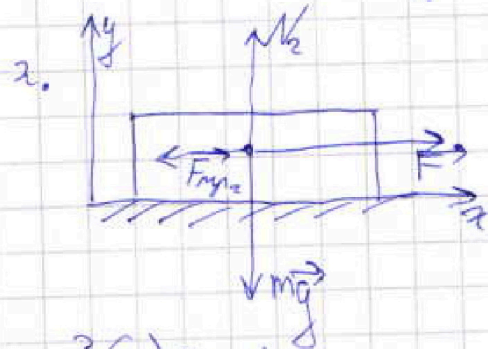
$$x: ma = F \cos \alpha - \mu N$$

$$y: N + F \sin \alpha = mg$$

$$F_{mp} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\text{ЗСД: } A_F = A_{mp} + K$$

$$F l \cos \alpha = \mu mg l - \mu F \sin \alpha l + K \quad (1)$$



$$x: ma_2 = F - \mu N_2$$

$$y: N_2 = mg$$

$$F_{mp2} = \mu mg$$

$$\text{ЗСД: } A_{F_2} = A_{mp2} + K$$

Возвращаем $u_2(2)(1)$

$$F l = \mu mg l + K \quad (2)$$

$$F l (1 - \cos \alpha) = \mu F \sin \alpha l$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$2) \text{ ЗСД: } K = A_{F_{mp3}} \quad F_{mp3} = F_{mp2}$$

$$K = \mu mg S$$

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

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!

$$d = \frac{Q}{\Delta T} \quad c_V \Delta T = Q \quad i=3 \text{ (газ одноат.)}$$

1) 1 ³⁻⁴ ~~конт.~~ термодинамики для 3-1:

$$Q_{23-1} = U_{3-1} + A_{3-1} \quad Q_{23-1} - \text{тепл. стг.}$$

$$c_{3-1} V (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_1) + A_{3-1}$$

$$A_{3-1} = -\sqrt{(2R - \frac{3}{2}R)} (T_3 - T_1) = -\text{работа газа}$$

$$A_{3-1 \text{ вкл.}} = \frac{3}{2} \sqrt{R} T_1$$

2) 1 ³⁻⁴ ~~конт.~~ ³⁻⁴ ~~конт.~~ для 1-2:

$$c_{1-2} V (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_2 - T_1) + A_{1-2} \quad Q_{1-2} - \text{тепл.}$$

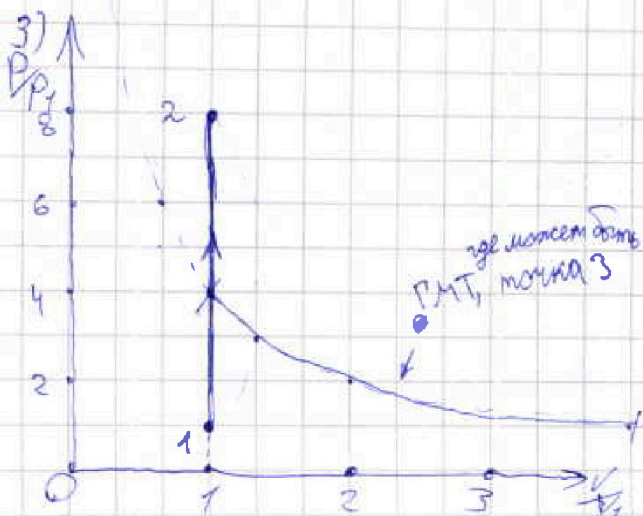
$$c_{1-2} = 1,5R \quad A_{1-2} = 0 \quad Q_{1-2} = \frac{3}{2} \sqrt{R} \cdot 7T_1$$

1 ³⁻⁴ ~~конт.~~ ³⁻⁴ ~~конт.~~ для 2-3:

$$c_{2-3} V (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \sqrt{R} (T_3 - T_2) + A_{2-3} \quad Q_2 - \text{стг.}$$

$$A_{2-3} = 4\sqrt{R} T_1$$

$$\eta = \frac{A_{23} - A_{3-1}}{Q_{1-2}} = \frac{\frac{5}{2} \sqrt{R} T_1}{\frac{21}{2} \sqrt{R} T_1} = \frac{5}{21}$$



$A_{1-2} = 0$ 1-2 - изобара

$$p_1 V_1 = \sqrt{R} T_1 \quad V_1 = V_2$$

$$p_2 V_1 = 8\sqrt{R} T_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8$$

$$p_3 V_3 = 4\sqrt{R} T_1$$

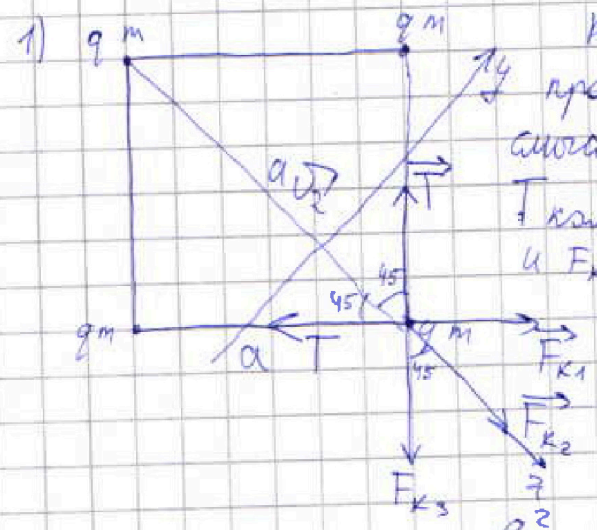
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

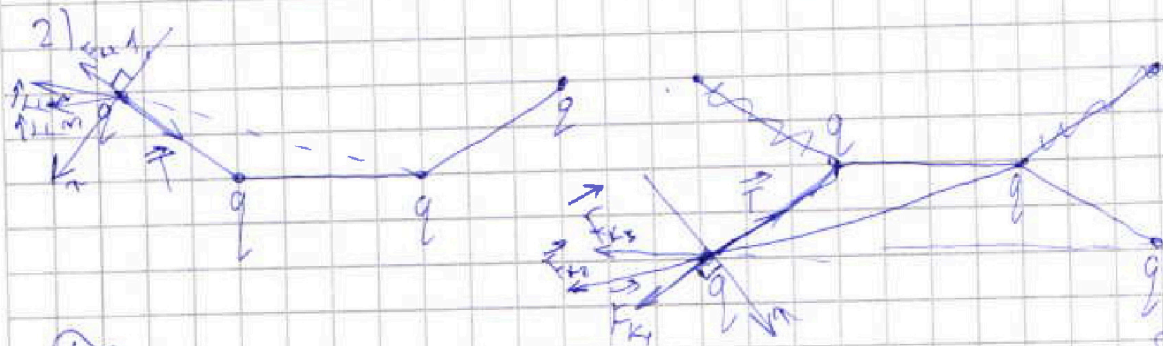


Проекция силы
проекции сил на y не имеют
смысла рассматривать, т.к.
 T компенсирует друг друга
и F_{k1} компенсирует F_{k2}

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$x: 2T \cos 45 = 2k \frac{q^2}{a^2} \cos 45 + \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}}{1+2\sqrt{2}}} \cdot T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2$$



Половые заряды будут гармонически колебаться
около точки, где они все лежат на 1 прямой



$$U_{max} - \text{в макс. пот.}$$

$$U_{max} = \frac{(2\sqrt{2}+1)q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a}$$

3(3):

$$k_1 + U_{min} = U_{max}$$

$$U_{min} - \text{в положении на осн. прямой}$$

$$U_{min} = \frac{11q}{24\pi\epsilon_0 a}$$

$$k_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{4\sqrt{2}} - \frac{11}{24} \right)$$



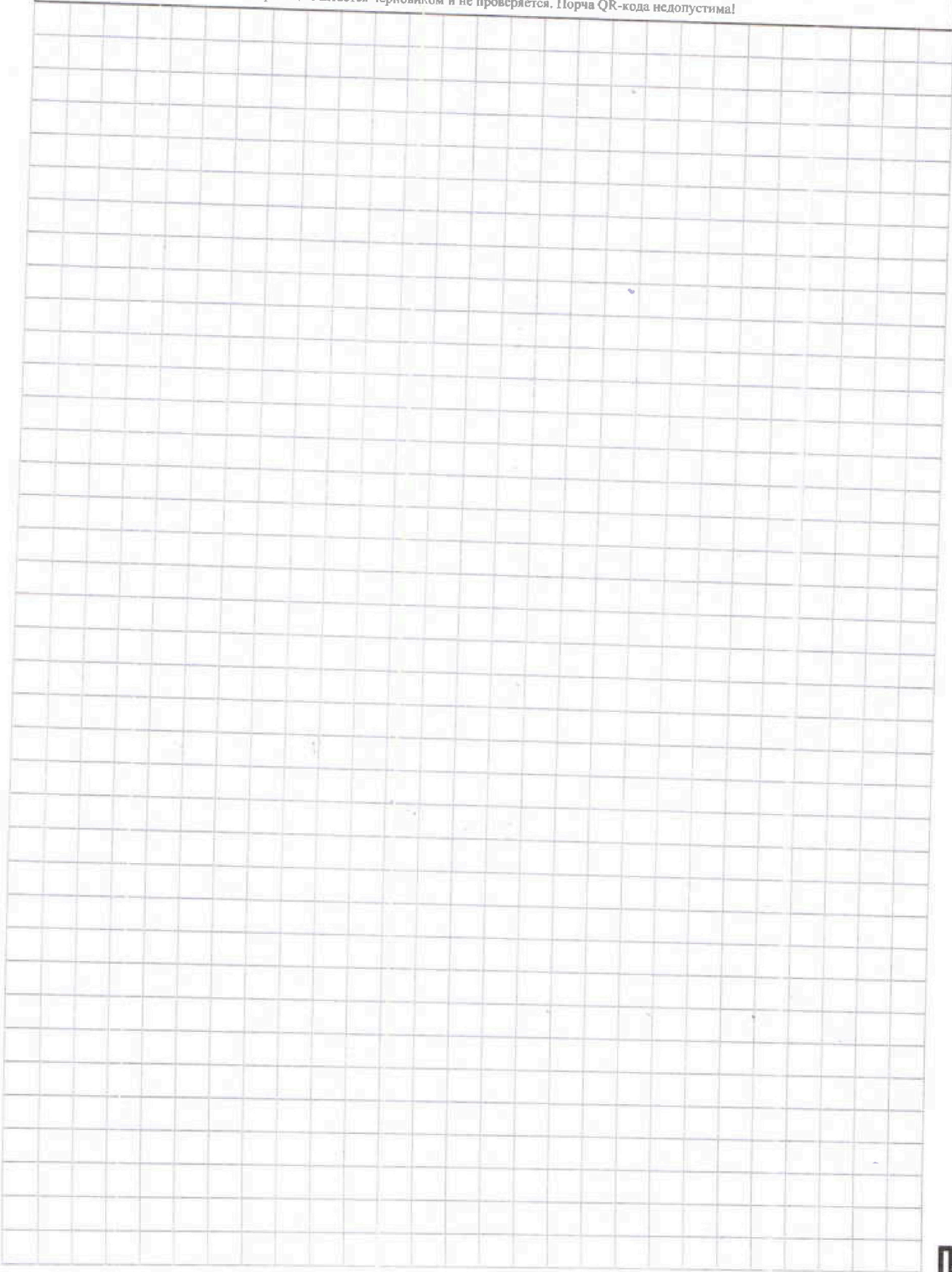
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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!

$$gt_1^2 - 2v_{0y}t_1 + 2H = 0$$

4.0,2

$$D = 4v_{0y}^2 - 8gH$$

$$t_1 = \frac{2v_{0y} - \sqrt{4v_{0y}^2 - 8gH}}{2g}$$

$$v_{0y} - v_{0y} + \sqrt{v_{0y}^2 - 2gH}$$

$$v_1 = \sqrt{v_{0y}^2 - 4gH}$$

$$2v_{0y}^2 - 4gH = v_1^2$$

$$v_{0y} = \sqrt{\frac{v_1^2}{2} + 2gH}$$

$$v_{0y} = \sqrt{\frac{v_0^2}{2} + gH}$$

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + \frac{v_0^2}{2} + gH$$

$$\frac{v_0^2}{2} = gH$$

$$100 \text{ м} \cdot 8 \cdot 0 \cdot \left(\frac{\sqrt{136} - \sqrt{8}}{10} \right) = 128$$

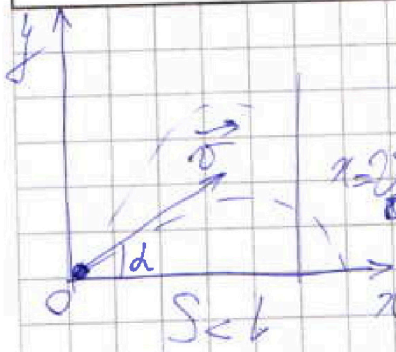
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$l = 20 \text{ м} \quad 1) \quad x = v_0 \cos \alpha t$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

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

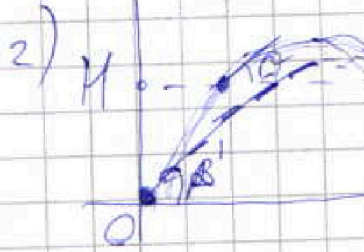
$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

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

$$S = \frac{v_0 \cos \alpha t}{\cos 90^\circ}$$

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

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



$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

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

$$S = \frac{v_0^2}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{lg}{\sin 2\alpha}}$$

$$x = v_0 \cos \beta t$$

$$y = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 \cos \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$$

$$D = v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH$$

$$t_2 = \frac{v_0 \cos \beta + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH}}{g}$$

$$\frac{g}{2} t_2^2 - v_0 \cos \beta t_2 - H = 0$$

$$S = v_0 \cos \beta t_2 = \frac{v_0 \cos \beta}{g} \left(v_0 \cos \beta + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH} \right)$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v_0^2}{2} \cdot \left(\frac{v_0 \cos \beta + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \beta + 2gH}}{g} \right)$$

$$S = \frac{v_0^2 \cos^2 \beta}{g}$$

$$v_x = v_0 \cos \beta$$

$$v_{y0} = v_0 \sin \beta$$

$$v_y = v_0 \sin \beta - gt$$

$$2gH = v_x^2 + v_y^2 - v_x^2 - v_{y0}^2$$

$$2gH = v_{y0}^2 - (v_0 \sin \beta - gt_2)^2$$

$$2gH = 2v_0 \sin \beta g t_2 - g^2 t_2^2$$

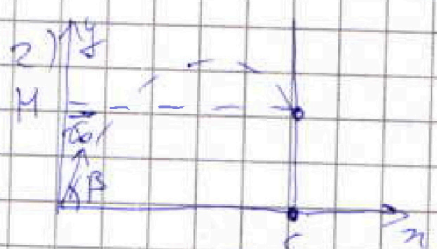


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$H = v \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} \quad S = v \cos \beta t_2$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + mgH \quad v_0^2 = v_2^2 + v_y^2$$

$$v_0^2 - v_2^2 = 2gH \quad S = v_2 t$$

$$v_2 = v \sin \beta - gt_2$$

$$v_2 = \sqrt{v_0^2 - 2gH} \quad g \neq 0$$

~~$$v \sin \beta - \sqrt{v_0^2 - 2gH} = gt_2$$~~

$$x_1 = v_2 t_1 \quad H = v_y t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0^2 \sin^2 \beta (v_0 \sin \beta - \sqrt{v_0^2 - 2gH}) - (v_0 \sin \beta - \sqrt{v_0^2 - 2gH})^2$$

$$2gH = 2v_0^2 \sin^2 \beta \frac{g}{2v_0 \sin \beta} \sqrt{v_0^2 - 2gH} - v_0^2 \sin^2 \beta + 2\sqrt{v_0^2 - 2gH} \sin \beta$$

$$v_0^2 \sin^2 \beta = v_0^2 \quad \sin^2 \beta = 1 \quad -v_0^2 + 2gH$$

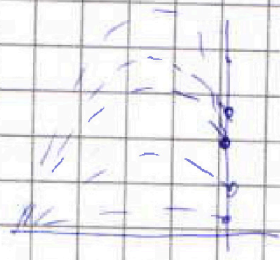
$$v_2^2 = v_0^2 \cos^2 \beta + v_0^2 \sin^2 \beta - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2$$

$$v_2^2 = v_0^2 - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2$$

$$v_0^2 - 2gH = v_0^2 - 2gt_2 v_0 \sin \beta + gt_2^2$$

$$gt_2^2 - 2v_0 \sin \beta t_2 + 2H = 0$$

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \beta \pm \dots}{g}$$



$$S = \frac{v_1^2}{g}$$

$$\frac{200}{72} \quad \sqrt{128} \quad v_1 < 12$$

$$v_1 = v_0 \cos 45$$

$$v_1 \sin 45 = v_0 - gt$$

$$t = \frac{v_0 \sin \beta - v_1 \sin 45}{g}$$



$$H = v_1 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0 v_1}{2g}$$

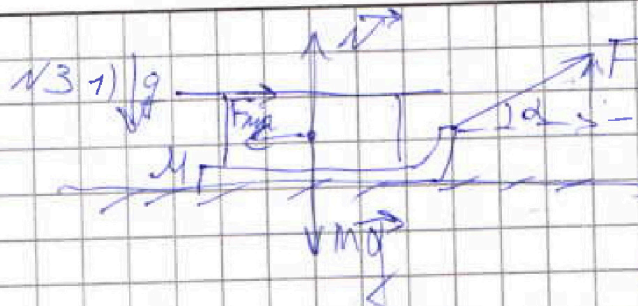
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$x: ma = F \cos \alpha - \mu N$$

$$y: N + F \sin \alpha = mg$$

$$ma = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$F \cos \alpha = \mu mg - \mu F \sin \alpha + K$$



$$ma_2 = F - \mu N$$

$$N = mg$$

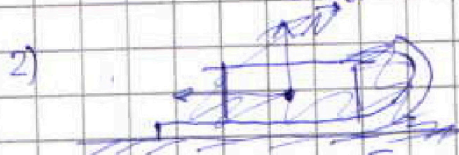
$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$Fd = \sum \mu mgt + K$$

$$F(1 - \cos \alpha) = \mu F \sin \alpha$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$K = \frac{m v_0^2}{2}$$



$$K = \mu mg S$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu mg S$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$v_0 = \mu g t$$

$$x = v_0 t + \frac{a_2 t^2}{2}$$

$$x = \frac{v_0^2}{2 \mu g} - \mu g \frac{v_0^2}{2 \mu^2 g^2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2 \mu g} - \frac{v_0^2}{2 \mu g} = \frac{v_0^2}{2 \mu g}$$

$$S = \frac{K}{\mu mg}$$

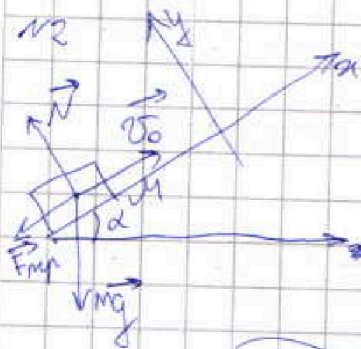


На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$$\frac{m v_0^2}{2} = mg h + A_{mp} + \frac{m v_1^2}{2}$$

$$x: ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

$$y: N = mg \cos \alpha \quad a = -\mu g \cos \alpha - g \sin \alpha$$

$$a = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

$$x = v_0 T + \frac{a T^2}{2} = v_0 T - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2}$$

$$x = v_0 T - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2} = 2,6 \cdot T - \frac{10 \cdot 1,4 T^2}{2}$$

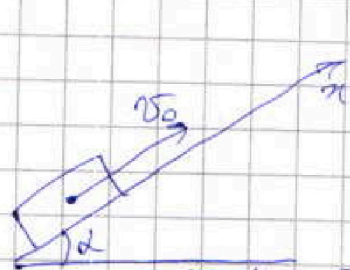
$$t_{\max} = \frac{-v_0}{-g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,6 \text{ c}$$

$$x_{\max} = 3,6 - 5 \cdot 0,36 = 1,8 \text{ m}$$

$$S = x_{\max} + (x_{\max} - x_k) = 2,6$$

2.

2)



$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh$$

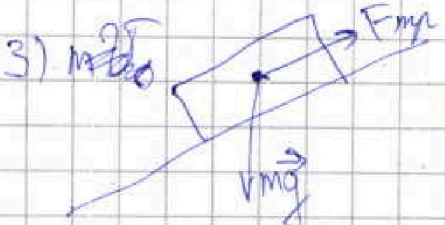
$$ma = -\mu N - mg \sin \alpha$$

$$a = -g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$g v_0^2 = 2 U \quad U = v_0 + at$$

$$U = v_0 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T$$

$$T = \frac{v_0 - U}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = 0,5 \text{ c}$$



$$ma = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

3) $m v_0^2$

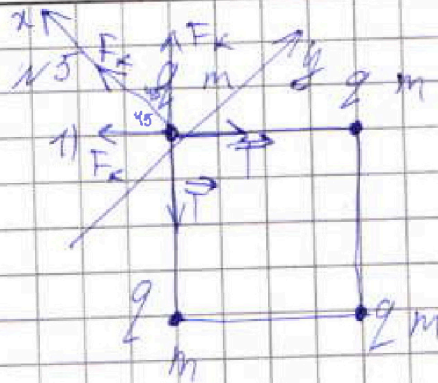
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

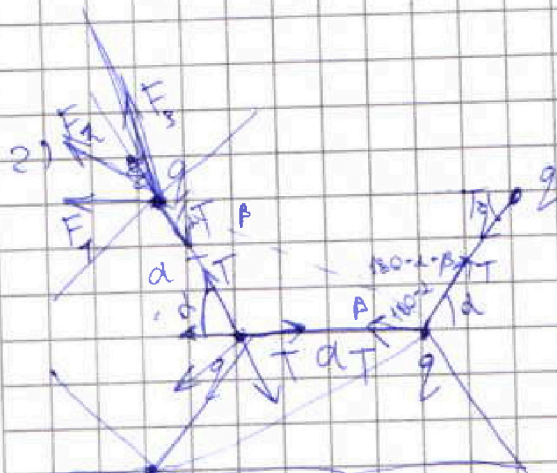
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$\alpha: F_{k1} + 2F_{k2} \cos 45 = 2T \cos 45$
 $F_{k1}(1 + 2\cos 45) = 2T \cos 45$
 $\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{2a^2} + 2 \frac{\cos 45}{a^2} \right) = 2T \cos 45$
 $q = \frac{\sqrt{2T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2}}{\sqrt{\frac{1}{2a^2} + \frac{2\sqrt{2}}{2a^2}}}$
 $= \frac{2\sqrt{2}}{1 + 2\sqrt{2}} \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0 a^2}$



$d \sin \alpha = a \sin \beta$
 $d = \sqrt{(a \sin \alpha)^2 + (a(1 + \cos \alpha))^2}$
 $d^2 = a^2 \sin^2 \alpha + a^2 + 2a^2 \cos \alpha + a^2 \cos^2 \alpha$
 $d = 2a^2 (1 + \cos \alpha)$
 $a \sin \alpha = \sqrt{2} (1 + \cos \alpha) \sin \beta$
 $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{2}(1 + \cos \alpha)}$

$V_1 = 2k \frac{q}{a\sqrt{2}} + k \frac{q}{a\sqrt{2}}$
 $U = k \frac{6q}{6a} + k \frac{3\sqrt{2}}{6a} + k \frac{q^2}{6a} \frac{11}{24\pi\epsilon_0 a}$



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, $c = 2R$ $T_3 = 4T_1$ $T_1 = 200\text{ K}$

1) $Q_2 = \frac{3}{2} \sqrt{R\Delta T}$ $dv = \frac{dQ_2}{dT} \cdot \frac{dT}{\sqrt{RT}}$

$2\sqrt{R\Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{R\Delta T} + A_{3-1}$

$A_{3-1} = \sqrt{R(T_3 - T_1)} \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{2} \right) = \frac{1}{3} \sqrt{R\Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$

2) $\eta = \frac{Q_{20} A_0}{Q_0}$

1-2: T_1 $8T_1$ $c = 1,5R$

$Q_2 = 1,5 \sqrt{R\Delta T}$

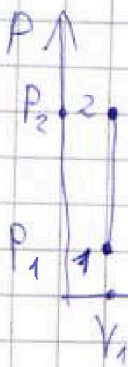
$1,5 \sqrt{R\Delta T} = 1,5 \sqrt{R\Delta T} + A_{1-2}$
 $A = 0$

2-3: $8T_1$ $4T_1$ $c = 0,5R$ $0,5 \sqrt{R\Delta T} = 0,5 \sqrt{R\Delta T} + A_{2-3}$

$P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$ $-\sqrt{R\Delta T} = A_{2-3} = -4\sqrt{R\Delta T}$

$P_2 V_2 = 8\sqrt{RT_1}$ $P_1 V_1 = \sqrt{RT_1}$

$P_3 V_3 = 4\sqrt{RT_1}$ $2P_3 V_3 = P_2 V_2$



$V (P_2 V_2 - P_3 V_3) = \sqrt{RT_1}$

3-1 $c = 2R$ $T_3 = 4T_1$ $T_1 = T_1$

$2\sqrt{R\Delta T} = \frac{3}{2} \sqrt{R\Delta T} + A_{3-1}$

$0,5 \sqrt{R\Delta T} = A_{3-1}$ $A_{3-1} = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$

$\eta = \frac{A_0}{A}$