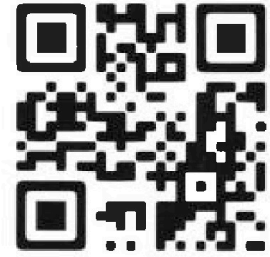




Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

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.

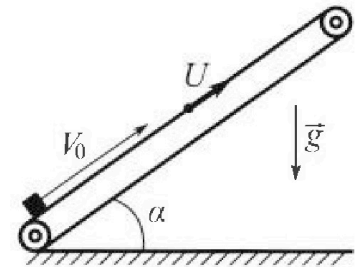
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

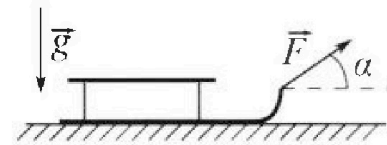
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

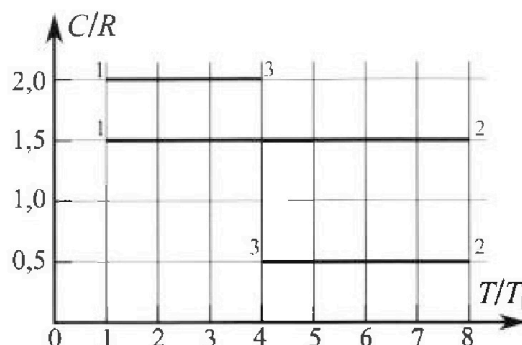
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



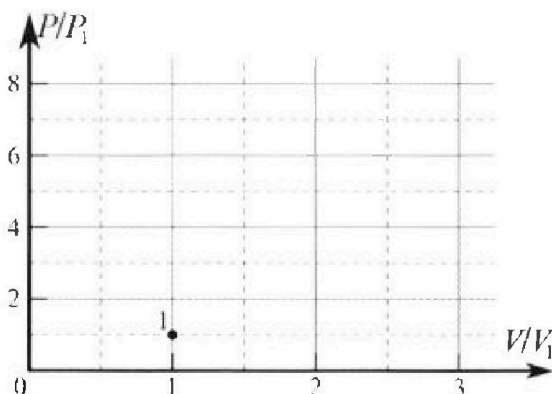
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 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  $\eta$  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  $T$ .

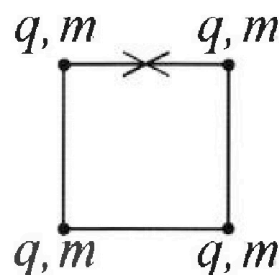
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



1  2  3  4  5  6  7

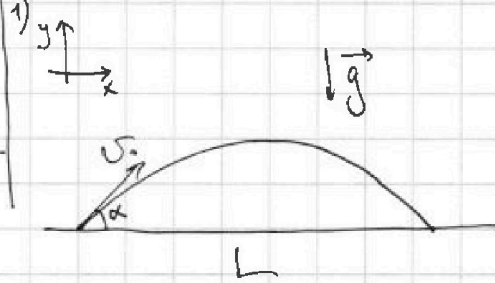
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1. Дано:

$\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$   
 $H = 3,6 \text{ м}$

$v_0 = ?$   $S = ?$

Решение:



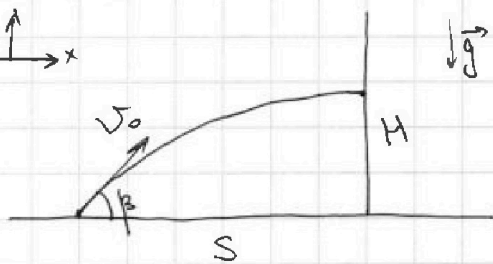
$x: v_0 \cos \alpha t = L, \text{ где}$   
 $t - \text{время}$   
 $\text{полета}$

$y: v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$   
 $v_0 \sin \alpha = \frac{gt}{2}$

$v_0 \sin \alpha = \frac{gL}{2 v_0 \cos \alpha} \Rightarrow 2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha = gL$

$v_0^2 = \frac{gL}{\sin(2\alpha)} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{1}} = 10\sqrt{2} \text{ (м/с)}$

2)  $y \uparrow$   
 $x \rightarrow$



$x: v_0 \cos \beta t_2 = S$

$y: v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = H$

$t_2 = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$

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

$S \left( \tan \beta - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} \right) = H$

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

$S \left( \tan \beta - \frac{g S}{2 v_0^2} (\tan^2 \beta + 1) \right) = H$

Чтобы H был максимальным, нулю, тогда  
 $\left( \tan \beta - \tan^2 \beta \frac{g S}{2 v_0^2} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right)$  - тоже был максимальным.

Возьмем производную и приравняем ее 0:

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

стр 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!

$$H = S \cdot \frac{g}{v_0} \left( 1 - \frac{gS}{2v_0^2} \right) - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} \left( 1 - \frac{gS}{2v_0^2} \right) - \frac{gS^2}{2v_0^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} \Rightarrow \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{v_0^2}{2g} - H$$

$$S^2 = \left( \frac{v_0^2}{2g} - H \right) \frac{2v_0^2}{g} \Rightarrow S = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} - \frac{2H}{g}}$$

$$S = 200 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^4}{10^2} - \frac{7,2}{10}} = 200 \sqrt{400 - 0,72} = 200 \sqrt{399,28} \text{ (м)}$$

$$S = 10\sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{200}{10} - \frac{7,2}{10}} = 10 \sqrt{2(20 - 0,72)} =$$
$$= 10 \sqrt{40 - 1,44} = 10 \sqrt{39,56} \text{ м}$$

Ответ:  $S = 10\sqrt{39,56}$ ,  $v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$

1  2  3  4  5  6  7

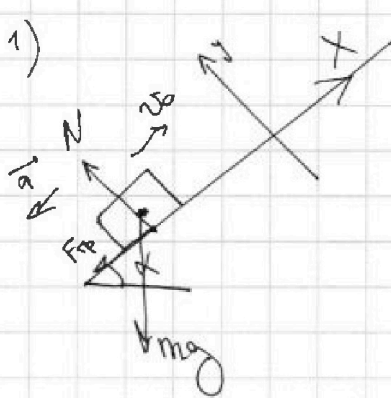
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) Дано:  
 $\sin \alpha = 0,6$   
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,15$   
 $T = 1 \text{ с}$   
 $u = 3 \text{ м/с}$   


---

 $S = ?$   $T_1 = ?$   $L = ?$

Решение:



$$x: -ma = -F_{tr} - mg \sin \alpha$$

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

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

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

$$a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$S = v_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

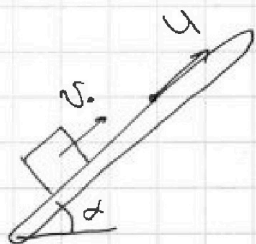
$$S = v_0 T - \frac{g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T^2}{2}$$

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

$$S = 6 \cdot 1 - \frac{10 (0,15 \cdot \sqrt{1 - 0,36} + 0,6) 1^2}{2} = 6 - \frac{10(0,15 \cdot 0,8 + 0,6)}{2}$$

$$= 6 - 5 = 1 \text{ (м)}$$

2)



Скорость  $v_0$  - скорость коробки относительно земли.  $\Rightarrow$

$$v_{отн} = v_0 - u \neq \text{ - скорость коробки отн. ленте.}$$

Чтобы ее скорость стала равна скорости ленты, то относительно ленты она должна иметь скорость 0.

Ускорение такое же как в 1):

$$0 = v_{отн} - a T_1 \Rightarrow a T_1 = v_{отн}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



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

$$T_1 = \frac{v_{0x}}{a} = \frac{v_0 - u}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{6 - 1}{10} = 0,5 \text{ (с)}$$

Чтобы скорость коробки отн. Земли стала равна 0 м/с, нужно, чтобы отн. ленте она двигалась со скоростью  $-u$  (по оси  $x$ ).

~~$u$~~

$$L = \frac{(-u)^2 - v_0^2}{-2a} = \frac{1 - 36}{-2 \cdot 10} = \frac{35}{20} = \frac{17,5}{10} = 1,75 \text{ (м)}$$

Ответ:  $S = 1 \text{ м}$ ;  $T_1 = 0,5 \text{ с}$ ;  $L = 1,75 \text{ (м)}$

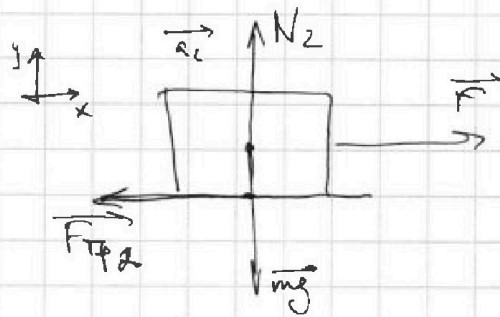
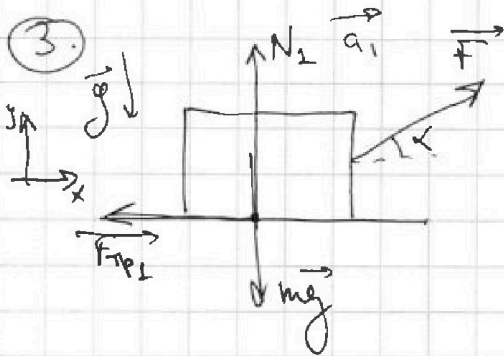
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$x: ma_1 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu N_1$$

$$x: ma_2 = F - F_{\text{тр}2}$$

$$ma_2 = F - N_2 \mu$$

$$y: N_1 + F \sin \alpha = mg$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$y: N_2 = mg$$

$$ma_2 = F - mg \mu \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = m(a_2 + g\mu)$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)$$

Две 1-ов way:

~~$F \cos \alpha \cdot T_1 = \Delta p_1$ , где  $T_1$  - время генерации импульса~~

$$ma_1 T_1 = \Delta p_1$$

~~$F \cos \alpha T_1 = m v$~~

$$ma_1 T_1 = m v$$

Две 2-ов way:

~~$F \cos \alpha \cdot T_2 = \Delta p_2$ , где  $T_2$  - др. генерат цикл~~

$$ma_2 T_2 = \Delta p_2$$

~~$F T_2 = m v \quad (*)$~~

$$ma_2 T_2 = m v$$

~~$\frac{F \cos \alpha T_1}{F T_2} = 1 \Rightarrow T_2 = \cos \alpha T_1$~~

$$\frac{a_2 T_2}{a_1 T_1} = 1$$

~~$(**) a_1 T_1 = v = a_2 T_2 \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{T_2}{T_1} = \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 \cos \alpha$~~

~~$ma_1 = m(a_2 + \mu g) \cos \alpha - \mu (mg - m(a_2 + g\mu) \sin \alpha)$  CP 8~~

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!

$$\begin{aligned} a_1 &= a_2 + \mu g \cos \alpha - \mu g + m(a_2 + \mu g) \sin \alpha \\ 0 &= \mu g \cos \alpha - \mu g + m(a_2 + \mu g) \sin \alpha \\ 0 &= g(\cos \alpha - 1) + a_2 \sin \alpha + \mu g \sin \alpha \end{aligned}$$

~~$U_1$  (\*) + (\*\*):~~  
 ~~$F T_2 = m a_2 T_2$~~

$$a_1 T_1 = a_2 T_2 = v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

2) Найдем перемещение самолета в процессе остановки.

В моменте они будут двигаться со скоростью  
 $v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$ , т.к.  $K = \frac{mv^2}{2}$

$$K + A_{\text{тр}} = 0$$

$$K + F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow K + (-\mu mg) = 0 \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$$

$$m a_1 = m(a_2 + \mu g) \cos \alpha - \mu (mg - m(a_2 + \mu g) \sin \alpha)$$

$$a_1 = (a_2 + \mu g) \cos \alpha - \mu g + \mu (a_2 + \mu g) \sin \alpha$$

$$a_1 = (a_2 + \mu g) (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu g$$

спг



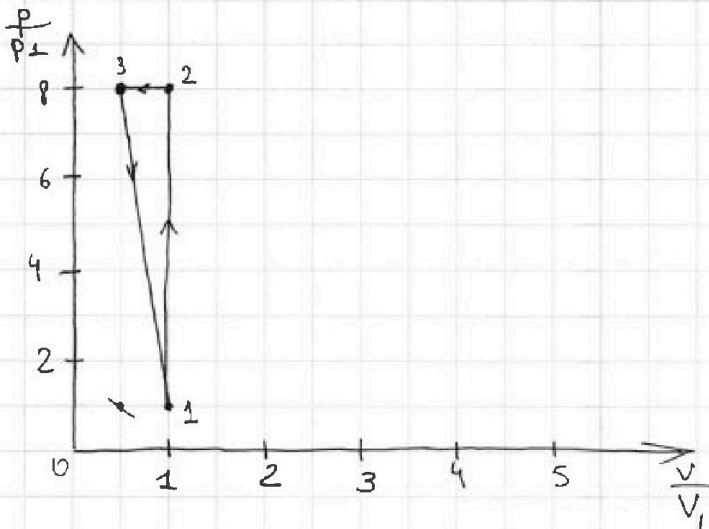
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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



Ответ:  $A_{31} = 2493 \text{ Ач}$ ;  $\eta = \frac{5}{21}$

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

4. Дано:

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$A_{31} = ?$   $\eta = ?$

Решение:

Найдем  $T_2$  и  $T_3$ .

$$\frac{T_2}{T_1} = 8 \Rightarrow T_2 = 8T_1 = 1600 \text{ K}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow T_3 = 4T_1 = 800 \text{ K}$$

$$Q_{31} = \nu c_{31} \Delta T_{31} = \nu 2R (T_1 - T_3) < 0$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_3)$$

$$\Delta U_{31} = Q_{31} - A_{31r} \quad , \text{ где } A_{31r} - \text{ работа газа}$$

$$A_{31} = -A_{31r}$$

$$\Delta U_{31} = Q_{31} + A_{31}$$

$$\frac{3}{2} \nu \frac{i}{2} R (T_1 - T_3) = \nu 2R (T_1 - T_3) + A_{31}$$

$$A_{31} = \nu R (T_1 - T_3) \left( \frac{i}{2} - 2 \right) = 1 \cdot 8,31 (200 - 800) \left( \frac{3}{2} - 2 \right) =$$

$$= 8,31 \cdot 600 \cdot \frac{1}{2} = 3 \cdot 831 = 2493 \text{ (Дж)}$$

$A_{31} =$

$$Q_{12} = \nu c_{12} \Delta T_{12} = \nu 1,5R (T_2 - T_1) > 0$$

$$Q_{23} = \nu c_{23} \Delta T_{23} = \nu 0,5R (T_3 - T_2) < 0$$

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

$$\eta = \frac{Q_H + Q_X}{Q_H} = 1 + \frac{Q_X}{Q_H} \quad , \text{ где } Q_X - \text{ количество}$$

$Q_H - \text{ от нагревателя}$

$$\eta = 1 + \frac{\nu 0,5R (T_3 - T_2) + \nu 2R (T_1 - T_3)}{\nu 1,5R (T_2 - T_1)} = \frac{0,5(T_3 - T_2) + 2(T_1 - T_3)}{1,5(T_2 - T_1)} + 1$$

от 10

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!

$$\eta = 1 + \frac{-\cancel{R}(0,5 \cdot 800 + 2 \cdot 600)}{1,5 \cdot 1400} = 1 - \frac{1600}{2100} = 1 - \frac{16}{21}$$
$$= \frac{5}{21}$$

3) ~~p > k~~

$$\begin{aligned} p_1 V_1 &= \nu R T_1 && - \text{в 1 точке} \\ p_2 V_2 &= \nu R T_2 && - \text{в 2 точке} \\ p_3 V_3 &= \nu R T_3 && - \text{в 3 точке} \end{aligned}$$

$$p_1 V_1 : p_2 V_2 : p_3 V_3 = T_1 : T_2 : T_3$$

Рассмотрим процесс 1-2:

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_{12} &= \frac{1}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \\ Q_{12} &= \nu C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \text{в процессе 1-2 не совершается работа} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  процесс 1-2 - изохорный. ( $V = \text{const}$ )  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1600}{200} = 8$$

$$C_V = C_P + R \Rightarrow C_P = 1,5 R - R = 0,5 R = C_{23} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  процесс 2-3 - изобарный ( $p = \text{const}$ )

$$p_2 = p_3 \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{1600}{800} = 2$$

Значит:  $V_1 = V_2 = \cancel{V_3} 2V_3$

$$p_3 = p_2 = 8p_1$$

Построим график:

стр 11

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

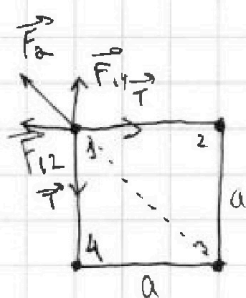
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

5.



Рассмотрим шарик 1.

силы  $F_{12}$  - взаимодействия 1 и 2  
 $F_{14}$  - 1 и 4

сила  $F_2$  - взаимодействия 1 и 3

$$F_{12} = F_{14} = k \frac{q^2}{a^2}, \text{ где } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$F_2 = k \frac{q^2}{2a^2}$$

шарик в покое. Тогда:

$$2 \vec{F}_{12} + \vec{F}_{14} + \vec{F}_2 + \vec{T} + \vec{T} = 0$$

$$\sqrt{2} k \frac{q^2}{a^2} + k \frac{q^2}{2a^2} = \sqrt{2} T$$

$$k \frac{q^2}{a^2} = \frac{\sqrt{2} T}{\sqrt{2} + \frac{1}{2}} \Rightarrow |q| = \sqrt{\frac{\sqrt{2} T}{(\sqrt{2} + 0,5)k}} \cdot a$$

$$|q| = a \sqrt{\frac{\sqrt{2} T \cdot 4\pi\epsilon_0}{\sqrt{2} + 0,5}}$$

Рассмотрим ~~выделенные~~ энергию системы до перемещения и после перемещения:

$$W_{go} = W_{12} + W_{13} + W_{14} + W_{23} + W_{24} + W_{34}$$

$$W_{12} = W_{23} = W_{34} = W_{14} = k \frac{q^2}{a}$$

$$W_{24} = W_{13} = k \frac{q^2}{\sqrt{2}a}$$

стр 5

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!

$$W_{go} = k \frac{q^2}{a} \left( 4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right)$$

Рассмотрим энергию после перемещения:

$$W_{\text{после}} = W'_{12} + W'_{13} + W'_{14} + W'_{23} + W'_{24} + W'_{34} +$$



$$+ K_1 + K_2 + K_3 + K_4$$

(тут у шариков другая нумерация)

Т.к. нити нерастяжимы, шариком должны все  
двигаться с одной скоростью:

$$K = K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = \frac{m v^2}{2}$$

$$W'_{12} = W'_{23} = W'_{34} = k \frac{q^2}{a}$$

$$W'_{13} = W'_{24} = k \frac{q^2}{2a}$$

$$W'_{14} = k \frac{q^2}{3a}$$

$$W_{\text{после}} = k \frac{q^2}{a} \left( 3 + \frac{2}{2} + \frac{1}{3} \right) + 4K = k \frac{q^2}{a} \cdot \left( 4 + \frac{1}{3} \right) + 4K$$

По ЗСЭ:

$$W_{go} = W_{\text{после}}$$

$$k \frac{q^2}{a} \left( 4 + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) = k \frac{q^2}{a} \left( 4 + \frac{1}{3} \right) + 4K$$

$$K = \frac{k q^2}{4a} \left( 4 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 4 - \frac{1}{3} \right) = \frac{k q^2}{4a} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) =$$

$$= \frac{q^2}{16\sqrt{2}\epsilon_0 a} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{a^2 \cdot \sqrt{2} T \cdot 4\pi\epsilon_0}{16\sqrt{2}\epsilon_0 a (\sqrt{2} + 0,5)} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right) = \frac{a\sqrt{2} T}{4(\sqrt{2} + 0,5)} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right)$$

стр 6

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

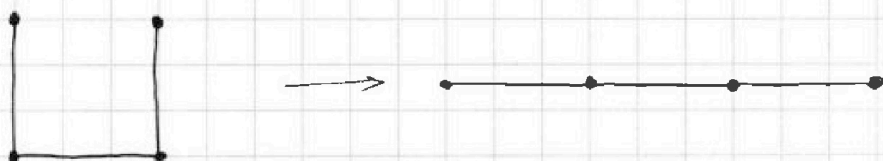
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

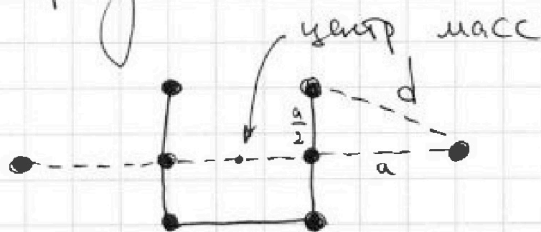
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Рассмотрим ситуацию сразу после перемигивания и ситуацию, когда они встретились в пог.



Когда одно положение переходит в другое никакие внешние силы на систему не действуют  $\Rightarrow$  центр масс всей системы остался на месте. В первой ситуации он был в центре квадрата, во второй ситуации - в середине средней нити.



$$d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

$$\text{Ответ: } |q| = a \sqrt{\frac{\sqrt{2}T \cdot 4\pi\epsilon_0}{\sqrt{2} + 0,5}}; \quad K = \frac{a\sqrt{2}T}{4(\sqrt{2} + 0,5)} \left( \frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3} \right);$$

$$d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

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!



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

95 V. P. M. / 95 V. P. M.

$$\frac{\cos^2 \beta - \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{2\cos^2 \beta - 1}{\cos^2 \beta}$$

относительный центр

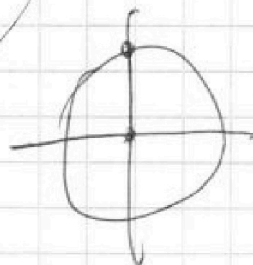
$F_{ST} = \sigma$

$$1 - \frac{1}{\cos^2 \beta} = 2 - \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

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

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

$\beta = \arccos \frac{1}{\sqrt{2}}$



$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 2\cos^2 \beta - 1 \quad ; \quad \cos^2 \beta$$

9. B. V. / 9. B. V.

$$1 - \frac{1}{\cos^2 \beta} = 2 - \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$\frac{82 \text{ B}}{2}$

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

$$\frac{m}{c^2}$$

$F = mv$   
 $ma_z = F \cdot \sin \alpha$

$$(-ax^2 + x - a) = 0$$

$$-a \cdot 2x + 1 - 0$$

$$x = \frac{1}{2a}$$

$\frac{b}{2a}$  — при таком  $x$ .

87 B. P. / 87 B. P.

87 B. P. / 87 B. P.

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!

$C_v$   $C_p$   $C_r$   $\ominus$

~~$C_p = 3C_v$~~

3-2  $\Delta$   $v_{\text{состоя}}$

12 -  $p = \omega n s t$

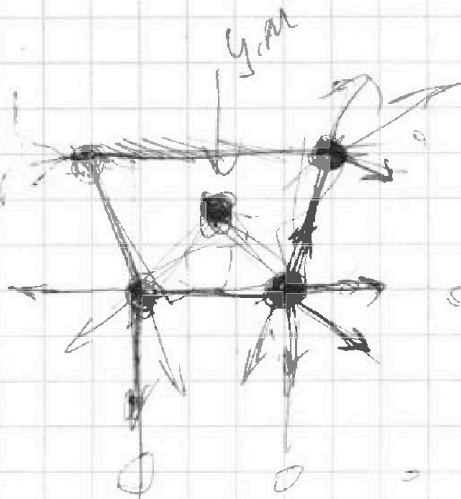
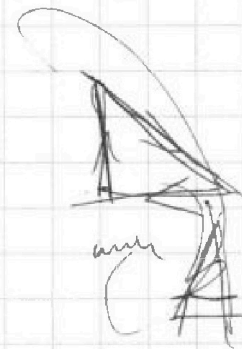
$v_{\text{ст}}$   $\left(\frac{1}{2}\right) RT$

1, 2. не  $\omega$  работы

$C_v = 1,5R$

-  $\text{target!}$

~~$C_p = C_v + R$~~   
 ~~$C_p = 2,5R$~~





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"/>

**МОТИ**

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

~~cos<sup>2</sup>~~

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha =$$
$$= 2 \cos^2 \alpha - 1$$
$$1 - \tan^2 \alpha = 2 \left( \frac{1}{\cos} \right)$$
$$\frac{1}{\cos \alpha} = \frac{2 - 1 + \tan^2 \alpha}{1 + \tan^2 \alpha}$$



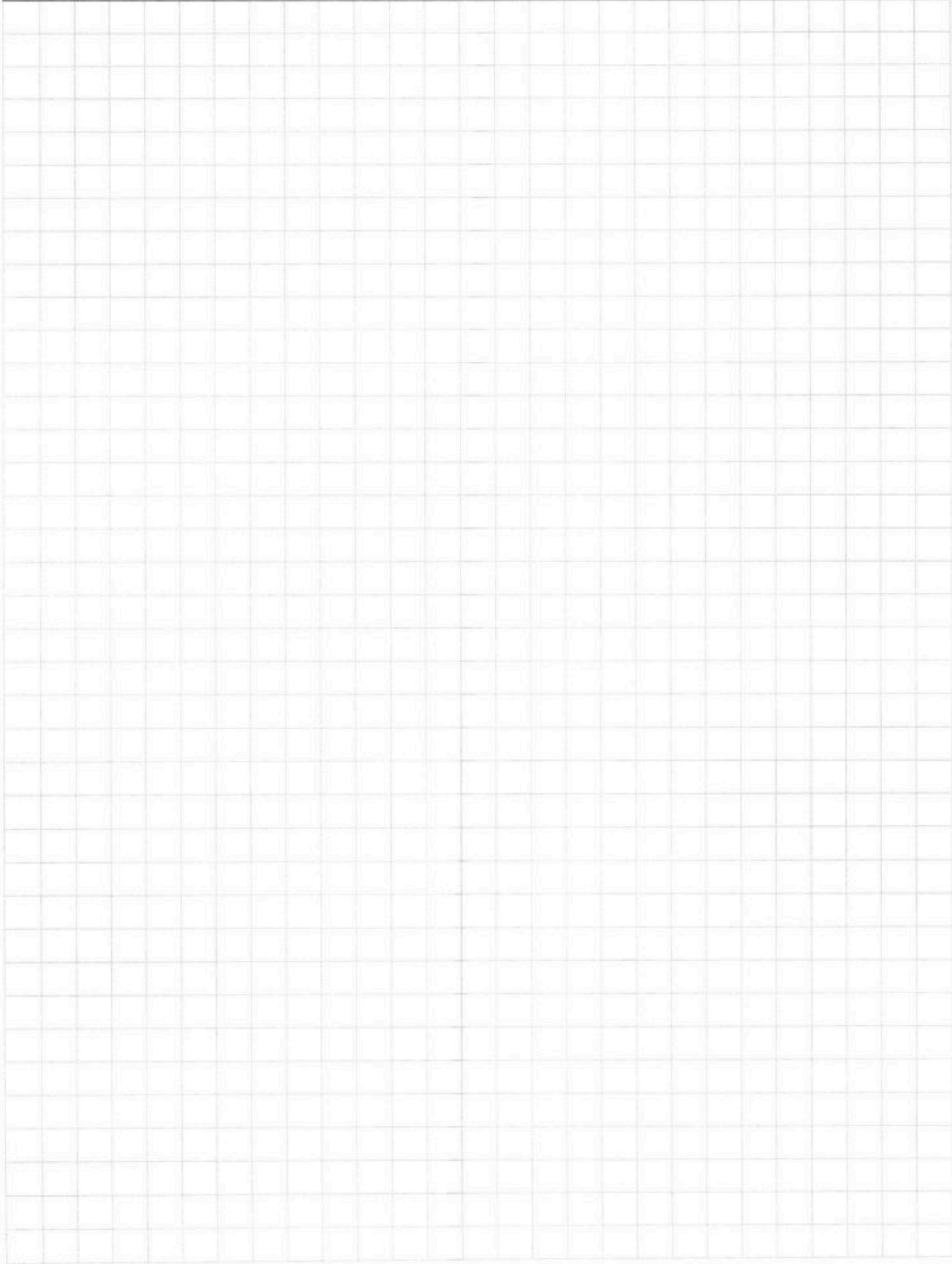
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

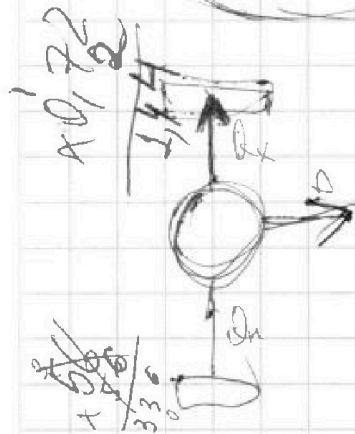
МФТИ

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



$p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 $p_2 V_2 = \nu R T_2$   
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$

$u = \frac{1}{2} \nu R T$

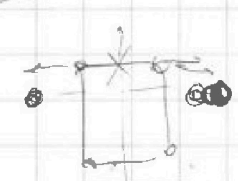


$Q_n - \dots$   
 $Q = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n + |Q_x|}$

$\frac{A_{non}}{A_{total}} = Q_n$   
 $\frac{Q_n + Q_x}{Q_n} = 1 + \frac{Q_x}{Q_n}$

$\eta = \frac{|Q_x|}{Q_n + |Q_x|}$   
 $\eta = \frac{A_{symm}}{A_{non} + (Q_n + |Q_x|)}$

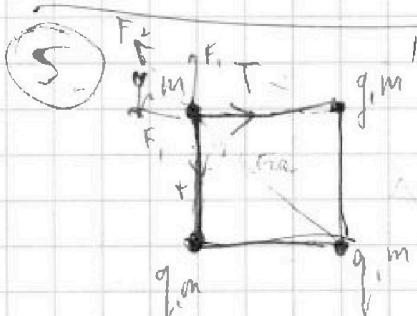
$\frac{5}{2 \cos \beta} (\cos \alpha \sin \beta - \frac{g R \sin \alpha}{v_0 \cos \beta})$   
 $\frac{1}{\cos^2 \beta}$



u, m - остаток в потоке

при вращении  $\sin \alpha$

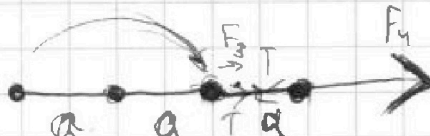
$\frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta}$   
 $1 - \sin^2 \beta = \cos^2 \beta = a \cos^2 \beta - 1$   
 $\frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta}$



$F_1 = k \frac{q^2}{a^2}$   
 $F_2 = \frac{k q^2}{2 a^2}$

$\sqrt{2} T = \sqrt{2} k \frac{q^2}{a^2} + \frac{k q^2}{2 a^2}$

$\sqrt{2} T = \frac{k q^2}{a^2} (\sqrt{2} + \frac{1}{2}) \Rightarrow q$



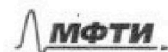
$F_3 + T = F_4 - T$

$W_1 = k \frac{q_1 q_2}{r}$

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!

$$\eta = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q} = \frac{1 Q_{\text{хл}}}{Q_{\text{хл}} + Q_{\text{хв}}}$$

5.  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

4.  $Q = \frac{i}{2} \nu c \Delta T$      $i \nu c \Delta T = Q$

$T_1 = 200 \text{ K}, \quad T_2 = 1600 \text{ K}$   
 $T_3 = 800 \text{ K}$

$\frac{T_2}{T_1} = 8 \Rightarrow T_2 = 8 T_1 = 1600$   
 $\frac{T_3}{T_1} = 4 \Rightarrow T_3 = 4 T_1 = 800$

$\Delta U = Q - A$

$Q = \nu c \Delta T$

$A_{31r}$  - отриц.

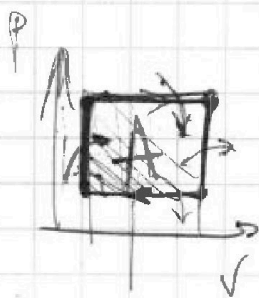
$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \nu c \Delta T - A_{31r}$

$A_{31r} = \nu c \Delta T - \frac{i}{2} \nu R \Delta T$

$\nu \Delta T \left( c - \frac{i}{2} R \right)$

$A_{\text{вн}} = A_{31r}$



Работа газа положительна

$\frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{хл}}}$

$831 \cdot 2493$   
 $\times \quad 3$   
 $\hline 2493$