



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.

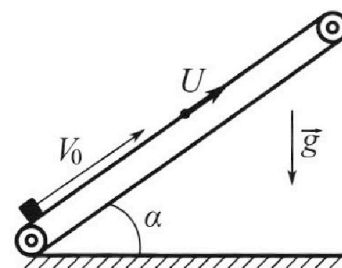
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение св ободного 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.).

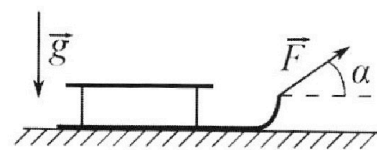
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.



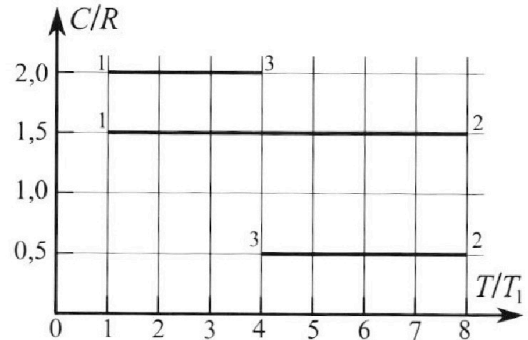
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

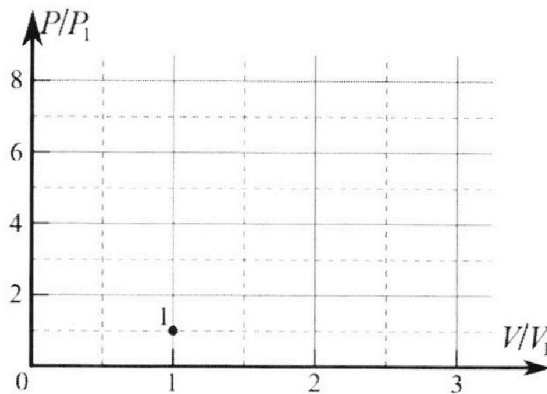
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

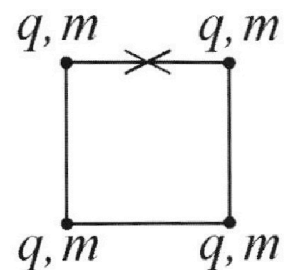
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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.



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!

Дано:

$\alpha = 45^\circ$   
 $L = 20 \text{ м}$

1)  $v_0 = ?$

2)  $S = ?$ , см

$H = 3,6 \text{ м}$



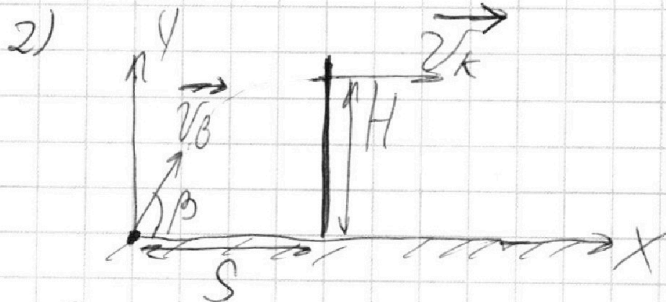
X:  $v_0 \cos \alpha t = x - x_0 = L$

Y:  $v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = y - y_0 = 0$ , где  $t$  — время полета

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

$\Rightarrow v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = L \Rightarrow \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = L \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sin 90^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$



Рассмотрим момент соприкосновения:  
если  $v_k$  имеет ненулевую верт. проекцию,  
то  $\Rightarrow$  мяч ~~может~~ лететь дальше по вер-  
тикали, поэтому рассмотрим  $\Rightarrow$  т.к.  $H_{\text{max}} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow v_k \parallel v$  и  $v_{ky} = 0$ .

X:  $v_0 \cos \beta = v_k; v_0 \cos \beta t = S$

Y:  $v_0 \sin \beta - g t = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \beta}{g};$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

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

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

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

$$\left\{ \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \right.$$

$$\left. v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = S \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \quad (1) \right.$$

$$\left. \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = S \quad (2) \right.$$

$$\Rightarrow (2):(1): \frac{S}{H} = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} \Rightarrow S = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} H$$

$$\text{Из (1): } \sin^2 \beta = \frac{2gH}{v_0^2} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}, \text{ т.к. } \beta \in [0; 90^\circ]$$

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

$$S = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0^2}}{\frac{\sqrt{2gH}}{v_0}} H = \frac{2 \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0} H =$$

$$= \frac{2 \cdot \sqrt{(200 \text{ м/с})^2 - 2 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 3,6 \text{ м}}}{10\sqrt{2} \text{ м/с}} \cdot 3,6 \text{ м} = \frac{2\sqrt{128}}{10\sqrt{2}} \cdot 3,6 \text{ м} =$$

$$= \frac{16}{10} \cdot 3,6 \text{ м} = 5,76 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $10\sqrt{2}$  м/с; 2) 5,76 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!

Дано:

$\sin \alpha = 0,6$   
 $v_0 = 6 \text{ м/с}$   
 $\mu = 0,5$



1) S - ?, если  $T = 1 \text{ с}$

2)  $t_1$  - ?, если  $V = 1 \text{ м/с}$

3) L - ?  
 $V_1 = 0,4 \text{ с}$

1)  $V = 0 \text{ м/с} \Rightarrow$

$\Rightarrow$  по IIЗ-му Ньютона:  
 $F_{\text{уп}} + N + mg = m \cdot 0$

X:  $-mg \sin \alpha - F_{\text{уп}} = m a_x \Rightarrow a_x = \frac{F_{\text{уп}} + mg \sin \alpha}{m} = -g$

$\downarrow$   $mg \cos \alpha = N$

$-mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_x \Rightarrow$

$\Rightarrow a_x = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow$  ~~вдоль оси~~

проекции ускорения вдоль оси X ~~и Y~~  
~~уменьшения~~ ~~ускор.~~  $a_x = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

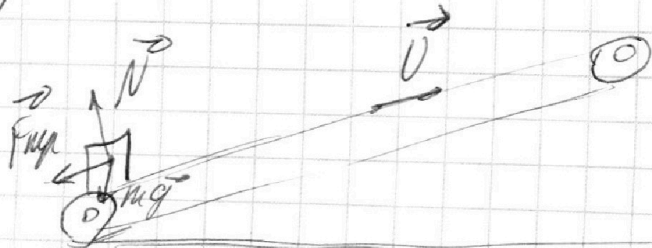
Рассмотрим движение тела по оси X:  
 $(v_y = 0)$  (один из осей)

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

$= 6 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2}$

$= 6 - 5 = 1 \text{ м}$

2)



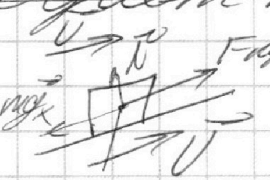
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

Имеем:  $v_{max} = v_0 - v$   
 На тело действует сила тяжести  $mg$   
 тело движется вниз с ускор.  $a = g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)$   
 по направлению движения до того момента  
 пока  $v_{max} = v$ , т.к. тогда нулевой  
 диаметр и тело движется вместе  
 и сила трения не действует между шариками  
~~Сила и сила трения~~  
~~увеличиваются и действуют~~  


$$v_0 - g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) t = v$$

$$v_{max} = v_{max,x} + v_{max,y} \Rightarrow v_{max} = v_{max,x} = v$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

3) Когда  $v_{max} = v$ , сила трения  
 нуль, т.к. оба шарика имеют одинаковую  
 начальную скорость. В противном случае  
 движение.

Найдём какое расстояние тело пройдёт  
 до остановки:  
 $S_1 = (v_0 + v) t - \frac{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha) t^2}{2}$

$$v_0 \geq v, t = T_1 = \frac{1}{2} \text{ с} \Rightarrow S_1 = (6 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}) \cdot \frac{1}{2} \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2 \cdot 0,4}$$



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!

$$= \left(\frac{7}{2} - \frac{10}{8}\right) \mu m = \left(\frac{7}{2} - \frac{5}{4}\right) \mu m = \frac{5}{4} \mu m \quad \frac{9}{4} \mu m$$

Искоротим отн. пружинки:

по 3-ку Кроншторфа:

$$Ox: -mg \sin \alpha + \mu N = m a_{x1}$$

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

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = m a_{x1}$$

$$a_{x1} \uparrow \Rightarrow \Rightarrow a_{x1} = \mu g (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

если  $\sin \alpha \leq \mu \cos \alpha$ , то функция  $\Rightarrow$

остановится само.  $0,6 > 0,5 \cdot 0,8$

$0,6 > 0,4 \Rightarrow$  не движется.  $\Rightarrow$  ~~всё~~

Итак найдем сколько пружин  
нужно отн. пружинки.  $\Rightarrow$  ~~нужно~~

находим  $\Rightarrow$  ~~нужно~~

$$m g \sin \alpha = \mu m g \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \Rightarrow$$

т.к.  $\mu = 0,6 > \tan \alpha = 0,5 \Rightarrow$  ~~нужно~~

$\Rightarrow$  стоп. масса  $\Rightarrow$  ~~нужно~~

$$x: \frac{1}{2} m v^2 = \mu m g \sin \alpha \cdot x$$

$$x: \mu m g \cos \alpha \cdot x = \mu m g \sin \alpha \cdot x \Rightarrow 2 \mu = (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) g$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$t = \frac{2V}{\mu \cos \alpha - \sin \alpha} = \frac{2 \cdot 1 \text{ м/с}}{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot 10 \text{ м/с}^2} = 100 = 1 \text{ с}$$

$$X: S_2 = 2 \left( \frac{1}{2} t + \frac{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) t^2}{2} \right) =$$

$$= 2 \cdot 1 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} + \frac{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot (1 \text{ с})^2 \cdot 10 \text{ м/с}^2}{2} =$$

$$= 2 \text{ м} - \frac{0,2 \cdot 10}{2} \text{ м} = 1 \text{ м}$$

$$L = S_1 - S_2 = \frac{9}{4} \text{ м} - 1 \text{ м} = \frac{5}{4} \text{ м} = 1,25 \text{ м}$$

Ответ: 1) 1 м; 2) 1 с; 3) 1,25 м



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

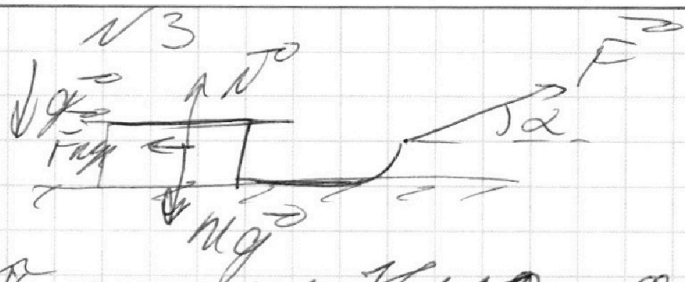
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Дано:  
k; F;  $\mu$

1)  $\mu$  - ?  
2) S - ?



1) По 3-му закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + F_{\text{тр}} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$Ox: F \cos \alpha - \mu N = m a_x$$

$$Oy: N - F \sin \alpha = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

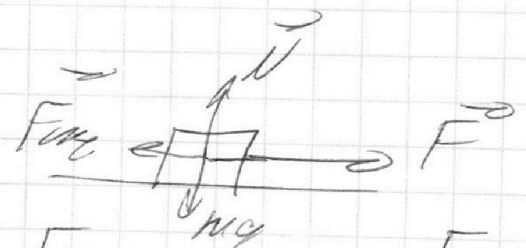
$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a_x$$

по 3C:  $\frac{mv^2}{R} + F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = \frac{mv^2}{R}$

$$\sqrt{(F \cos \alpha - \mu N)} = k$$

$$\sqrt{(F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha))} = k \quad (1)$$

II)



$$N = mg; \quad F - \mu mg = m a_x$$

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 checked="" 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!

$$Fv - \mu mgL = K$$

$$L(F - \mu mg) = K \quad (2) \quad (L = l_0 \text{ по условию})$$

*l - процесс; скорость сдвига  
определяется проекцией F, g, g sin \alpha*

$$v_{\text{н}}(L) F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha \quad (1)$$

$$1 = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$$

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

2) По 3C  $\Rightarrow$  (нормальное)

$$K - \mu mgS = 0 \quad (\tau \neq \Delta \Gamma = 0)$$

$$F \cos \alpha = 0 \Rightarrow mg = N; \quad v_K = 0 \Rightarrow \tau_{\text{н}} = 0$$

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

$$\frac{mv_K^2}{2} = K \Rightarrow \frac{mv_K^2}{2} = \mu mgS \quad \text{где } S \text{ — длина}$$

$$v_K - \text{скорость сдвига на } S \text{ в момент } t \text{ (в } K) \Rightarrow v_K^2 = 2\mu gS$$

~~по условию:~~

$$\frac{v_K^2}{2a_{\text{н}}} = t \Rightarrow v_K^2 = 2a_{\text{н}} t$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$i=3$   
 Даны:  $\nu=1$  мкс  
 $C/R(T/A)$   
 $T_1=200$  К  
 $R=8,31$  Дж/моль·К

N 4  
 1)  $C = \frac{Q}{\Delta T}$   
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$

1)  $A_{31} = ?$   
 2)  $\nu = ?$   
 3)  $C/R(T/A)$   
 не выполняю

1-3:  $\cdot Q_{13}$   
 $C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = 2R = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \nu R \Delta T \cdot x$   
 $\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T = 2R \Delta T \Rightarrow x = \frac{1}{2}$

3-1:  $T_3 = 3 \cdot T_1$  (по условию) - нули в иск. соед., но  $A_c < 0$

$P_3 V_3 = \nu R T_3; T_3 = 4T_1 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 3 \nu R \cdot T_1 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{2} \nu R T_1$   
 $C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{9}{2} \nu R T_1 = 2R$

$\frac{5}{2} R = 2R = \frac{A_c}{3 \nu T_1} \Rightarrow \frac{5}{2} R \nu T_1 = -A_c$

$A_{31} = -A_c = \frac{5}{2} R \nu T_1 = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot \text{Дж/моль} \cdot \text{К}$

1 моль  $\cdot 200 \text{ К} = \underline{4155 \text{ Дж}}$

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!

3-4:  $T \downarrow$ ;

$$T_3 = 4T_1; Q_{31} = \Delta U + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \nu \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = A_2; \frac{1}{2} \nu R (T_1 - 4T_1) = A_2$$

$$- \frac{3}{2} \nu R T_1 = A_2$$

$$A_{31 \text{ макс}} = A_{31} = -A_2 \Rightarrow A_{31 \text{ макс}} = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} =$$

$$= 2493 \text{ Дж}$$

2) 1-2:  $T \uparrow$ ;  $T_2 = 8T_1$

$$Q_{12} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow \text{изобарический}$$

3-2 2-3:  $T \downarrow$ ;  $T_3 = 4T_1$

$$Q_{23} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = -\nu R \Delta T =$$

$$= -\nu R (4T_1 - 8T_1) = 4\nu R T_1$$

$$T_1 \cdot A_2 = \nu R \Delta T; \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \text{изобарический}$$

$$\Rightarrow P = \text{const} (\nu R = C = \frac{3}{2} R)$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

3) ~~мы упр.~~  $\frac{V}{V_1} = 1 \Rightarrow V = V_1$

~~$\frac{P}{P_1} = 1$~~

~~мы упр. Мемор. - функция~~

3)  $P_1 V_1 = J R T_1$   
 $P_3 V_3 = J R T_3 \quad | \Rightarrow \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4$

$P_2 V_2 = J R T_2 \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$

$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$ ;  $V_1 = V_2$ , т.к. ~~используем~~ <sup>1-2</sup>

$P_2 = 8 P_1$

~~$\frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{8}{4} = 2$~~

~~$P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$       $P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$~~

~~$8 P_1 V_1 = 2 P_3 V_3$~~

~~$P_2 = P_3$ , т.к. 2-3 - ~~используем~~  $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow P_3 = 8 P_1$ ;  $P_3 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow 8 P_1 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow V_1 = 2 V_3$~~

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!



$$\eta = \frac{Q_H - |Q_K|}{Q_H}$$

$$Q_{3-1} = c_{31} \Delta T_{31} = 2 R V (T_1 - 4T_1) = -6 V R T_1 < 0$$

$$Q_{12} = c_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R V \cdot (8T_1 - T_1) = \frac{21}{2} V R T_1 > 0$$

$$Q_{23} = c_{23} \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R V (4T_1 - 8T_1) = -2 V R T_1 < 0$$

$$Q_K = Q_{3-1} + Q_{23}; \quad Q_H = Q_{12}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - |Q_{3-1} + Q_{23}|}{Q_{12}} = \frac{\frac{21}{2} V R T_1 - (6 V R T_1 + 2 V R T_1)}{\frac{21}{2} V R T_1}$$

$$= \frac{\frac{21}{2} - 8}{\frac{21}{2}} = \frac{5}{21}$$

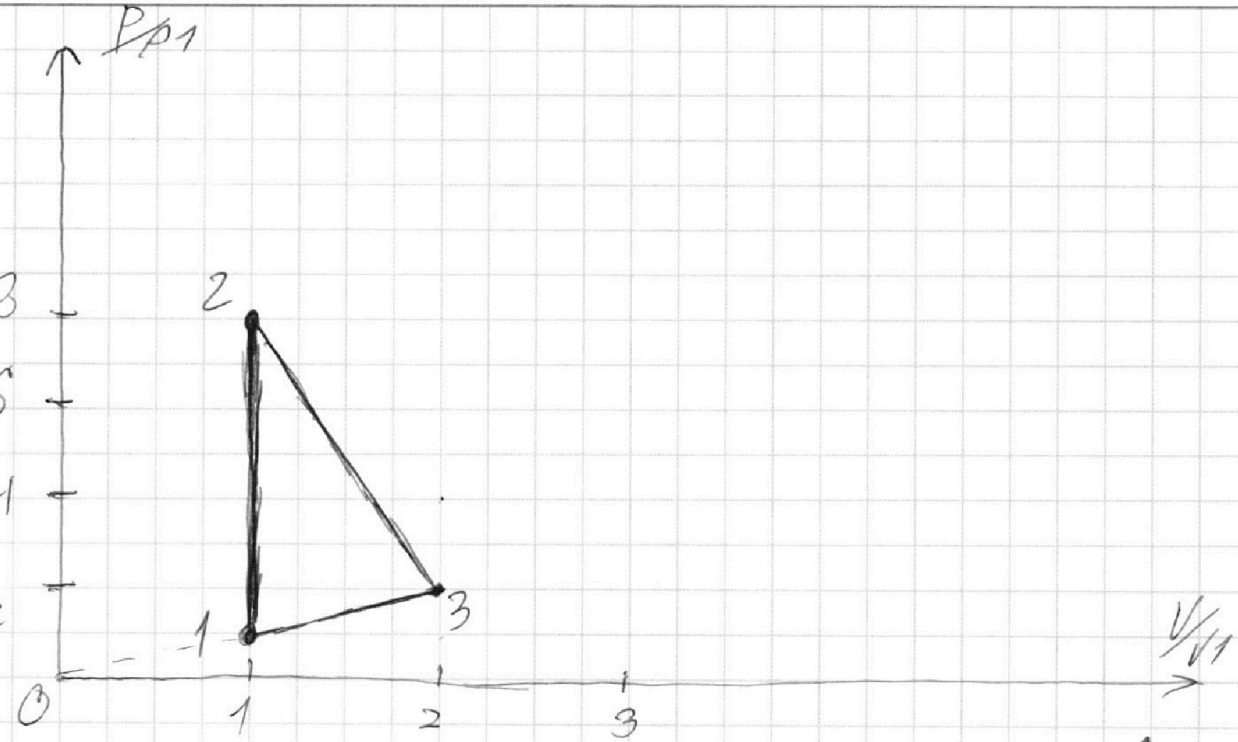
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ: 1) 2493 ДАС; 2)  $\frac{5}{21}$ ; 3)  $\frac{5}{21}$

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!



$$\frac{kq^2}{\alpha} \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + 2 - 1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) = k$$

$$\frac{kq^2}{\alpha} \left( 1 + \frac{2}{\sqrt{2}} - 1 - \frac{1}{3} \right) = k$$

$$\frac{kq^2}{4\alpha} \left( \frac{6 - \sqrt{2}}{3\sqrt{2}} \right) = k$$

$$k = \frac{kq^2 (6 - \sqrt{2})}{12\sqrt{2}\alpha} =$$

$$\Rightarrow \frac{kq^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0\alpha}$$

Ответы: 1)  $\sqrt{\frac{I}{4\pi\epsilon_0}} \alpha$ ; 2)  $\frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0 \alpha}$



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

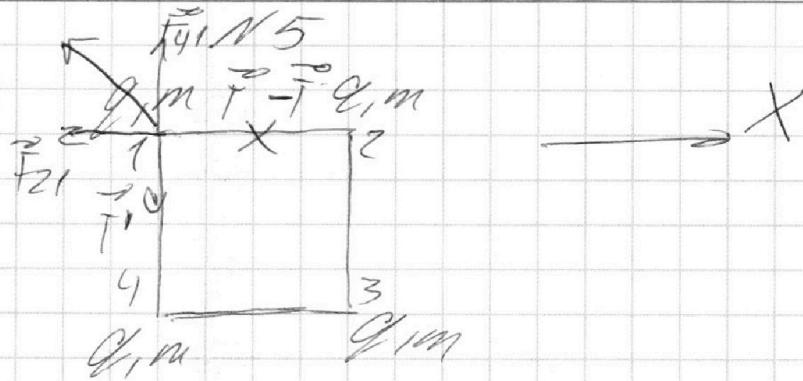
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

- дано:  
 $\epsilon_1; T; \epsilon_0$   
 1)  $|\vec{q}|$  - ?  
 2)  $K$  - ?  
 3)  $d$  - ?



$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

т.к. линии зарядов, то линии зарядов симметричны и т.д.

$T = const$ , но  $q$  одинаковы

Рассмотрим 1 заряд

$$\vec{F}_{41} + \vec{F}_{21} = \vec{F} + T$$

т.к. равнопр., то:  $\sqrt{F_{41}^2 + F_{21}^2} = \sqrt{2} T$

$$F_{41} = F_{21} = k \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{q}{a} \sqrt{k} = T$$

$$\Rightarrow k \frac{q^2}{a^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{T a^2}{k}} = \sqrt{\frac{T}{k}} a = \sqrt{\frac{T}{4\pi\epsilon_0}} a$$

2) Линия пересечения

линий пересечения линий  $R$ , тогда

по координ.  $x$   $q_1$  и  $q_2$   $q$  симметричны.

Сумма зарядов  $\rightarrow$  линия 1 и 23  $q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

~~$$mgs = \frac{F \sin \alpha}{m} \cdot K$$

$$K(F \cos \alpha - m g) = f \sin \alpha = \frac{m v^2}{2}$$~~

~~$$8 p_1 v_1 = \sqrt{R} T_2 \Rightarrow 8 p_1 v_1 = \sqrt{R} 4 T_1 \Rightarrow$$~~

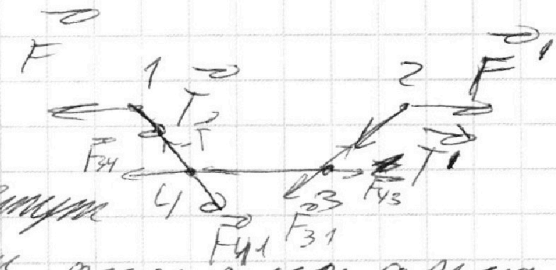
~~$$\Rightarrow 2 p_1 v_1 = \sqrt{R} T_1$$~~

~~$$p_3 v_3 = \sqrt{R} T_3 \Rightarrow p_3 v_3 = 4 \sqrt{R} T_1 = 4 p_1 v_1$$~~

~~$$p_3 v_3 = \sqrt{R}$$~~

до того момента пока  
все 4 шарика не окажутся на одной  
прямой, т.к.

погда  $\Delta M_{сршк} = 0$ .



по шарикам предположим

скорость, когда они окажутся на одной прямой

1, 2 движутся в одну сторону  
по окружности  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  рассматриваем

по 3C  $\Rightarrow$

~~$$4 \frac{mv^2}{a} = 4K$$~~

$$2k \frac{a^2}{a} + \frac{k a^2}{\sqrt{2} a} + \frac{k a^2}{\sqrt{2} a} + 2k \frac{a^2}{a} = 4K +$$

$$+ k \frac{a^2}{a} + \frac{k a^2}{2a} + \frac{k a^2}{3a} + \frac{k a^2}{a} + \frac{k a^2}{2a} + \frac{k a^2}{a}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$$\begin{array}{r}
 16 \\
 \times 36 \\
 \hline
 96 \\
 48 \\
 \hline
 576
 \end{array}$$

3 1 0,4

$$\begin{array}{r}
 0,31 \\
 \times 500 \\
 \hline
 15500
 \end{array}$$

$$\frac{Q}{2} \sqrt{RT_1} + A_2 = 2R$$

30 T1

$$K - \mu \mu \mu S = 0$$

$$\frac{\mu \sqrt{k}}{2} = \mu \mu \mu S$$

$$\sqrt{k} = 2 \mu \mu S$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{A_2}{30 T_1} = 2R$$

$$k = \frac{4 \cdot \mu^2}{R}$$

$$\frac{1}{2} R = \frac{A_2}{30 T_1} \Rightarrow A_2 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C \Delta T = Q \Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$$

30

$$\frac{270}{\mu \mu \mu k}$$

$$\begin{array}{r}
 270 \\
 \times 200 \\
 \hline
 2493,00
 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{k}}{2 \mu \mu} = \sqrt{k} \quad \mu \mu \mu = \mu \mu \mu S$$

$$\mu \mu \mu = \mu \mu \mu S$$

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!

$$2R \cdot \cos \alpha T = Q$$

$$C = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{2} v_{R \Delta T}$$

$$\frac{2a}{m \sqrt{\cos \alpha}}$$

$$F = \mu m g$$
$$\frac{m v^2}{2}$$

$$F - \mu m g = m a_{K1}$$

$$l = \frac{m v^2}{2 F - \mu m g}$$

$$a_{K1} = \frac{F - \mu m g}{m} = \frac{F - \mu g}{m}$$

$$\frac{v_K^2}{2a} = \frac{v_K^2}{2a}$$

$$F \cos \alpha + F \sin \alpha = F$$

$$\frac{v_K^2}{2a} = S$$
$$\frac{v_K^2}{2\mu g} = S$$

$$l = \frac{m v^2}{2F - 2\mu m g}$$

$$\frac{2K}{2m\mu g} = S$$

$$= \frac{v^2}{\frac{2F}{m} - 2\mu g}$$

$$F \cos \alpha - \mu m g - F \sin \alpha = F - \mu m g$$