



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

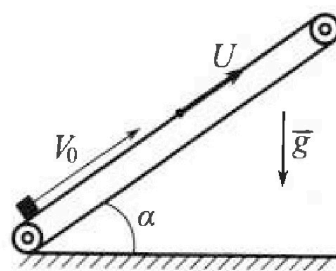
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

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

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

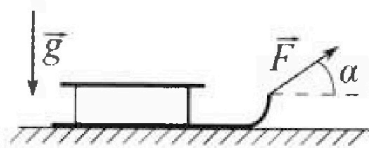
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости  $V_0$  за одинаковое время.

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 скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



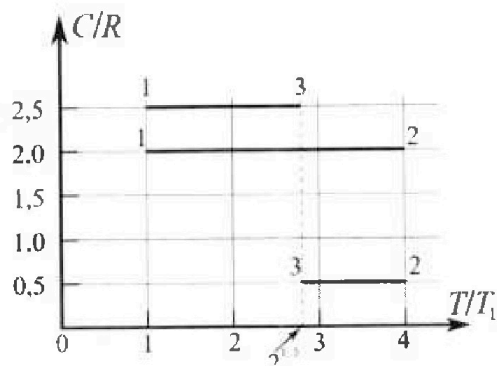
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

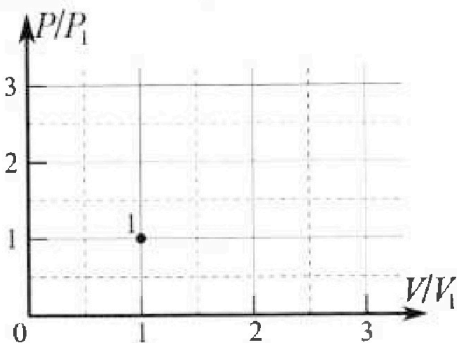
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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.



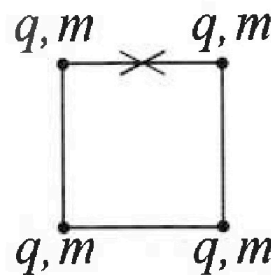
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . 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
<input checked="" 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!



Подставим  $v_{\max}$  в уравнение для  $y$ :

$$\frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2(1+t^2)}{v_0^2} = y_{\max}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{v_0^2} = \frac{gS^2}{v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} 4 \text{м}^2}{2 \cdot 400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м} - 5 \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: ①  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

②  $y_{\max} = 15 \text{ м}$

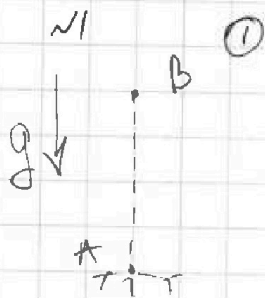
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$v(t) = v_0 - gt$$

$$v(t) = 0 \text{ в т. В (max. высоте)}$$

$$v_0 = gT = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

②

Проверим меньше ли  $S$  чем  $L_{\text{max}}$ .

$$L_{\text{max}} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v^2}{g} = 40 \text{ м}$$



~~Область под траекторией! Скорость!~~

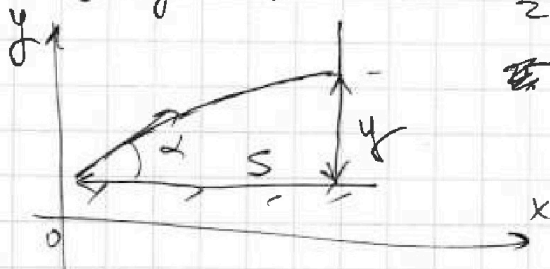
$$L_{\text{max}} > S$$

Значит задачу имеет смысл решать.



Ур-я движения:

$$\begin{cases} O_x: v_0 \cos \alpha t = S \\ O_y: v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y \end{cases} \quad \left( \begin{array}{l} \text{метали под углом } \alpha \\ \text{рисуюнок шме} \end{array} \right)$$



$$S \tan \alpha - \frac{gS^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = y$$

Возьмем производную:

$$S \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS^2 \sin \alpha}{v_0^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

$(\cos^2 \alpha \neq 0)$

$$1 - \frac{gS}{v_0^2} \tan \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{gS}$$

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. №2 ~~Задачу~~ ~~для~~ ~~цели~~ ~~оценим~~ ~~сверху~~  
 Для коробки: тут  $F_T < 0$   
 $O_y: N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$   
 $O_x: -F_T - mg \sin \alpha = ma$   
 т.к. у коробки есть ск-ть, то есть  $v$   
 выведем след:  $F_T = \mu N$

$-a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g$   
 Коробка вылезет с этой ускорен, остановится и будет двигаться уже вниз.

6Н Для вылета вверх: ( $F_T > 0$ )  
 $O_y: N - mg \cos \alpha = 0$   
 $O_x: F_T - mg \sin \alpha = ma$

$$a_H = g(4 \cdot 0,6 - 0,8) = -0,6g$$

$$s_B + s_H = v_0 t$$

$T = t_B + t_H$ ;  $t_H$  - время скачка вверх  
 $t_B$  - время удара

Найдем  $s_B$ :

~~и~~ ~~выведем~~  $s_B = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,8 m$

$$s_H = 0,2 m \quad (s_H = s - s_B)$$

$$t_H = \sqrt{\frac{2s_H}{a_H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 m}{9,6 \cdot 10 \frac{m}{c^2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 c^2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{60}} c$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

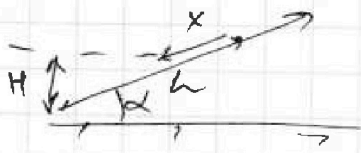
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a_8} = \frac{12 \frac{M}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{M}{c^2}} = 0,6 \text{ м}$$

③  $H = (L - x) \cdot \sin \alpha$



~~$x = \frac{u^2 - u_0^2}{2a_8}$~~  В со митов  
когда коробка наберёт  
скорость  $u$  она остановится.

Это значит, что ускорение у неё  
уже  $a = a_H = 0,6 \text{ g}$

$$x = \frac{u^2 - u_0^2}{2a_H} = 0$$

$$H = L \cdot \sin \alpha = 0,8 L = 0,48 \text{ м}$$

Ответ: ①  $T = 0,43 \text{ с}$

②  $L = 0,6 \text{ м}$

③  $H = 0,48 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

ЛФТИ

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



$t_0$   $t_{00}$   $t_0 \in t_0 t_0$

$$t_0 = \frac{v_0}{a} \quad (\text{скорость станет } 0)$$

$$t_0 = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,4 \text{ с}$$

$$T = 0,4 \text{ с} + \frac{h}{\sqrt{g_0}} = 0,4 \text{ с} + \frac{\sqrt{g_0}}{30} \text{ с} \approx 0,4 \text{ с} + \frac{0,78}{30} \text{ с} \approx 0,43 \text{ с}$$

2 По второму уравнению движения Дунитинаского  
даль с тем же ускорением  $a = a_0 = g$  (направление  $x$ )

~~по второму уравнению движения Дунитинаского  
от системы отсчета~~

~~$$v(t) = (v_0 - u) - at \neq 0 \Rightarrow v_0 - u - at = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$~~

~~$$s(t) = (v_0 - u)t - \frac{at^2}{2} = L_{\text{дунитинаского}}$$~~

~~$$0,2 \cdot 0,2 - \frac{10}{2} \cdot 0,2^2 = (4 - 0,2) \text{ м} = L_{\text{дунитинаского}}$$~~

~~$$L = 0,2 \text{ м}$$~~

3) Дунитинаский!

~~$$v(t) = -u - at \Rightarrow -u - at = 0 \Rightarrow t = \frac{-u}{-a} = \frac{0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,02 \text{ с}$$~~

~~$$x = v_0 t - \frac{at^2}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,02 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,02 \text{ с})^2}{2} = 0,08 \text{ м} - 0,02 \text{ м} = 0,06 \text{ м}$$~~

Смотреть след. страницу

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

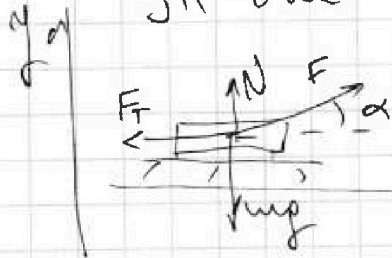
- 1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

вз

ЗН One саник. сн 1:

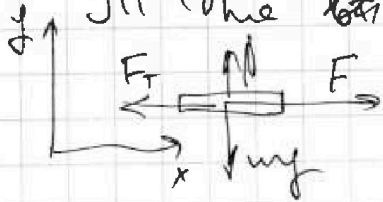


$$O_y: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$O_x: -F_f + F \cos \alpha = ma_1$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

ЗН One сан. сн. 2:



$$O_y: N - mg = 0$$

$$O_x: F - F_f = ma_2$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$a_1 = a_2 \quad (\text{т.к. } t_1 = t_2)$$

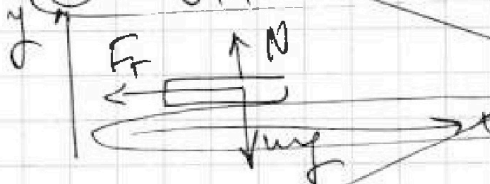
$$ma_1 = ma_2$$

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

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

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

ЗН:



$$O_x: -F_f = ma$$

$$O_y: N - mg = 0$$

$$a = -g \cdot \mu$$

~~$v(t) = 0 = v_0 - \mu g t \Rightarrow t = T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$~~

Р<sub>н</sub>



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

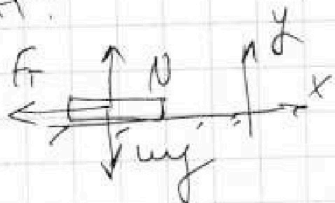
МФТИ

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

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

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

② ЗН:



$$O_y: N - mg = 0$$

$$O_x: -F_T = ma$$

$$a = -\mu g$$

$$v(t) = 0 = v_0 + at = v_0 - \mu g t \Rightarrow v_0$$

$$t = T = \frac{v_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha g}$$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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. Поря QR-коды недопустима!

МФТИ

~~$P = C_0 T$   $P_0 V_0 = P_1 V_1$   
 $P_0 V_0 = P_1 V_1$   $K_n - \text{Менд}$ :~~

~~$$PV = \nu R T \Rightarrow \nu R T \propto \frac{1}{\nu} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$~~

~~$$Q_{ij} = C \Delta T = C \frac{\Delta A_{ij}}{\Delta T_{ij}}$$~~

~~$$C = \text{const} = C + \frac{A_{ij}}{\Delta T_{ij}} \Rightarrow \frac{A_{ij}}{\Delta T_{ij}} = \text{const}$$~~

~~$$A_{ij} = K \Delta T_{ij} \quad (\text{минимальное } j - \text{по})$$~~

~~$$dA = K dT$$~~

~~$$\nu R P dV = K (P dV + V dP)$$~~

~~$$(\nu R - K) P dV = K V dP$$~~

~~$$\frac{dP}{P} = \frac{dV}{V} \frac{\nu R - K}{K}$$~~

~~$$PV^{\frac{K - \nu R}{K}} = \text{const}$$~~

~~$$P_1 V_1^h = P_2 V_2^h$$~~

~~$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^h \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{-h}$$~~

~~$3 - \text{H}$   $K_n - \text{Менд}$ :~~

~~$$PV = \nu R T, \quad P_1 V_1 = \nu R T_1, \quad P_2 V_2 = \nu R \cdot 4 T_1,$$~~

~~$$P_3 V_3 = \nu R \sqrt{2} \cdot 2 T_1, \quad P_1 V_1$$~~

~~$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = 4, \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$~~

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!



$$D \frac{dV}{dt} = P \frac{dU}{dt} + V \frac{dP}{dt} \quad F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

$$C = C_0 + \frac{P \frac{dU}{dt} \cdot R}{P \frac{dU}{dt} + V \frac{dP}{dt}} \Rightarrow \frac{C - C_0}{C_0 - C_0} = \frac{P \frac{dU}{dt}}{P \frac{dU}{dt}}$$

$$C_0 = C - R$$

$$C_0 - C_0 = R$$

$$PV^{\gamma} = \text{const}$$

$$P_1 V_1^{\gamma} = P_2 V_2^{\gamma}$$

$$\frac{P_2}{P_1} \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma} = \text{const}$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{D R \Delta T}{D R \Delta T}$$

$$P \frac{dV}{dt} = k \frac{dT}{dt}$$

$$P V = D R T$$

$$D T = P \frac{dV}{dt} + V \frac{dP}{dt}$$

$$P \frac{dV}{dt} = D R (P \frac{dV}{dt} + V \frac{dP}{dt})$$

$$P \frac{dV}{dt} (1 - R) = R V \frac{dP}{dt}$$

$$a \ln V = \ln D$$

$$\frac{0.6 \cdot 0.4}{2 \cdot 0.6} = \frac{V_2^a}{V_1^a}$$

$$V \cdot P = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$V^{-1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{0.6 \cdot 0.4}{2} = 0.2 \quad V = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{0.6 \cdot 0.4}{2} = 0.2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

24

во 1 касану

$$\textcircled{1} C \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = C + \frac{A}{\Delta T}$$

$$A = C \cdot \Delta T - C \Delta T = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2}R \cdot 3T_1 = \\ = \frac{3}{2}RT_1$$

② т.к.  $C_{ij} = \text{const}$ , то  $Q_{ij} = C_{ij} \Delta T$

Выводим, что в циклах:  $1 \rightarrow 2, Q > 0$

в циклах:  $2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1, Q < 0$

т.е.  $\eta = \frac{Q_+}{Q_-} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_-} = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+}$

$$Q_+ = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 2R \cdot 3T_1$$

$$Q_- = \sum Q_{-i} = Q_{23} + Q_{31} = 3.5R(2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + 2.5R(T_1 - 2\sqrt{2}T_1) = \\ = T_1 R \sqrt{2} - 2T_1 R + 2.5T_1 R + 5\sqrt{2}T_1 R = \frac{3}{2}RT_1 - 4\sqrt{2}T_1 R$$

$$\eta = 1 - \frac{-\frac{3}{2} + 4\sqrt{2}}{2.3} = 1 - \frac{-1 + 8\sqrt{2}}{12} = \frac{+13 + 8\sqrt{2}}{12} \approx$$

$$\textcircled{=} 6\sqrt{2}RT_1 - 5.5RT_1$$

$$\eta = 1 - \frac{6\sqrt{2} - 5.5}{6} = \text{кор} \quad \text{т.е. } \eta = 1 - \sqrt{2} + \frac{5.5}{6} =$$

$$\approx -0.28 + 0.92 = 0.64$$

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!

$$C = C_0 + \frac{\delta A}{\delta T} = C_{const}$$

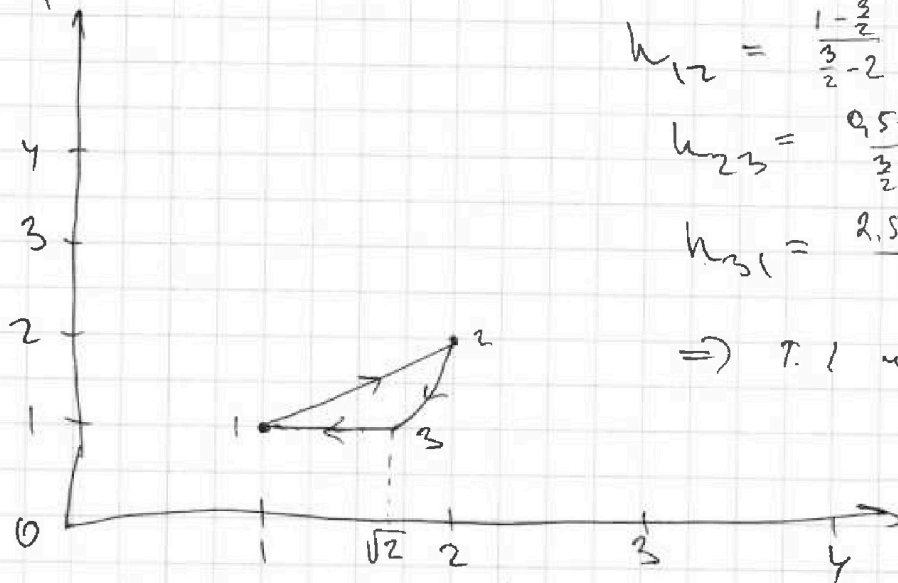
$$C = C_0 + \frac{R P dV}{P dV + V dP} \Rightarrow \frac{C - C_0}{C_0 - C} = \frac{R dV}{P dV + V dP}$$

$$\Rightarrow (C - C_0) P dV + V dP (C - C_0) = R P dV$$

$$P dV (C - C_0 - R) = V dP (C_0 - C)$$

$$\left| V \frac{C - C_0 - R}{C_0 - C} = P \cdot k \right| \quad \frac{P}{V P_1} = \frac{V^k}{V_1 P_1}$$

$\frac{P}{P_1}$



$$k_{12} = \frac{1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 2} = \frac{-0,5}{-0,5} = 1$$

$$k_{23} = \frac{0,5 - 1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 0,5} = \frac{-2}{1} = -2$$

$$k_{31} = \frac{2,5 - \frac{3}{2} - 1}{2,5 - \frac{3}{2}} = \frac{0}{1} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  1, 2 и 3 имеют  
на диаграмме  
 $\frac{V}{V_1}$  шломент

$$P_2 V_2 = P_3 V_3 \Rightarrow V =$$

$$P_3 V_3 = \sqrt{2} \frac{P_1 V_1}{\sqrt{2}}$$

Ответ: ①  $A = \frac{3}{2} R T_1$

②  $\eta = 0,64$

③  $\epsilon = 0$

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 перелистованной и не проверяется. Числа QR-кода недопустима!



$$L = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\frac{400}{10} = 40$$

$$L = v_x t$$

$$y = v_y t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t = \frac{2v_y}{g}$$

$$L = \frac{2v_x v_y}{g} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

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

$$v_0 \cos \alpha t = S$$

$$S \tan \alpha - \frac{S^2}{2v^2 \cos^2 \alpha} = y$$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} + \frac{2S^2 g (-\sin \alpha)}{2v^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

$$1 - \frac{Sg}{v^2} \tan \alpha = 0$$

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

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

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\tan^2 \alpha + 1 =$$

проверим:

$$A = \int P dx$$

μN

$$\frac{v^2}{2g} = S_0 \cdot \sin \alpha$$

$$L = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{2 \cdot 10^5}$$

$$10 \div 6 = 1,6 \quad \frac{10}{6}$$

$$96 \mu \quad \frac{78}{3} \cdot \frac{1}{1000} = 26$$

$$\begin{array}{r} 172 \\ 172 \\ \hline 344 \\ 1204 \\ 122 \\ \hline 15584 \end{array}$$

$$\frac{149}{17} = 8,76$$

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ 136 \\ 5,6 \\ \hline 2,15 \end{array}$$

$$\frac{7,8}{7,8} = 1$$

$$\frac{0,78}{30} = 0,026$$

$$\frac{7,8}{30 \cdot 100} = 0,0026$$

$$\frac{7,8}{6} = 1,3$$

$$v^2 = 18$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

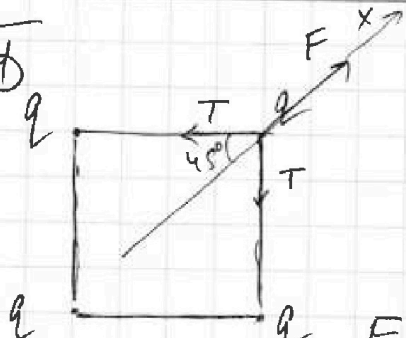
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1



3И одна формула:  
 $a=0$

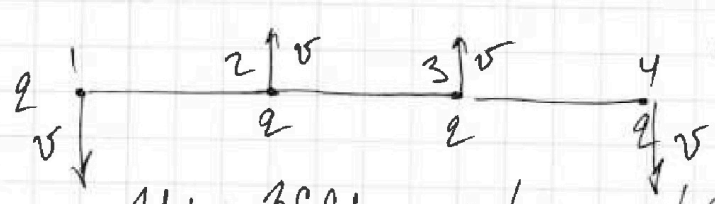
$$F - 2T \cos 45 = 0$$

$$F = T\sqrt{2}$$

$$F = 2F_i = \frac{2kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{5}{2} \frac{kq^2}{b^2}$$

$$T = \frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{5}{2\sqrt{2}} \frac{kq^2}{b^2}$$

2) Из симметрии скорости крайних двух шариков



Рисунок

из 3И скорости средних тоже будут равны.

итого:  $E_n + E_k = E_n' + E_k'$

$$E_n = E_n' + E_k'$$

$$E_n = \frac{2kq^2}{b} \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \left( \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b} \right)$$

$$E_n = \frac{kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} = \left( 2 + \frac{1}{3} \right) \frac{kq^2}{b} = \frac{7kq^2}{3b}$$

$$E_n' = E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{23} + E_{24} = \frac{kq^2}{b} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{10}{3} \frac{kq^2}{b}$$

$$E_k' = 2\omega v^2$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

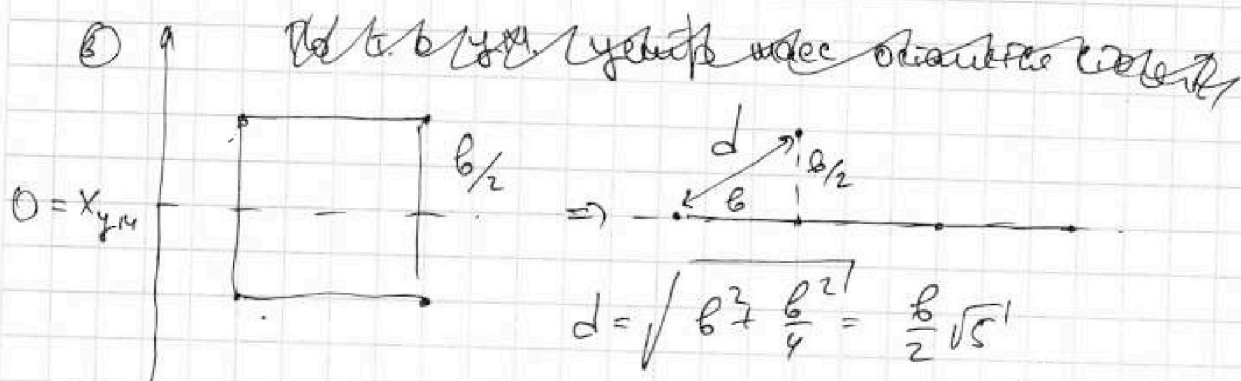
МФТИ

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

$$\left( \frac{4kq^2}{\epsilon} + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) \frac{kq^2}{\epsilon} = \frac{10}{3} \frac{kq^2}{\epsilon} + 2\omega v^2$$

$$v^2 = \frac{kq^2}{\omega \epsilon} \left( 2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{5}{3} \right) = \frac{kq^2}{\omega \epsilon} \left( \frac{6\sqrt{2} + 3 - 5\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}} \frac{kq^2}{\omega \epsilon} \Rightarrow v = q \sqrt{\frac{k}{\omega \epsilon} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$$



На у.м. центр не был выбран, поэтому его СК-Пб не принималась, а она была равна 0.

- Ответ:
- ①  $T = \frac{5}{2\sqrt{2}} \frac{kq^2}{\epsilon}$
  - ②  $v = q \sqrt{\frac{k}{\omega \epsilon} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$
  - ③  $d = \frac{b}{2} \sqrt{5}$



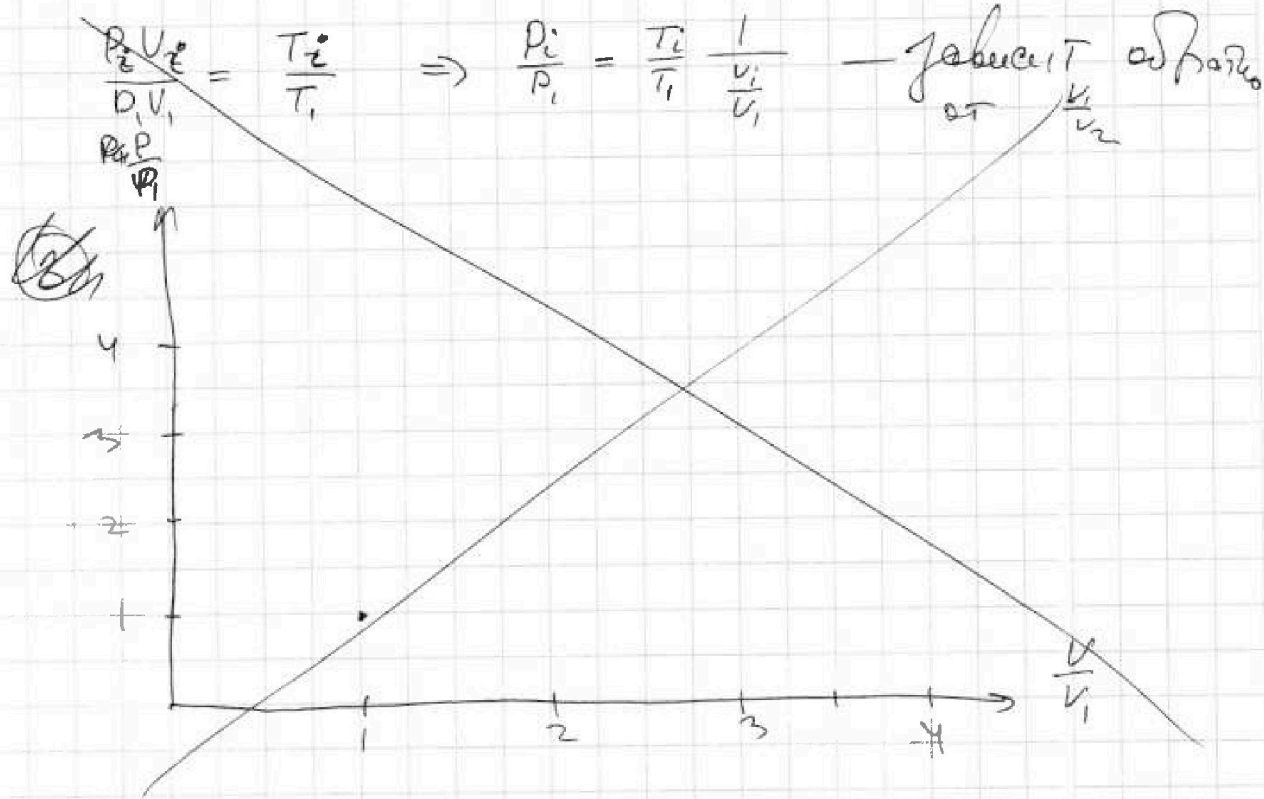
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

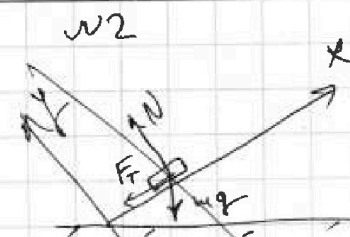
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



3H Две коробки!

$$Oy: -mg \cos \alpha + N = 0$$

$$Ox: -F_{тр} - mg \sin \alpha = a \cdot m$$

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

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

3-й шаг:

$$S(t) = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \quad (\text{с учетом знака})$$

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

решим две  $S = 1 \text{ м}$ ,  $v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $\mu = \frac{1}{3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$1 = 4T - 5 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) T^2 \quad (\text{получим уравнение})$$

$$5T^2 - 4T + 1 = 0 \quad \Delta = 16 - 20$$