



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



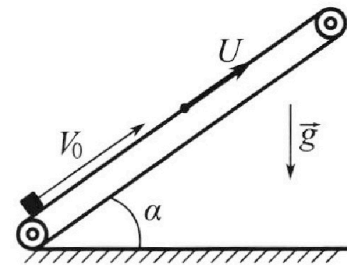
1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

- 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?

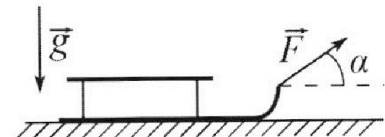
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.

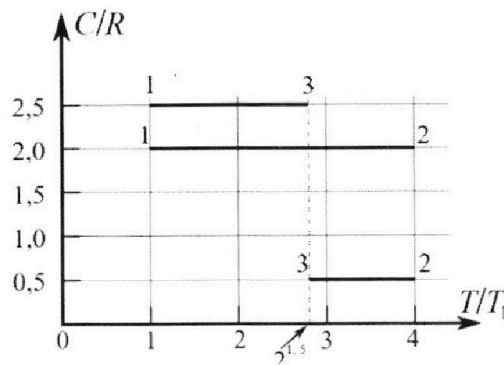
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



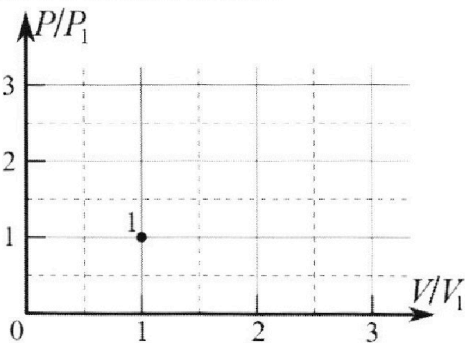
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



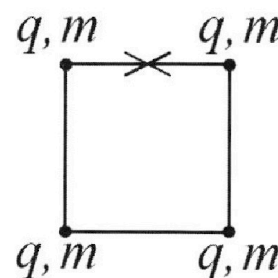
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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 вверху (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!

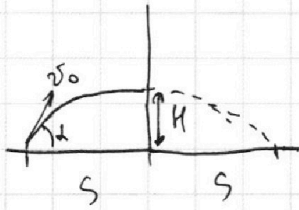
1)  $v_0 T \rightarrow \frac{gT^2}{2} = H_{\max}$

Задача №1.  
~~2~~  $2 \cdot v_0 T - \frac{gT^2 \cdot 4}{2} = 0$

~~2~~  $v_0 T = \frac{1}{2} g T^2$

~~404~~  $v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$

2)



Пусть мая вынул под углом  $\alpha$ .

$v_0 \cos \alpha t_0 = 2S$   $t_0$  - время полета  
мая, если бы не было стены.

$\cos \alpha t_0 = 2$  (1)

$H = v_0 \sin \alpha \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8}$

$v_0 \sin \alpha t_0 = \frac{g t_0^2}{2}$

$\frac{t_0}{\sin \alpha} = \frac{2v_0}{g}$

$\frac{t_0}{\sin \alpha} = 4$  (2)

$t_0 = 4 \cdot \sin \alpha$

Разделим (1) на (2):

$\frac{\cos \alpha t_0 \cdot \sin \alpha}{t_0} = \frac{2}{4}$

$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2}$

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

$2 \sin(2\alpha) = 1$

$2\alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{4}$

$t_0 = 4 \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$

$H = v_0 \sin \alpha \frac{t_0}{2} - \frac{g t_0^2}{8} = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{2} - \frac{10 \cdot 4 \cdot 2}{8} = 10 \text{ м}$

Ответ:  $v_0 = 20 \text{ м/с}$ ;  $H = 10 \text{ м}$ .

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

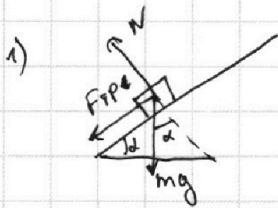
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

Задача №2.



$$a_1 = \frac{mg \sin \alpha + F_{\text{тр}}}{m} = \frac{mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha}{m} =$$

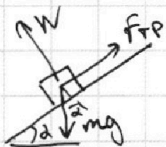
$$= g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10 \left( 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \right) = 10 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение}$$

коробки при движении в 1 случае.

$$v_0 = a_1 t_1 \quad t_1 = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с} - \text{время до остановки}$$

$$S_1 = v_0 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м} -$$

проедет коробка до остановки.



$$a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 6 \text{ м/с}^2 -$$

ускорение ~~вниз~~ в 1 случае, когда она

будет скользить вниз.

$$S_2 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м} - \text{проедет коробка.}$$

~~0,2 = v\_0 t\_2 - \frac{a\_2 t\_2^2}{2}~~

$$t_2 = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с} - \text{время движения}$$

коробки вниз.

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15} = \frac{12}{30} + \frac{2\sqrt{15}}{30} = \frac{6 + \sqrt{15}}{15} \text{ с.} -$$

использ время.

2)

$$\frac{v^2 - v_0^2}{-2a_1} = L = \frac{4 - 16}{-2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м.}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

3) После того, как корабль начнет двигаться со скоростью меньше, чем  $U = 2 \text{ м/с}$ , его ускорение станет равным  $a_2$ .

$$L_0 = v_0 (T_1 + T_2) - \frac{a_1 T_1^2}{2} - \frac{a_2 T_2^2}{2} = 4 \cdot \left(0,2 + \frac{1}{3}\right) - 5,004 =$$

$$U = a_2 T_2 \quad T_2 = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ с.} \quad - 3 \cdot \frac{1}{9} = 0,3 + \frac{4}{3} - 0,2 - \frac{1}{3} = 1,6 \text{ м.}$$

$$v - U = a_1 T_1 \quad T_1 = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с.}$$

$$H = L_0 \cdot \sin \alpha = 0,8 \cdot 1,6 = 1,28 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{8 + \sqrt{15}}{15} \text{ с; } L = 20,6 \text{ м; } H = 1,28 \text{ м.}$$

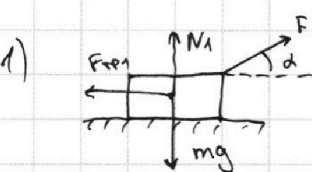
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Задача №3.  
В 1 случае при движении:

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

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = ma_1 \quad (1)$$

Во 2 случае:

$$N_2 = mg \quad F - F_{\text{тр}2} = ma_2 \quad (2)$$

Так как санки разогнались до  $v_0$  за одинаковое время, то  $a_1 = a_2$ . Приравняем (1) и (2)

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = F - F_{\text{тр}2}$$

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

$$\cancel{F \cos \alpha} + mF \sin \alpha - \cancel{m \cdot mg} = \cancel{F} - \cancel{m \cdot mg}$$

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

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

~~$$a = \frac{F - m \cdot mg}{m} = \frac{F}{m} - mg \quad (из 2))$$~~

~~$$a = \frac{F \cos \alpha - m \cdot mg + F \sin \alpha}{m} = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - mg \quad (из 1))$$~~

~~$$\sin \alpha + \cos \alpha = 1 \Rightarrow \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = m$$~~

2)  $v_0 = a_1 \cdot T_1 = a_0 \cdot T_0$ , где  $a_1$  - ускорение санок при действии силы  $F$ ,  $T_1$  - время разгона санок до  $v_0$ ,  $a_0$  - ускорение санок после прекращения действия силы,  $T_0$  - время, за которое санки останавливаются.



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!

$$a_1 = \frac{F}{m} - mg$$

$$T_1 = \frac{\sigma_0}{a}$$

$$\sigma_0 = \frac{a_1 T_1}{a_0} = \frac{\sigma_0 \cdot \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$a_0 = \frac{F_{TP_2}}{m} = mg = g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot g$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad T_2 = \frac{\sigma_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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!

Задача №4.  
1)  $Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 2 \cdot R \cdot (T_2 - T_1) = 2 R T_2 - 2 R T_1$

$$Q_{122} = \Delta U_{12} + \Delta A_{12}$$

$$p_1 V_1 = R T_1 \quad p_2 V_2 = R \cdot n T_1 = 4 p_1 V_1 \quad p_3 V_3 = R \cdot 2^{1,5} T_1 = 2^{1,5} p_1 V_1$$

$$2 R T_2 - 2 R T_1 = 2 \cdot p_2 V_2 - 2 \cdot p_1 V_1 = 8 p_1 V_1 - 2 p_1 V_1 = 6 p_1 V_1 = Q_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} (R T_2 - R T_1) = \frac{3}{2} \cdot 3 p_1 V_1 = \frac{9}{2} p_1 V_1 = 4,5 p_1 V_1$$

$$A_{122} = 6 p_1 V_1 - 4,5 p_1 V_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 4 \cdot 831 = 6 \cdot 831 = 4986 \text{ Дж}$$

2)  $Q_{23} = \frac{3}{2} (2^{1,5} - 4) p_1 V_1 + A_{23} = 0,5 R \cdot (T_3 - T_2) =$   
 $= \sqrt{2} p_1 V_1 - 2 p_1 V_1$

$$(3\sqrt{2} - 6) p_1 V_1 + A_{23} = p_1 V_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{23} = p_1 V_1 (4 - 2\sqrt{2})$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} (1 - 2^{1,5}) \cdot p_1 V_1 + A_{31} = 2,5 R (T_1 - T_3)$$

$$\left(\frac{3}{2} - 3\sqrt{2}\right) p_1 V_1 + A_{31} = 2,5 p_1 V_1 - 2,5 \cdot 2\sqrt{2} p_1 V_1$$

$$A_{31} = p_1 V_1 (2,5 - 5\sqrt{2} + 3\sqrt{2} - 1,5) = p_1 V_1 (1 - 2\sqrt{2})$$

$$\eta = \left( \frac{Q_{12}}{A_{12} + A_{23} + A_{31}} \right)^{-1} = \left( \frac{6 p_1 V_1}{\frac{3}{2} p_1 V_1 + (4 - 2\sqrt{2}) p_1 V_1 + (1 - 2\sqrt{2}) p_1 V_1} \right)^{-1} = \left( \frac{6}{6,5 - 4\sqrt{2}} \right)^{-1} =$$

$$= \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6}$$



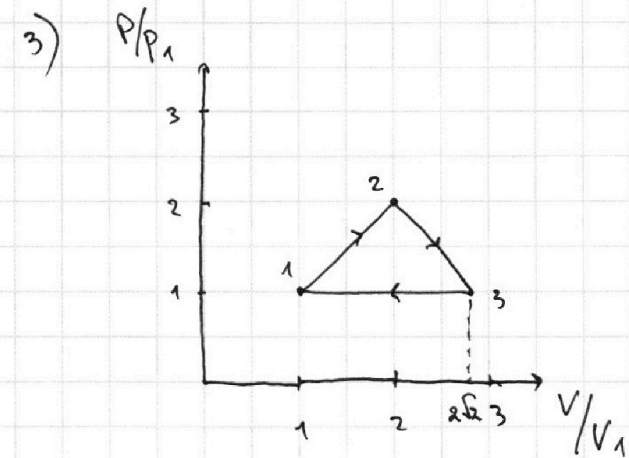
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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:  $A_{12} = \frac{3}{2} p_1 V_1 = 4986 \text{ Дж}$ ;  $\eta = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

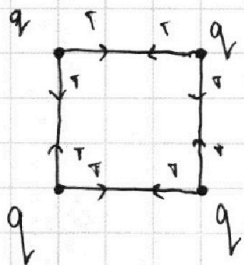
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

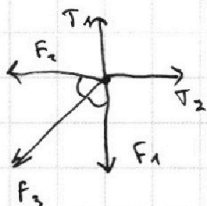
МФТИ

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

Задача №5.



1) Рассмотрим силы, действующие на нижний левый шарик. Заметим, что  $F_1 = F_2$ ,  $T_1 = T_2$ , а сила  $F_3$  направлена под  $45^\circ$  к вертикали.  
Тогда  $T_1 = T_2 = F_1 + F_3 \cos 45^\circ = F_1 + \frac{\sqrt{2}}{2} F_3$



$$F_{12} = \frac{q \cdot q}{b^2} \cdot k$$

$$F_3 = \frac{q \cdot q}{2b^2} \cdot k$$

~~$T = \frac{q^2 k}{b^2} (1 + \frac{1}{2}) = \frac{3q^2 k}{2b^2}$~~

$$T = \frac{q^2 k}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{4 + \sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q^2 k}{b^2}$$

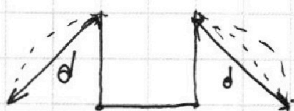
2) для верхних шариков:

$$m \frac{v^2}{b} = T$$

$$v^2 = \frac{(4 + \sqrt{2}) \cdot q^2 \cdot k \cdot b}{4 \cdot m \cdot b^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q^2 k}{m \cdot b}}$$

3)



$$d = b\sqrt{2}$$

Ответ:  $T = \frac{4 + \sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q^2 k}{b^2}$ ;  $v = \sqrt{\frac{4 + \sqrt{2}}{4} \cdot \frac{q^2 k}{m \cdot b}}$ ;  $d = b\sqrt{2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



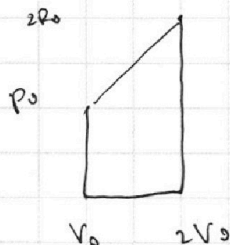
$$Q_{12} = 2RT_1(2\sqrt{2}-1)$$

$$Q_{23} = -0,5RT_1(4\sqrt{2}-2)$$

$$Q_{31} = -2,5RT_1(2\sqrt{2}-1)$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{23} + Q_{31}|}{Q_{12}} = 1 - \frac{T_1R(0,5(4-2\sqrt{2}) + 2,5(2\sqrt{2}-1))}{T_1R2(2\sqrt{2}-1)}$$

$$= 1 - \frac{2-\sqrt{2}+5\sqrt{2}-2,5}{4\sqrt{2}-2} = 1 - \frac{4\sqrt{2}-0,5}{4\sqrt{2}-2}$$



$$Q = \frac{3}{2} \cdot 3P_0V_0 + \frac{3}{2} P_0V_0 = \frac{3}{2} P_0V_0 \cdot 4 = 6P_0V_0$$

$$2 \cdot R = \frac{6P_0V_0}{400(2\sqrt{2}-1)}$$

$$Q_{12} = 2 \cdot 8,31 \cdot 400(2\sqrt{2}-1) = 8 \cdot 831 \cdot (2\sqrt{2}-1)$$

$$P_1V_1 = 8,31 \cdot 400 = 4 \cdot 831$$

$$Q_{12} = 3P_1V_1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} (P_2V_2 - P_1V_1) + A = \frac{3}{2} P_1V_1 + A$$

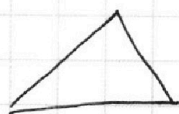
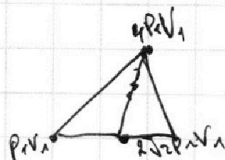
$$P_2V_2 = 2RT_2 = 4 \cdot 400 \cdot 8,31 = 16 \cdot 831 = 4P_1V_1$$

$$P_3V_3 = 831 \cdot 4 \cdot 2\sqrt{2} = 2\sqrt{2} P_1V_1$$

$$A = \frac{3}{2} P_1V_1$$

$$\begin{aligned} \frac{3}{2} P_1V_1 + A &= \\ &= 2R \cdot (T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{2} \\ &= 2P_2V_2 - 2P_1V_1 = \\ &= 6P_1V_1 \end{aligned}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 3P_1V_1 + A$$



$$\frac{3}{2} + k = (2\sqrt{2}-1) \cdot 2$$

$$4\sqrt{2} + k = 4\sqrt{2} - 2$$

$$k = 4\sqrt{2} - 6,5$$

$$A = 1,5P_1V_1$$

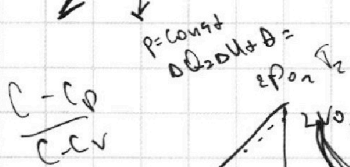
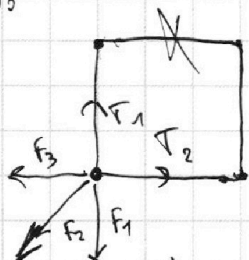
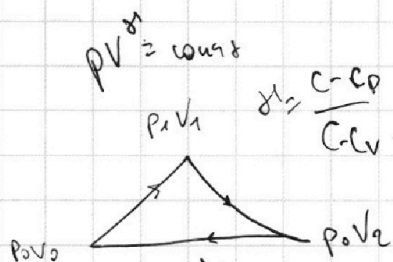
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



max  $\sum F_i$

$P = \text{const.}$

$\frac{T}{V} = \text{const.}$

$\Delta Q_{12} = 2R \cdot (2^{\frac{1.5}{2}} - 1) = 2R(2\sqrt{2} - 1)$

$A_{12} = p_0 V_0 \ln 2$

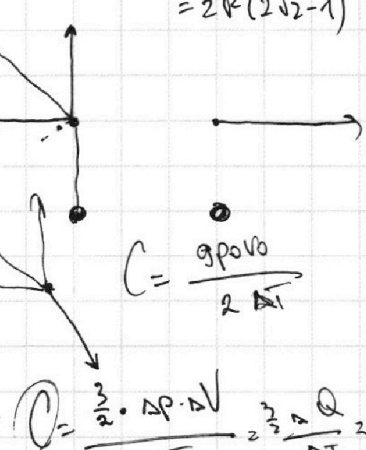
$Q = \frac{3}{2} \cdot 2 p_0 V_0$

$F_1 = F_3 = \frac{q^2}{b^2} \cdot k$

$F_2 = \frac{q^2}{2b^2} \cdot k$

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$

$T_1 = T_2 = F_1 + F_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{q^2 k}{b^2} + \frac{q^2 k}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{q^2 k}{b^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$



$C = \frac{q p_0 V_0}{2 \Delta T}$

$C = \frac{\frac{3}{2} \cdot \Delta P \cdot \Delta V}{\Delta T} = \frac{3}{2} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} \frac{\nu (\Delta U + \Delta W)}{\Delta T} = \frac{3}{2} \frac{\nu (\frac{3}{2} \Delta P \Delta V + \Delta W)}{\Delta T}$

$a_1 t_1 = a_2 t_2$

$P \rho u$

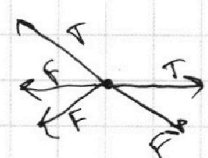
$V = \text{const}$

$\frac{T}{P} = \text{const.}$

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

$\gamma = \frac{C_p - C_v}{C_p - C_v}$

$\frac{C_p - C_v}{C_p - C_v}$



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

$C_{12} = 2R$

$C_{23} = 0.5R$

$C_{31} = 1.5R$

$\frac{\Delta Q_{12}}{T_2 - T_1} = 2R$

$a_2 t_2 = 2$

$t_2 = \frac{1}{3}$

$L_2 = 2 \cdot \frac{1}{3} - \frac{6 \cdot 1}{9 \cdot 2} = \frac{1}{3} \text{ m.}$

$L = 4 \cdot 0.2 - \frac{10 \cdot 0.04}{2} = 0.8 - 0.2 = 0.6 \text{ m.}$

$a_1 t_1 = 2 \text{ m.}$

$10 t_1 = 2$

$t_1 = 0.2$

$u \cdot (0.2 + \frac{1}{3}) = \frac{10 \cdot 0.04}{2}$

$\frac{6 \cdot 1}{9 \cdot 2}$

$= u \cdot \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0.6$

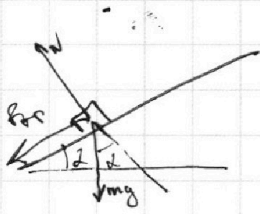
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



$$m g \cos \alpha = F_{\text{тр}}$$

$$m g \sin \alpha$$

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

$$= 10 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) = 10 \text{ м/с}^2$$

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = g (0,8 - 0,2) =$$

$$= 6 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 0,4 \text{ м/с}$$

$$t = 0,1 \text{ с}$$

$$S = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} =$$

$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

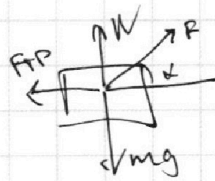
~~6~~

$$\frac{6 \cdot t^2}{2} = 0,2$$

$$t^2 = \frac{0,4}{6}$$

$$t = \sqrt{\frac{1}{15}} = \frac{\sqrt{15}}{15}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{15}}{15} + 0,4 \text{ с} = \frac{12 + 2\sqrt{15}}{30} = \frac{6 + \sqrt{15}}{15}$$



$$F \sin \alpha + N = m g$$

$$-m N + F \cos \alpha = m a$$

$$-m (m g - F \sin \alpha) + F \cos \alpha = F - m m g$$

$$F - m m g = m a$$

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

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

$$F - m m g = m a$$

$$a = \frac{F - m m g}{m} = \frac{F}{m} - m g$$

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m} - m g + \frac{F \sin \alpha}{m}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - m g$$

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!



$$m \frac{v^2}{r} = \frac{u + \sqrt{2}}{u} \cdot \frac{q^2 k}{b^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{u + \sqrt{2}}{u} \cdot \frac{q^2 k}{b \cdot m}}$$

$$v_{0T} = \frac{g v^2}{2} = H_{max}$$

$$2 v_0^2 = 2 g t^2$$

$$T = \frac{v_0}{g}$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$\frac{v_0^2}{g} - \frac{g v_0^2}{g^2 \cdot 2} = \frac{v_0^2}{2g} = H_{max}$$

$$\sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5}$$

$$1 - \sin^2 \alpha = \frac{16}{25}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{9}{25}$$

$$\frac{t}{\sin \alpha} = 4$$

$$t \cos \alpha = 2$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2}$$

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

$$\sin 2\alpha = 1$$

$$2\alpha = 90^\circ$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$H_{max} = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} = \frac{g t^2}{8}$$

$$\frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{g t^2}{8}$$

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

$$4 \sin \alpha \cos \alpha = 0,5$$

$$\sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,5$$

$$1 - \sin^2 \alpha = \frac{1}{4 \sin^2 \alpha}$$

$$4 \sin^2 \alpha - 4 \sin^2 \alpha + 1 = 1$$

$$(2 \sin^2 \alpha - 1)^2 - 4 \sin^2 \alpha = 0$$

$$(2 \sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha - 1)(2 \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha - 1) = 0$$

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

$$= \frac{v_0^2}{2g} \left( \frac{t^2 - 4}{t^2} \right) =$$

$$= \frac{v_0^2}{2g} \left( \frac{4 v_0^2 \sin^2 \alpha - 4g^2}{4 v_0^2 \sin^2 \alpha} \right) =$$

$$\frac{40 \cdot 1}{4 \cdot 10} = 10 \text{ м}$$