



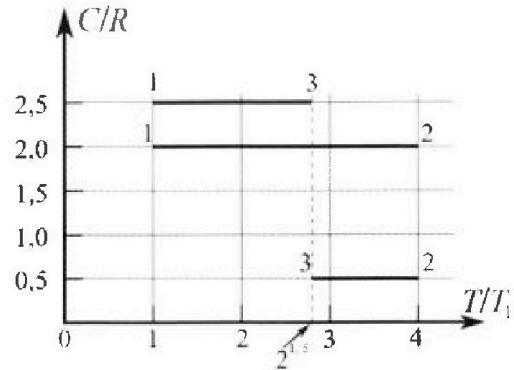
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

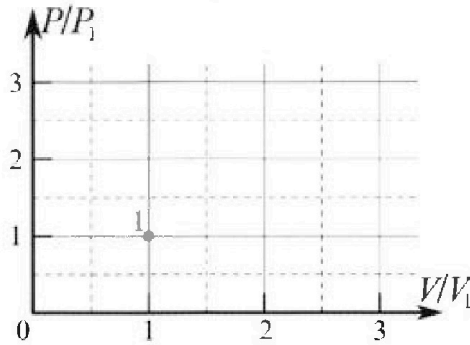
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



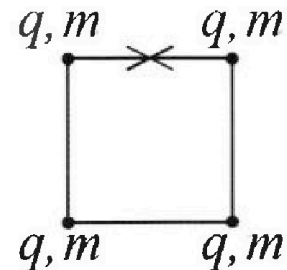
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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)?



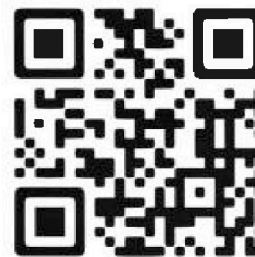
Коэф фициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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.

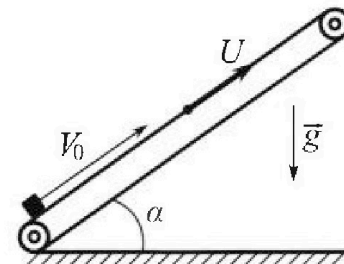
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

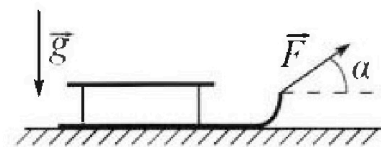
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

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.

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!

$$2 \left( \frac{1}{1+\tan^2 \alpha} - \frac{1}{1+\frac{1}{\tan^2 \alpha}} \right) - \tan \alpha = 0$$

Пусть  $\tan \alpha = a$

$$2 \left( \frac{1}{1+a^2} - \frac{a^2}{a^2+1} \right) - a = 0$$

$$2 \left( \frac{1-a^2}{(1+a^2)(a+1)} \right) = a$$

$$2a + 2 = 2a^2$$

$$2 \left( \frac{1-a^2}{1+a^2} \right) = a$$

$$2 - 2a^2 = a + a^3$$

$$a^3 - 2a^2 + a - 2 = 0$$

	1	2	1	-2
2	1	4	9	
-2	1	0	1	-4

$$\tan \alpha = 2 \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{1+\tan^2 \alpha} = \frac{1}{5} \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{1+4} = \frac{1}{5}$$

$$h_m = 20 \cdot 2 - \frac{5}{\frac{1}{5}} = 15 \text{ m}$$

Ответ:

- 1)  $v_0 = 20 \text{ м/с}$
- 2)  $15 \text{ м}$



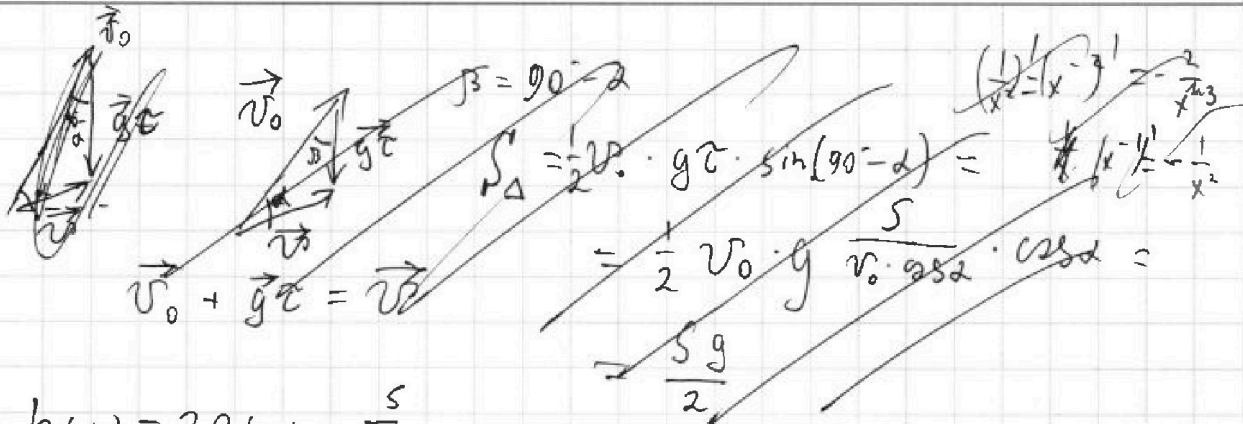
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$h(\alpha) = 20 \operatorname{tg} \alpha - \frac{s}{\cos^2 \alpha}$$

$$h'(\alpha) = 20 (\operatorname{tg} \alpha)' - 5 \left( \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' = 20 \left( \sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' - 5 \left( \frac{2}{\cos^3 \alpha} \cdot (-\sin \alpha) \right) = 20 \cdot \left( \sin' \alpha \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} + \sin \alpha \left( \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' \right) - 5 \cdot \left( \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \right) = 20 \left( 1 + \sin \alpha \cdot \frac{-1}{\cos^2 \alpha} \cdot (-\sin \alpha) \right) - 10 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha} = 20 + 20 \operatorname{tg}^2 \alpha - 10 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$h'(\alpha) = 0$$

$$20 + 20 \operatorname{tg}^2 \alpha - \frac{10 \operatorname{tg} \alpha}{\cos^2 \alpha} = 0 \quad | \cdot \cos^2 \alpha$$

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

$$2 \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha - \operatorname{tg} \alpha = 0$$

~~$$2 \cos^2 \alpha + 2(1 - \cos^2 \alpha) - \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = 0$$~~

~~$$2 \left( \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} + \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \right) - \operatorname{tg} \alpha = 0$$~~

~~$$2 \left( \frac{1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha}{(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)} \right) - \operatorname{tg} \alpha = 0$$~~

~~$$2 \operatorname{ctg}^2 \alpha$$~~

~~$$\begin{aligned} 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha &= \frac{1}{\cos^2 \alpha} \\ \cos^2 \alpha &= \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \\ \sin^2 \alpha &= \frac{\operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha} \end{aligned}$$~~



1  2  3  4  5  6  7

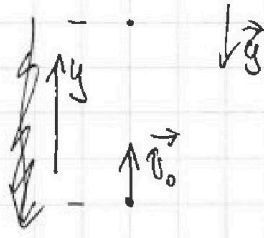
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Дано:

$r = 2 \text{ c}$   
 $S = 20 \text{ m}$

$v_0 \rightarrow h \text{ m?}$



1)  $v_{y(t)} = v_0 - gt$

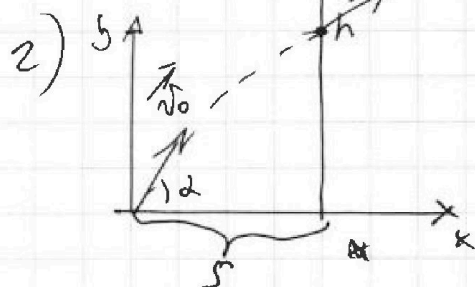
$v_y(T) = 0$

$v_0 = gT = 20 \text{ m/c}$

~~Анализ~~

Пускоб удар Спринга  $2 \text{ c } (0; \frac{\pi}{2})$

и мы ~~будем~~ ударяемся о сетку на высоте  $h$ ,  $t$  время до удара меча о сетку,  $\vec{v}$  скорость в момент удара  $\vec{v}$



$x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

$x(\tau) = S$

~~$S = v_0 \cos \alpha \tau$~~

$\tau = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

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

$y(\tau) = h$

~~$h = S \sin \alpha \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} =$~~

$= S \tan \alpha - \frac{1}{2} \frac{g S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = 20 \tan \alpha - \frac{1}{2} \cdot \frac{10 \cdot 400}{400 \cdot \cos^2 \alpha} = 20 \tan \alpha - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$

~~$h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad S \tan \alpha = h + \frac{1}{2} \frac{g S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$~~

~~$S^2 \tan^2 \alpha = h^2 + \frac{1}{4} \frac{g^2 S^4}{v_0^4 \cos^4 \alpha} + \frac{h g S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad | \cdot \cos^4 \alpha \neq 0$~~

~~$S^2 \sin^2 \alpha \cdot \cos^2 \alpha = h^2 + \frac{1}{4} \frac{g^2 S^4}{v_0^4} + \frac{h g S^2 \cos^2 \alpha}{v_0^2}$~~

~~$(dy/x)' = \frac{\sin x}{\cos x} \quad (\sin x \cdot \frac{1}{\cos x})' = \frac{\sin' x}{\cos x} + \sin x (\frac{1}{\cos x})'$~~

~~$= 1 + \sin x \cdot (-\sin x) \cdot \frac{1}{\cos^2 x} = 1 - \sin^2 x \cdot \frac{1}{\cos^2 x} = \frac{1 - \sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{\cos^2 x}{\cos^2 x} = 1$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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!

Скорость тела ~~явно~~ в ЛСД ускорения ~~оказ~~  
0  $\Rightarrow$  скорость ~~о~~ отнсе левая -  $u$

$$v(t) = -u = -a_3 t_3$$

$$-u = -a_3 t_3$$

$$t_3 = \frac{u}{a_3} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$$

$$L_3 = + \frac{a_3 t_3^2}{2} = + a_3 \frac{u^2}{2 a_3^2} = + \frac{u^2}{2 a_3} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м}$$

Пусть перемещение в ЛСД:

$$L_3 = l_2 - l_3 + u \cdot (\tau + t_3) =$$

$$= 0,8 - \frac{1}{3} + 2 \left( 0,4 + \frac{2}{3} \right) = 1,6 + \frac{4}{3} - \frac{1}{3} = 2,6 \text{ м}$$

$$H = L_3 \cdot \sin \alpha = 2,6 \cdot 0,8 = 2,08$$

Ответ: 1) Ни за какое

2) 1,2 м

3) 2,08 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!



$$v(t_3) = -u$$

$$-u = v_0 - at_3$$

$$t_3 = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{4 + 2}{10} = \frac{3}{5} \text{ c}$$

$$l_3 = x(t_3) = v_0 \cdot t_3 - \frac{a \cdot t_3^2}{2} = 4 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot \frac{9}{25}}{2} =$$

$$= \frac{12}{5} - \frac{9}{5} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м}$$

$l_2$  и  $l_3$  ~~нужно~~ ~~для~~ ~~расстояния~~ ~~пробегеное~~ ~~телом~~. ~~левый~~.

⇒ расстояние до ЛС 0:

$$L_2 = l_2 + u \cdot t = 0,8 + 2 \cdot 0,4 = 1,2 \text{ м}$$

$$L_3 = l_3 + u \cdot t_3 = 0,6 + 2 \cdot \frac{3}{5} = 1,8 \text{ м}$$

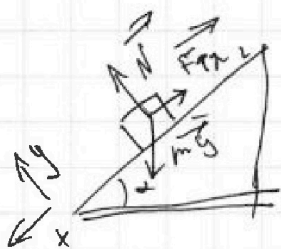
$$H = L_3 \cdot \sin \alpha = 1,8 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ м}$$

Ответ: 1) ~~ни за какое~~

$$2) \begin{array}{r} 2,0 \\ 1,2 \text{ м} \\ 0,8 \\ \hline 2,8 \end{array}$$

$$3) 1,44 \text{ м}$$

Далее тело продолжает двигаться вниз отсюда ~~нельзя~~ ⇒ сила трения направлена вверх



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

$$Ox: F_{tr} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$Ox: ma_3 = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a_3 = g(\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) = 10 \left( \frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right) = 10 \cdot \frac{3}{5} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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!

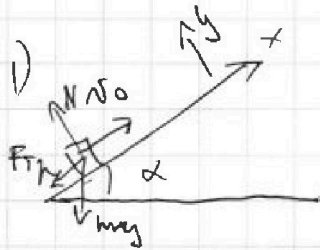
2) Дано:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$v_0 = 4 \frac{m}{c}$$

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

$$s = 1 m$$



$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$F_{tr} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

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

$$x(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad a = mg \cos \alpha + g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \cdot (\frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5}) = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$s = v_0 T + \frac{aT^2}{2} = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$aT^2 + 2v_0 T + 2s = 0$$

$$10T^2 + 8T + 2 = 0$$

~~Discriminant:  $D = 16 + 20 = 36$~~   
 ~~$T_{1,2} = \frac{-8 \pm 6}{20} \Rightarrow T_1 = -0,1 c, T_2 = -0,2 c$~~   
 ~~$T = 1,5 c$~~

$$T = 1,5 c$$

$5T^2 - 4T + 1 = 0$   
 $D = 4 - 5 < 0 \Rightarrow T \in \emptyset \Rightarrow$  коробка не пройдет путь 1 м

2) Рассмотрим движение коробки от нее левее тогда это для скорости коробки будет равна 0, скорость будет 0, тогда гайка будет равна 0.

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

$$v(t) = 0$$

$$v_0 = at \quad t = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 c$$

$$l_2 = x(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2} = \frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} =$$

$$= \frac{2 \cdot 16}{2 \cdot 10} = 0,8 m$$

3) ~~коробка в АСО будет 0  $\Rightarrow$  скорость~~  
~~будет равна 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!

$$a_0 = \mu g = g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$v_{1(t)} = v_0 - a_0 t$$

$$v_{1(T)} = 0$$

$$v_0 - a_0 T = 0$$

$$T = \frac{v_0}{a_0} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1)  $\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2)  $\frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$



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!

3

Две тела сфера радиуса  $r$  соприкасаются, масса  $m$

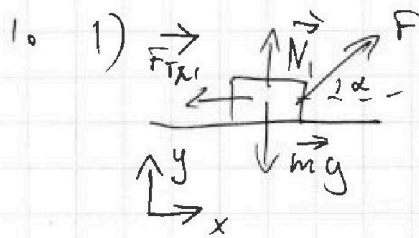
ускорение  $-a$

или  $v_0(t) = at$

$v(t_1) = a_1 t_1 = v_0$

$t_1 = t_2 \Rightarrow a_1 = a_2 = a$

$v(t_2) = a_2 t_2 = v_0$



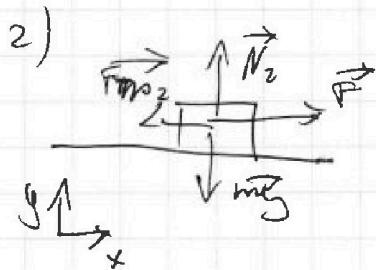
0y:  $N_1 = mg$   $N_1 + F \sin \alpha = mg$

0x:  $ma = F \cos \alpha - F_{fr1}$

$N_1 = mg - F \sin \alpha$

$F_{fr1} = \mu N_1 = \mu mg - \mu F \sin \alpha$

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



0y:  $N_2 = mg$

0x:  $mg = F - F_{fr2}$

$F_{fr2} = \mu N_2 = \mu mg$

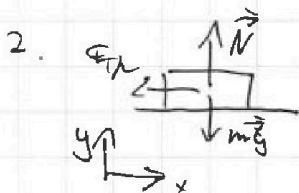
$ma = F - \mu mg$

из 1 и 2:

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

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

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



0x:  $N = mg$

0y:  $ma_0 = F - F_{fr}$

$ma_0 = \mu mg$



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!



$$\Delta Q = C \Delta T$$

$$\Delta Q = A + \Delta U$$

1)  $P = \text{const}$ :

$$A = P \Delta V = \nu R \Delta T = R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$$\Delta Q_1 = \frac{5}{2} R \Delta T$$

$$C = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{8.31}{49.80}$$

$$\frac{2.5 - 5.5}{5.5 - 2.5}$$

2)  $V = \text{const}$

$$A = 0$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T$$

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

$$\Delta Q = A_{12} + \Delta U =$$

4) Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$A_{12}; \eta$$

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

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

$$Q_{12} = C \Delta T_{12} = C_2 3T_1$$

$$\Delta T_{12} = 4T_1 - T_1 = 3T_1$$

$$Q_{12} = 6RT_1$$

$$A_{12} = 6RT_1 - \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = 6RT_1 - \frac{9}{2} RT_1 =$$

$$= 6RT_1 - \frac{9}{2} RT_1 = \frac{3}{2} RT_1 = \frac{3 \cdot 8.31 \cdot 400}{2} = 600 \cdot 8.31$$

$$Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R (-4T_1 + 2 \cdot \frac{3}{2} T_1) = RT_1 (-2 + 2 \cdot \frac{3}{2}) =$$

$$= -RT_1 (2 - 2 \cdot \frac{3}{2}) < 0$$

$$Q_{31} = C_{31} \cdot \Delta T_{31} = \frac{5}{2} R (T_1 - 2 \cdot \frac{3}{2} T_1) = \frac{5}{2} RT_1 (1 - 2 \cdot \frac{3}{2}) =$$

$$= -5RT_1 (2 \cdot \frac{3}{2} - 1) < 0$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H}$$

$$Q_H = Q_{12}$$

$$Q_X = |Q_{23}| + |Q_{31}|$$

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!

$$Q_x = R\Delta T_1 (2 - \sqrt{2}) + 5R\Delta T_1 (\sqrt{2} - 1/2) =$$

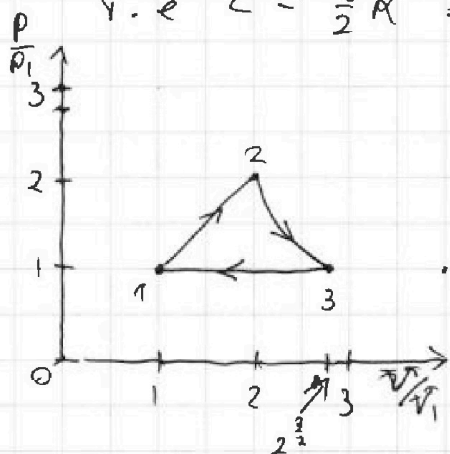
$$= R\Delta T_1 \left( 2 - \sqrt{2} + 5\sqrt{2} - \frac{5}{2} \right) = R\Delta T_1 (2.5 + 4\sqrt{2})$$

$$y = \frac{6R\Delta T_1 - R\Delta T_1 (2.5 + 4\sqrt{2})}{6R\Delta T_1} = \frac{0.5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$$

Если  $P = \text{const}$

$$\text{то } Q = A + \Delta U = \nu R \Delta T + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

т.е.  $C = \frac{5}{2} R \Rightarrow$  процесс 31 изобарный



$$P_3 = P_1$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$T_3 = T_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

$$V_3 = V_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_{23} = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - 4 T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} \nu R (2^{\frac{3}{2}} - 4) = \nu R (\sqrt{2} - 2) = A_{12} + 3R\Delta T (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{23} = \nu R (\sqrt{2} - 2) - 3R\Delta T_1 (\sqrt{2} - 2) = 2R\Delta T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad T_2 = 4T_1$$

$$P_2 V_2 = \nu R 4T_1$$

$$P_1 V_3 = \nu R T_1 \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

4986  
 1) ~~500~~ 2)  $\frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$

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!

Перемещение по  $OX$ :  $\frac{b}{2}$

по  $OY$ :  $\frac{b}{2}$

$$\Rightarrow d = \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{2}}{2} b$$

Ответ: 1)  $k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

2)  $q \sqrt{\frac{k \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{6}\right)}{m b}}$

3)  $\frac{\sqrt{2}}{2} b$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

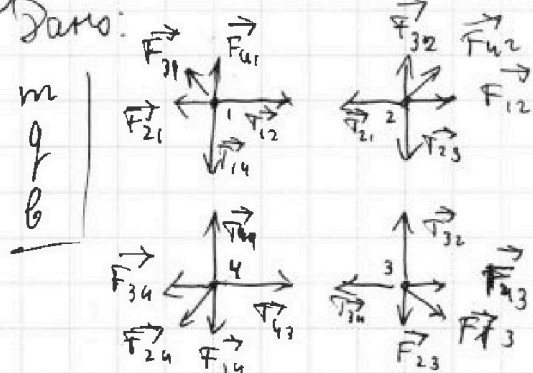
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



5) Дано:



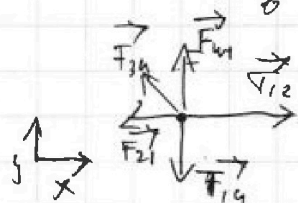
$$T_{12} = T_{21} = T_{23} = T_{32} = T_{34} = T_{43} = T_{41} = T_{14} = T$$

$$F_{41} = F_{21} = F_{32} = F_{12} = F_{43} = F_{23}$$

$$= F_{14} = F_{34} = F_1$$

$$F_{31} = F_{22} = F_{13} = F_{24} = F_2$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} = F \quad F_2 = k \frac{q^2}{(2b)^2} = k \frac{q^2}{4b^2} = \frac{F}{4}$$

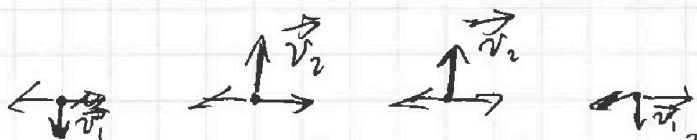


$$Ox: T - F - \frac{F}{4} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

$$Oy: F - T + \frac{F}{4} \cdot \sin 45^\circ = 0$$

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

$$W_0 = 4 \cdot k \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \frac{q^2}{\sqrt{2}b} = k \frac{q^2}{b} \left( 4 + \sqrt{2} \right)$$



$$W_k = 3 \cdot k \frac{q^2}{b} + 2 \cdot k \frac{q^2}{2b} + k \frac{q^2}{3b} = k \frac{q^2}{b} \left( 4 + \frac{1}{3} \right)$$

$$W_k + E_k = W_0 \quad E = k \frac{q^2}{b} \left( \sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$E = \frac{2m v_1^2}{2} + \frac{2m v_2^2}{2} = m (v_1^2 + v_2^2)$$

$$3CU: 2m \vec{v}_2 + 2m \vec{v}_1 = \vec{0} \quad \vec{v}_1 = -\vec{v}_2$$

$$v_1 = v_2 = v$$

$$E = 2m v^2 = k \frac{q^2}{b} \left( \sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$$

$$v^2 = \frac{k q^2}{mb} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right) \quad v = q \sqrt{\frac{k \left( \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3} \right)}{mb}}$$

~~$$W_k = k \frac{q^2}{b} \left( 4 + \frac{1}{3} \right) = k \frac{q^2}{b} \left( \frac{13}{3} \right)$$~~



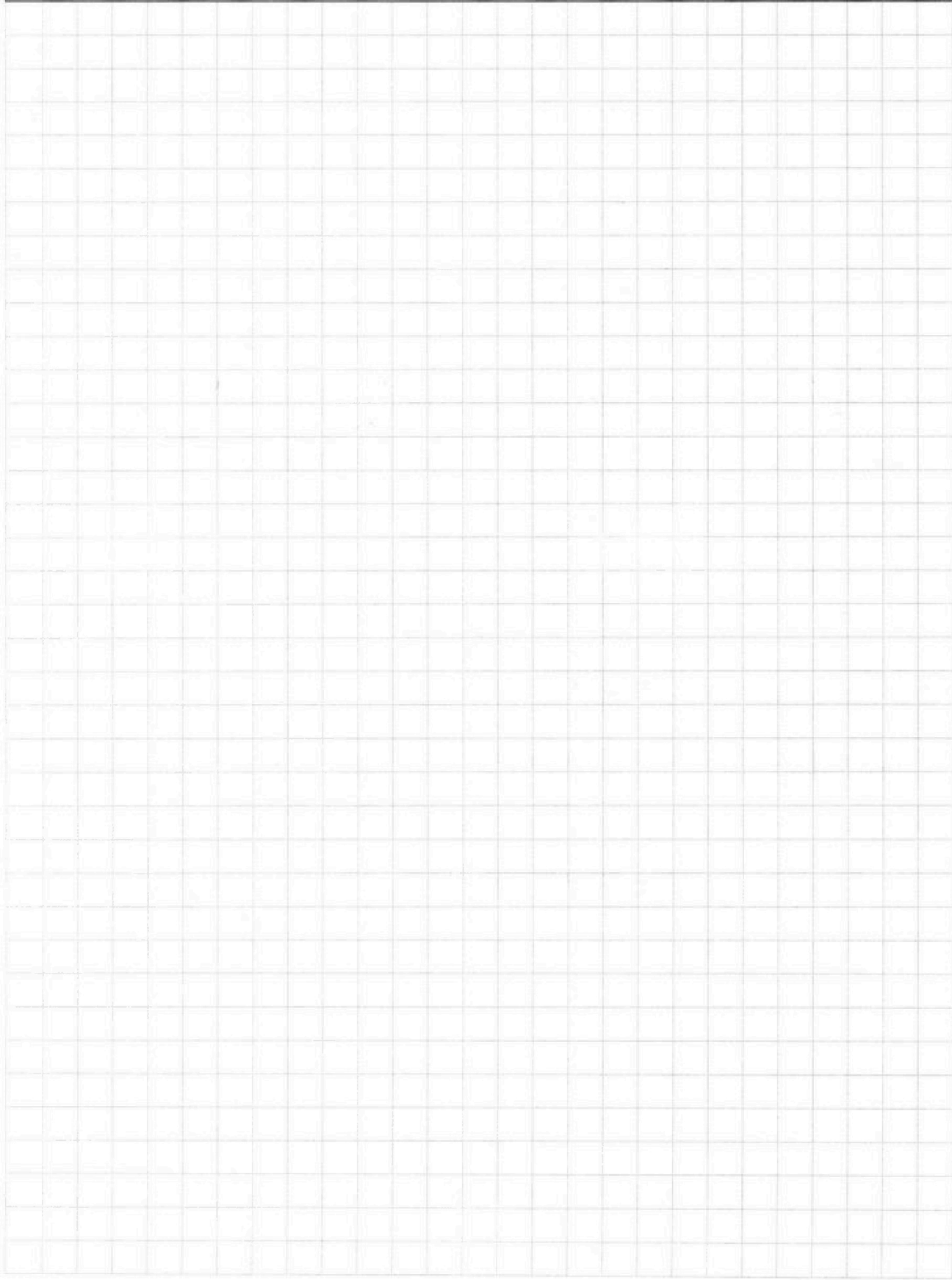
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$(1,5)^3$

6  
1,8  
0,8  
1,44

$4 - 2\sqrt{2}$

~~$A_{23} =$~~

$$A_{31} = P_{\Delta V} = \rho \gamma R_{\Delta V} = \rho R_{\Delta V} \Delta V (1 - 2^{\frac{2}{3}}) =$$

$$= R_{\Delta V} (1 - 2\sqrt{2})$$

1,5

$$4 - 2\sqrt{2} + 1 - 2\sqrt{2} + 1,5 = 6,5 - 4\sqrt{2}$$

$$\rho_1 V_1^{\frac{5}{3}} = D R_{\Delta V} \cdot V_1^{\frac{2}{3}}$$

$$\rho_2 V_2^{\frac{5}{3}} = \gamma R_{\Delta V} \cdot V_2^{\frac{2}{3}}$$

$$V_1^{\frac{2}{3}} = 4 V_2^{\frac{2}{3}}$$

$$V_1 = 4^{\frac{3}{2}} V_2 = 2^3 V_2$$

$$V_1 = 4^{\frac{3}{2}} V_2 \quad V_2 = \frac{V_1}{4^{\frac{3}{2}}}$$