



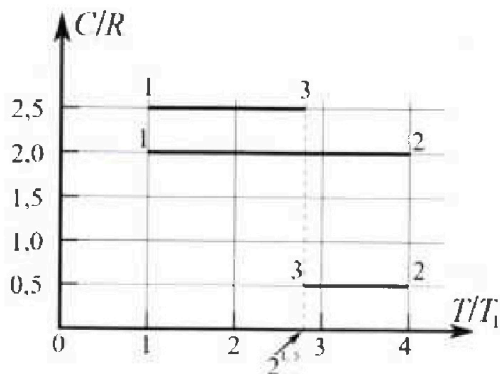
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



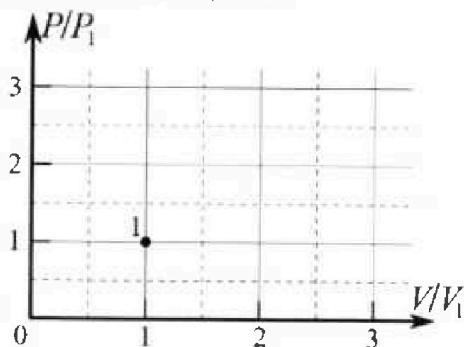
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 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 объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



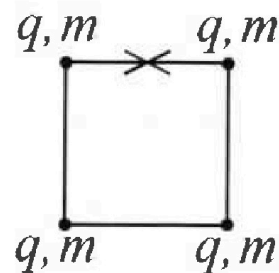
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарика находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарика 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.



# 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.

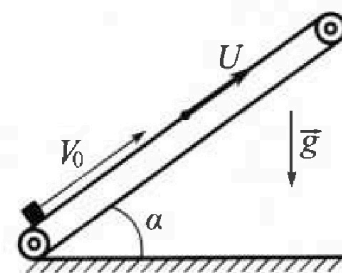
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

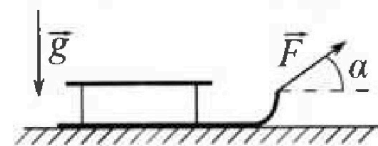
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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:

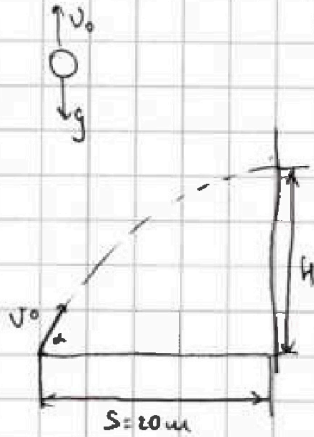
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



На максим. высоте скорость 0



$$0 = v_0 - g \cdot T$$

$$v_0 = g \cdot T = 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$T$  - время, за которое шар долетит до стены  
 $L$  - угол, под которым бросают шар

$$S = v_0 \cos \alpha \cdot T \quad (1)$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$(2) \Rightarrow H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= \operatorname{tg} \alpha \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \left( \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) =$$

$$= S \left( \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) \right) = S \left( \operatorname{tg} \alpha \left( 1 - \frac{g S}{2 v_0^2} \operatorname{tg} \alpha \right) - \frac{g S}{2 v_0^2} \right)$$

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

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

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

$H$  максимален при  $\left( \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha \right) \rightarrow$  максимум

$$\operatorname{tg} \alpha = x$$

$$\left( x - \frac{g S}{2 v_0^2} x^2 \right)' = 1 - 2 \frac{g S}{2 v_0^2} x = 0$$

$$x = \frac{v_0^2}{g S} = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{max}$$

$$H_{\max} = S \left( \frac{v_0^2}{g S} - \frac{g S}{2 v_0^2} \cdot \frac{v_0^4}{g^2 S^2} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right) = S \left( \frac{v_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 v_0^2} \right) = \frac{v_0^2}{2 g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$= \frac{20^2}{2 \cdot 10} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20} = 20 - 5 = 15 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;  $H = 15 \text{ м}$



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!



1)

$\sin \alpha = 0,8$      $\cos \alpha = 0,6$

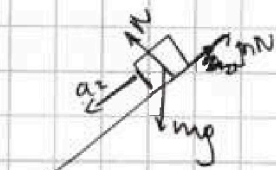
ОХ:  $N - \cos \alpha mg = 0$  (1)  
 ОУ:  $\mu N + \sin \alpha mg = ma_1$  (2)

(1), (2)  $\Rightarrow$   
 $a_1 = \mu \cos \alpha g + \sin \alpha g =$   
 $= \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot 10 + 0,8 \cdot 10 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

ост. через  $\tau$ :  $v_0 - a_1 \tau = 0$   
 $\tau = \frac{v_0}{a_1} = 0,4 \text{ с}$

за это время прыгает

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



ОУ:  $ma_2 = \sin \alpha mg - \mu \cos \alpha mg$   
 $a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10(0,8 - 0,6 \cdot \frac{1}{3}) = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$S - S_1 = \frac{a_2 \tau_2^2}{2}$

$\tau_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} = \sqrt{\frac{2(1 - 0,8)}{6}} = \sqrt{\frac{0,4}{3}}$

$T = \tau_1 + \tau_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{0,4}{3}} \text{ с} = 0,4 + \sqrt{\frac{2}{30}} \text{ с}$



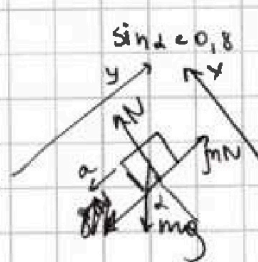
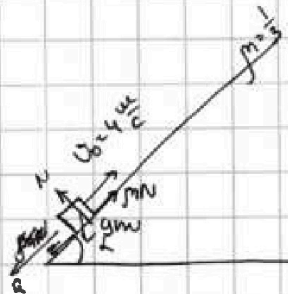
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

$$Ox: N - \cos \alpha mg = 0 \quad (1)$$

$$Oy: -\sin \alpha mg + ma = 0 \quad (2)$$

$N$  - нормальная сила реакции опоры

$$(1), (2) \Rightarrow a = \sin \alpha g + \mu \cos \alpha g = 0,8 \cdot 10 + \frac{1}{3} \cdot 9,8 \cdot 10 = 8 + 3,27 = 11,27 \frac{m}{c^2}$$

$$S = U_0 T - \frac{aT^2}{2}$$

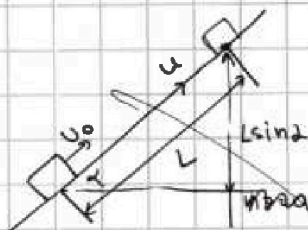
$$\frac{aT^2}{2} - U_0 T + S = 0$$

$$D = U_0^2 - 4 \cdot \frac{a}{2} \cdot S = 16 - 2 \cdot \frac{6}{2} \cdot 1 = 4$$

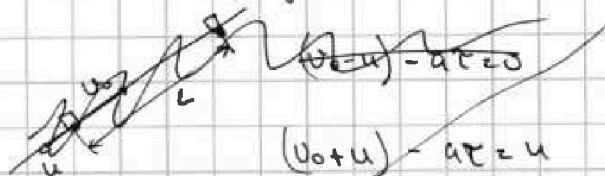
$$T_1 = \frac{U_0 + \sqrt{D}}{\frac{a}{2} \cdot 2} = \frac{4 + 2}{6} = 1c > \tau \quad \text{мы хотим найти время, когда скорость станет 0}$$

$$T_2 = \frac{U_0 - \sqrt{D}}{\frac{a}{2} \cdot 2} = \frac{4 - 2}{6} = \frac{1}{3}c$$

$$\tau = \frac{1}{3}c$$



Время торможения в 10 раз

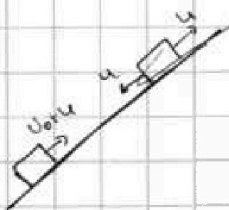


$$(U_0 + U) - a\tau = U$$

$$\frac{U_0}{a} = \tau$$

$$L = (U_0 + U)\tau - \frac{a\tau^2}{2} = \frac{(U_0 + U)U_0}{a} - \frac{a \cdot U_0^2}{2a^2}$$

$$2 = \frac{U_0^2}{2a} + \frac{U_0 U}{a} = \frac{16}{2 \cdot 6} + \frac{2 \cdot 4}{6} + \frac{2 \cdot 8}{6} = \frac{8}{3} \text{ м} = 2 \frac{2}{3} \text{ м}$$



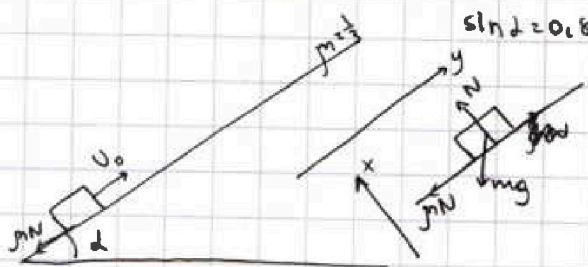
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



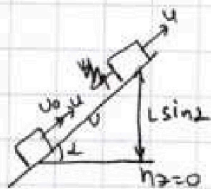
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\sin \alpha = 0,8$        $u_0 = 4 \frac{m}{c}$

$Ox: N - \cos \alpha mg = 0$   
 $Oy: mg \sin \alpha + \mu N = ma$

2)



$\vec{N} \perp \vec{S} \Rightarrow A_N = 0$

сг:

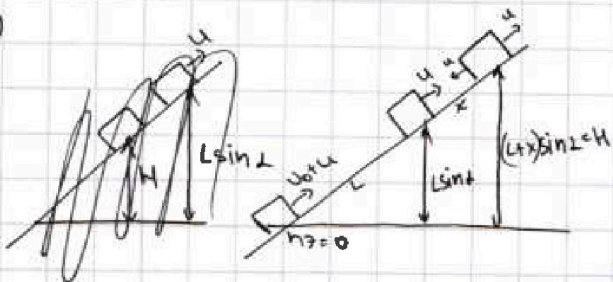
$$\left( \frac{m u^2}{2} + L \sin \alpha \mu mg \right)_k - \left( \frac{m (u_0 + u)^2}{2} \right)_h = - \mu mg \cos \alpha \cdot L$$

~~$L g (\mu \sin \alpha)$~~

$$(L \sin \alpha g + \mu \cos \alpha g L) = \frac{u_0^2}{2} + \frac{2 u_0 u}{2}$$

$$L = \frac{u_0 (u_0 + 2u)}{2 (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) g} = \frac{4 \cdot (4 + 2 \cdot 2)}{2 (0,8 + \frac{10^2}{3} \cdot 0,6) \cdot 10} = \frac{4 \cdot 8}{2 \cdot 10} = 1,6 \text{ м}$$

3)



сг:

$$\left( \frac{m u^2}{2} + L \sin \alpha \mu mg \right)_k - \left( \frac{m (u_0 + u)^2}{2} \right)_h = - \mu mg \frac{h \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

$$L g \left( 1 + \frac{\mu \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{(u_0 + u)^2}{2}$$

$$L = \frac{(u_0 + u)^2 \cdot \sin \alpha}{2 g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{(4 + 2)^2 \cdot 0,8}{2 \cdot 10 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)} = \frac{6^2 \cdot 8^4}{2 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 1} = 1,44 \text{ м}$$

Ответ:  $T = \frac{1}{3} c$        $L = 1,6 \text{ м}$       ,  $h = 1,44 \text{ м}$





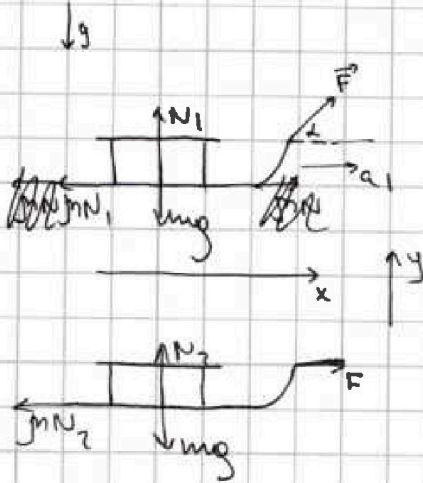
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



~~Условие задачи~~

$$U_0 - a_1 T = 0 \Rightarrow a_1 = a_2 = a_0$$

$$U_0 - a_2 T = 0$$

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

$$Ox: F - \mu N_2 = ma_2 \quad (1)$$

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma_0 \quad (2)$$

$$Oy: N_2 - \mu g = 0 \quad (3)$$

$$N_1 + \sin \alpha F - \mu g = 0 \quad (4)$$

~~мы ускорение определим,~~  
~~а связь на связи~~

$$(2), (4) \Rightarrow F \cos \alpha - \mu (\mu g - \sin \alpha F) = ma_0$$

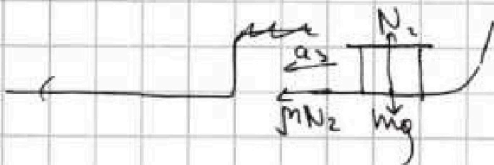
$$(1), (3) \Rightarrow F - \mu \mu g = ma_0$$

$$F \cdot \cos \alpha - \mu \mu g + \mu \sin \alpha \cdot F = F - \mu \mu g$$

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

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

~~а0 = F~~



$$Oy: ma_3 = \mu N_2$$

$$a_3 = \mu g$$

$$U_0 - a_3 T = 0$$

$$T = \frac{U_0}{a_3} = \frac{U_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$  ;  $T = \frac{U_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$



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!

~~если  $p \sim v$   $dp = dv$   $A =$   
 $C \cdot \Delta T \cdot \rho = \frac{3}{2} \rho R \cdot \Delta T$~~

$$v_3^2 p_3 = v_2^2 p_2 = p_1 \cdot v_1^2 \cdot 2^{1.5 \cdot 2} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2 \cdot 2^3}$$

гнет 1-2  $\frac{p_2}{v_2} = \frac{p_1}{v_1} \Rightarrow$   ~~$p \sim v$~~   $\Rightarrow \frac{p}{p_1} = \frac{v}{v_1}$   
 (принимая)

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2 \cdot 2^3} \Rightarrow v_1^3 \cdot 2^3 = v_2^3$$

$$v_2 = 2v_1 \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2$$

$$p_2 \cdot 2v_1 = \rho R \cdot 4T_1 = 4p_1 v_1$$

$$p_2 = 2p_1 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 2$$

2-3  $p \cdot v^2 = \text{const} = d$   
 ~~$p \sim v^2$~~   
 $p = \frac{d}{v^2}$

$$p_1 \cdot v_1^2 \cdot 2^3 = p \cdot v^2$$

$$\frac{p}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v}\right)^2 \cdot 2^3 = y$$

$$\frac{v}{v_1} = x$$

$$y = \frac{8}{x^2}$$

ответ:  $A_{12} = 49,86 \text{ Дж}$ ;  $\eta = 1\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{2}$



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!

Решение  
123

$\frac{831}{1986}$

1-2  $c = \text{const}$   $T \uparrow$

$$c_{12} \cdot (T_2 - T_1) \cdot \nu = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12}$$

$$A_{12} = \left( c - \frac{3}{2} R \right) (T_2 - T_1) \nu =$$

$$= \left( 2R - \frac{3}{2} R \right) \nu (4T_1 - T_1) = \frac{R}{2} \nu \cdot 3T_1 =$$

$$= \frac{8,31}{2} \cdot 1,3 \cdot 400 = 600 \cdot 8,31 = 49,86 \text{ Дж}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

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

$$P_1 \cdot \nu_1 = \nu R T_1 \quad (1)$$

$$P_2 \cdot \nu_2 = \nu R T_2 \quad (2)$$

$$P_3 \cdot \nu_3 = \nu R T_3 \quad (3)$$

$$\frac{T_3}{T_1} = 2^{1,5}$$

~~$$(T_3 - T_2) c_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + A_{23}$$~~

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

~~$$A_{23} = \nu (T_3 - T_2) \left( \frac{R}{2} - \frac{3}{2} R \right) = -\nu \cdot (T_1 \cdot 2^{1,5} - 4T_1) \cdot R =$$
  
$$= \nu R T_1 (4 - 2^{1,5})$$~~

при  $P = \text{const}$

$$P(\nu) \nu = \nu R T$$

$$P \cdot \nu = \nu R T \quad A = P \cdot \Delta \nu$$

$$c_{\nu} \cdot \Delta T \cdot \nu = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{7}{2} \nu R \cdot \Delta T$$

$$c_{\nu} = \frac{7}{2} R$$

$\downarrow$

3-я молекула

$$P_3 = P_1$$

$$(3) : (1) \Rightarrow \frac{P_3 \cdot \nu_3}{P_1 \cdot \nu_1} = \frac{T_3}{T_1} \Rightarrow \frac{\nu_3}{\nu_1} = 2^{1,5}$$

$$Q = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{c_{12} \cdot (T_2 - T_1) + c_{23} (T_3 - T_2) + c_{31} (T_1 - T_3)}{c_{12} (T_2 - T_1)}$$

$$= \frac{2R \cdot (4T_1 - T_1) + 0,5R (2^{1,5} T_1 - 4T_1) + 2,5R (T_1 - 2^{1,5} T_1)}{2R (4T_1 - T_1)}$$

$$= \frac{6 + 2^{1,5} - 2 + 2,5 - 2^{1,5} \cdot 5}{2 \cdot 3} = \frac{8,5 - 4 \cdot 2^{1,5}}{6}$$

$$= \frac{17}{12} - \frac{2}{3} \sqrt{2} = 1 \frac{5}{12} - \frac{2}{3} \sqrt{2}$$

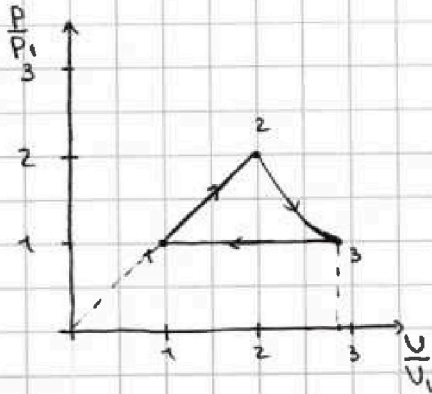
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$A_{12} = \frac{\nu R}{2} \cdot \Delta T$$

$$P_1 \cdot U_1 = \nu R \cdot T_1$$

$$P_2 \cdot U_2 = \nu R \cdot T_2$$

$$P_2 = 2^{1.5} P_1 = \nu R \cdot T_2 \cdot 2^{1.5}$$

$$pU = \nu RT$$

$$d(pU) = d(\nu RT)$$

$$dp \cdot U + dU \cdot p = \nu R \cdot dT \quad (4)$$

$$c \cdot dT \cdot \nu = \frac{3}{2} \nu R \cdot dT + p dU$$

$$(c - \frac{3}{2}R) \nu dT = p \cdot dU \quad (5)$$

$$(4), (5) \Rightarrow p \cdot dU = (c - \frac{3}{2}R) \cdot \nu \cdot \frac{dpU + dU \cdot p}{\nu R}$$

$$p \cdot dU = \frac{c - \frac{3}{2}R}{R} (dp \cdot U + dU \cdot p) \quad | \cdot \frac{1}{pU}$$

$$\frac{dU}{U} = \frac{c - \frac{3}{2}R}{R} \left( \frac{dp}{p} + \frac{dU}{U} \right)$$

$$\frac{dU}{U} \cdot \frac{R - c + \frac{3}{2}R}{R} = \frac{c - \frac{3}{2}R}{R} \cdot \frac{dp}{p}$$

$$\frac{dU}{U} \cdot 2 = \frac{dU}{U} \cdot \left( \frac{5}{2}R - \frac{R}{2} \right) = \left( \frac{R - \frac{3}{2}R}{2} \right) \cdot \frac{dp}{p} = - \frac{dp}{p}$$

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

$$A_{23} + \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23} = \frac{1}{2} \nu R \cdot \Delta T_{23}$$

$$A_{12} = \frac{\nu R \cdot \Delta T_{12}}{2}$$

$$A_{23} = - \nu R \cdot \Delta T_{23}$$

гид 23

$$dA = - \nu R dT = p dU = p \cdot dU = dp \cdot U + p \cdot dU$$

$$2 \cdot \ln \frac{U_3}{U_2} = - \ln \frac{P_3}{P_2} \Rightarrow U_3^2 P_3 = U_2^2 P_2$$

гид 12

$$A_{12} = \frac{\nu R \cdot \Delta T_{12}}{2}$$

$$dA = \frac{1}{2} \nu R dT = p dU = \frac{1}{2} p dU + \frac{1}{2} dp \cdot U$$

$$\frac{p dU}{R} = \frac{dp \cdot U}{2} \Rightarrow \frac{p dU}{U} = \frac{dp}{2}$$

$$\int_{U_1}^{U_2} \frac{p dU}{U} = \int_{P_1}^{P_2} \frac{dp}{2} \Rightarrow \ln \frac{U_2}{U_1} = \ln \frac{P_2}{P_1}$$





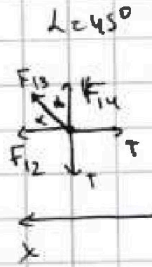
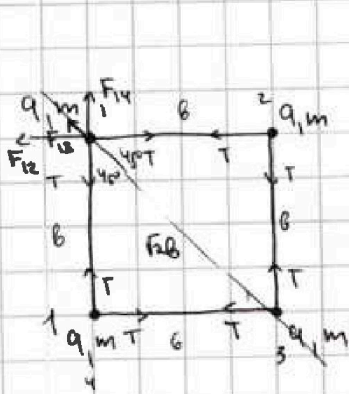
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

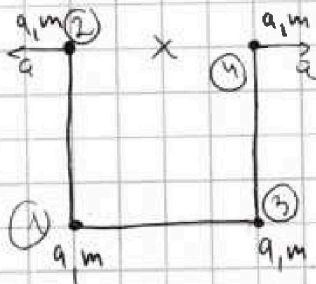
МФТИ

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

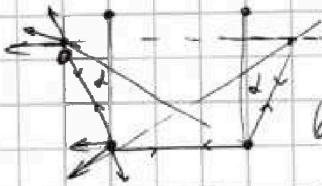


$$\text{Ox: } \cos 45^\circ \cdot F_{13} + F_{12} - T = 0$$

$$T = \cos 45^\circ \cdot \frac{kq^2}{2b^2} + \frac{kq^2}{b^2} = \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} + 1 \right)$$



в начальной точке  
прямая сразу пошла,  
как и что пережат ускорение  
верхних шаров  
будет  $\frac{T}{m}$



в со шара шарик  
вертикаль будут двигаться  
по окружности от него

~~перейдем в со шарик радиусом в  
2 и 3 двух углы по оир. оти что  
урадем в со шарик  
т и радиус шарик, то 3 шарик тоже  
будет неподвижен~~

~~в момент когда шарик будет находиться  
на той прямой, он будет в устойчивой положении~~

~~2 и 4 будут двигаться по окр. с центром  
в 1 и 3 соответственно~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

МФТИ

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

$$\begin{array}{r} 1,7 \\ \times 1,2 \\ \hline 34 \\ 170 \\ \hline 204 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ 119 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,9 \\ \times 1,3 \\ \hline 27 \\ 270 \\ \hline 117 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 14 \\ \hline 676 \\ 1358 \\ \hline 2366 \end{array}$$

$$\frac{2^{1,5}}{2} - \frac{4}{2}$$

$$\frac{5}{2} \cdot 2^{1,5}$$

$$\frac{17}{2} - 4 \cdot \sqrt{2}$$

$$\frac{17}{12} - \frac{2}{3} \sqrt{2}$$

$$gm \sin \alpha \Rightarrow \mu N$$

$$gm \sin \alpha - \mu N$$

$$\left( \frac{m v}{2} - h m g \right) - \frac{m v}{2} - \mu$$

$$10 \cdot 10$$

$$1,6 \cdot 10$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ \times 12 \\ \hline 20000 \\ 120000 \\ \hline 120000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 0,8 \\ \hline 112 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 12 \\ \hline 34 \\ 204 \\ \hline 204 \end{array}$$

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

$$U_0 \cdot T$$

$$U_0 - aT = 0$$

$$\frac{U_0}{10} = \frac{g}{10}$$

$$2 \cdot 36 \times \frac{4}{144}$$

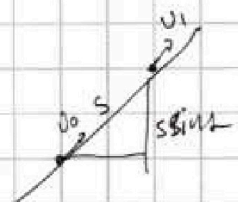
$$0,98$$

$$v \sin \alpha \cdot kg + \frac{m(v_0 + v)^2}{2} - \frac{m v^2}{2} = -m \cos \alpha \cdot kg \cdot L$$

$$\frac{v_0^2}{2} + \frac{v_0 v}{2} = gL (-m \cos \alpha - \sin \alpha) = -10$$

$$L = \frac{1}{2m \cos \alpha g} (v_0^2 + 2v_0 v) + \frac{L \operatorname{tg} \alpha}{v_0^2}$$

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



$$\left( \frac{m v^2}{2} + m \sin \alpha \cdot mg \right) - \left( \frac{m v_0^2}{2} \right) = -m s \cos \alpha \cdot mg$$

$$(m \cos \alpha + \sin \alpha) s g = \frac{m(v_0^2 - v^2)}{2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2 \cdot 10 \cdot 10^2} = \frac{4 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^2} = 0,8$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

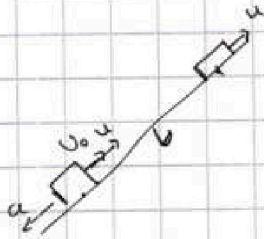
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

2)



$$L = \frac{U^2 - (U_0 + U)^2}{-2 \alpha} = \frac{U_0^2 + 2U_0U}{2 \alpha}$$
$$= \frac{U^2 + U \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 6} = \frac{16}{6} = \frac{8}{3} \text{ м}$$

3)

