



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.

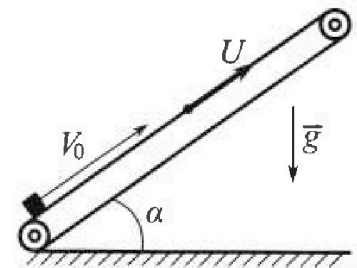
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

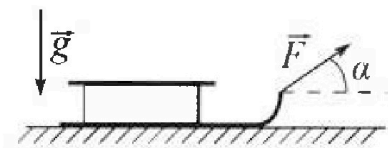
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

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.

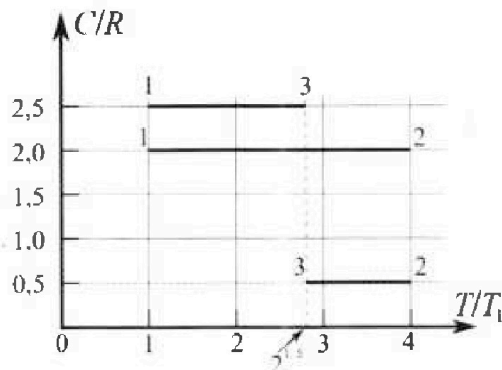
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



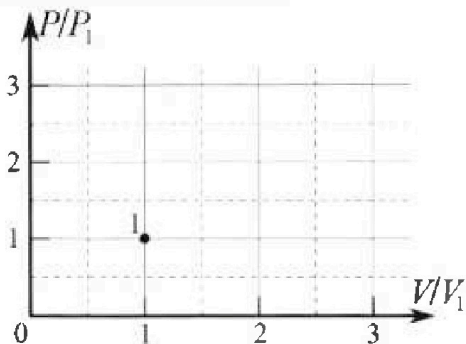
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



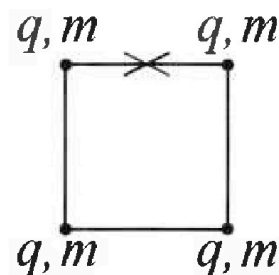
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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. Печать QR-кода недопустима!

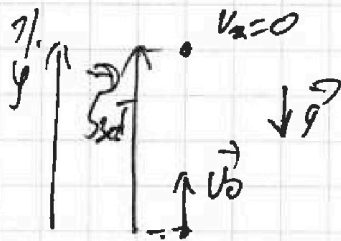
Вариант 7 №.

Дано:

$$T = 20$$

$v_0?$   
 $h_{\text{max}}?$

Решение:

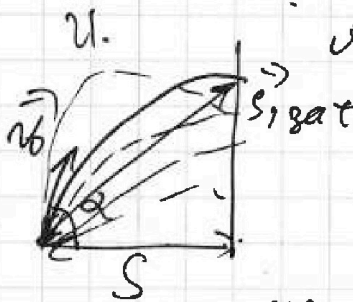


$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}T$$

$$0 = v_0 - gT$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

$h_{\text{max}}$  - максимальная высота удара  
мяча о стенку



$$h = t_{\text{уд}} v_{0y} - \frac{g v_0^2}{2}$$

$$h = t_{\text{уд}} S - \frac{g v_0^2 S^2 (t_{\text{уд}}^2 + 1)}{2 v_0^2}$$

Увеличим траекторию полёта  
мяча до стенки. значение высоты  
в момент удара

$$\frac{dh}{d t_{\text{уд}}} = S - \frac{g S^2 t_{\text{уд}}}{v_0^2} = 0 \quad t_{\text{уд}} = \frac{v_0^2}{g S} = \frac{20 \cdot 20}{10 \cdot 20} = 2$$

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

Ответ: 20 м/с; 15 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

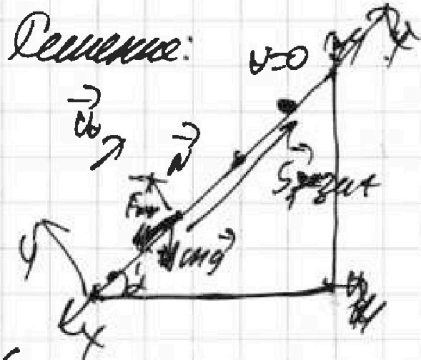
МФТИ

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



№2.

Дано:  
 $\sin \alpha = 0,8$   
 $v_0 = 4 \text{ м/с}$   
 $\mu = \frac{1}{3}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $T?$



$$m \vec{a} = m \vec{g} + \vec{F}_{\text{fr}} + \vec{N} \quad F_{\text{fr}} = \mu N$$

$$y: 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

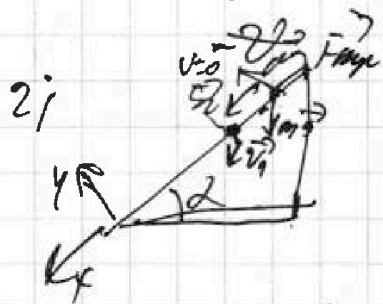
$$x: ma = \mu N + mg \sin \alpha$$

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

$$a = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2gS_1 \quad -v_0^2 = -2gS_1$$

$$S_1 = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$$



$$m \vec{a} = \vec{F}_{\text{fr}} + m \vec{g} + \vec{N}$$

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

$$x: ma = mg \sin \alpha - F_{\text{fr}} =$$

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 0,6 \cdot g = 6 \text{ м/с}^2$$

$$S_1 + S_2 = S \quad S_2 = 0,2 \text{ м} \quad 2aS_2 = v_1^2 - v^2$$

$$v_1^2 = 2 \cdot 6 \cdot 0,2 = 2,4 \quad v_1 = \sqrt{2,4} \text{ м/с}$$

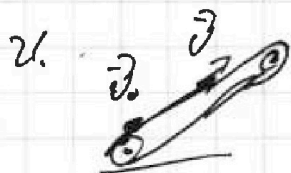
$$v = v_0 + g t_1 \quad x: 0 = -v_0 + g t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ с}$$

$$v_1 = v + a t_2 \quad x: v_1 = a t_2$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2,4}}{6} \text{ с}$$

$$t_1 + t_2 = T = 0,4 \text{ с} + \frac{\sqrt{2,4}}{6} = 0,4 + \frac{\sqrt{2,4}}{6} = 0,4 + \frac{\sqrt{2,4}}{6} = \frac{6 + \sqrt{2,4}}{6}$$



$$2aL = v^2 - v_0^2$$

$$+ 2gS = v^2 - v_0^2 \quad L = \frac{16 - 4}{20} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$

Когда скорость тела равна скорости трения сила трения направлена вверх.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

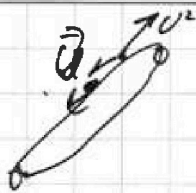
Отметьте крестиком номер задачи.

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

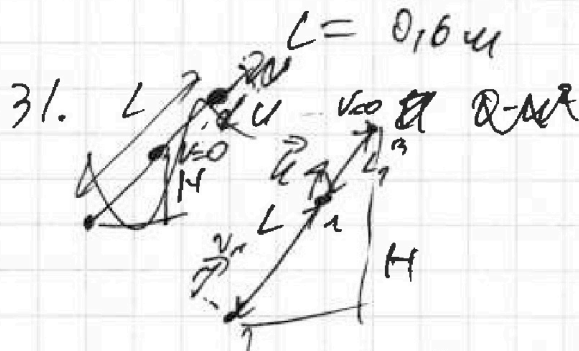
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$a_2 = 6 \text{ м/с}^2$ : путь увеличивается обратно

~~м.к.~~  $2gS = v^2 - v^2 = 0 \quad S=0$

Также не рассматривать



$v_1 = v_0$   
на участке 1-2  $a = g$  и  $v_2 = v_1$   
на участке 2-3  $a = 6 \text{ м/с}^2$  и  $v_3 = 0$

$$0 - v^2 = 2a \Delta s \quad L_1 = \frac{v^2}{2a} = \frac{2 \cdot 2}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3}$$

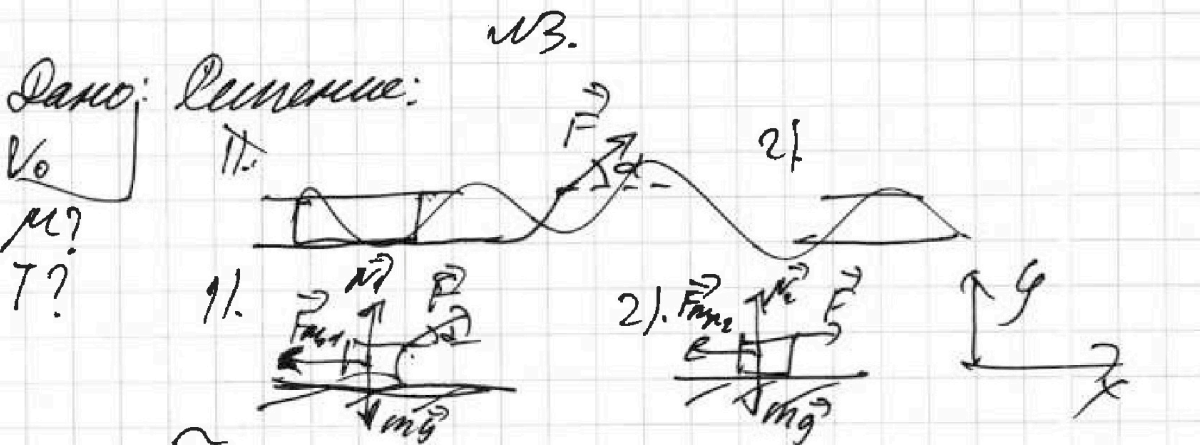
$$L_0 = L + L_1 = 0,6 + \frac{1}{3} = \frac{2,8}{3}$$

$$g \sin \alpha = \frac{H}{L_0} \quad H = g \sin \alpha L_0 = \frac{9,8 \cdot 2,8}{3} = \frac{8 \cdot 28}{25} = \frac{92}{75} \text{ м}$$

Ответ:  $T = \frac{6 + \sqrt{151}}{75}$ ;  $L = 0,6 \text{ м}$ ;  $H = \frac{92}{75} \text{ м}$

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!



III. к. время одинаково для обеих случаев, то ускорения равны

$$1. m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{\text{тр1}} + m\vec{g}$$

$$y: N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$x: ma = F \cos \alpha - \mu N_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \quad (1)$$

$$2. m\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{\text{тр2}} + m\vec{g}$$

$$y: N_2 = mg$$

$$x: ma = F - \mu N_2 = F - \mu mg \quad (2)$$

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

$$F(1 - \cos \alpha) = \mu(mg - F \sin \alpha)$$

$$\mu = \frac{F(1 - \cos \alpha)}{mg - mg + F \sin \alpha} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

3).  $v_0 \in (0; \frac{\pi}{2})$   $N = mg$   $x: ma = \mu N \sin \alpha$   
 $ma = N + F \sin \alpha + m\vec{g}$   $a = \mu g$   
 $v^2 - v_0^2 = 2as$   $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}T$   
 $x: 0 = v_0 - aT$   $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$

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

МФТИ

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



Решение:  
 Дано:  $Q_{12} = C_V V \Delta T = 2R V \Delta T = \Delta U + A_{12} = \frac{3}{2} V R \Delta T + A_{12}$   
 $A_{12} = \frac{1}{2} V \Delta T R = \frac{(1600 - 400) \cdot 8.31}{2} = 600 \cdot 8.31 = 6 \cdot 837$

$A_{12} = 4986 \text{ Дж}$

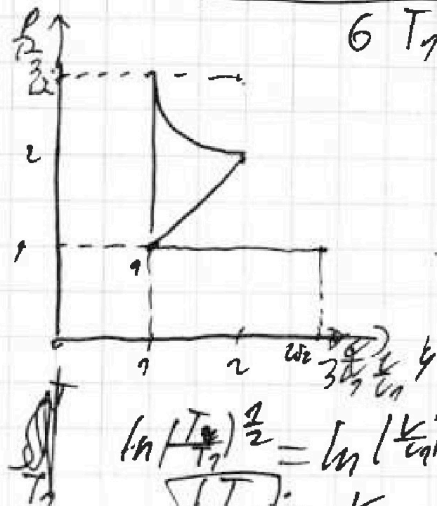
$\eta = \frac{Q_{\text{пол}} - |Q_{\text{от}}|}{Q_{\text{пол}}}$       $Q_{\text{пол}} = Q_{12}$       $\Delta T > 0$   
 $Q_{\text{от}} = Q_{23} + Q_{31}$       $\Delta T < 0$   
 $|Q_{\text{от}}| = -Q_{\text{от}}$

$Q_{12} = 2R V \Delta T_1 = 2R V (4T_1 - T_1) = 6R V T_1$   
 $T_1 = 1600$

$Q_{23} = 0.5R V (2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) = R V (\sqrt{2}T_1 - 2T_1)$

$Q_{31} = 2.5R V (T_1 - 2\sqrt{2}T_1) = R V (2.5T_1 - 5\sqrt{2}T_1)$

$\eta = \frac{6R V T_1 + R V (\sqrt{2}T_1 - 2T_1) - 2.5R V T_1 + 5\sqrt{2}R V T_1 - 5\sqrt{2}R V T_1}{6R V T_1}$   
 $= \frac{6T_1 + 0.5T_1 - 4\sqrt{2}T_1}{6T_1} = \frac{6.5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12}$



$\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{3}{2}} = \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$   
 $\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$   
 $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$

Решение:  
 1)  $C = 2$   
 2)  $\frac{1}{2} V R \Delta T = \frac{3}{2} V R \Delta T + A_{12}$   
 На участке 1-2 идеального газа  
 $\frac{1}{2} V R \Delta T = P dV$       $P = \frac{V R T}{V}$   
 $\frac{1}{2} V R dT = \frac{V R T dV}{V^2}$   
 $\frac{1}{2} \frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$       $\int_{T_1}^{T_2} \frac{1}{2} \frac{dT}{T} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$   
 $\frac{P}{P_1} = \frac{V_1 T_1}{V T_2} = \frac{V_1 V_2}{V^2 V_1} = \frac{V_2}{V}$

2)  $\frac{1}{2} V R \Delta T = -\frac{3}{2} V R \Delta T + A_{23}$       $P dV = 2 V R dT$

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!



$$U_{\text{к}} T \delta V = 2 J \rho d T$$

$$\frac{dV}{V} = \frac{2 dT}{T}$$

по аналогии

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{2\sqrt{2} T_1}{T_1}\right)^2 = \frac{1}{2}$$

$$V_2 = 2V_1 \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{2V_1} = \frac{1}{2} \quad \frac{V_3}{V_1} = 7$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{2V_1} = \left(\frac{T}{4T_1}\right)^2 = \frac{V}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2 \cdot 8}$$

$$\frac{V}{2V_1} = \left(\frac{T}{4T_1}\right)^2$$

$$\frac{V}{V_1} = \frac{T^2}{T_1^2 \cdot 8}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1} \frac{T}{T_1} = \frac{V}{V_1} \sqrt{\frac{8V}{V_1}} = \frac{T^2}{T_1^2} = \sqrt{\frac{8V}{V_1}} \sqrt{\frac{8V}{V_1}} = \frac{T}{T_1}$$

$$= \sqrt{\frac{V_1}{V} \cdot 8} = \sqrt{\frac{8}{x}} \quad P_3 = \sqrt{8}$$

3-7.

$$2,5 U_{\text{к}} T = -\frac{3}{2} U_{\text{к}} T \quad A_{37}$$

$$A_{37} = 4 U_{\text{к}} T \quad \frac{dV}{V} = \frac{4 dT}{T_3}$$

$$\frac{V}{V_3} = \left(\frac{T}{T_3}\right)^4 = \left(\frac{T_1}{2,5 T_1}\right)^4$$

$$\frac{V}{V_1} =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

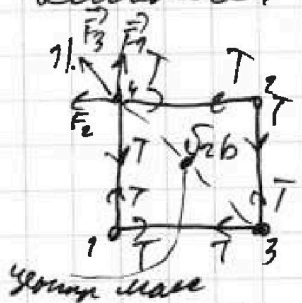
1  2  3  4  5  6  7



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

Дано:  
 $m, g, b$   
 $T, \mu$   
 $d$

Решение:



В силу симметрии  $T_{лев}$  и  $T_{прав}$  натяжения нитей равны

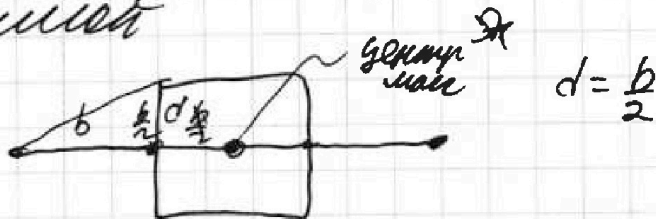
На ось  $y$   
 $m\vec{a} = \vec{F}_3 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{T} + \vec{T}$

Уг.:  $0 = F_1 + F_3 \cos 45 - T$   
 $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \sqrt{2}}{2b^2} = \frac{kq^2 (\sqrt{2} + 1)}{2b^2} = \frac{kq^2 (2 + \sqrt{2})}{2b^2}$

Центр масс системы шариков не является центром масс системы шариков (в начале координат центр масс равен нулю, а ускорение центра масс равно нулю только если шариков нет).

Оба маятника верхних шарика движутся в ~~оба~~ противоположные стороны и сталкиваются друг с другом (оба шарика движутся шариками шариками также направленные движением).

Момент, когда все шары на одной прямой



- 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!



$$P_1 V_1 = \nu R T_1 \quad P V = \nu R T \quad \frac{D}{P_1} = \frac{\nu I}{V T_1} = \frac{1}{X T_1}$$

$$Q = 2R \nu (T_1 - T_2) = T_1 \nu R T = \frac{Q + 2R \nu T_1}{2R \nu}$$

$$C_p = \nu R T = P \nu V$$

$$P \nu V = \nu R T \quad \nu R T = P \nu V$$

$$A_{\text{max}} = P \nu V = 2R \frac{1}{2} \nu R \nu T$$

$$P \nu V = \frac{1}{2} \nu R \nu dT \quad P = \frac{1}{2} \frac{\nu R \nu}{\nu V} \quad P \nu V = \frac{1}{2} \nu R \nu T$$

$$y = \frac{(\nu R T_1 + \frac{1}{2} \nu R \nu dT) \cdot P_1}{P_1 V_1} \quad P_1 V_1 - P_2 V_2 = P_1 V_1 \quad P = \frac{1}{2} \nu R \nu \frac{dT}{dV}$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = \frac{1}{2} \nu R \nu dT$$

7  
837  
6  
4986

$$y x = \frac{T}{T_1} \quad T = T_1 y x$$

$$P = \frac{(P_1 V_1 + \frac{1}{2} \nu R \nu T_1 y x)}{V_2 \nu R T_1}$$

$$y x = \nu R T_1 + \frac{1}{2} \nu R \nu (T - T_1)$$

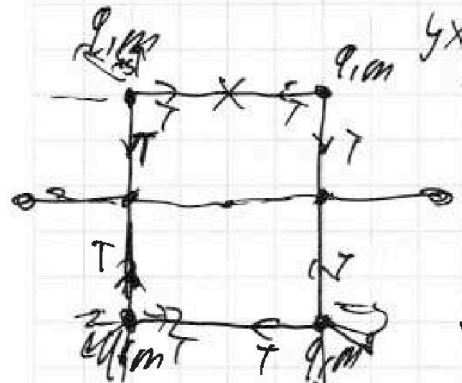
$$\nu R T_1 y x = \nu R T_1 + \frac{1}{2} \nu R \nu T_1 y x - \frac{1}{2} \nu R \nu T_1$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{P_1 V_1} = \frac{\frac{1}{2} \nu R \nu (T - T_1) + \nu R T_1}{P_1 V_1 \nu R T_1}$$

$$y x = \frac{\frac{1}{2} \nu R \nu T_1}{\frac{1}{2} \nu R \nu T_1} \quad y = \frac{1}{x}$$

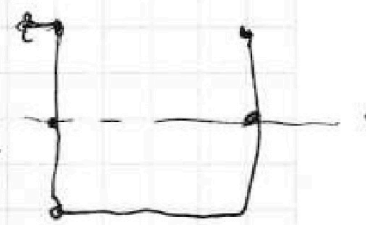
$$y x = \frac{2600}{800} = 3.25$$

$$\frac{1}{2} \nu R \nu (T - T_1) = P \nu V \int P dV$$



$$m a = T - \frac{k q^2}{b^2} + \frac{k a^2}{2 b^2} \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$m a = \frac{k q^2}{b^2} + \frac{k q^2}{2 b^2} T \cdot 2 m a$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

$\chi \gamma = P_2 V_2 = V P T$   
 $P_1 V_1 = V P T_1$   
 $\frac{P_1 V_1}{P_1 V_1} = \frac{T}{T_1}$   
 $V P T = -\frac{3}{2} (1.5) V P T + \chi$   
 $2 V P T = 2 P_1 V_1 T_1$   
 $\frac{2 \Delta T}{T} = \frac{dV}{V}$

$P V^\gamma = \text{const}$   
 $\frac{P}{P_1} \frac{V}{V_1} = \gamma$   
 $\chi \gamma = \gamma$   
 $P = \text{const}$

$2 - \frac{3}{2}$   
 $\frac{1}{2}$

$2.15 \text{ } \gamma ?$   
 $0.5 = \frac{3}{2} - 1$   
 $P V = 2^{2.15} P T_1$   
 $P V_1 = 2^{2.15} P T_1$   
 $\frac{P V}{P V_1} = \frac{T}{T_1}$   
 $\frac{P V}{P V_1} = \frac{T}{T_1}$   
 $2 \left( \ln |T_2| - \ln |T_1| \right) = \ln |V_2| - \ln |V_1|$   
 $-2/\gamma \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^\gamma = \ln \frac{V_2}{V_1}$   
 $\left( \frac{T_2}{T_1} \right)^\gamma = \frac{V_2}{V_1}$   
 $\sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$   
 $P = \frac{V P T}{V}$

$D = -\frac{3}{2} + 1.2$   
 $\frac{2}{2} \frac{dV}{V} = P dV = \frac{V P T}{V} dV$   
 $\frac{2}{2} \frac{dV}{V} = \frac{dV}{V}$   
 $\ln |T_2|^\gamma - \ln |T_1| = \ln |V_2| - \ln |V_1|$   
 $\frac{2}{2} \ln \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^\gamma = \ln \frac{V_2}{V_1}$   
 $\frac{V_2}{V_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^\gamma$   
 $\frac{P}{P_1} = \frac{V_2^\gamma}{V_1^\gamma}$

$\frac{1600}{800} = 2$   
 $2 \cdot \sqrt{2}$   
 $\frac{T}{T_1}$   
 $\frac{2}{2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$   
 $\frac{2}{2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \frac{V_2}{V_1}$   
 $\frac{1}{2\sqrt{2}}$   
 $\frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{16 \cdot 4 \cdot 64}$   
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{64}$   
 $\frac{V_3}{V_1} = 7$   
 $0.5 \chi$   
 $V_3 = V_1$



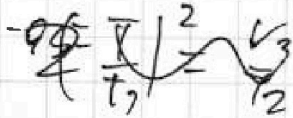
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input 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. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

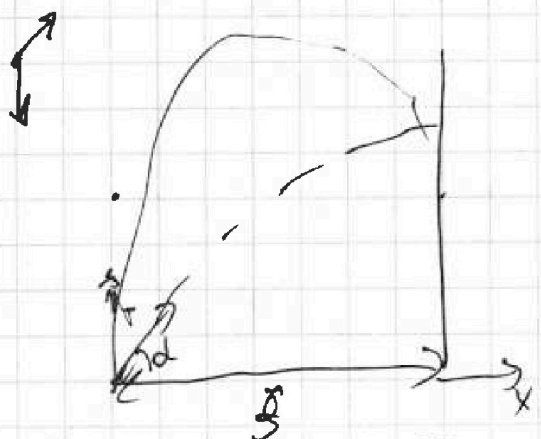
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

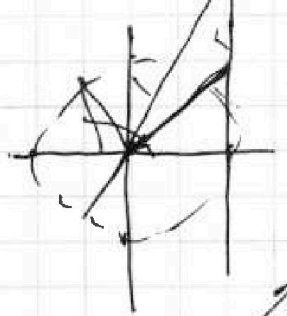
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

11.  $T = 2\pi$   $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$   $y: 0 = v_0 - gt$   
 $\frac{4 \cdot 63 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 6}{105}$   $v_0 = gt = 20 \text{ м/с}$

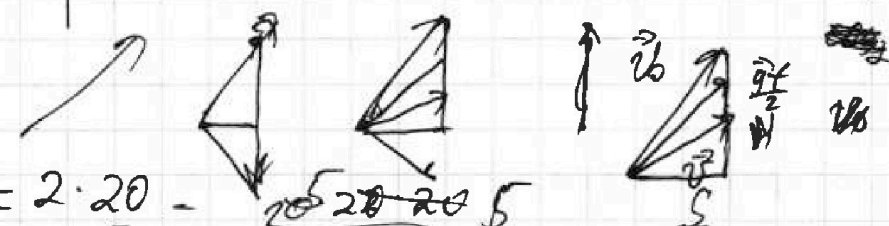


$v_0 \cos \alpha t = S \quad t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$   
 $h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$   
 $h = \frac{v_0 \sin \alpha S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$   
 $h = \tan \alpha S - \frac{g S^2 (1 + \tan^2 \alpha)}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$\frac{dh}{d \tan \alpha} = S - \frac{2g S^2 \tan \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} + \frac{g S^2}{2 v_0^2} = 0$   
 $\tan \alpha = \frac{S v_0^2}{g S^2} = \frac{v_0^2}{g S} = \frac{20^2}{9 \cdot 5} = \frac{400}{45} = 2$



$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$   
 $\sin \alpha = \frac{1}{5}, \cos \alpha = \pm \frac{1}{5}$   
 $\sin \alpha = \pm \sqrt{1 - \frac{1}{25}} = \pm \frac{2}{5}$



$h = 2 \cdot 20 = 40$   
 $15 = 20x - \frac{9.5}{2} (x^2 + 1)$   
 $15 = 20x - 5x^2 - 5$   
 $5x^2 - 20x + 20 = 0$

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 черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$v = 0$$

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

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



$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$S = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = \frac{gt^2}{2} - v_0 t + S = 0$$

$$10 \cdot t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 10 = -24$$

$$v_0 = 295 \cdot \frac{165}{70} = 716$$

$$1 = 4t - 10t^2$$

$$5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D = 16 - 20 = -4$$

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,64} = \sqrt{0,36} = 0,6$$



$$mg \cos \alpha = N$$

$$ma = F_{тр} + mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a = g(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8) = \frac{2}{3}g + 8 = 10$$

$$S = \frac{2}{2 \cdot 10} = 0,1$$

$$v = v_0 - at = 4 - 10 \cdot 0,1 = 3$$

$$v_0^2 - v^2 = 2gS$$

$$4 - 2 = 20S = \frac{2}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{4}{5} \quad L = \frac{4 \cdot 4^2}{2 \cdot 10} = 16$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} + mgL \sin \alpha = -F_{тр} L \cos \alpha$$

$$v_0^2 - v^2 = 2g(L \sin \alpha + \mu L \cos \alpha)$$

$$S = 0,4$$

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

$$0 = \frac{mv_0^2}{2} + mgL$$

$$\frac{Mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + mgL \sin \alpha = 0$$

$$g \sin \alpha L = \frac{v_0^2}{2} - \frac{v^2}{2} \quad \frac{(M+m)v_0^2}{2(M+m)} - \frac{mv_0^2}{2} + mgL \sin \alpha = \frac{2g^2}{2}$$

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. Печать QR-кода недоступна!

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + mgs \sin \alpha L = 0 \quad \frac{v^2 (m+M) m^2 v_0^2}{2(m+M)} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v = \frac{m}{m+M} v_0 \quad \frac{m^2 v_0^2}{2(m+M)} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{v^2 (m+M)}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{v^2 (m+M)}{2} = 2mgs \sin \alpha L$$

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

$$4 \cdot 4 \rightarrow \frac{v^2}{2} = \left( \frac{m}{m+M} \right)^2 v_0^2 \quad \text{or} \quad v^2 (m+M) = v^2 m (m+M) + 2g s \sin \alpha L m^2$$

$$2 \cdot 10 \cdot 48 \quad v^2 (M^2 + 2mM + m^2 - m^2 - mM) = 2g s \sin \alpha L m^2$$

$$\text{or} \quad v^2 = \frac{2g s \sin \alpha L m^2}{M^2 - mM}$$

$$v_0^2 = \frac{(m+M)^2}{m^2} v^2 = \frac{M(m+M)}{m^2} v^2$$

$$\frac{v^2 (m+M)}{2} - \frac{M(m+M)^2 v^2}{2m^2} + 2g m s \sin \alpha L = 0$$



$$\frac{v^2}{2} (m^2 + mM - M^2 - 2mM + m^2) = -2g m s \sin \alpha L$$

$$\frac{v^2 m (m+M)}{2} = 2g m^2 s \sin \alpha L$$

$$\frac{v^2 M^2 (m+M)}{2} = g m^2 s \sin \alpha L$$

$$Ma = \frac{F_{\text{net}}}{M}$$

$$F_{\text{net}} = -m a$$

$$v = \frac{g s \sin \alpha t}{M}$$



$$m g \sin \alpha + \frac{m m a}{M} + F_{\text{net}} + m g \sin \alpha = m a$$

or

$$a = \frac{m g \cos \alpha \mu}{M} + \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$a = g \left( \frac{m \cos \alpha \mu}{M} + \mu \cos \alpha + \sin \alpha \right)$$

$$-2gS = v^2 - v_0^2$$

$$S = \frac{v_0^2}{2} M$$

$$a = 10 \cdot M$$

$$v = \frac{v_0^2}{2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2 \cdot 10} = 48 \quad \text{or} \quad v_0 = at$$

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. Печать QR-кода недопустима!

$$\frac{2}{6} \frac{1}{3} c$$

$$2g \frac{2}{3}$$

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

$$N_2 = mg$$

$$F \cos \alpha = \mu$$

$$\mu g$$

$$2a \frac{2}{3}$$

$$v_0 t = \mu g$$

$$t = \frac{1 - \cos \alpha}{5 \mu g} v_0$$

$$C = 2R$$

$$C = 2R$$

$$Q = \frac{2}{\sqrt{AT}}$$

$$Q = 2R \sqrt{AT} = \frac{3}{2} \sqrt{AT} + A \cos \alpha$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} R \sqrt{AT} = 1600 - 400 = 1200$$

$$Q = 2R \sqrt{AT} =$$

$$= 2R \sqrt{1600 - 400} =$$

$$= 2R \sqrt{1200}$$

$$\frac{T}{T_1} = 2 \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} = 2\sqrt{2}$$

$$\frac{P}{P_1} = \dots$$

$$P_1 \frac{V}{V_1} = \frac{P}{P_1} = \frac{T}{T_1} \frac{V_1}{V} = \frac{T}{T_1} \frac{1}{X} =$$

$$\frac{P}{P_1} \frac{V}{V_1} = \frac{T}{T_1} \frac{V_1}{V} = \frac{T}{T_1} \frac{1}{X} =$$

$$S = -v_0 t + \frac{a t^2}{2} = -\frac{2 \cdot 2}{3} + \frac{8 \cdot 4}{2 \cdot 9} = 0$$

$$m a = F \cos \alpha - \mu (N_1)$$

$$m a = F - \mu N_2$$

$$F(1 - \cos \alpha) = \mu(m a - m g)$$

$$m g - m a + \mu m g = F - F \cos \alpha + \mu m g - \mu m a = 0$$

$$\frac{1 - \cos \alpha}{5 m g} = \mu$$

$$1 - \cos \alpha \geq 0$$

$$\sin \alpha \neq 0$$

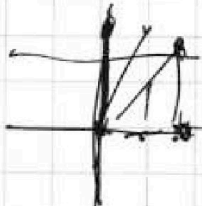
$$\alpha \neq 0; \pi$$

$$\cos \alpha \leq 1$$

$$\alpha \neq 0; \pi$$

$$\alpha \neq 0; \pi$$

$$\alpha \in (0; \frac{\pi}{2})$$



1  
2,37  
600  
000  
000  
69861  
837

$$Q_{\text{max}} = Q_{12} \quad Q_{\text{max}} = Q_{23} + 0,37$$

$$= 247,5 \text{ T}$$

$$Q_{23} = 2,5 R \sqrt{(2\sqrt{2} T_1 - 4 T_1) + 2,5 R \sqrt{(T_1 - 2\sqrt{2} T_1)}}$$

$$R \sqrt{(\sqrt{2} T_1 + 0,5 T_1 - 5\sqrt{2} T_1)}$$

$$R \sqrt{(4\sqrt{2} T_1 - T_1)}$$

$$2 \cdot 42 \cdot 2 R \sqrt{3 T_1} - 4\sqrt{2} T_1 + \frac{T_1}{2}$$

$$2 R \sqrt{3 T_1}$$

$$\frac{13 - 4\sqrt{2}}{6}$$

$$\frac{114,4}{6}$$

9,43  
2,4  
1,2