

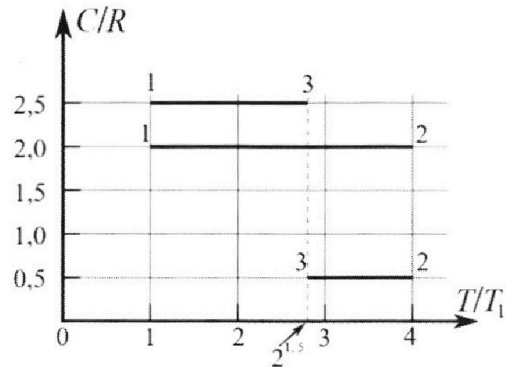
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



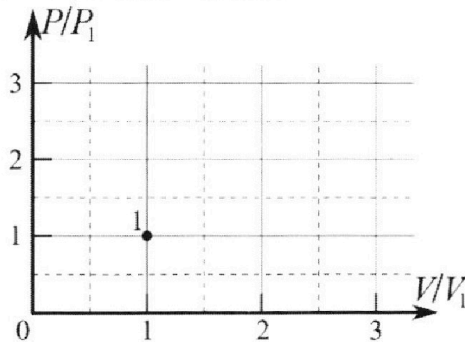
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



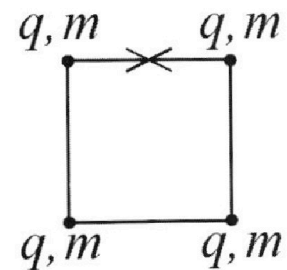
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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.



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.

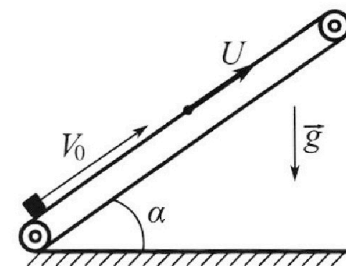
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

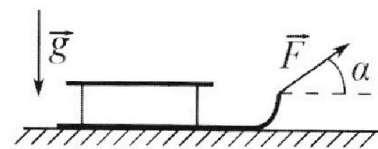
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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!

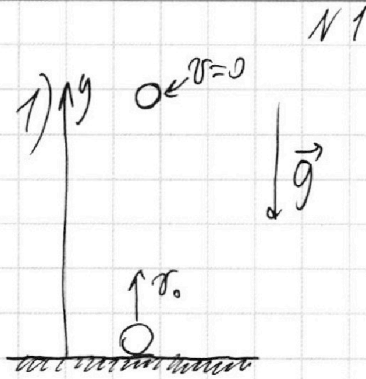


$T = 2c$

$S = 20 \text{ м}$

1)  $v_0 = ?$

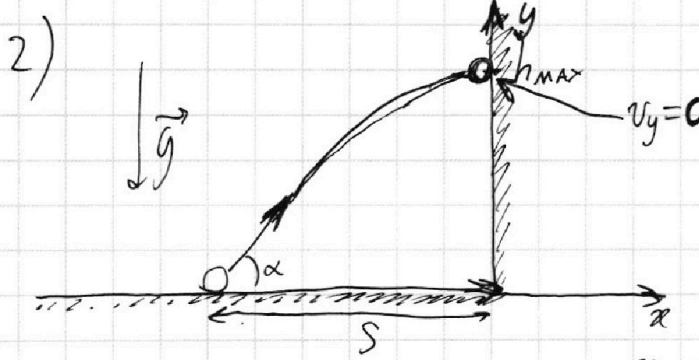
2)  $h_{\text{max}} = ?$



$y: v = v_0 - gt$   
 $v = v_0 - gT = 0$   
 $v_0 = gT$

$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2c = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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



Мир будет на максимальной высоте, когда проекция его скорости на ось y будет равна 0.

t - время, при котором мир ударится о землю с максимальной высотой

$v_y = v_{0y} - gt = 0$

$v_y = v_0 \sin \alpha - gt = 0$

$v_0 \sin \alpha = gt \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

$y = h_{\text{max}} = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v_{0y}^2}{-2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$x: S = v_x t = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{S}{v_0 t}$

$\cos \alpha = \frac{S}{\frac{v_0 \sin \alpha}{g} v_0} = \frac{Sg}{v_0^2 \sin \alpha} = \frac{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{(20 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \sin \alpha} = \frac{1}{2 \sin \alpha}$

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

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

$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} \quad h_{\text{max}} = \frac{2 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

см. чер. чер.

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!

$$h_{\max} = \frac{(20 \frac{m}{c})^2 \frac{1}{4}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = \frac{(20 \frac{m}{c})^2 \frac{1}{2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 10 \text{ м}$$

Ответ:  $h_{\max} = 10 \text{ м}$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$\sin \alpha = 0,8$   
 $v_0 = 4 \frac{m}{c}$   
 $M = \frac{1}{3}$   
1)  $S = 1 m$   
2)  $V = 2 \frac{m}{c}$   
 $v = 0$   
1)  $T = ?$   
2)  $L = ?$   
3)  $H = ?$

По III закону Ньютона  
 $N = mg \cos \alpha$   
 $F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

Теперь найдем, на каком максимальном расстоянии  $l_{max}$  окажется каретка от точки старта

$$E_{к} = A_{тр} + E_{п}$$
$$E_{ср}: \frac{mv_0^2}{2} = F_{тр} l_{max} + mg l_{max} \sin \alpha$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mg \cos \alpha l_{max} + mg l_{max} \sin \alpha$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$
$$\cos \alpha = 0,6$$

$$l_{max} g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0^2}{2}$$

$$l_{max} = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \Rightarrow l_{max} = \frac{(4 \frac{m}{c})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} (\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8)} = \frac{4}{5} m = 0,8 m$$

Каретка пройдет вверх 0,8 м, затем будет двигаться 0,2 м вниз

после остановки II закон Ньютона

$$x: -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = -ma$$

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow a = 10 \frac{m}{c^2} (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$x: v_0 - at_1 = 0 \quad t_1 - \text{время до остановки}$$

$$v_0 = at_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{a}$$

$$t_1 = \frac{4 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2}} = 0,4 c$$

м. след. стр.

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

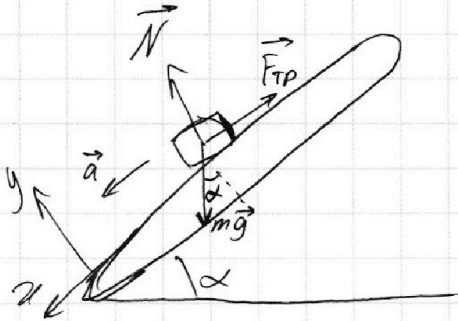
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



после остановки



По II закону Ньютона

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

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a = 10 \frac{m}{c^2} (0,8 - \frac{1}{3} 0,6) = 6 \frac{m}{c^2}$$

$$s' = s - l_{\max} = 1m - 0,8m = 0,2m - \text{осталась проехать}$$

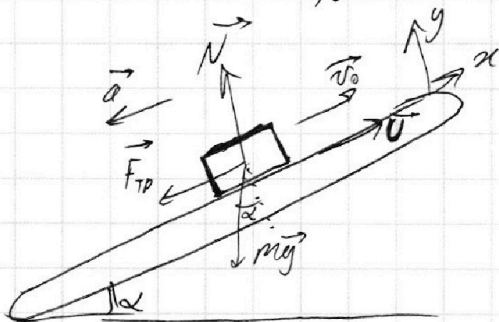
$$x = s' = \frac{a t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2s'}{a}} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2m}{6 \frac{m}{c^2}}} = \sqrt{\frac{1}{15}} c \approx 0,25c$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4c + 0,25c = 0,65c$$

Ответ:  $T = 0,65c$

2)



ЗСЭ:  $E_{k0} = A_{тр} + E_{п} + E_k$

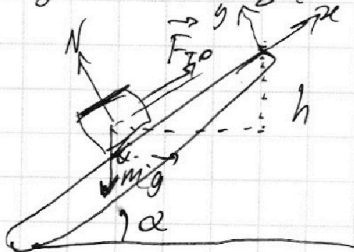
$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + mg L \sin \alpha + \frac{m v^2}{2}$$

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

$$L = \frac{v_0^2 - v^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} \Rightarrow L = \frac{(4 \frac{m}{c})^2 - (2 \frac{m}{c})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{c} (\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8)} = \frac{3}{5} m$$

Ответ:  $L = \frac{3}{5} m$

3) когда каретка камнем останавливается  
элемент движется вниз ( $v < v_0$ )



ЗСЭ:  ~~$m v_0^2$~~   $E_k = E_{п} + A_1$

$$E_k + A_{тр} = E_{п}$$

$h$  - высота, на которую каретка  
поднимется после остановки

см. см. стр.

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!



$$\frac{mU^2}{2} + \mu mg \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha} = mgh$$

$$h = g \cdot \cancel{h} \cdot \cancel{h}$$

$$\mu \cdot gh - \mu g \cos \alpha \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{U^2}{2}$$

$$hg(1 - \mu \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}) = \frac{U^2}{2}$$

$$h = \frac{U^2}{2g(1 - \mu \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha})} \Rightarrow h = \frac{(2 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} (1 - \frac{1}{3} \cdot \frac{0,6}{0,8})} = \frac{4}{15} \mu$$

$$H = h + L \sin \alpha$$

$$H = \frac{4}{15} \mu + \frac{3}{5} \mu \cdot 0,8 = \frac{56}{75} \mu$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{56}{75} \mu.$$

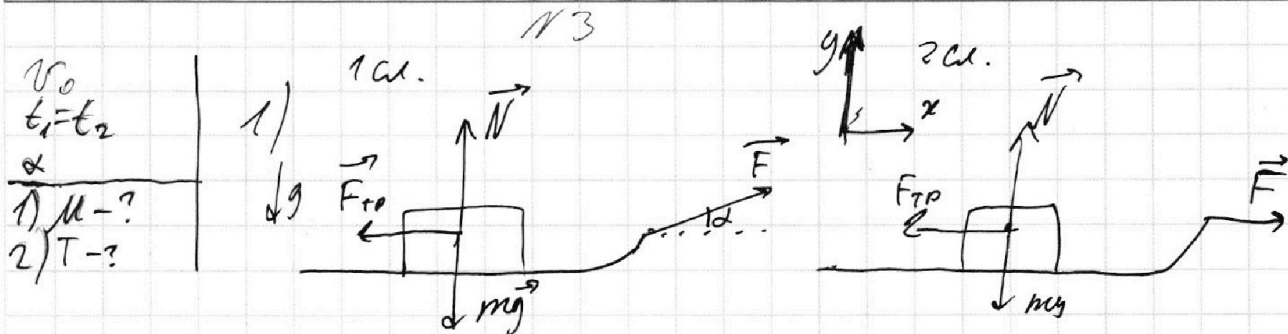
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



По II закону Ньютона:  $F \sin \alpha + N - mg = 0$

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

$$F_{тр} = \mu N = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

x:  $F \cos \alpha - F_{тр} = ma$

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

$$v_1 = v_2 = v_0, t_1 = t_2 \Rightarrow a = \text{const} \Rightarrow ma = \text{const}$$

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

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

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

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

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

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

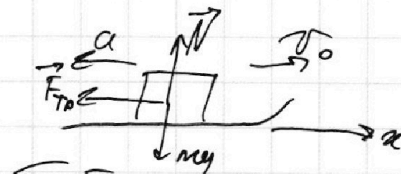
Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$

2)  $v = 0 = v_0 - aT$

$$v_0 = aT$$

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

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



По II закону Ньютона  $F_{тр} = -ma \Rightarrow a = \frac{F_{тр}}{m}$

$$F_{тр} = \mu mg$$

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g \Rightarrow a = g \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

$$C_{1-2} = 2R$$

$$C_{2-3} = 0,5R$$

$$C_{3-1} = 2,5R$$

$i = 3$  (одноатомный)

$$1) C = \frac{\Delta U}{\Delta T} \quad \#4$$

$$\Delta U_{1-2} = C_{1-2} \sqrt{V_{1-2}} = 2R \sqrt{V_{1-2}} (4T_1 - T_1) = 2\sqrt{V_{1-2}} 3T_1 = 6\sqrt{V_{1-2}} T_1$$

$$\Delta U_{2-3} = C_{2-3} \sqrt{V_{2-3}} = 0,5R \sqrt{V_{2-3}} (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1) (2^{\frac{3}{2}} T_1 - 4T_1)$$

$$\Delta U_{3-1} = C_{3-1} \sqrt{V_{3-1}} = 2,5R \sqrt{V_{3-1}} (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1 T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1)$$

~~Используем~~  $Q = A' + \Delta U$

$$Q = P \Delta V + \frac{i}{2} \sqrt{R} \Delta T$$

$$P V = \sqrt{R} T \Rightarrow Q = A' = \sqrt{R} (T - T_0) = \sqrt{R} \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{i}{2} A' \Rightarrow A'_{12} = \frac{2 \Delta U}{3} = \frac{2 \cdot 6 \sqrt{V_{1-2}} T_1}{3} = 4 \sqrt{V_{1-2}} T_1$$

Ответ:  ~~$A'_{12} = 4 \sqrt{V_{1-2}} T_1$~~

$$A'_{12} = 4 \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 400 \text{ K} = 13296 \text{ Дж}$$

Ответ:  $A'_{12} = 13296 \text{ Дж}$



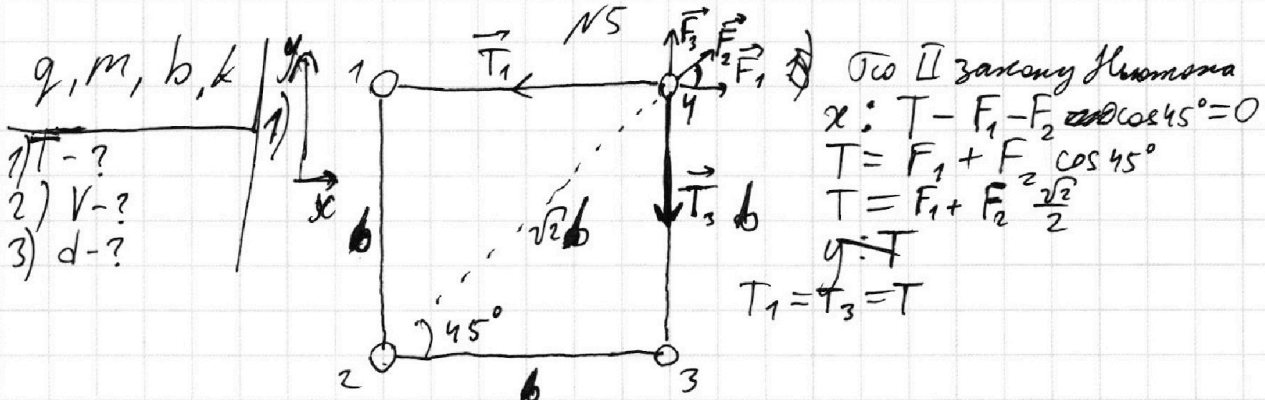
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

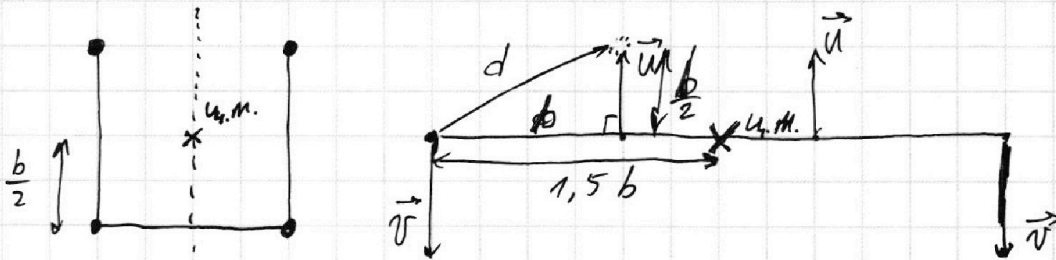
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

2)



Поскольку на систему не действуют внешние силы,  
её центр масс останется на том же месте.

Система симметрична относительно вертикальной оси, проходящей через центр масс

В тот момент, когда все шары окажутся на одной ~~одной~~ прямой,  
скорость тех, что вниз  $V$ , вверх  $U$

Поскольку центр масс системы не движется,  $U = V$

3) Конечная прямая будет проходить через центр масс,

$$d = \sqrt{b^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = b \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = b \sqrt{\frac{5}{4}}$$

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!

В системе отсчета, связанной с лентой, каретка движется со скоростью  $v'_0 = v_0 - v$   
 когда скорость каретки будет равна  $v$ , она остановится относительно ленты

$E(\tau) = \frac{mv_0'^2}{2} = E_k = A_{\tau 0} + E_n$

$\frac{mv_0'^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + mg \sin \alpha L \quad \frac{mv_0'^2}{2} = \mu mg \cos \alpha L + mg \sin \alpha L + \frac{mV^2}{2}$

$L g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0'^2}{2} \quad L g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0'^2 - V^2}{2}$

$L = \frac{v_0'^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{4}{20} = \frac{1}{5}$        $L = \frac{v_0'^2 - V^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{16 - 4}{20 \cdot 1} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$

$L = v'_0 - at$

По II закону Ньютона  
 $\chi: -ma = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$

$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 40 \frac{m}{c^2}$

$t = \frac{v'_0}{a} = \frac{2}{10} c$

$L_{\text{пер}} = vt = 2 \frac{m}{c} \cdot \frac{2}{10} c = \frac{2}{5}$

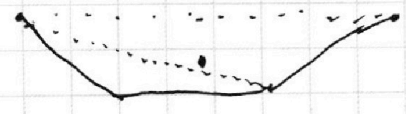
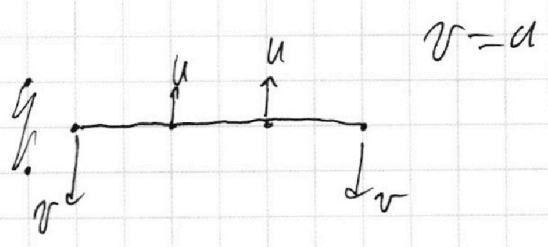
$\sin \alpha = \frac{h}{h} \Rightarrow h = \frac{L}{\sin \alpha} \sin \alpha$

$L = \frac{h}{\sin \alpha}$

$\sqrt{2k \log^2} = \frac{9}{6} \sqrt{2k} + k$   
 $F = \frac{9}{6} \sqrt{2k}$

$\frac{4}{20(1 - \frac{81}{84})} = \frac{1}{5 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{4}{15}$

$\frac{4}{15} + \frac{3 \cdot 84}{5 \cdot 105} = \frac{4^{15}}{15} + \frac{12^{13}}{25} = \frac{20 + 36}{75} = \frac{56}{75} \mu$



8,31  
 x 16,00  
 + 4986  
 831  
 13296,00

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!



$$y = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = v_{0y} \cdot \frac{v_{0y}}{g} - \frac{g \cdot v_{0y}^2}{2g^2} = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

$$v_{0y} - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{\max} = v_{0y} \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = v_0 \sin \alpha \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{s}{\cos \alpha} \left( \sin \alpha - \frac{gs}{2 v_0^2 \cos \alpha} \right)$$

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

$$\frac{sg}{v_0^2} = \frac{20 \cdot 10}{100} = \frac{20}{10} = 2 \Rightarrow \frac{1}{2}$$

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

$$\sin^2 \alpha + \left( \frac{sg}{v_0^2 \sin \alpha} \right)^2 = 1$$

$$\sin^2 \alpha = x$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{s^2 g^2}{v_0^4 x} = 1$$

$$x^2 - x + \frac{s^2 g^2}{v_0^4} = 0$$

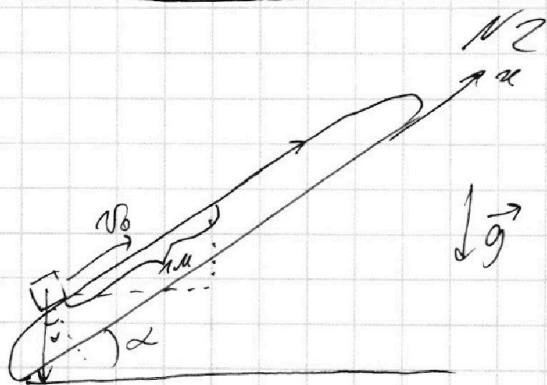
$$D = 1 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{1}{4} = 0$$

$$D = 1 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{1}{4} = 0$$

$$x = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$



$$F_{TP} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \mu mg \cos \alpha s_{\max} + mg s_{\max} \sin \alpha$$

$$s_{\max} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$s_{\max} = \frac{v_0^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} = \frac{10^2}{2 \cdot 10 \left( \frac{1}{3} \cdot 0,8 + 0,8 \right)} = \frac{10}{5 \cdot 1} = \frac{1}{5} \text{ м}$$

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

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

$$\sqrt{\frac{1}{15}} \approx \sqrt{\frac{1}{26}} \approx \frac{1}{4}$$

$$\frac{0,4}{6} = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{10}{3} = \frac{1}{15}$$