



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.

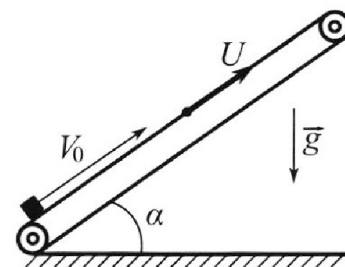
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². 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 α 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/с². 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.

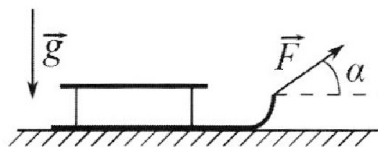
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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 μ 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.

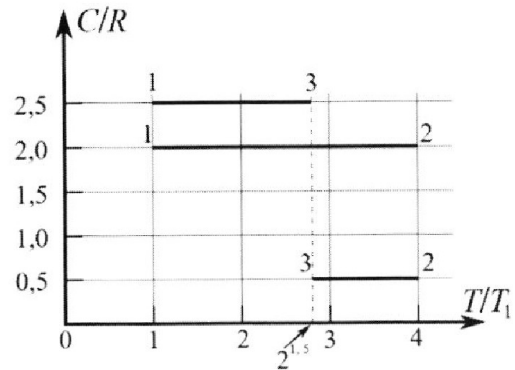


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

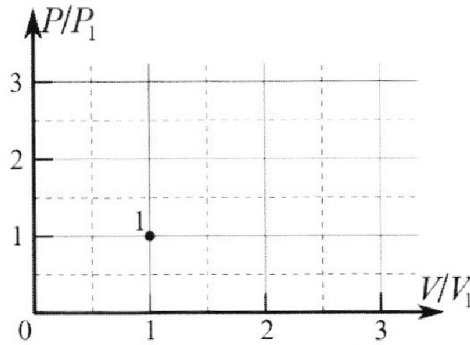
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



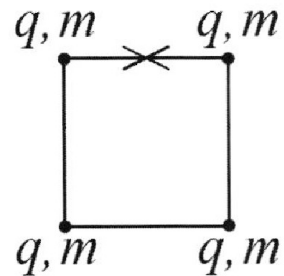
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η 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.

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:

$$T = 2\text{с}$$

$$S = 20\text{м}$$

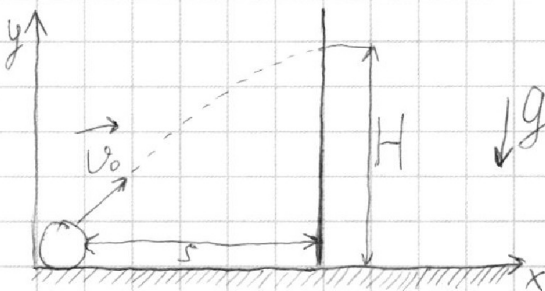
$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = ?$$

$$H = ?$$

Решение:

H - максимальная высота удара мяча о стенку.

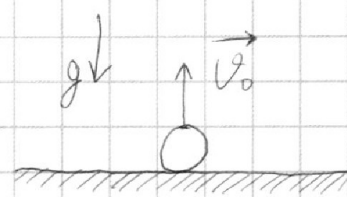


$$-g = \frac{V_x - V_0}{T}$$

$$g = \frac{V_0}{T}$$

$$V_0 = gT$$

$$V_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2\text{с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$V_x = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

V_x - скорость мяча на максимальной высоте

$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$, где V_{0x} - начальная скорость по Ox

$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$, где V_{0y} - начальная скорость по Oy

$g_x = 0$, где g_x - ускорение свободного падения по Ox

$g_y = -g$, где g_y - ускорение свободного падения по Oy

t - время полета мяча при отсутствии стенки

$t = 2 t_{\text{воз}}$, где $t_{\text{воз}}$ - время, за которое

шарик достигнет g_0 стенки

$$\begin{cases} 2S = V_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2} \\ 0 = V_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2S = V_0 \cos \alpha t \\ 0 = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{g t}{2 V_0} \\ \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4 V_0^2}} \end{cases}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4 V_0^2}}$$



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!

$$2S = V_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4V_0^2}} t;$$

$$4S^2 = V_0^2 \cdot \frac{4V_0^2 - g^2 t^2}{4V_0^2} \cdot t^2;$$

$$g^2 t^4 - 4V_0^2 t^2 + 16S^2 = 0;$$

$$t = 2\sqrt{2}C$$

$$\sin \alpha = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 2\sqrt{2}C}{2 \cdot 20 \frac{m}{c^2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$t_{\text{гор}} = \frac{t}{2}$$

$$t_{\text{гор}} = \sqrt{2}C$$

$$H = V_{0y} t_{\text{гор}} + \frac{g t_{\text{гор}}^2}{2}$$

$$H = V_0 \sin \alpha t_{\text{гор}} - \frac{g t_{\text{гор}}^2}{2}$$

$$H = 20 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2}C - \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot (\sqrt{2}C)^2}{2} = 10M$$

$$\text{Ответ: } 20 \frac{m}{c^2}; 10M$$

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:

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

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

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

$$S = 1,4$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

$$U = 2 \frac{m}{c}$$

T-?

L-?

H-?

Решение:

m - масса коробки

N - сила реакции опоры

F_{тр} - сила трения

a - ускорение коробки

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

$$O_x: ma = -mg \sin \alpha - F_{тр}$$

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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

$$S = v_0 T + \frac{aT^2}{2}$$

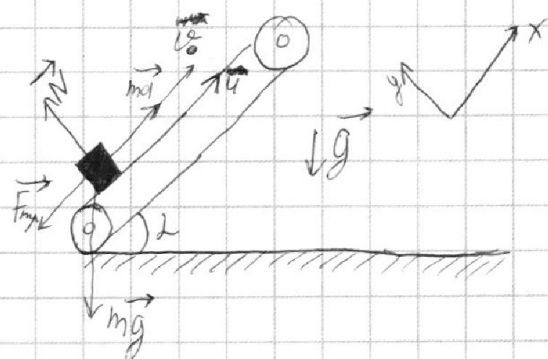
D - дискриминант

D < 0 $\Rightarrow$ коробка не пройдет путь S=1,4

$$L = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(0 \frac{m}{c})^2 - (4 \frac{m}{c})^2}{-20 \frac{m}{c^2}} = 0,8 \text{ м}$$

$$H = \frac{\sin \alpha ((0 \frac{m}{c})^2 - v_0^2)}{2a} = \frac{((0 \frac{m}{c})^2 - (4 \frac{m}{c})^2) \cdot 0,8}{-20 \frac{m}{c^2}} = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: нет такого T; 0,8; 0,64



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: Решение:

$\vec{m}\vec{a} = \vec{F} + \vec{N}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}}$

F — сила, которая тянет

g — сила тяжести

N — сила реакции опоры

mg — сила тяжести

$F_{\text{тр}}$ — сила трения

(1) $mx: ma = F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}$

$Oy: 0 = N_1 + F \sin \alpha - mg$

$N_1 = mg - F \sin \alpha$

$F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu (mg - F \sin \alpha)$

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

(2) $Ox: ma = F - F_{\text{тр}2}$

$Oy: 0 = N_2 - mg$

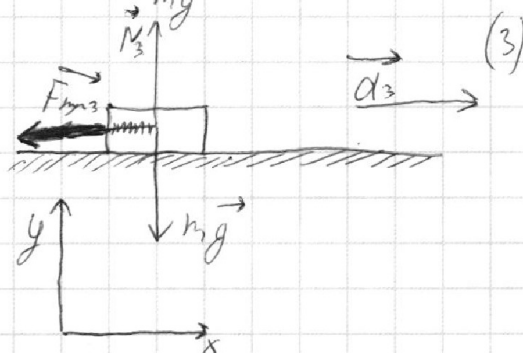
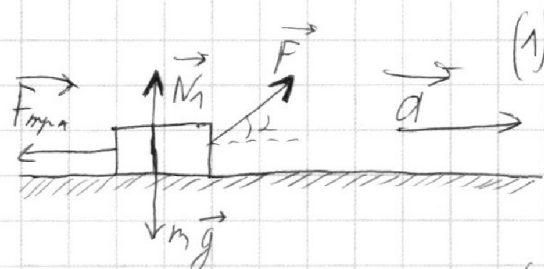
$N_2 = mg \quad F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu mg$

$ma = F - \mu mg$

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

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

(3) $m\vec{a}_3 = \vec{N}_3 + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}3}$





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!

$$Ox: m a_3 = - F_{mp3}$$

$$Oy: N_3 = mg$$

$$F_{mp3} = \mu N_3 = \mu mg$$

$$m a_3 = - \mu mg$$

$$a_3 = \frac{-\mu g}{1}$$

$$\frac{-\mu g}{1} = -\mu g$$

$$T = \frac{\mu g}{1 - \cos 2} = \frac{\mu g \sin 2}{(1 - \cos 2)}$$

$$\text{Answer: } \frac{1 - \cos 2}{\sin 2} \cdot \frac{\mu g \sin 2}{(1 - \cos 2)}$$

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!

Дано:

$$\nu = 1 \text{ моль}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

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

$$A_{12} = ?$$

$$\eta = ?$$

Решение:

$$A_{12} = \nu \cdot 2R \cdot 3T_1 = 1 \text{ моль} \cdot 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 3 \cdot 400 \text{ К} \approx 20000 \text{ Дж}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} \cdot 100\%$$

$$Q_H = Q_{12} = \nu \cdot 2R \cdot 3T_1 = 6\nu RT_1$$

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

$$Q_{23} = \nu \cdot 0,5R \cdot (2^{3,5}T_1 - 4T_1)$$

$$Q_{31} = \nu \cdot 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5}T_1)$$

$$\eta = \frac{6\nu RT_1 - \nu R (0,5(4T_1 - 2^{3,5}T_1) + 2,5(2^{1,5}T_1 - T_1))}{6\nu RT_1} \cdot 100\%$$

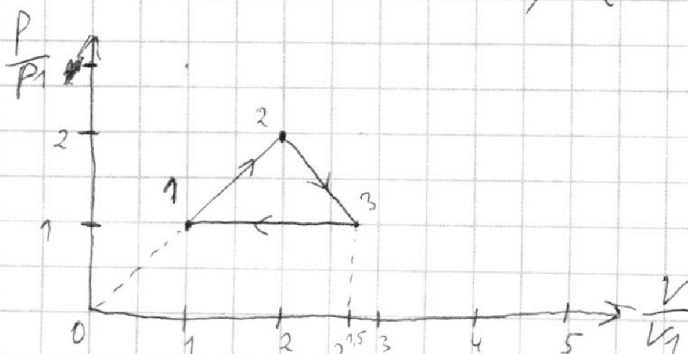
$$\eta = \frac{6T_1 - 0,5T_1(4 - 2^{3,5}) - 2,5T_1(2^{1,5} - 1)}{6T_1} \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(1 - \frac{1}{12} \cdot 4 + \frac{1}{12} \cdot 2^{3,5} - \frac{5}{12} \cdot 2^{1,5} + \frac{5}{12}\right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(1 + \frac{1}{12} + 2^{1,5} \left(\frac{1}{12} - \frac{5}{12}\right)\right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(1 + \frac{1}{12} - 2^{1,5} \cdot \frac{1}{3}\right) \cdot 100\%$$

$$\text{Ответ: } 20000 \text{ Дж}; \left(\frac{13}{12} - \frac{2^{1,5}}{3}\right) \cdot 100\%$$



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:

Решение:

b

$ABCD$ - квадрат $\Rightarrow$

m

$\angle ACD = \angle 2 = 45^\circ$

q

F и F' - силы взаимно-

K

гравитационных шариков

T - ?

Между групп шариков

U - ?

$$m\vec{a} = \vec{T} + \vec{T} + \vec{F} + \vec{F} + \vec{F}'$$

d - ?

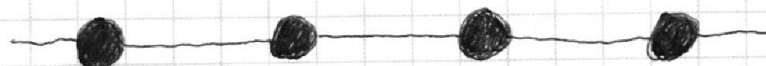
$$O_x: 0 = T - F - F' \cos 2$$

$$O_y: 0 = F + F' \sin 2 - T$$

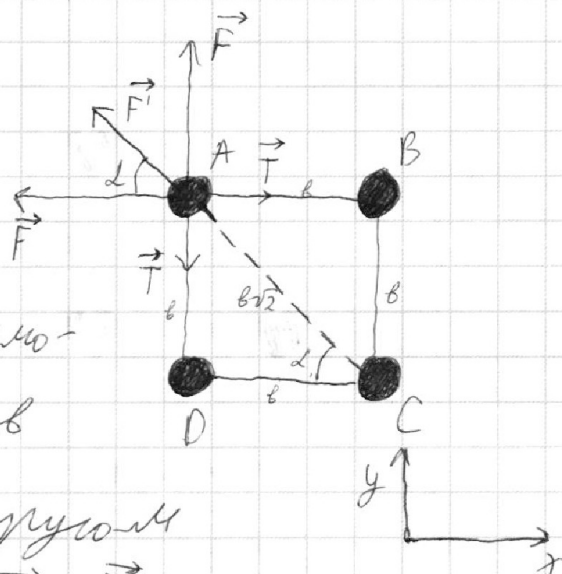
$$F = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F' = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) \approx \frac{1,35kq^2}{b^2}$$



Так как равнодействующая всех
сил между четырьмя шариками равна
нулю, ускорение системы шариков и
каждого шарика отдельно равно нулю.





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

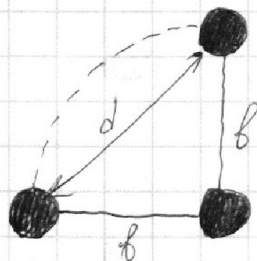
6
☐

7
☐



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

Следовательно $v = 0 \frac{m}{c}$



по теореме Пифагора:

$$d^2 = 2b^2$$

$$d = b\sqrt{2} \approx 1,4b$$

$$\text{Ответ: } \frac{1,35 \text{ kg}^2}{b^2}; 0 \frac{m}{c}; 1,4b$$

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:

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

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$U = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

T - ?

L - ?

H - ?

Решение:

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

$$Ox: m a = -m g \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$Oy: N = m g \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu m g \cos \alpha$$

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

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

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

$$S = v_0 T + \frac{a T^2}{2}$$

$$a = -10 \left(0,8 + \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \right)$$

$$a = -10 \left(\frac{4}{5} + \frac{1}{5} \right) = -10$$

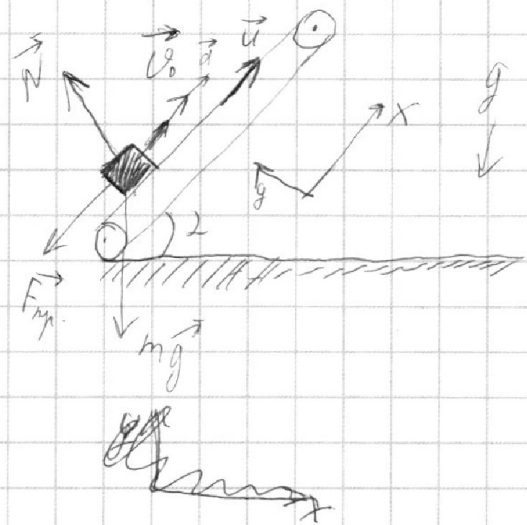
$$T = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2aS}}{a} = \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 2 \cdot (-10) \cdot 1}}{-10} = \frac{-4 \pm \sqrt{36}}{-10} = \frac{-4 \pm 6}{-10}$$

$$1 = 4T - \frac{10T^2}{2}; \quad 10T^2 - 4T + 1 = 0;$$

$$5T^2 - 2T + 1 = 0;$$

$$\Delta = 16 - 20 = -4$$

Коробка не пройдет мимо $S = 1 \text{ м}$



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!



$$t^2 = \frac{2 \cdot 20^2 - \sqrt{4 \cdot 20^2 - 4 \cdot 10^2 \cdot 16 \cdot 20^2}}{2 \cdot 10^2}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 (4 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 10 - 10 \cdot 10 \cdot 16)}}{10 \cdot 10}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 - \sqrt{2 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 2 \cdot 2 - 16)}}{1}$$

$$= 8 - \sqrt{0} = 8$$

$$t = 2\sqrt{2} \text{ c}$$

$$\sin \alpha = \frac{10 \cdot 2\sqrt{2}}{2 \cdot 2 \cdot 2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{t}{2}$$

$$\tan \alpha = \sqrt{2} \text{ c}$$

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

$$H = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2}$$

$$H = 20 - 10 = 10 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}; 10 \text{ м}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

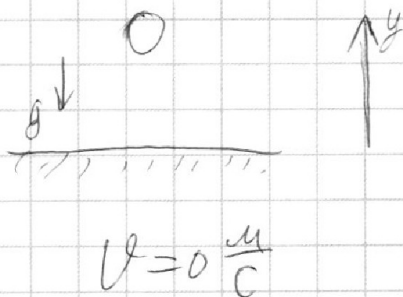
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



1) $T_0 = 20$

N1

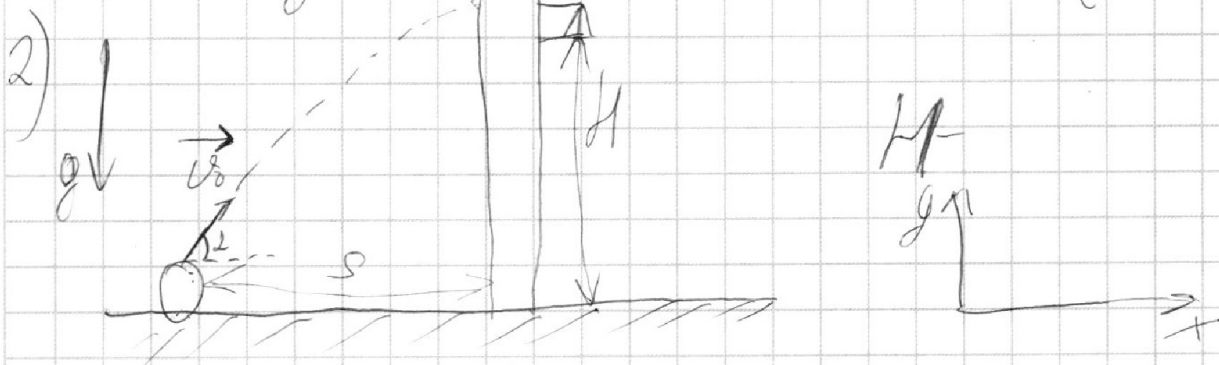


$$-g = \frac{V_0 - V_0}{T_0}$$

$$g = \frac{V_0}{T}$$

$$V_0 = gT$$

$$V_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 20 = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$g_x = 0$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$g_y = -g$$

~~$$s = V_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$~~

~~$$s = V_0 \cos \alpha t$$~~

~~$$H = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$~~

~~$$H = \frac{V_0 \sin \alpha s}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g s^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$~~

~~$$H = s \tan \alpha$$~~

~~$$t = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$~~

~~$$t_{\text{max}} = \frac{t}{2}$$~~

~~$$2s = V_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$~~

~~$$2s = V_0 \cos \alpha t$$~~

~~$$t = \frac{2s}{V_0 \cos \alpha}$$~~

$$t_{\text{max}} = \frac{2s}{V_0 \cos \alpha} \cdot \frac{1}{2} = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$

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

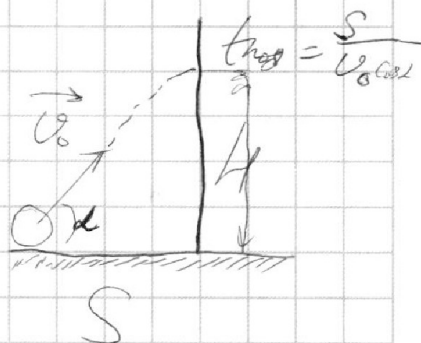
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$H = v_{0y} t_{\text{max}} + \frac{g t_{\text{max}}^2}{2}$$

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

$$H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$$S = v_0 \cos \alpha t$$

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

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\begin{cases} 2S = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2} \\ 0 = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2S = v_0 \cos \alpha t \\ 0 = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

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

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

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

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

$$v_0^2 \cos \alpha$$

$$2S = v_0 \sqrt{1 - \frac{g^2 t^2}{4 v_0^2}} t$$

$$2S = v_0 \sqrt{\frac{4 v_0^2 - g^2 t^2}{4 v_0^2}} t$$

$$4S^2 = v_0^2 \cdot \frac{4 v_0^2 - g^2 t^2}{4 v_0^2} \cdot t^2$$

$$16S^2 = 4 v_0^2 t^2 - g^2 t^4$$

$$g^2 t^4 - 4 v_0^2 t^2 + 16S^2 = 0;$$

$$D = 16 v_0^4 - 4 \cdot g^2 \cdot 16S^2$$

$$t^2 = \frac{4 \cdot 20^2 - \sqrt{16 \cdot 20^4 - 4 \cdot 10^2 \cdot 16S^2}}{2 \cdot 10^2}$$

$$t^2 = \frac{4 v_0^2 - \sqrt{16 v_0^4 - 4 g^2 \cdot 16S^2}}{2 g^2}$$

$$t^2 = \frac{4 v_0^2 + \sqrt{16 v_0^4 - 4 g^2 \cdot 16S^2}}{2 g^2}$$



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!

N3

Дано:

Решение:

U_0

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

ω

$$m a_x = F \cos \alpha - F_{\text{fr}}$$

g

$$0_y: N = mg - F \sin \alpha$$

m

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

M ?

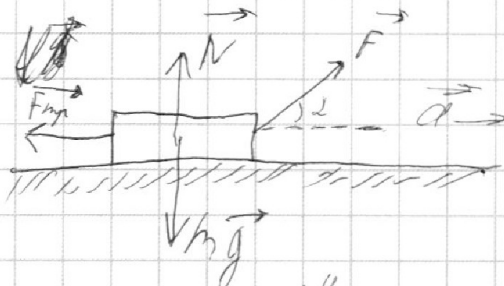
$$m a = F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)$$

T ?

$$a_1 = a_2 = a$$

$$m U_0 = F_{\text{fr}} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{m U_0}{F_{\text{fr}}}$$



$$m a = F - F_{\text{fr}}$$

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

$$\Delta t = \frac{U_0}{a} = \frac{U_0 F_{\text{fr}}}{F_{\text{fr}} a} = \frac{U_0 F_{\text{fr}}}{F - F_{\text{fr}}}$$

$$T = \frac{U_0}{\mu g}$$

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

$$m a = F - F_{\text{fr}}$$

$$m a_2 = -\mu m g$$

$$m a_1 = F - \mu m g$$

$$a_2 = \mu g$$

$$a_2 = \frac{U_0}{T}$$

$$\frac{U_0}{T} = \mu g$$

$$\begin{cases} m a = F \cos \alpha - F_{\text{fr}1} \\ 0 = N + F \sin \alpha - m g \end{cases}$$

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

$$F_{\text{fr}1} = \mu(m g - F \sin \alpha)$$

$$\begin{cases} m a = F - F_{\text{fr}2} \\ 0 = N = m g \end{cases}$$

$$F_{\text{fr}2} = \mu m g$$

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

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!



2) $L = \frac{u^2 - v_0^2}{2a} = \frac{4 - 16}{-20} = \frac{-12}{-20} = 0,6 \text{ м}$

3) $S = \frac{(0)^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-16}{-20} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ м}$

$\sin \alpha = \frac{H}{S}$

$H = S \sin \alpha = 0,8 \cdot \frac{36}{25} = 1,152 \text{ м}$

Ответ: коробка не упадет, так как $S = 1 \text{ м}$; $1,6 \text{ м}$; $1,152 \text{ м}$

1) $A_{12} = I^2 R \cdot 3 T_1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,31 \cdot 3 \cdot 400 = 756 \text{ Дж}$

2) $\eta =$

$2400 \cdot 0,31 = 756$

В №3 масса сопок известна.



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!

N5

b, m, q

$\angle L = 45^\circ$

Q

$$Ox: 0 = T - F_a - F_a' \cos L$$

$$Oy: 0 = F_a - T + F_a' \sin L$$

$$T = F_a + F_a' \cos L$$

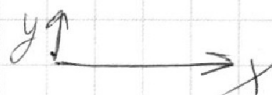
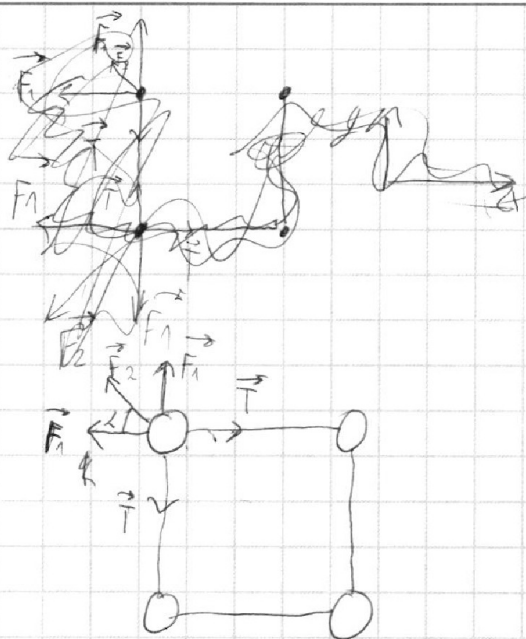
$$F_a = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_a' = \frac{kq^2}{2b^2}$$

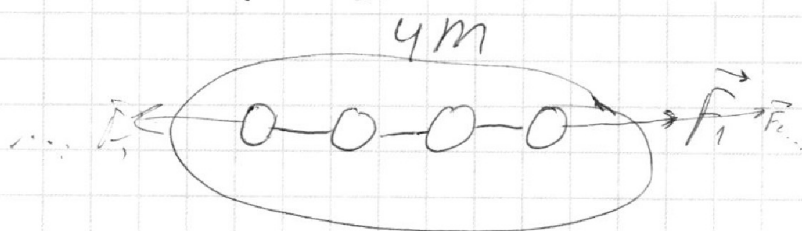
$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

$$U = 0 \text{ В}$$



$$\sqrt{b^2 + b^2} = \sqrt{2}b^2 = b\sqrt{2}$$



Так равнодействующая $b\sqrt{2}$
всех сил между зарядами
шариками равна 0 Ньюто, ускорение

$$\frac{1}{\sqrt{2}}$$

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!



$$\begin{cases} ma = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) \\ ma = F - \mu mg \end{cases}$$

$$2:1,5$$

$$2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

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

$$2^{1,5} \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{3}$$

$$F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha = 0$$

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

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

$$\begin{array}{r} 1,4 \\ \times 1,4 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 1,96 \end{array}$$

$$C = \frac{Q}{m \Delta T} = \frac{Q}{m \Delta T} \cdot \frac{1}{K}$$

$$ma = -\mu mg$$

$$a = \frac{0 - v_0}{T}$$

$$Q = C \Delta t$$

$$a = -\mu g$$

Q₁₂

$$Q = C m \Delta T$$

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

$$Q_{12} = C m \Delta T = \sqrt{2} R \cdot 3 T_1$$

$$v_0 = T \mu g$$

$$Q_{23} = -\sqrt{2} R \cdot (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)$$

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

$$Q_{31} = \frac{1}{C} \cdot \frac{Q}{m \Delta T} = C$$

$$1 + \frac{7}{10 \cdot 2} = \frac{20 + 7}{20} = \frac{27}{20} = 1,35$$

М

$$\eta = \frac{A_y}{A_{y0}} \cdot 100\% = \frac{Q_h - Q_x}{Q_h} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{6 \sqrt{2} R T_1 - (0,5 R (4 T_1 - 2^{1,5} T_1)) + \sqrt{2} R (2^{1,5} T_1 - T_1)}{6 \sqrt{2} R T_1}$$

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!



$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

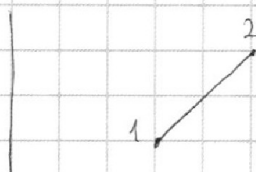
$$R = \frac{pV}{T}$$

$$4 p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$\frac{p_1 V_1}{V_{1,1}}$$

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}$$

где



$$T_2 = 4 T_1$$

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

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{4}{2^{1,5}}$$

$$T_3 = \frac{2^{1,5} T_2}{4}$$

$$T_2 = \frac{4 T_3}{2^{1,5}}$$

$$p_3 V_3 = \frac{2^{1,5} p_2 V_2}{4} = 2^{1,5} p_1 V_1$$



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!

