

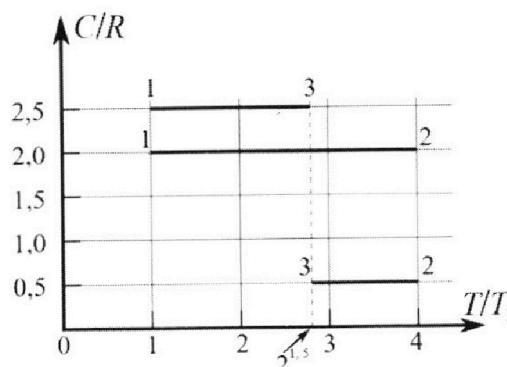
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



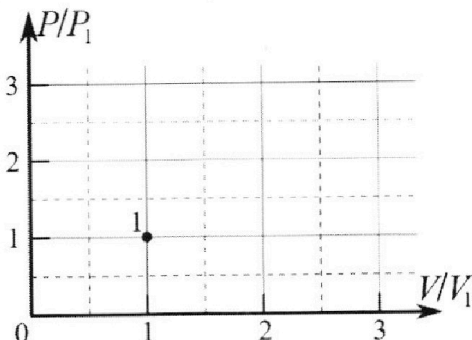
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



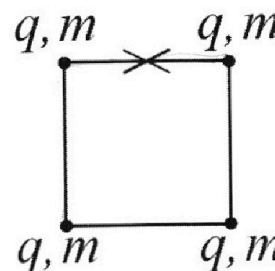
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.



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.

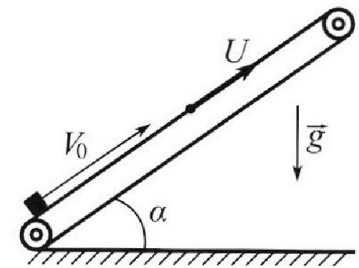
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

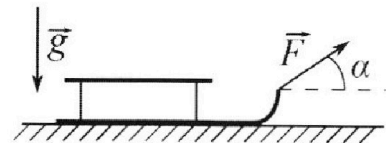
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.



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!



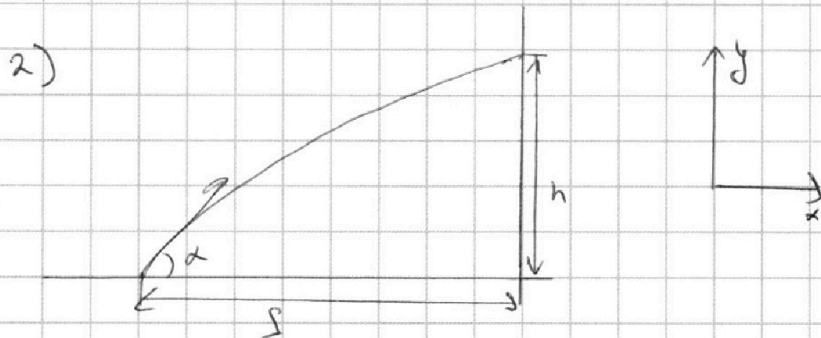
$$1) \quad h = v_0 T - \frac{gT^2}{2}$$

$v = v_0 - gT$, где v — конечная скорость шарика

В максимальной точке подъема $v = 0$

$$\text{Значит: } v_0 - gT = 0$$

$$v_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$



Запишем уравнение движения шарика к оси y и x :

$$\begin{cases} S = v_0 \cos \alpha \cdot t & (1) \\ h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} & (2) \end{cases}$$

из (1):

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow h = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$

Получили квадратное уравнение относительно $\tan \alpha$:

$$\text{Пусть } \frac{gS^2}{2v_0^2} = \beta, \text{ тогда: } h = S \tan \alpha - \beta (1 + \tan^2 \alpha)$$

$$-\beta \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - (\beta + h) = 0$$

$$\beta \tan^2 \alpha - S \tan \alpha + (\beta + h) = 0$$

Возьмем от данного уравнения производную и приравняем к 0:

$$2\beta \tan \alpha - S = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{S}{2\beta} = \frac{2v_0^2 S}{2gS^2} = \frac{v_0^2}{gS} = \frac{100}{10 \cdot 20} = 2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



| | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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. Порча QR-кода недопустима!

Значит h будет максимум при $\tan \alpha = 2$:

$$h = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} (1 + 4) = 40 - 25 = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) 20 м/с, 2) 15 м.

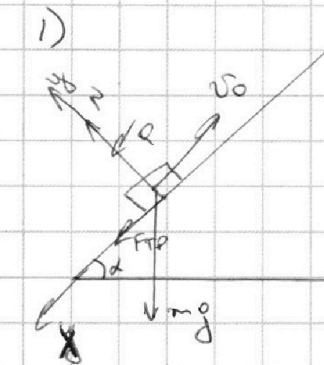
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!



$\Delta y:$

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

$\Delta y:$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$s = v_0 t_1 - \frac{at^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha) t_1^2}{2}$$

Получим квадратное уравнение относительно t :

$$\mu g \cos \alpha \cdot t^2 - 2v_0 t + 2s = 0$$

$$(\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha) t_1^2 - 2v_0 t_1 + 2s = 0$$

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

$$\left(\frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8\right) t_1^2 - 8 t_1 + 2 = 0$$

$$10 t^2 - 8 t + 2 = 0$$

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

$$D = 16 - 20 = -4 < 0$$

т.к. дискриминант меньше нуля, то коробка не пройдет

путь s .

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ



1 2 3 4 5 6 7

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

2) Расчетовка сил с прошлой пункте не изменилось

Знают ускорение или только можем найти по формуле -

$$\text{н.л.} \cdot a = mg \cos \alpha + g \sin \alpha = 10 \text{ м/с}^2$$

$$u = v_0 - at \Rightarrow t_2 = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{4 - 2}{10} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ с.}$$

Знают скорость стаяет равна $u = 2 \text{ м/с}$ через $t_2 = 0,2 \text{ с.}$

По ленте транспортера относительно земли коробка дви-

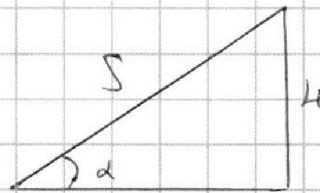
жется со скоростью $(u + v_0)$,

$$L = (u + v_0) t_2 - \frac{at_2^2}{2} = 6 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 1,2 - 0,2 = 1 \text{ м.}$$

$$3) t_3 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4$$

$$S_1 = (u + v_0) t_3 - \frac{at_3^2}{2} = 6 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 2,4 - 0,8 = 1,6$$

$$u = S_1 \cdot \sin \alpha = 1,6 \cdot 0,8 = 1,28 \text{ м}$$



ответ: 2) 1 м, 3) 1,28 м.

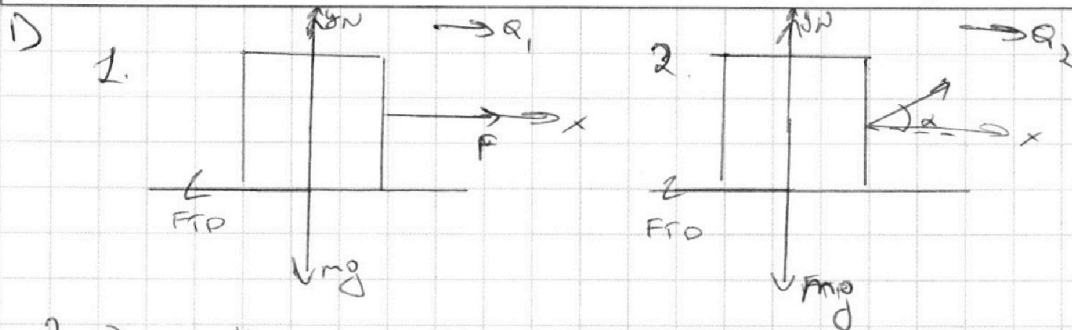
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 Закон Ньютона для 1-го случая,

для 2-го:

$$\begin{cases} m a_1 = F - F_{TP1} \\ m g = N \\ F_{TP} = \mu N_1 \end{cases} \Rightarrow F_{TP1} = \mu m g$$

$$\begin{cases} m a_2 = F \cos \alpha - F_{TP2} \\ N_2 + F \sin \alpha = m g \\ F_{TP} = \mu N_2 \end{cases}$$

$$F_{TP2} = \mu (m g - F \sin \alpha)$$

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

$$m a_2 = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha)$$

$$m a_2 = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu m g$$

т.к. и в 1 и в 2 случае силы действуют в одну сторону

то для любого времени, то $a_1 = a_2$

$$m a_1 = m a_2$$

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

$$F = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

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

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

$$2) v_0 = a t_k \Rightarrow t_k = \frac{v_0}{a}$$

$$a = a_2 = a$$

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

$$m a = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu m g \quad (2)$$

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!

u_3 (1):

$$F = m(\mu g + a) \quad (3)$$

u_3 (3) a (2):

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

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

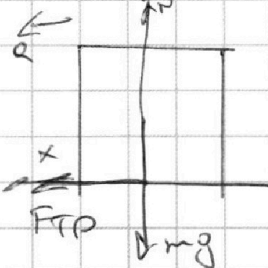
$$a = g\mu \cos \alpha + g\mu^2 \sin \alpha + a \cos \alpha + \mu a \sin \alpha - \mu g$$

$$a(1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha) = \frac{\mu(g \cos \alpha + g\mu \sin \alpha - g)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

Значит:

$$a = \frac{\mu(g \cos \alpha + g\mu \sin \alpha - g)}{1 - \cos \alpha - \mu \sin \alpha} = \frac{(1 - \cos \alpha)g(\cos \alpha + \sin \alpha - 1)}{\sin \alpha(1 - \cos \alpha - (1 - \cos \alpha))}$$

2) $v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$



$$\begin{cases} m\vec{a} = \vec{F}_{TP} \\ N = mg \\ \vec{F}_{TP} = m\vec{N} \end{cases}$$

$$F_{TP} = \mu mg$$

$$m\vec{a} = m\vec{g}$$

$$a = \mu g$$

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

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$, 2) $\frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

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!

1) Возьмем первое колесо термодинамики для процесса 12:

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

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

Q_{12} — количество теплоты, полученное газом в процессе 12.

$$Q_{12} = 2R \cdot (\mu T_1 - T_1) = 6RT_1$$

$\Delta U_{12} = \nu C_V \Delta T$, где ν — количество молей газа в процессе с
постоянным объемом

т.к. газ одноатомный, то $C_V = \frac{3}{2}R$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R \cdot 3T_1 = \frac{9RT_1}{2}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = \frac{12RT_1}{2} - \frac{9RT_1}{2} = \frac{3RT_1}{2} = \frac{3 \cdot 8,31 \cdot 400}{2} \approx \frac{25 \cdot 400}{2}$$

$$= 25 \cdot 200 = 25 \cdot 2 \cdot 100 = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ Дж}$$

$$2) h_2 = \frac{A}{Q_+}$$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$Q_+ = Q_{12}$, т.к. на всех остальных процессах газ отдает тепло

$$Q_+ = Q_{12} = 6RT_1$$

т.к. в процессе 13 $C = \frac{5}{2}R = C_p$, то мы можем по

это выбрать.

$$\text{Значит } P_3 = P_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!



$$\begin{cases} P_1 V_1 = R T_1 \\ P_1 V_3 = 1,5 R T_1 \end{cases} \Rightarrow V_3 = 1,5 V_1$$

т.к. на процессе 3-1 и 2-3 работу производит газ, то и для 1-2
 $A_{13} = -P_1 (V_1 - V_3) = 0,5 P_1 V_1 = 0,5 R T_1$

$$A_{12} = 1,5 R T_1$$

$$A_{23} = \Delta u_{23} - Q_{23} = 1,5 R \cdot 2,5 T_1 - 0,5 R \cdot 2,5 T_1 = 2,5 R T_1$$

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_1} = \frac{2,5 R T_1 + 0,5 R T_1 + 1,5 R T_1}{6 R T_1} = \frac{4,5}{6} = \frac{45}{60} = \frac{3}{4}$$

$$\eta = 75\%$$

3) из производящих циклов мы уже знаем координаты точек 1 (P_1, V_1, T_1) и 3 $(P_1, 1,5 V_1, 1,5 T_1)$

Во всех процессах $\epsilon = \text{const}$
 Занедем 1-ое начало термодинамики в дифференциальной форме:

$$dQ = dA + du, \text{ где } dQ = c dT, dA = PdV, du = c_v dT$$

Занедем 2-ое Менделеево-Клапейронское уравнение для малых приращений

$$PdV + Vdp = R dT \Rightarrow dT = \frac{PdV + Vdp}{R}$$

$$\frac{c(PdV + Vdp)}{R} = PdV + c_v(c dT + Vdp)$$

но формула Майера: $R = c_p - c_v$

$$c \cdot PdV + c \cdot Vdp = c_p \cdot PdV - c_v PdV + c_v \cdot PdV + c_v \cdot Vdp$$

$$(c_p - c) PdV = - (c_v - c) Vdp \Rightarrow \int \frac{dp}{p} = - \frac{c_p - c}{c_v - c} \int \frac{dV}{V}$$

после интегрирования получим:

$$\ln p V^{\frac{c_p - c}{c_v - c}} = \text{const} \Rightarrow p V^{\frac{c_p - c}{c_v - c}} = \text{const.}$$

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!

Пусть $\frac{c_p - c}{c_v - c} = n$, тогда:

$$pV^n = \text{const.}$$

$$\frac{RT}{V} V^n = \text{const} \Rightarrow T V^{n-1} = \text{const.}$$

Применим это уравнение для процесса 2-3:

$$4T_1 V_2^{n-1} = 1,5T_1 (1,5V_1)^{n-1}$$

$$n = \frac{c_p - c}{c_v - c} = \frac{2,5 - 0,5}{1,5 - 0,5} = 2$$

$$n - 1 = 1$$

$$4T_1 V_2 = 1,5T_1 \cdot 1,5V_1$$

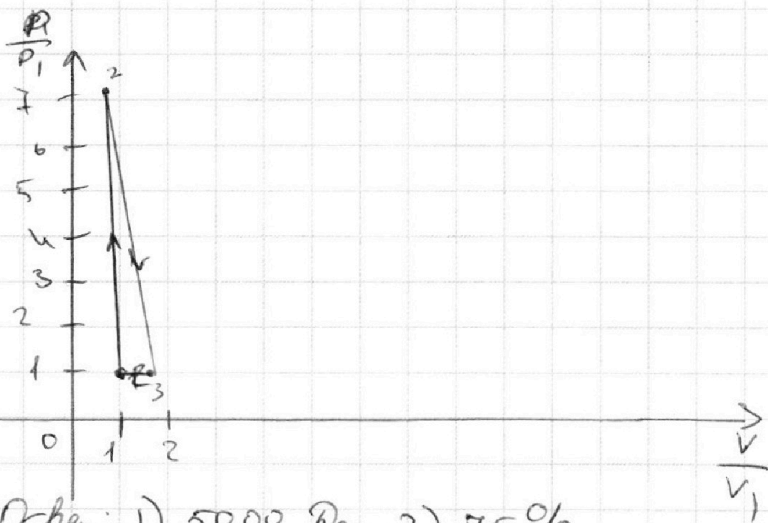
$$4V_2 = 2,25V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{225}{400} V_1 = \frac{9}{16} V_1$$

$$\begin{cases} p_2 \cdot \frac{9}{16} V_1 = 4RT_1 \\ p_1 V_1 = RT_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{9}{16} = 4$$

$$p_2 = \frac{64}{9} p_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{64}{9} p_1$$

$$2 \left(\frac{64}{9} p_1, \frac{9}{16} V_1, 4T_1 \right)$$



Ответ: 1) 5000 Дж, 2) 75%.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

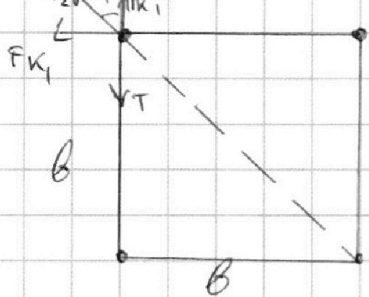
1 2 3 4 5 6 7



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

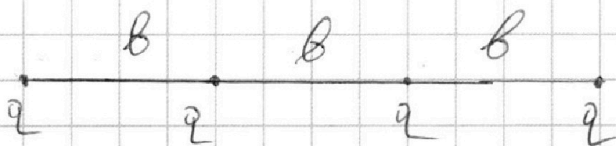


1) Рассмотрим действие сил на 1 из шариков



$T = F_{k2} \cos 45^\circ + F_{k1} = \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{kq^2}{b^2}$
 $= \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1 \right)$

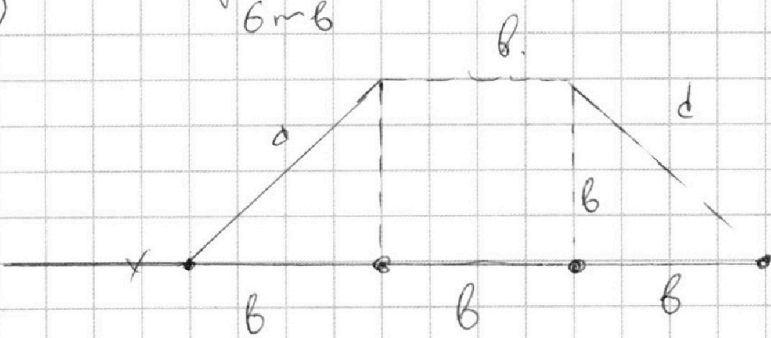
2) $W_{\text{и}} = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i = \frac{kq^2}{b} (4 + \sqrt{2})$, где $W_{\text{и}}$ — полная энергия системы



$W_{\text{к}} = \frac{kq^2}{b} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} + 1 + 1 \right) + 2mv^2 = \frac{kq^2}{b} \left(\frac{1}{3} + u \right) + 2mv^2$
 $W_{\text{и}} = W_{\text{к}}$
 $2mv^2 = \frac{kq^2}{b} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)$

$v = \sqrt{\frac{k(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2mb}} = \sqrt{\frac{k(\sqrt{2} - \frac{1}{3})}{2mb}}$

3) $= \sqrt{\frac{k(3\sqrt{2} - 1)}{6mb}}$



Корнем совмещено картинку го и после по т. Пифагора.

$d = b\sqrt{2}$
 Ответ: 1) $\frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1 \right)$, 2) $\sqrt{\frac{k(3\sqrt{2} - 1)}{6mb}}$, 3) $b\sqrt{2}$

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!



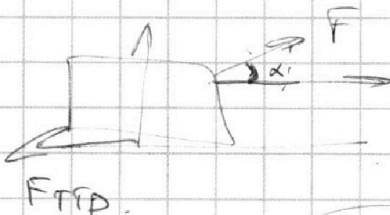
$ma = \mu mg$
 $a = \mu g$
 $s = v_0 t = \frac{\mu g t^2}{2}$
 $5t^2 - 4t + 1 = 0$

$\mu = \frac{2kq}{8} + \frac{kq}{\sqrt{2}a}$
 $= \frac{8kq}{8} + \frac{2\sqrt{2}kq}{8} = \frac{kq}{1} (1 + \sqrt{2})$

$v_0 = at = 5t = 0,16 \text{ c}$
 $s = 4 \cdot 0,16 + 5 \cdot 0,16^2 = 0,8 + 0,125 = 0,925$

$P = \alpha(t - t_0) + \omega_0 t$

$P_1 = P_3$
 $4 \cdot 10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1} = 16 \cdot 10^{-2} \cdot 0,16$
 $2 = 4 - 10t = t = 0,2 \text{ c}$



$\cos \alpha + \sin \alpha = 1$
 $\sin(\frac{\pi}{2} + \alpha) = 1$
 $\frac{\pi}{2} + \alpha = \frac{\pi}{2}$
 $\alpha = 0$

$m_1 = F - \mu mg$
 $a_1 = \frac{F}{m} - \mu g$
 $m a_2 = F \cos \alpha - \mu mg$
 $a_2 = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g$

$A = A_2 + A_3 + A_{3-2}$
 $a_2 = \frac{F}{m} (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu g$
 $a_1 = a_2$
 $F (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu mg = F - \mu mg$
 $F (\cos \alpha + \sin \alpha) = F$

$0,16 - 0,2 = -0,04$
 $0,16 - 0,2 = -0,04$
 $2,16 - 0,8 = 1,36$
 $1,6 \cdot 0,8 = \frac{16}{10} \cdot \frac{8}{10} = \frac{64}{50} = \frac{128}{100} = 1,28$

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!



$$2v_0 - 5 - 4v_0 = 2v_0 - 20$$

$$2v_0 - 20 = \frac{v_0^2}{20}$$

$$40v_0 - 400 = v_0^2 \quad 2v_0^2 - 20v_0 + 100 = 0$$

$$v_0^2 - 40v_0 + 400 = 0 \quad Q = mg \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$(v_0 - 20)^2 = 0$$

$$v_0 = 20$$

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

$$v_0^2 + 4\beta(\beta - h) = 0$$

$$h = \frac{v_0^2 + 4\beta^2}{4\beta}$$

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

$$mg t^2$$

$$20 \cdot 2 - 5 \cdot 5 = 40 - 25 = 15$$

$$40 - 20 = 20$$

$$= \frac{400 + 100}{20}$$

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

$$= \frac{500}{20} = 25$$

$$h = S \tan \alpha - \beta \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - (\alpha + h) = 0$$

$$\beta \tan^2 \alpha - S \tan \alpha + (\beta - h) = 0$$

$$2\beta \tan \alpha - S = 0$$

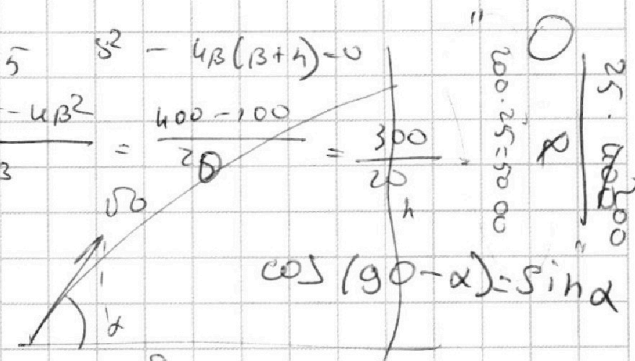
$$\tan \alpha = \frac{S}{2\beta} = \frac{2v_0^2}{2g\beta^2} = \frac{v_0^2}{g\beta^2} = 2 \quad h = S \cdot \frac{v_0^2}{g\beta^2} - \frac{g S^2}{2v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^4}{g^2 \beta^4} \right)$$

$$h = \frac{g S^2}{20g} \cdot \frac{2504}{g^2 \beta^4} = 40$$

$$S \cdot \frac{400}{g S^2} = \frac{400}{g S}$$

$$\frac{g S^2}{2200^2} = \frac{g S^2}{2200^2}$$

$$= \frac{400}{10} - \frac{10 \cdot 40}{2 \cdot 400} - \frac{400}{2} = 40$$



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!

$$A_{12} = P_3(V_3 - V_1) = 0,5 P_1 V_1 = -0,5 R T_1 \quad pV^n = \text{const.}$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} R T_1$$

$$R T V^{n-1} = \text{const.}$$

$$\frac{RT}{V} V^n = \text{const.}$$

$$A_{23} = 0,5 R T_1 - 0,5 R \cdot 2,5 T_1 - 1,5 R \cdot 2,5 T_1 = + 2,5 R T_1$$

$$Q = \frac{0,5 R T_1 + 1,5 R T_1 - 2,5 R T_1}{0,5 R T_1} = -1$$

$$\mu = \frac{2,5 + 1,5 - 9,5}{6} = \frac{3R}{60} = \frac{7}{12} \quad \frac{u^2}{8} (\cos^2 \alpha) = \frac{u^2}{8} (\cos^2 \frac{1}{3}) + m(u^2 + u^2)$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad \frac{u^2}{8} = \frac{u^2}{8} (\sqrt{2} \frac{1}{3}) = u^2 (1 + \cos^2 \alpha)$$

$$1,5 T_1 \cdot (1,5 V_1)^n = 4 T_1 V_2^n$$

$$n = \frac{q - e}{eV - C} = \frac{2,5 - 0,5}{1,5 \cdot 0,5} = 2$$

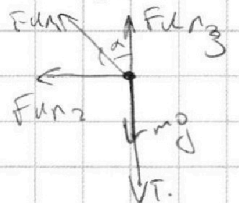
$$1,5 \cdot (1,5 V)^2 = 4 V_2$$

$$\frac{2}{u} = \left(\frac{1}{3}\right)$$

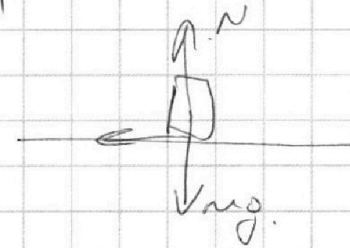
$$\begin{array}{r} 225 \sqrt{5} \\ - 20 \sqrt{5} \\ \hline 205 \sqrt{5} \end{array} \quad \begin{array}{r} 80 \sqrt{5} \\ - 5 \sqrt{5} \\ \hline 75 \sqrt{5} \end{array}$$

$$2,25 u_1 = 4 u_2$$

$$u_2 = \frac{225}{400} \quad u_1 = \frac{u_2}{20} \quad u_1 = \frac{9}{16} u_2$$



$$\frac{2kq^2}{r^2}$$



$$\frac{kq^2}{r^2} + \frac{kq^2}{2r} \frac{\sqrt{2}}{2} - mg = T$$

$$m_0 = m_0$$

$$v_1 = v_2 = u$$

$$v_3 = v_4 = 2u$$

$$\frac{(1 - \cos \alpha) (\cos \alpha + 1 - \cos \alpha - g)}{\sin \alpha - \cos \alpha \sin \alpha - \sin \alpha (1 - \cos \alpha)} = \frac{(1 - \cos \alpha) (1 - g)}{\dots}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



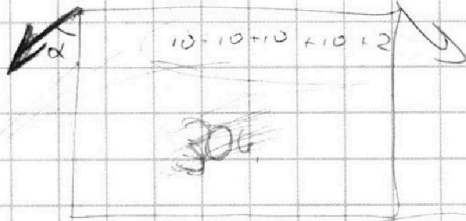
$$v_1 = 2a = u$$

$$v_3 = v_{u2} = v$$

~~$$u = I_0 R$$~~

$$\frac{u a^2}{6} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + a + \frac{1}{2} + a + \dots \right)$$

$$\frac{u a^2}{6} \left(\frac{1}{3} + u \right)$$



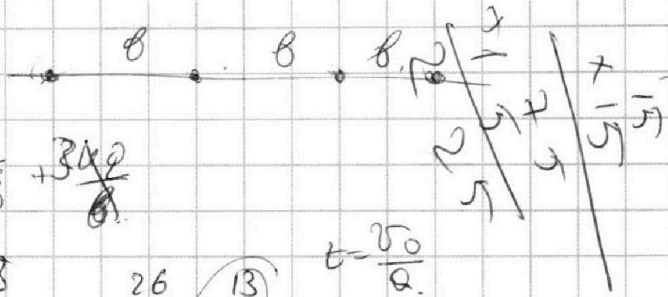
$$v_0 = at$$

$$m_0 = F - \mu m g$$

$$\begin{cases} m_0 = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \\ - \mu m g \end{cases}$$

$$\Delta W = \frac{1}{3} - \sqrt{2} = \frac{1 - 3\sqrt{2}}{3}$$

$$2m v \cos \alpha = 0$$



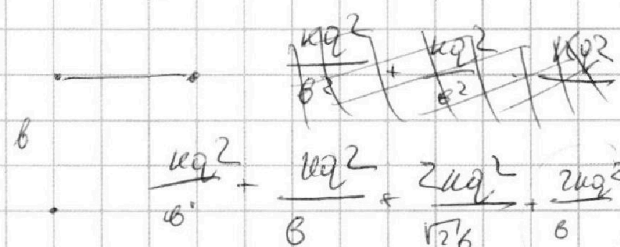
$$\frac{4kq}{8} (8 + 8\sqrt{2}) = \frac{kq}{3b} + \frac{2kq}{2b} + \frac{3kq}{b}$$

$$32 + 8\sqrt{2} = \frac{2 + 6 + 18}{6} = \frac{26}{6} \left(\frac{13}{4} \right)$$

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

$$128 + 32\sqrt{2} = 13$$

$$115 + 32\sqrt{2} = \frac{4m v^2}{2}$$



$$1) m a_1 = F - \mu m g$$

$$\frac{k a^2}{6} (4 + \sqrt{2})$$

$$m a_2 = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha) = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu m g$$

$$a_1 = a_2$$

$$v = 0$$

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

$$F = m(\mu g + a)$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha$$

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