

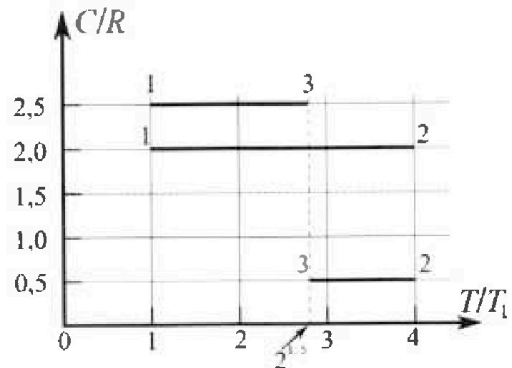
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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).

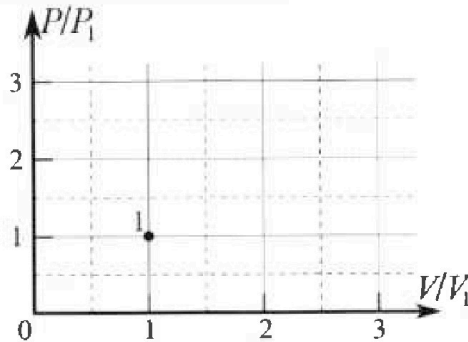


1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

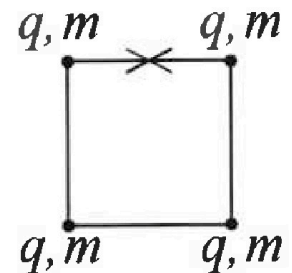
2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

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.

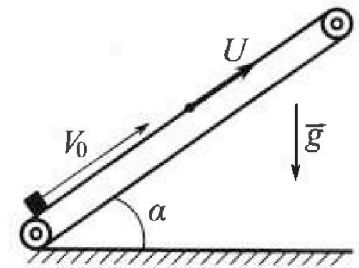
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

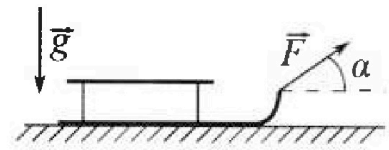
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.

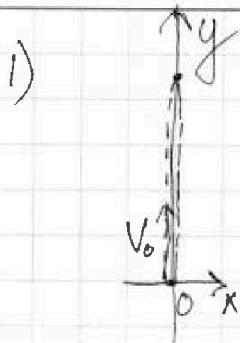
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

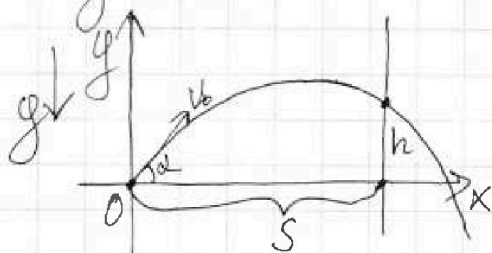
МФТИ

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



О<sub>y</sub>:  $V_0 - g \cdot T = 0$ , характерные  
решения верхней точки  
траектории - в верхней  
точке ~~в~~ верхней точке  
проекция скорости равна  
нулю.  $\Rightarrow V_0 = gT = 20 \frac{м}{с}$ .

2) ⊕ Введем ПДСК  $\alpha$  с 0 в точке сброса  
матки. Тогда траектория матки  
описана функцией  $y(x)$ . Введем  
 $y(x)$ :



$$\begin{cases} \text{O}_y: V_0 T - \frac{g T^2}{2} = h \\ \text{O}_x: V_x \cdot T = S \\ V_y = V_0 \sin \alpha \\ V_x = V_0 \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y = \frac{V_0 \sin \alpha}{V_0 \cos \alpha} x - \frac{g \cdot x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Тогда определим  $y(x)$  в точке  $x=S$ .  
Это значение называется высотой  $h$  удара  
матки о стержень.

$$h = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$h_{\max} = h(\alpha_{\max})$ . Определим  $\alpha_{\max}$ : выв  
зав производную от  $h$  по  $\alpha$  и приравняем к 0.  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2 \cdot 2 \sin \alpha}{2 V_0^2 \cos^3 \alpha} = 0 \quad \cos \alpha \neq 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S - \frac{g S^2}{V_0^2} \cdot \tan \alpha = 0 \quad \Rightarrow$$

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!

$$2) \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{V_0^2}{gS}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{V_0^4}{g^2 S^2} + 1 = \frac{V_0^4 + g^2 S^2}{g^2 S^2}$$

$$1) \Rightarrow h_{\max} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{gS^2 (V_0^4 + g^2 S^2)}{2V_0^2 g^2 S^2} =$$

$$= \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^4 + g^2 S^2}{2V_0^2 g} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} =$$

$$= \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} = \frac{400}{20} - \frac{10 \cdot 200}{2 \cdot 400} =$$

$$= 15 \text{ м.}$$

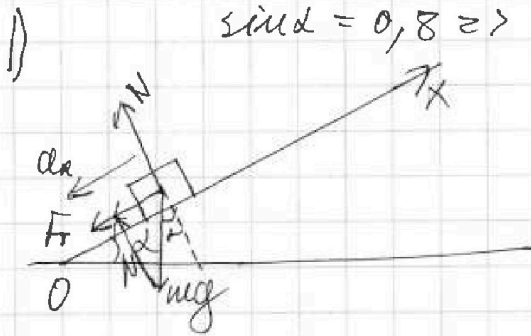
Ответ: 1)  $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2)  $h_{\max} = 15 \text{ м.}$



- 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!



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

Для скольжения:

$$\begin{cases} F_f = \mu N \\ N = mg \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow F_f = \mu mg \cos \alpha$$

Коробка движется равномерно вверх  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow mg + N + F_f = m a_1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow a_1$  меньше  $\mu$ -м, и пренебрежимо.

$$\mu N + mg \sin \alpha = m a_1 \Rightarrow \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = m a_1 \Rightarrow$$

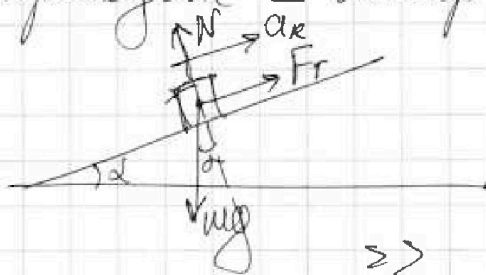
$$\Rightarrow a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \frac{m}{c^2}.$$

$$0x: S = v_0 T - \frac{a_1 T^2}{2}$$

$$1 = 4 \cdot T - 5 \cdot T^2 \Rightarrow 5T^2 - 4T + 1 = 0$$

$$D = 16 - 20 < 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  При данных условиях коробка не пройдет  $\perp$  вверх  $\Rightarrow$



$$\begin{cases} F_f = \mu N \\ N = mg \cos \alpha \\ mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m a_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 10 \cdot 0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot 10 = a_2 = 6 \frac{m}{c^2}.$$

$$T_1 = \frac{v_0}{a_1} \Rightarrow S_1 = 4 \cdot T_1 - \frac{10 \cdot T_1^2}{2} = 1,6 - 5 \cdot 0,16 =$$

$$= 0,8 \text{ м.}$$

Камешек падает, коробка движется против

$$S_2 = 0,2 \text{ м. с } a_2 = 6 \frac{m}{c^2} \Rightarrow 0,2 = 3 \cdot T_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ сек.} \Rightarrow T = T_1 + T_2 = \left( 0,4 + \frac{\sqrt{15}}{15} \right) \text{ сек.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

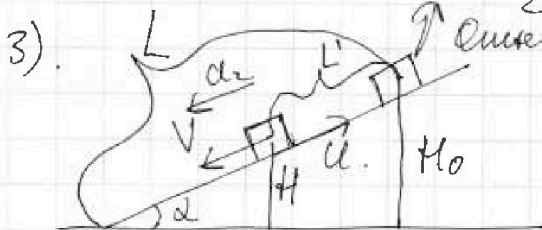
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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

2) Если  $V = 2 \frac{m}{c} = U$  то относительная  
лента коробки становится. С 0  
лента увеличивается  $\Rightarrow$  при переходе в  
С 0 лента будет все сильнее  
растягиваться от пункта 1)  $\Rightarrow$  то же  
самое расстояние при движении вверх,  
 $V_k = V_0 - U = 2 \frac{m}{c}$ .  $T = \frac{V_k}{a_1} = 0,2 \text{ сек.}$

$$L = V_k \cdot T - \frac{a_1 \cdot T^2}{2} + U \cdot T = 2 \cdot 0,2 - 5 \cdot 0,04 + 0,4 = 0,6 \text{ м.}$$



Относительная скорость  
 $V_0 = V + U$ , и будет  
столь же равно,  
когда коробка с  
кабелем будет  
доставлена

то лента достигнет относитель-  
ной скорости  $V = U$ .

$$H_0 = L \sin \alpha. \Rightarrow H = (L - L') \sin \alpha.$$

$$L' = \frac{a_2 T^2 + U \cdot T}{V} \quad T = \frac{V}{a_2} = \frac{U}{a_2} = \frac{1}{3} \text{ сек.}$$

$$\Rightarrow L' = \frac{6 \cdot 1}{2 \cdot 9} = \frac{1}{3} \text{ м.}$$

$$\Rightarrow H = 0,8 \cdot \left( \frac{3}{5} - \frac{1}{3} \right) = \frac{16}{75} \text{ м.}$$

Ответ: 1)  $T = \left( \frac{2}{5} + \frac{\sqrt{15}}{15} \right) \text{ сек.}$

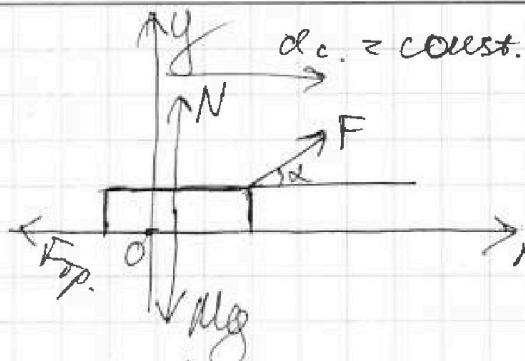
2)  $L = 0,6 \text{ м.}$

3)  $H = \frac{16}{75} \text{ м.}$

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!

1) I

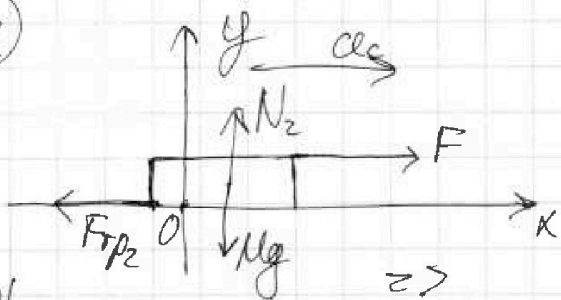


$$\begin{cases} O_y: F \sin \alpha + N = Mg \\ O_x: F \cos \alpha - F_{тр} = Ma_c \\ F_{тр} = \mu N \end{cases}$$

$$N = Mg - F \sin \alpha \Rightarrow F \cos \alpha - \mu (Mg - F \sin \alpha) = Ma_c$$

Если за некоторое время равноускоренного движения системы произошло  $90^\circ$ , но и равнозамедленные или равноускоренные ускорения.  $\Rightarrow$

II



$$\begin{cases} O_x: F - F_{тр2} = Ma_c \\ O_y: N_2 = Mg \\ F_{тр2} = N_2 \cdot \mu \end{cases} \Rightarrow$$

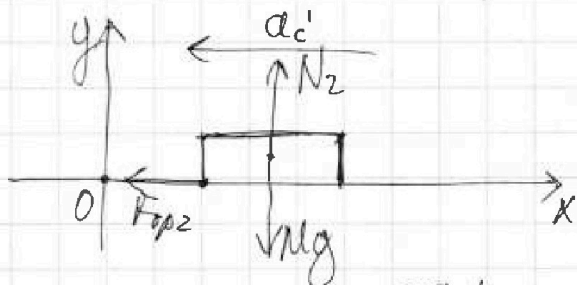
$$F - Mg\mu = Ma_c$$

I / II

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

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

2)



$$\begin{cases} O_y: N_2 = Mg \\ O_x: Ma_c' = F_{тр2} \\ F_{тр2} = \mu N_2 \end{cases} \Rightarrow$$

Когда санки останавливаются:  $a_c' = \mu g$

$$v_0 - a_c' T = 0 \Rightarrow \mu g T = v_0 \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} =$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

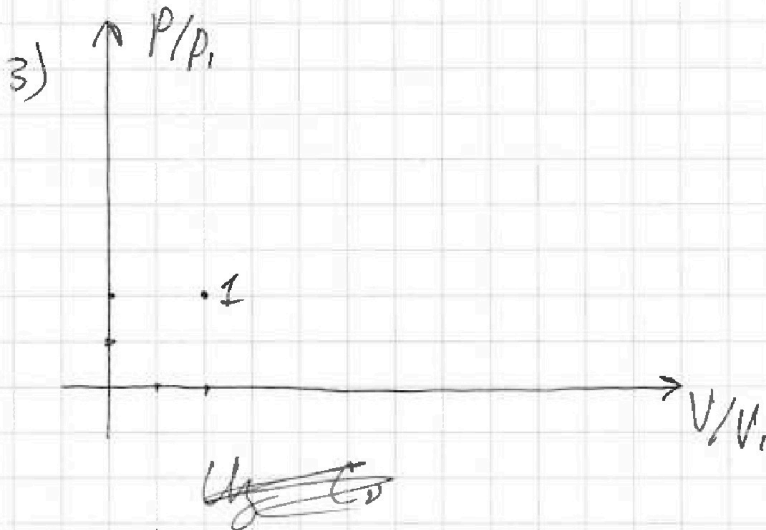
МФТИ

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

$$2) \quad Q_{31} = 2,5 \cdot \cancel{11} \cdot 8,31 \cdot (2\sqrt{2} - 1) \cdot 400 =$$
$$= 5 \cdot 200 \cdot 8,31 \cdot (2\sqrt{2} - 1) = 8310 \cdot (2\sqrt{2} - 1)$$

→  $Q_{31}$  — нагреватель.

$$\rightarrow \eta = \frac{Q_{31} + Q_{12} - Q_{23}}{Q_{31} + Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{23}}{Q_{31} + Q_{12}} =$$
$$= 1 - \frac{1662 \cdot (2\sqrt{2} - 4)}{8310(2\sqrt{2} - 1) + 19944} = \frac{6648 \cdot 2\sqrt{2} + 1662}{19944 +}$$
$$+ 19944 = \frac{18282 + 6648 \cdot 2\sqrt{2}}{11634 + 8310 \cdot 2\sqrt{2}}$$



Ответ: 1)  $A_{12} = 4986$  Дж.

$$2) \eta = \frac{18282 + 6648 \cdot 2\sqrt{2}}{11634 + 8310 \cdot 2\sqrt{2}}$$



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. Печка QR-кода недопустима!

$$1) C_D = \frac{Q}{vR\Delta T} \text{ по определению. } \Rightarrow C_{\frac{v}{R}} = \frac{Q}{vR\Delta T}$$

Из первого канала передается ток для нагревания газа в фиксированном кол-ве:  $Q = \frac{i}{2} vR\Delta T + A_2.$

$$\Rightarrow C_{\frac{v}{R}} = \frac{i}{2} + \frac{A_2}{vR\Delta T}. \quad i \text{ для одно-атомного газа} = 3.$$

Тогда для газа 1-2:

$$C_{\frac{v}{R}} = 2 = \frac{3}{2} + \frac{A_2}{1 \cdot 8,31 \cdot 3T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_2 = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400}{2} \approx 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж.}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{нТ} - Q_{хТ}}{Q_{нТ}} = \frac{Q_{нТ} - |Q_{хТ}|}{Q_{нТ}}$$

$C_{\frac{v}{R}} \cdot vR\Delta T = Q$ .  $Q$  нагреваемая — если  $Q > 0$ ,  $Q$  охлаждаемая — если  $Q < 0$ . Помним:

$$Q_{12} = 2 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400 \approx 2400 \cdot 8,31 =$$

$$= 19200 + 720 + 24 \approx 19944 \text{ Дж. } > 0 \rightarrow Q_{12} \text{ — нагреваемая}$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot (-4T_1 + 2 \frac{3}{2} T_1) =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 400 \cdot (-4 + 2 \cdot \frac{3}{2})}{2} = 1662 \cdot (2\sqrt{2} - 4) < 0$$

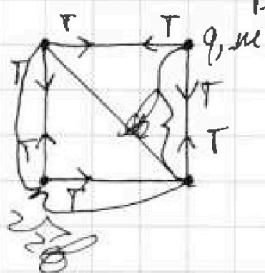
$\Rightarrow Q_{23}$  — охлаждаемая



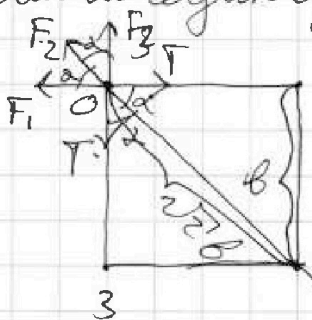
1  2  3  4  5  6  7

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

1)



Рассм-м одну из шаровидных:



По закону Кулона:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{R^2}$$

$$\begin{cases} 1: & F_1 = k \frac{q^2}{b^2} \\ 3: & F_3 = k \frac{q^2}{b^2} \\ 2: & F_2 = k \frac{q^2}{2b^2} \end{cases}$$

Рассм-м проекции сил  $F_1; F_2; F_3; T$  на ось Ox:

$\angle \alpha = 45^\circ$  (и.р. шаровидные в квадрате)

$$\Rightarrow 2T \cdot \cos \alpha = F_2 + F_3 \cdot \cos \alpha + F_1 \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{F_2}{2 \cos \alpha} + \frac{F_3}{2} + \frac{F_1}{2} =$$

$$= \frac{kq^2}{2 \cos \alpha \cdot b^2} + \frac{kq^2}{b^2} = \frac{kq^2 \cdot 2\sqrt{2}}{4b^2} + \frac{kq^2}{b^2}$$

2) Все силы, действующие в системе шаров с шипами, взаимноперпендикулярны.  $\Rightarrow$  центр масс системы за время движения шаров останется на своем месте. Также из-за этого как система шаровидных шаров (D) сохранится. Также в силу взаимноперпендикулярности сил - о  $\perp$  плоскости в-м-н-н, прох. через его геометрический центр, скорости двух шаровидных и двух шаровидных шаров одинаковы в любой момент времени.  $\Rightarrow$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

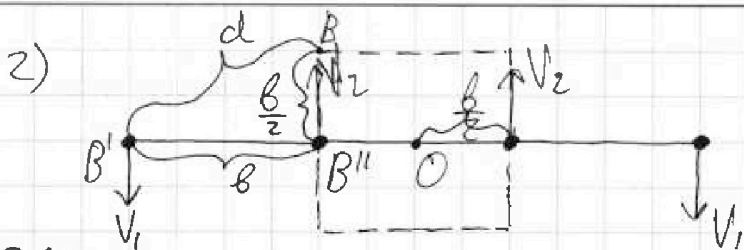
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



O - центр масс  
системы - центр  
геометрический  
центр квадрата.

ЗЦУ:  
 $mV_1 + mV_1 = mV_2 + mV_2 \Rightarrow V_1 = V_2$ , где  $V_1 = V_2 = V$   
 скорости  $V_1 = V_2 = V$

ЗЦЭ в данной ситуации:

$E_{к2} - E_{к1} + W_2 - W_1 = 0$ , м.к. работа сил тяжести

$\Gamma = 0$  и  $z$  -  $z_0$  и  $\perp$  нулю криволинейное движение  
 в любой момент времени, а работы  
 сил тяжести учтены в  $\Delta W$ .  $\Rightarrow$  ЗЦЭ:

$\frac{4mV^2}{2} + W_2 - W_1 = 0$ .

$W_2 = 2 \left( \frac{kq^2}{3b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} \right) + 2 \left( \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} \right)$

$= \frac{11kq^2}{6b} + \frac{5kq^2}{2b} = \frac{13kq^2}{3b}$

$W_1 = 4 \cdot \left( \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} \right) = \frac{2kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{2b}$

$\Rightarrow 2mV^2 = \frac{4kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{2b} - \frac{13kq^2}{3b} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{\frac{2kq^2}{2b} - \frac{kq^2}{3b}}{2m}}$

$= \sqrt{\frac{2\sqrt{2}kq^2}{2bm} - \frac{kq^2}{6bm}} = q \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{2bm} - \frac{k}{6bm}}$

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!

3) См. рисунок к пункту 2 - видно, что  $d$  определяется сф  $\triangle BB'B''$ .

$$d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}b}{2}$$

Ответ: 1)  $\varphi = \frac{\sqrt{2}kqz}{4b^2} + \frac{kqz}{8z}$

2)  $V = q \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{2bmc} - \frac{k}{6bmc}}$

3)  $d = \frac{\sqrt{5}b}{2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

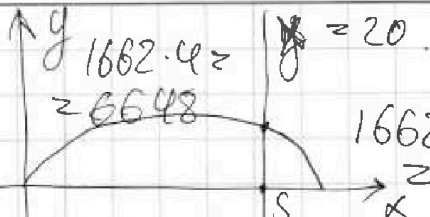
решение которой представлено на странице:



- 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!



$$V_0 \cdot \tau - \frac{g \tau^2}{2} = y$$

$$V_x \cdot \tau = x \Rightarrow \tau = \frac{x}{V_x}$$

$$\Rightarrow \frac{V_0 \cdot x}{V_x} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{V_x^2} = y$$

$$\frac{V_0 \sin \alpha \cdot x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = y \quad \frac{2(1-x^2)}{x} = y$$

$$x = S: \quad \text{tg} \alpha \cdot S - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = h \quad \frac{1-x^2}{x^2} = y^2$$

$$\frac{\sin x \cos dx + \cos x \sin dx}{\cos dx \cos^2 x - \sin x \cdot \sin dx} - \frac{\sin x}{\cos x} = \cos' x = -\sin x$$

$$\sin x \geq \cos x$$

$$= \sin x (1 - dx) \quad \frac{(1 - dx) \cos x - \sin x dx - \cos x}{dx}$$

$$\frac{\sqrt{1-x^2}}{x} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{x^2} = y$$

$$\frac{u}{v} = \frac{u'v - v'u}{v^2} \quad \left( \frac{1}{\cos^2} \right)' \frac{\sin x}{\cos^2 x}$$

$$\frac{\cos^2 x + \sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{S \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$S - \frac{g S^2}{V_0^2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = \frac{S \cdot V_0^2}{g S^2} = \frac{V_0}{g S}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{g^2 S^2 - V_0^4}{g^2 S^2}} \quad \frac{S \cdot V_0^2}{g S^2} =$$

$$V_{\text{max}} = \frac{V_0^2 \cdot g}{g S \cdot \sqrt{g^2 S^2 - V_0^4}} - \frac{g S^2 \cdot g S^2}{25 S^2 \sqrt{g^2 S^2 - V_0^4}}$$

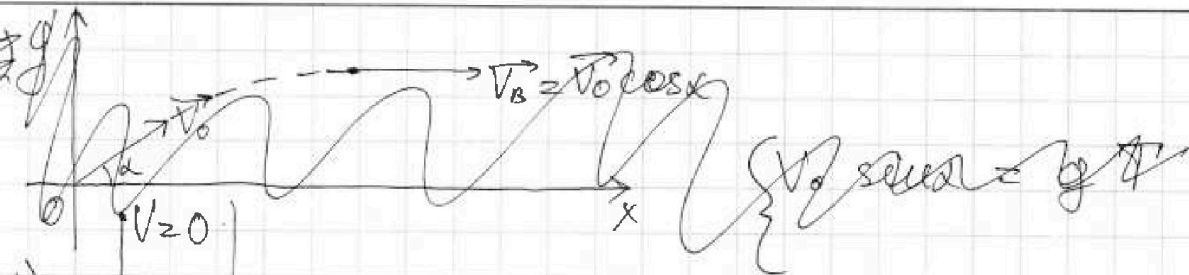
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

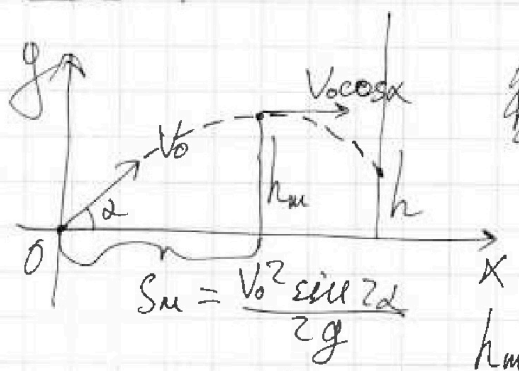
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



1)  $2) v_0 = gT$  ~~3)  $v_0 = gT$~~  2) а)  $S \geq v_0 \cos \alpha T \rightarrow$    
 *требуется условие соударения  $h \geq 0$*



б)  $S \leq v_0 \cos \alpha T$ ;  
 ~~$v_0 \sin \alpha = gT$~~

$v_0 \sin \alpha = gT \Rightarrow$   
 $\Rightarrow T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

$h_m = v_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - h = \frac{gT^2}{2}$   
 $S - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = v_0 \cos \alpha T$

~~$T = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g^2} - \frac{h}{g} \Rightarrow v_0 \cos \alpha$~~

$T = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \Rightarrow h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} -$

$\left( \frac{S}{v_0 \cos \alpha} + \frac{v_0 \sin \alpha}{2g} \right)^2 \frac{g}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} -$

$\left( \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{4g^2} + \frac{S \tan \alpha}{g} \right) \frac{g}{2}$

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!



$$C_A = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$Q = \Delta U + A.$$

$$V \cdot C_V = Q.$$

$$pV = \nu RT$$

$$pV.$$

Удобнее:

$$Q = \Delta U + A$$

Удобнее:

$$A = 0 \Rightarrow Q = \frac{i}{2} \Delta p V = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$\Delta U \cdot p + \frac{i}{2} p \Delta V = \frac{i+2}{2} p \Delta V.$$

$$\frac{\frac{i+2}{2} p \Delta V}{\Delta T \cdot \nu} = \frac{i+2}{2} R$$

$$\frac{C_V}{R} = \frac{\frac{i}{2} \nu R \Delta T}{\nu \Delta T R} = \frac{i}{2}$$

$$\frac{C_V}{R} = \frac{5}{2}$$

1-3 - удобнее.

$$\left( \frac{C_V}{R} - \frac{i}{2} \right) \cdot \nu R \Delta T = A_2.$$

$$\frac{C_V}{R} = \frac{\Delta U + A}{\nu \Delta T R} =$$

$$= \frac{i}{2} + \frac{A}{\nu \Delta T R}.$$

$$Q = \frac{C_V \cdot \nu \Delta T R}{R}$$



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!

