

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

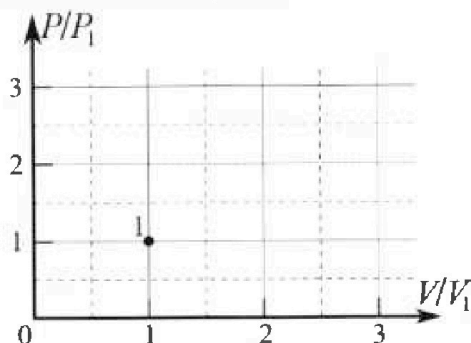
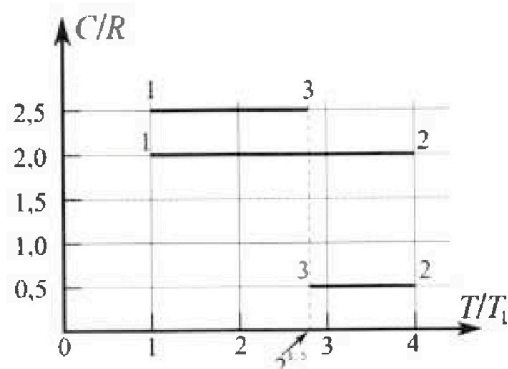
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 $T_1 = 400$ K, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·K).

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.



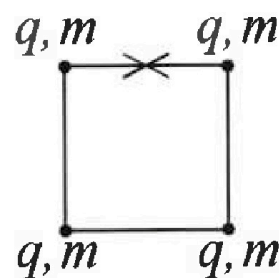
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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

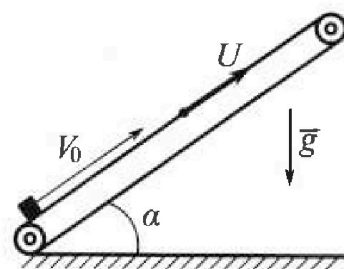
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

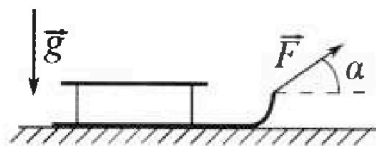
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.).

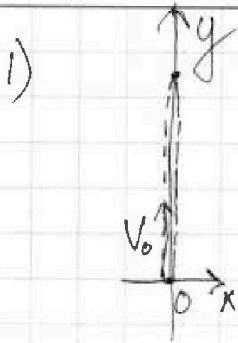
Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



- 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.

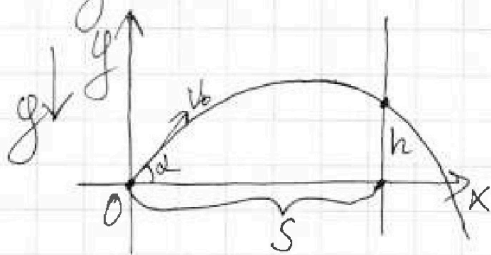
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



Од: $V_0 - g \cdot T = 0$, характерные
решения: в вершине точки
траектории - в вершине
траектории ~~в~~ в вершине
траектории проекция скорости равна
нулю. $\Rightarrow V_0 = gT = 20 \frac{м}{с}$.

2) ⊕ Введем ПДСК с 0 в точке броска
массы. Тогда траектория массы
описывается функцией $y(x)$. Найдём
 $y(x)$:



$$\begin{cases} \text{Од: } V_y T - \frac{g T^2}{2} = y \\ \text{Ок: } V_x \cdot T = x \\ V_y = V_0 \sin \alpha \\ V_x = V_0 \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

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

Тогда определим $y(x)$ в точке $x=S$.
Это значение называется высотой h дуги
массы от земли.

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

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

$$\Rightarrow \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2 \cdot 2 \sin \alpha}{2 V_0^2 \cos^4 \alpha} = 0 \quad \cos \alpha \neq 0 \Rightarrow$$

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

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!

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

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

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

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

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

$$= 15 \text{ м.}$$

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

2) $h_{\max} = 15 \text{ м.}$



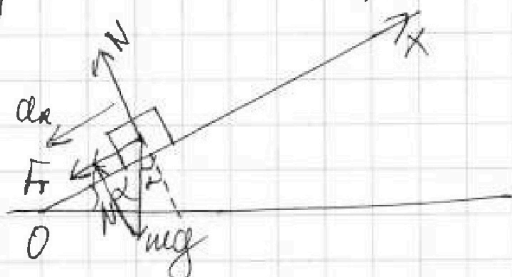
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

1)

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



Для скольжения:

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

Коробка движется равноускоренно $\Rightarrow$

$$\Rightarrow mg + N + F_r = m a \Rightarrow$$

$\Rightarrow a$ найдем в н-м, // трассе движения.

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

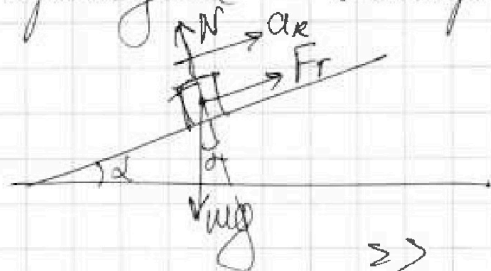
$$\Rightarrow a_1 = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,8 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

$$\text{Ох: } S = V_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

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

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

$\Rightarrow$ При данных условиях коробка не пройдет 1 метр вверх. $\Rightarrow$



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

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

$$T_1 = \frac{V_0}{a_1} \Rightarrow S_1 = 4 \cdot T_1 - \frac{10 \cdot T_1^2}{2} = 1,6 - 5 \cdot 0,16 =$$

$$= 0,4 \text{ сек.}$$

$$= 0,8 \text{ м.}$$

Коробка останавливается, коробка движется обратно

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

$$\Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ сек.} \Rightarrow T = T_1 + T_2 = (0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}) \text{ сек.}$$

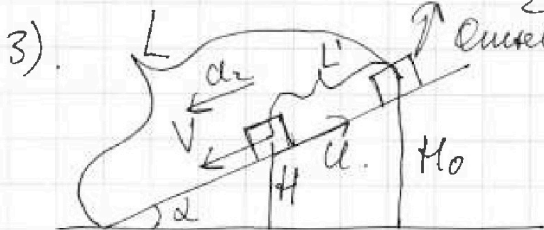
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

2) Если $V = 2 \frac{м}{с} = U$, то относительная
лента корабля остановилась. С
лентой взаимодействует $\Rightarrow$ при переходе в
СО лента будет все сильнее отми-
каться от пучка 1) $\Rightarrow$ то же
самое действие при движении вверх,

$$V_k = V_0 - U = 2 \frac{м}{с}. \quad T = \frac{V_k}{a_1} = 0,2 \text{ сек.}$$

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



относительная скорость складыва-
ется $V_0 = V + U$, и будет
столько же, когда корабль со-
вершит обратный переход

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

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

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

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

$$\Rightarrow H = 0,8 \cdot \left(\frac{3}{5} - \frac{1}{3} \right) = \frac{16}{45} \text{ м.}$$

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

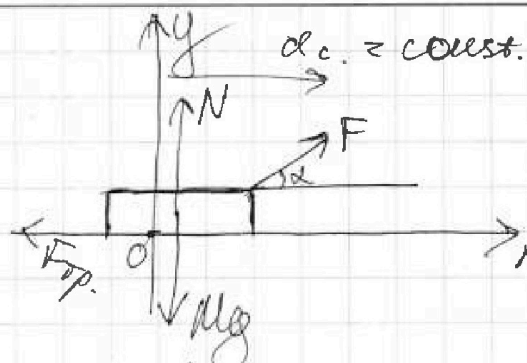
2) $L = 0,6 \text{ м.}$

3) $H = \frac{16}{45} \text{ м.}$

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

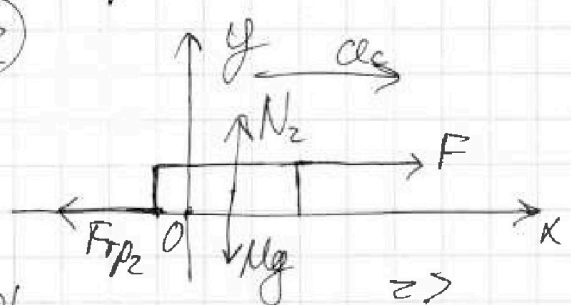


$$\begin{cases} O_y: F \sin \alpha + N = Mg \\ O_x: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = Ma_c \\ F_{\text{тр}} = \mu N \end{cases}$$

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

Если за одинаковое время равноускоренного движения системы разогнались до V_0 , но разогнались они с одинаковым ускорением. $\Rightarrow$

II



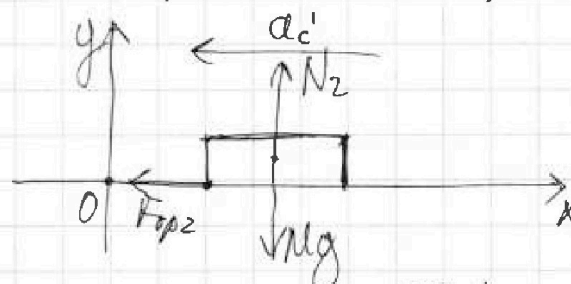
$$\begin{cases} O_x: F - F_{\text{тр}2} = Ma_c \\ O_y: N_2 = Mg \\ F_{\text{тр}2} = N_2 \cdot \mu \end{cases} \Rightarrow$$

$$F - Mg\mu = Ma_c$$

I

$$\begin{aligned} F \cos \alpha - \mu Mg + \mu F \sin \alpha &= F - \mu Mg \\ \Rightarrow F(1 - \cos \alpha) &= \mu F \sin \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \end{aligned}$$

2)



$$\begin{cases} O_y: N_2 = Mg \\ O_x: Ma_c' = F_{\text{тр}2} \\ F_{\text{тр}2} = \mu N_2 \end{cases} \Rightarrow$$

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

$$\begin{aligned} V_0 - a_c' T &= 0 \Rightarrow \mu g T = V_0 \Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \\ &= \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g} \end{aligned}$$

Ответ: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; $T = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

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

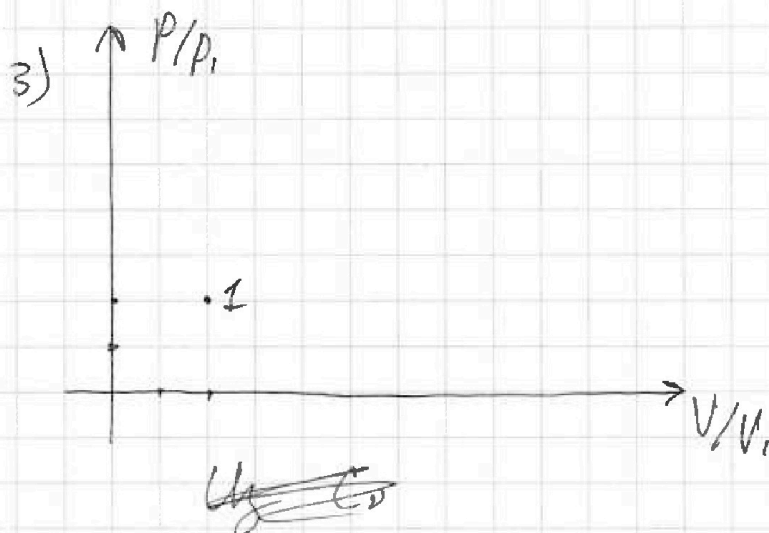
$$= 5 \cdot 200 \cdot 8,31 \cdot (2\sqrt{2} - 1) = 8310 \cdot (2\sqrt{2} - 1)$$

→ 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) $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$.

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

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. Порча QR-кода недопустима!

1) $C_v = \frac{Q}{VR\Delta T}$ по определению. $\Rightarrow C_{\frac{v}{R}} = \frac{Q}{VR\Delta T}$

Из первого канала переносимости
для идеального газа в фиксированном
кол-ве: $Q = \frac{i}{2} VR\Delta T + A_2$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow C_{\frac{v}{R}} = \frac{i}{2} + \frac{A_2}{VR\Delta T}$ i для одно-
атомного газа $= 3$.
Тогда для газа 1-2:

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

$\Rightarrow A_2 = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400}{2} \approx 600 \cdot 8,31 =$
 $= 4800 + 180 + 6 \approx 4986 \text{ Дж}$

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
 $Q < 0$. Посчитаем:

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

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

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

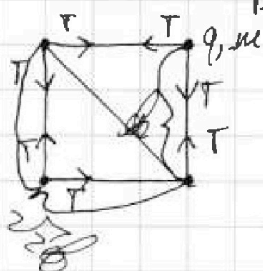
$= \frac{8,31 \cdot 400 \cdot (-4 + 3)}{2} = 1662 \cdot (-1) < 0$
 $\Rightarrow Q_{23} \text{ — охлаждаемая}$



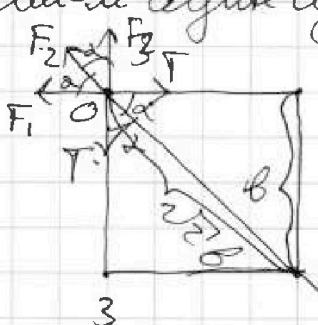
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

1)



Рассм-м движение шаров вместе:



По закону Куплера:

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

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

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

$\angle \alpha = 45^\circ$ (и.р. шаров выделены в квадратике)

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

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

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

2) Все силы, действующие в системе шаров с нитями, выделены - внешние силы. $\Rightarrow$ центр масс системы за время движения шаров останется на своем месте. Также из-за этого как система нитей с шариками (б) сократится. Также в силу симметрии линия, соединяющая центр масс системы с центром масс шаров, перпендикулярна плоскости вращения, прох. через его геометрический центр, скорости двух шаров и двух шаров одинаковы в любой момент времени. $\Rightarrow$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

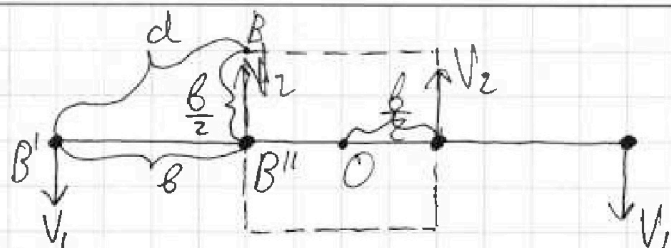
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2)



O - центр масс
системы - есть
геометрический
центр квадрата.

ЗЦУ:

$$mV_1 + mV_1 = mV_2 + mV_2 \Rightarrow V_1 = V_2, \text{ где } V_1 = V_2 = V.$$

ЗЦЭ в данной ситуации:

$$E_{k2} - E_{k1} + W_2 - W_1 = 0, \text{ т.к. } \text{расширения системы}$$

$\Gamma = 0$ и $\omega = 0$ и $\perp$ нулевые скорости движения
в массовом центре системы, а работы
сил упругости учтены в $\Delta W_{\text{уп}}$. $\Rightarrow$ 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 пункта 2 - видно, что d определяется из $\triangle BB'B''$.
 $d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}b}{2}$.

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

2) $V = q \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}k}{2bm} - \frac{k}{b^2m}}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

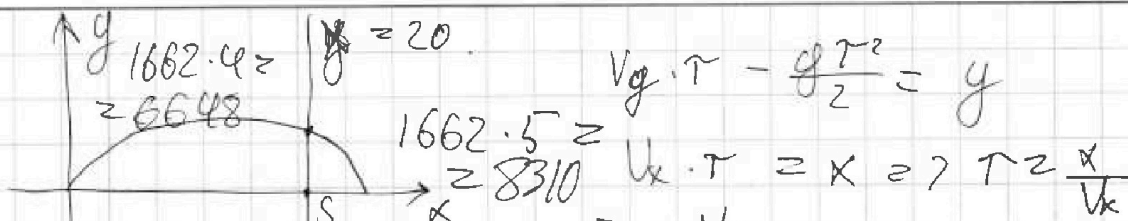
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



$\frac{kg}{V_k}$

$$1662.4 - 1662 = 18282 \Rightarrow \frac{V_g \cdot x}{V_k} - \frac{g}{2} \cdot \frac{x^2}{V_k^2} = y$$

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

$x = 5$:

$$\frac{V_0 \sin \alpha \cdot 5}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{5^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = y \cdot \frac{1-x^2}{x^2} = y^2$$

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

$$\sin x = \cos x$$

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

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

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

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

$$\frac{S}{\cos^2 x} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{\sin x}{\cos^2 x} = 0$$

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

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

$$\cos x = \sqrt{\frac{g^2 S^2 - V_0^4}{g^2 S^2}}$$

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

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

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!

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

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

$$V \cdot C_v = Q.$$

$$pV = \nu RT$$

Ускорившись:

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

$$pV.$$

Ускорившись:

$$Q = \Delta U + A$$

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

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

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

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

1-3 - ускорившись

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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

