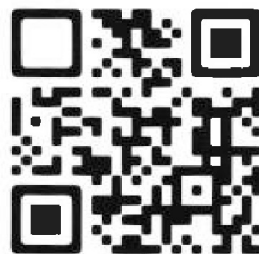




Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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.

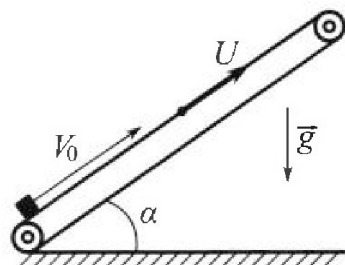
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

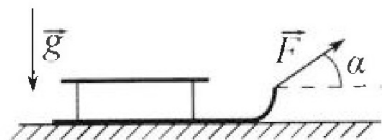
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





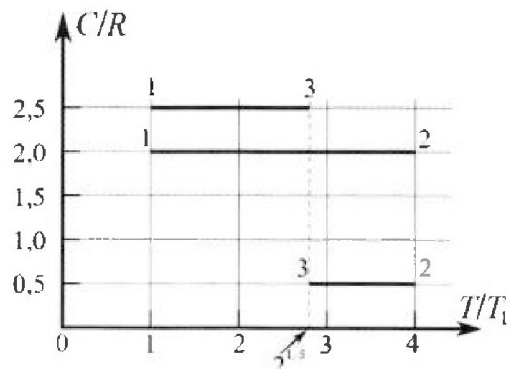
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



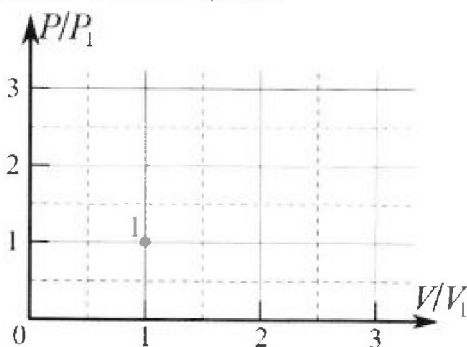
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



1) Найдите работу A_2 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.



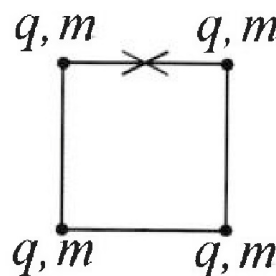
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

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!



$$\sin \alpha = 1 - \cos \alpha = 1 - \frac{4}{5} = \frac{1}{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{4}{5}, \quad \sin \alpha = \sqrt{\frac{1}{5}} = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$H = \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2v_0} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \right) = 20 \text{ м} \left(\frac{2}{1} - \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{1} \right) = 20 \text{ м} (2 - 2.5) = -10 \text{ м}$$

N1

1) На максимальной высоте $v_y = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$v_y(t) = v_0 - gt$$

$$v_y(T) = 0$$

$$v_0 - gT = 0$$

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

2) Наиболее дальний полёт при броске под углом $\alpha = 45^\circ$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

t_1 - время полёта

$$y(t_1) = 0$$

$$v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 0 \quad | : t_1$$

$$v_0 \sin \alpha = \frac{gt_1}{2}$$

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(t_1) = v_0 \cos \alpha \left(\frac{2v_0 \sin \alpha}{g} \right) = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot 20^2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{10} \text{ м} = 40 \text{ м} = 25$$

при этом максимальная высота H достигается в $t_2 = \frac{t_1}{2}$

$$H = y(t_2) = v_0 \sin \alpha \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right) - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2 = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{g} - \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} =$$

$$= \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{20^2 \cdot \frac{1}{5}}{2 \cdot 10} \text{ м} = \frac{400}{40} \text{ м} = 10 \text{ м}$$

при ~~меньших~~ меньших углах максимальная высота полёта ниже,
а при ~~больших~~ больших высшая точка сдвигается к стреляющей
(и высота на расстоянии 5 меньше)

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

максимальная высота удара 10 м

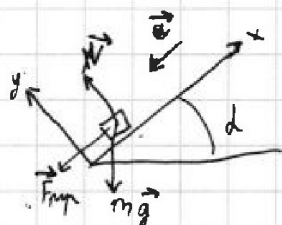
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

N 2

$$\sin d = 0,8 \Rightarrow \sin^2 d = 0,64 \Rightarrow \cos^2 d = 0,36 \Rightarrow \cos d = 0,6 \Rightarrow \mu \cos d = 0,2$$

1) до остановки на коробку действуют 3 силы



$$F_{тр} = -\mu N$$

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

$$Oy: N - mg \cos d = 0$$

$$N = mg \cos d$$

$$Ox: -F_{тр} - mg \sin d = -ma$$

$$ma = mg \sin d + \mu mg \cos d = mg (\sin d + \mu \cos d)$$

$$a = g (\sin d + \mu \cos d) = g(0,8 + 0,2) = g$$

$$v(t) = v_0 - g t$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x(t_1) = 0$$

t_1 - момент остановки

$$v(t_1) = 0$$

$$v_0 - g t_1 = 0$$

$$v_0 = g t_1$$

$$t_1 = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ c}$$

$$x(t_1) = 1,6 \text{ м}$$

$$v_0 t - \frac{g t^2}{2} = 0$$

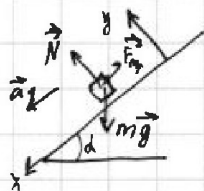
$$\frac{g t^2}{2} - v_0 t + 1,6 = 0$$

$$t^2 - 4t + 1,6 = 0$$

$$t_1 = 0,4 \text{ c}$$

$$x(t_1) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g v_0^2}{2g^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2,4^2}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м} < 1,6 \text{ м}$$

после остановки $F_{тр}$ будет направлена в другую сторону



$$\text{З.Н. } \vec{N} + \vec{F}_{тр} + \vec{N} = m\vec{a}_1 \quad F_{тр} = -\mu N$$

$$Oy: N - mg \cos d = 0$$

$$N = mg \cos d$$

$$Ox: mg \sin d - F_{тр} = ma_1$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos d = 0,2 mg > 0,8 mg = mg \sin d$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$a_1 = g (\sin d - \mu \cos d) = g(0,8 - 0,2) = 0,6 g$$

$$x_1(t) = \frac{a_1 t^2}{2} = 0,3 g t^2 = 3 t^2 \frac{m}{c^2}$$

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!

до остановки ~~про~~ коробка проехала $0,8 \text{ м}$ $\Rightarrow$ до пути $S=1 \text{ м}$ осталось $0,2 \text{ м}$

t_2 - время спуска до пути S (всмысле)

$$x_1(t_2) = 0,2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2x_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10}} = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ с}$$

$$0,3g t_2^2 = 0,2 \text{ м}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2}{3g}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ (с)}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,4 + 0,26 = 0,66 \text{ с}$$

2) перейдем в СО движущейся со скоростью $\vec{U}$ (связанную с землей)

в данной СО ~~время~~ неизменяемая ускорения рассчитанные в п.1

если в лабораторной СО скорость стала $=U \Rightarrow$ в нашей СО скорость $=0$

$$v_x(t) = (v_0 - U) - g t$$

$$x_2(t) = (v_0 - U)t - \frac{g t^2}{2}$$

t_3 - время до остановки

$$v_x(t_3) = 0$$

$$t_3 = \frac{v_0 - U}{g} = 0,2 \text{ с}$$

$$L = x_2(t_3) = \frac{(v_0 - U)^2}{g} - \frac{g(v_0 - U)^2}{2g^2} = \frac{(v_0 - U)^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}$$

3) Если в лабораторной СО скорость равна 0, то в нашей U вниз

t_4 - время от скорости U до 0 (в лаб. СО)

$$v_{2x}(t) = U - a t$$

$$x_3(t) = \frac{a t^2}{2}$$

$$v_{2x}(t_4) = 0$$

$$t_4 = \frac{U}{a}$$

$$x_3(t_4) = \frac{a U^2}{2a^2} = \frac{U^2}{2a}$$

$$H = (L - x_3(t_4)) \sin \alpha = (0,2 \text{ м} - \frac{2^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 10} \text{ м}) \cdot 0,8 = (0,2 - \frac{2}{6}) \cdot 0,8 \text{ м} = (\frac{1}{3} - 0,2) \cdot 0,8 \text{ м} =$$

$$= -0,027 \text{ м}$$



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!

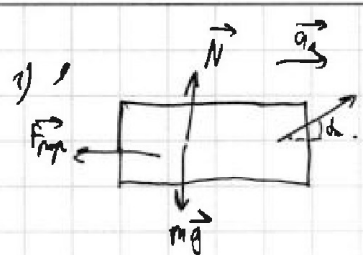
Ответ: $T = 9666$

$L = 0,2 \text{ м}$

$H = 1 - 1,07 \text{ м}$

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!



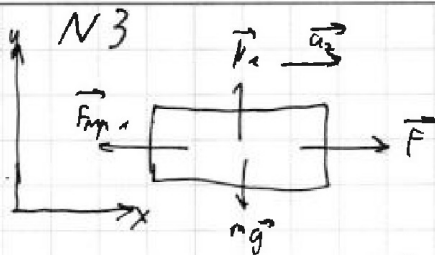
23. Н. ($F_{fr} = \mu N$)

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

$$O_y: N + F \sin \alpha - mg = 0$$

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

$$O_x: F \cos \alpha - F_{fr} = m a_1$$



23. Н. ($F_{fr1} = \mu N_1$)

$$\vec{N}_1 + \vec{F} + m\vec{g} - \vec{F}_{fr1} = m\vec{a}_2$$

$$O_y: N_1 - mg = 0$$

$$N_1 = mg$$

$$O_x: F - F_{fr1} = m a_2$$

$v(t) = at$ м.к. санки за одно время разогнались до одной v
а били равны

$$a_1 = a_2$$

$$m a_1 = m a_2$$

$$F \cos \alpha - F_{fr} = F - F_{fr1}$$

$$F_{fr1} - F_{fr} = F(1 - \cos \alpha)$$

$$\mu N_1 - \mu N = \mu(N_1 - N) = \mu(mg - (mg - F \sin \alpha)) = \mu F \sin \alpha$$

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

2) после прекращения силы 23. Н. $O_x: -F_{fr} = m a_2$; $a_2 = -\frac{\mu N_1}{m} =$
 $= -\frac{\mu mg}{m} = -\mu g$

$$v(t) = v_0 + a_2 t; \quad v_1(t) = \dots$$

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!



$$v_1(T) = 0$$

$$v_0 + a_2 T = 0$$

$$v_0 = -a_2 T$$

$$T = -\frac{v_0}{a_2} = \frac{v_0}{\mu g}$$

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

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

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!



14

1) Q_{12} - теплота подведенная газу в процессе 1-2

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$$

ΔT_{12} — изменение температуры
в процессе 1-2

$$\Delta T_{12} = 3 T_1$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{12} = \frac{C}{R} \text{ в процессе 1-2}$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{12} = 2$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu R \Delta T_{12}} = \frac{A_{12}}{\nu R \Delta T_{12}} + \frac{3}{2}$$

$$A_{12} = \left(\left(\frac{C}{R}\right)_{12} - \frac{3}{2}\right) \nu R \Delta T_{12} = (2 - 1.5) \cdot 3 \cdot 1.8, 37 \cdot 400 \text{ Дж} = 8, 31 \cdot 600 \text{ Дж} = 4986 \text{ Дж}$$

2) Аналогичным образом поступим для процессов 2-3 и 3-1

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{23} = \frac{A_{23}}{\nu R \Delta T_{23}} + \frac{3}{2}$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{23} = 0,5$$

$$\Delta T_{23} = (1 - 2^{1/2}) T_1 = (1 - 2^{1/2}) T_1 \approx (1 - 1, 41) T_1 = -0, 41 T_1$$

$$A_{23} = \left(\left(\frac{C}{R}\right)_{23} - \frac{3}{2}\right) \nu R \Delta T_{23}$$

$$A_{23} = (-0, 5 - 1, 5) \cdot 1.8, 37 \cdot 1, 16 \cdot 400 \text{ Дж} = -4 \cdot 837 \cdot 1, 16 = -4655, 84 \text{ Дж}$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{31} = \frac{A_{31}}{\nu R \Delta T_{31}} + \frac{3}{2}$$

$$\left(\frac{C}{R}\right)_{31} = 2,5$$

$$\Delta T_{31} = (2^{1/2} - 1) T_1 = (1, 41 - 1) T_1 = 0, 41 T_1$$

$$A_{31} = \left(\left(\frac{C}{R}\right)_{31} - \frac{3}{2}\right) \nu R \Delta T_{31}$$

$$A_{31} = (2, 5 - 1, 5) \cdot 1.8, 37 \cdot 1, 16 \cdot 400 \text{ Дж} = 1 \cdot 837 \cdot 1, 16 = 2115, 16 \text{ Дж}$$

$$A_{\text{суммар}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = 3527 \text{ Дж}$$

$$Q_{12} = \left(\frac{C}{R}\right)_{12} \nu R \Delta T_{12} = 2 \cdot 1.8, 37 \cdot 3 \cdot 400 = 4 \cdot 837 \cdot 600 = 4 \cdot 4986 \text{ Дж} =$$

$$= 19944 \text{ Дж}$$

$$Q_{23} = \left(\frac{C}{R}\right)_{23} \nu R \Delta T_{23} < 0$$

$$Q_{31} = \left(\frac{C}{R}\right)_{31} \nu R \Delta T_{31} < 0$$

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!

$$\eta = \frac{A_{\text{полная}}}{\Sigma Q_{\text{до}}} = \frac{A_{\text{полная}}}{Q_{12}} = \frac{3527 \text{ Дж}}{19944 \text{ Дж}} = 17,7\%$$

3) $P_1 V_1 = \nu R T_1$ (уравнение состояния)

$$T = \frac{P_1 V_1}{\nu R}$$

состояние 2

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 = \nu R T_1 \quad | : P_1 V_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = 1 \cdot \frac{\nu R T_1}{P_1 V_1} = 1 \quad (1)$$

$$A_{12} = \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{1}{\gamma} \right) \nu R T_1 = 1,5 P_1 V_1$$

м.к. $\left(\frac{P}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}}$ - константа,

по процессу 1-2

линии на графике $\frac{P}{P_1} \left(\frac{V}{V_1} \right)$

$$\begin{aligned} \frac{P_2}{P_1} &= 2 \\ \frac{V_2}{V_1} &= 2 \end{aligned}$$

состояние 3

$$P_3 V_3 = \nu R T_3 = 2^{1,5} \nu R T_1 \quad | : P_1 V_1$$

$$\frac{P_3}{P_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} = 2^{1,5} \frac{\nu R T_1}{P_1 V_1} = 2^{1,5} \approx 2,84$$

$$A_{31} = \left(\left(\frac{P_3}{P_1} \right)^{\frac{1}{\gamma}} - \frac{1}{\gamma} \right) \cdot 1,84 \nu R T_1 = 1 - 1,84 \nu R T_1$$

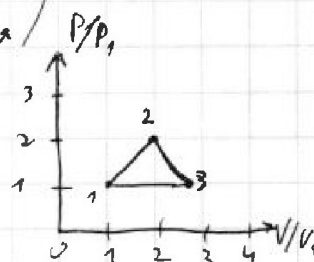
$$\begin{aligned} \frac{P_3}{P_1} &= 1 \\ \frac{V_3}{V_1} &= 2,84 \end{aligned}$$

(аналогично 2)

(эти значения
подставляем
в уравнение
(1) → интервал (изотермич)
отсюда при изменении точки по ней
~ влево A уменьшается
~ вправо A увеличивается

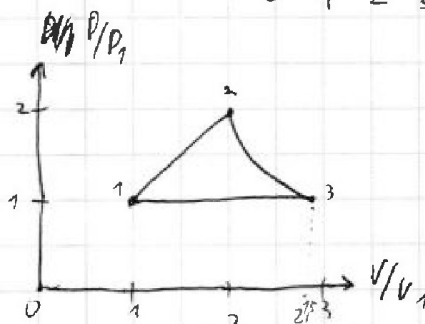
$$A_{23} = 1,16 P_1 V_1$$

тогда A_{123} - процесс 2-3 по прямой $= 1,16 P_1 V_1$
график 2-3 - это линия при $\frac{P}{P_1}$



Ответ: $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$

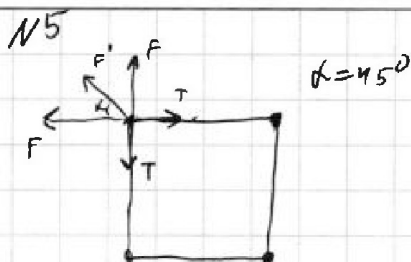
$$\eta = 17,7\%$$



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!

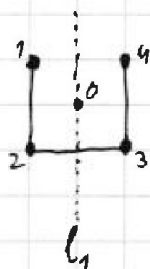
1) $F = k \frac{q^2}{\delta^2}$
 $F' = k \frac{q^2}{(\sqrt{2}\delta)^2} = \frac{kq^2}{2\delta^2}$



по 2.3.4.

$T = F + F' \cos \alpha = \frac{kq^2}{\delta^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{2\delta^2} = \left(\frac{\sqrt{2}}{4} + 1\right) \frac{kq^2}{\delta^2} \approx \left(\frac{1.41}{4} + 1\right) \frac{kq^2}{\delta^2} = 1.355 \frac{kq^2}{\delta^2}$

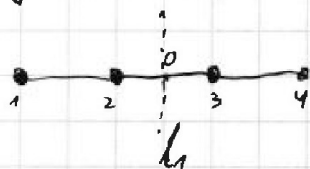
3) ~~б. сим. относительно~~



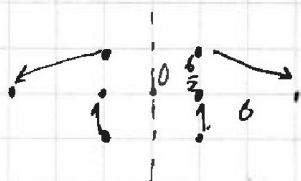
м.к. на систему не действуют
внешние силы, то центр масс не
перемещается.
изначально он в точке O.

когда они будут на 1 прямой, то центр масс будет на ней.
(O в прямой шариков)

б. сим. относительно l_1 , прямая будет $\perp l_1$ и



O будет серединой отрезка между шариками 2, 3



вершины шары имеют на $d = \sqrt{6^2 + \left(\frac{6}{2}\right)^2} = \sqrt{6^2 \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 6 \sqrt{\frac{5}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} 6 \approx \frac{2.24 \cdot 6}{2} = 1.12 6$

2) б. сим. симметрии скорости шариков (1, 4) и (2, 3) равны

и 3.6 и v_k не может иметь горизонтальной скорости м.к.
вертикальная часть $v_k = v_{14}$, v_k не может иметь горизонтальной скорости м.к.
так как нить нерастяжима $\Rightarrow v_k = v_{14} = v$

Ответ: $T = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) \frac{kq^2}{\delta^2} \approx 1.355 \frac{kq^2}{\delta^2}$

$d = \frac{\sqrt{5}}{2} 6 \approx 1.12 6$



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!

N 1

1) ~~кратко~~

На максимальной высоте $v_y = 0$; $v_y(t) = v_0 - gt$

$$v_y(T) = 0; v_0 - gT = 0; v_0 = gT = 10 \frac{м}{с^2} \cdot 2с = 20 \frac{м}{с}$$

2) пусть бросок был под углом к горизонту

$$x(t) = v_0 \cos \alpha t$$

$$y(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

В момент удара $x(t_y) = S$; $y(t_y) = H$ (t_y - время падения до удара;
H - высота удара)

$$v_0 \cos \alpha t_y = S; t_y = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

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

максимум ~~максимум~~ H при максимуме $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$

при максимуме производная = 0

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right)' = 0$$

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

$$C = \frac{g S}{2 v_0^2} = \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 20^2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\sin' \alpha \cos \alpha - \sin \alpha \cos' \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{C' \cos^2 \alpha - C (\cos^2 \alpha)'}{\cos^4 \alpha}$$

$$\frac{\cos \alpha \cdot \cos \alpha - \sin \alpha (-\sin \alpha)}{\cos^4 \alpha} = -C \frac{2 \cos \alpha (-\sin \alpha)}{\cos^4 \alpha} \quad | \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 2C \frac{\cos \alpha \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$1 = 2C \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad | \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = 2C \sin \alpha = \frac{\sin \alpha}{2}; \sin \alpha = 2 \cos \alpha$$

$$1 = \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = \cos^2 \alpha + 4 \cos^2 \alpha = 5 \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{5}$$

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!



Handwritten solutions on graph paper for a physics problem involving a particle moving in a circular path. The solutions include various equations, diagrams, and calculations.

Diagram 1: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 2: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 3: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 4: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 5: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 6: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Diagram 7: A particle moving in a circular path with radius R . The angle α is measured from the horizontal. The forces acting on the particle are gravity mg and the centripetal force F_c .

Equations:

$$T = F_c \cos \alpha = \frac{mv^2}{R} \cos \alpha$$

$$T = F_c \sin \alpha = \frac{mv^2}{R} \sin \alpha$$

$$\frac{T}{\cos \alpha} = \frac{T}{\sin \alpha} \Rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

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!

$$\varphi_{MN} = \frac{q_{MN}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$2 = V$$

$$n = \frac{q_1 \cos \theta_1}{q_2 \cos \theta_2} = \frac{q_1 \sin \alpha}{q_2 \sin \alpha} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{5.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$5 \left(\frac{2.0 \times 10^{-6}}{\cos \alpha} - \frac{1.0 \times 10^{-6}}{2.0 \cos \alpha} \right)$$

$$5 \left(\frac{2.0 \times 10^{-6}}{\cos \alpha} - \frac{1.0 \times 10^{-6}}{2.0 \cos \alpha} \right)$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$

$$\frac{1.0 \times 10^{-6}}{1.0 \times 10^{-6}} = \frac{q_1}{q_2}$$