



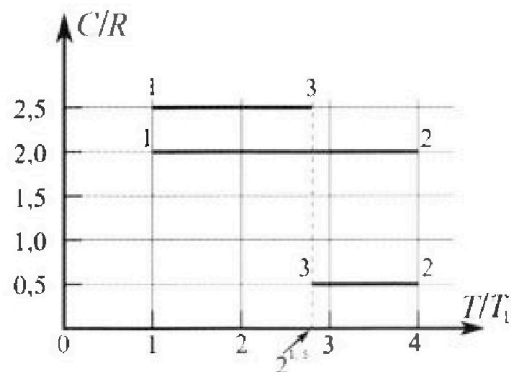
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



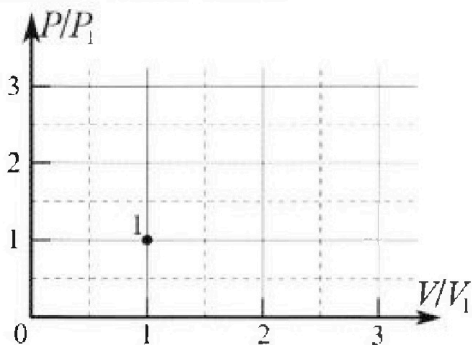
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



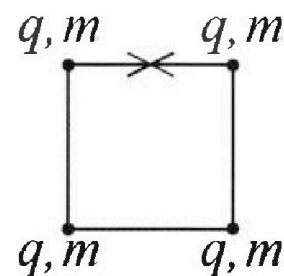
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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.

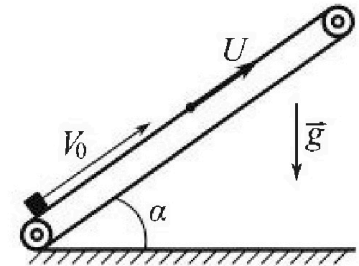
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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. Сопр отвлечение 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.

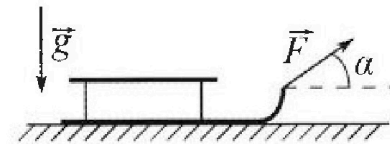
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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 непустима!



Дано:
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $T = 2 с.$

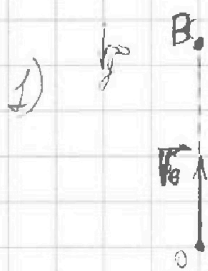
$S = 20 м$

1) $V_0 = ?$

2) $h_{max} = ?$ (Максимальная высота зрака о стену)

5 1

Решение:



П.м. мэр поднялся на максимальную высоту т.е. в самой верхней точке параллельно v_0 скорость равна 0, $\Rightarrow v_B = 0$
 $(v_B - \text{вектор скорости в верхней точке})$

Тело движется равноускоренно ~~вдоль~~ с ускорением свободного падения g :
 $\vec{v}_0 = \vec{v}_0$ и $v_0 = v_0$

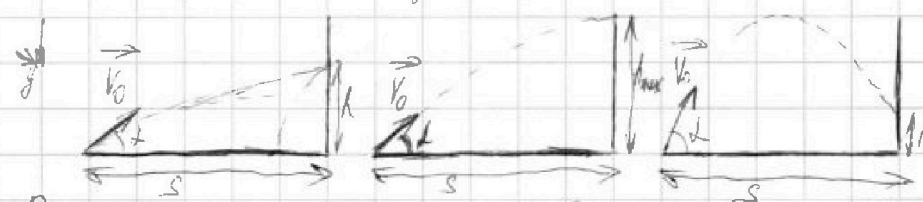
$$\vec{v}_k = \vec{v}_0 + \vec{g} \cdot T$$

$$0_y: 0 = v_0 - gT$$

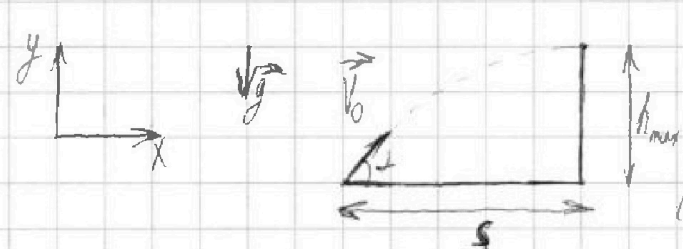
$$v_0 = gT$$

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

2) Возможные ситуации:



Высота удара о стену будет максимальной, если удар произойдет в высшей точке параллельно мэр (1 в высшей параболы, по которой летит мэр). Тогда нас интересует вторая картинка.



$h_{max} = h$
 Тело движется равноускоренно с ускорением g :

$$(1) \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{g} \cdot t^2}{2} = \vec{s}$$

$$(2) \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$$

\vec{v} - вектор скорости в момент времени t - время полета до удара

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!



~~$S_x = S$~~
 $S_y = h$

(1) $O_x: V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = S$

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

$O_y: V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2} = h$

~~$V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot t^2 - 2g \cdot t \cdot S = 2hS$~~

(2) $O_y: V_y = V_0 \sin \alpha - g \cdot t$
в вершине параболы $V_y = 0$:
 $g \cdot t = V_0 \sin \alpha$
 $t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$

Тогда $h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{2g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$
 $t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$ } no $\frac{V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$

$\frac{\sin \alpha \cdot 20 \frac{m}{s}}{20 \frac{m}{s^2}} = \frac{20 m}{20 \frac{m}{s^2} \cdot \cos \alpha}$

$2 \sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{\cos \alpha} \quad | \cdot \cos \alpha \quad (\cos \alpha \neq 0, \text{ т.к. } \alpha \neq 90^\circ)$

$2 \sin \alpha \cos \alpha = 1$

$\sin 2\alpha = 1$

$2\alpha = 90^\circ$

$\alpha = 45^\circ$

$h_{\max} = h = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(20 \frac{m}{s})^2 \cdot (\frac{\sqrt{2}}{2})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{20}$

$= \frac{400}{40} \text{ м} = 10 \text{ м}$

Ответ: 1) $V_0 = 20 \frac{m}{s}$; 2) $h_{\max} = 10 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

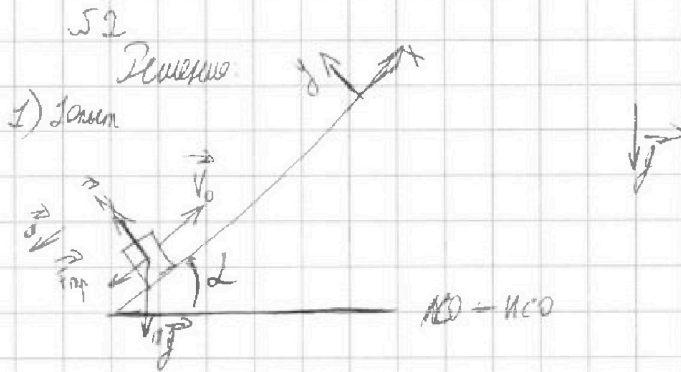
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано:
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $\sin \alpha = 0,8$
 $V_0 = 1 \frac{м}{с}$
 $\mu = \frac{1}{3}$



1) $u = 0$
 $S = 1 \text{ м}$ (пусть)
 $T = ?$ (после старта)

II закон Ньютона: $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = \vec{a} \cdot m$

2) $u = 2 \frac{м}{с}$
 $v_{тр} = u = 2 \frac{м}{с}$ (скорость трения)
 $L = ?$

$$O_y: N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$O_x: -F_{тр} - mg \cdot \sin \alpha = -a \cdot m$$

$$F_{тр} = \mu \cdot N = \mu mg \cos \alpha \quad \begin{matrix} m \cdot k \text{ надо считать} \\ (F_{тр} \text{ считаем}) \end{matrix}$$

3) $v_k' = 0$ (во второй точке)
 $H = ?$

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

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

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{8}{10}\right)^2} = \sqrt{1 - \frac{64}{100}} = \sqrt{\frac{36}{100}} = \sqrt{\left(\frac{6}{10}\right)^2} = 0,6$$

$$\vec{V}_0 = T + \frac{a \cdot T^2}{2} = S \quad \begin{matrix} a \cdot x = \\ L = S \end{matrix}$$

$$O_x: V_0 T - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} = S$$

$$\frac{T^2 \cdot g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2} - V_0 T + S = 0$$

$$T = \frac{V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2gS(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

Для начала, $m \cdot k$ надо считать сразу и мы не можем
 два раза: $\frac{2 \cdot 11}{11}$ \Rightarrow Берём
 μ сразу, а не $\frac{1}{3}$, \Rightarrow Берём
 со знаком "+"

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$T = \frac{v_0 - \sqrt{v_0^2 - 2gS(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)}}{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)}$$

№ (Установка)

$$T = \frac{4 \frac{m}{c} - \sqrt{(4 \frac{m}{c})^2 - 2 \cdot 10 \frac{m}{c^2} \cdot 1 m \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)}}{10 \frac{m}{c^2} (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)}$$

$$= \frac{4 - \sqrt{16 - 20}}{10} c = \frac{4 - \sqrt{4}}{10} c$$

малое T не учитываем \rightarrow

\Rightarrow тело не придет $S = 1 m$ за один период в прыжке.

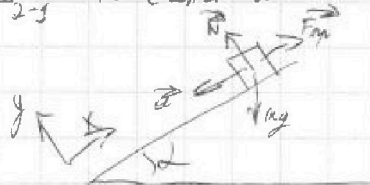
$$S(t) = v_0 T - \frac{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)}{2} T^2$$

(это расстояние в прыжке)

$$T_{\text{до остановки}} = \frac{v_0}{g(\sin\alpha + \mu \cos\alpha)} \quad T_{\text{до старта}} = \frac{4 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2} \cdot (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)} = \frac{4}{10} c = \frac{2}{5} c$$

$$S(\frac{2}{5} c) = 4 \frac{m}{c} \cdot \frac{2}{5} c - \frac{10 \cdot 1}{2} \cdot (\frac{2}{5})^2 = \frac{8}{5} - \frac{4}{5} = \frac{4}{5} m = 0,8 m$$

$$S_{2-3} = S_{\text{полное расстояние}} = 1 m - 0,8 = 0,2 m$$



$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr} = d'\vec{m}$$

$$Oy: N = mg \cos\alpha$$

$$Ox: F_{fr} - mg \sin\alpha = -d'm$$

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

$$d'm = mg \sin\alpha - mg \cos\alpha \mu$$

$$d' = g(\sin\alpha - \cos\alpha \mu)$$

$$Ox: \vec{v}_0 \cdot \vec{T}_2 + \frac{d' \cdot T_2^2}{2} = S_{2-3}$$

$$Ox: \frac{g(\sin\alpha - \cos\alpha \mu) T_2^2}{2} = S_{2-3}$$

$v_0' = 0$ (мг тела останавливается)

d' - ускорение после остановки

T_2 - время от остановки

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$\frac{g(\sin\alpha - \cos\alpha\mu)}{2} \cdot T_2^2 = S_2 - l$$

$$T_2^2 = \frac{2 \cdot S_2 - l}{g(\sin\alpha - \cos\alpha\mu)}$$

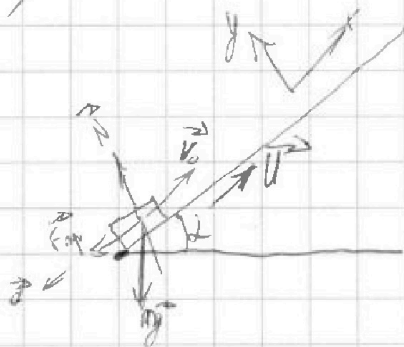
$$T_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot S_2 - l}{g(\sin\alpha - \cos\alpha\mu)}}$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,8)}} = \sqrt{\frac{0,4}{10(0,8 - 0,267)}} \text{ с} =$$

$$= \sqrt{\frac{0,4}{10 \cdot 0,533}} \text{ с} = \sqrt{\frac{4}{10 \cdot 5,33}} = \sqrt{\frac{1}{13,3}} = \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с}$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{2}{5} \text{ с} + \frac{\sqrt{15}}{15} \text{ с} = \frac{6 + \sqrt{15}}{15} \text{ с}$$

2) 20 м/с



$$v_{\text{вправо}} = v = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = g(\sin\alpha + \cos\alpha\mu) \quad (\text{в } \downarrow \text{ направлении})$$

CO-закон:

$$\vec{v}_{\text{конт. лентки}} = \vec{v}_{\text{вправо}} - \vec{u}$$

$$v_{\text{конт. лентки}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$O_x: v_{\text{конт. лентки}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{v}_{\text{один лентки}} = \vec{v}_{\text{вправо}} - \vec{u}$$

$$O_x: v_{\text{один лентки}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\vec{v}_{\text{конт. лентки}} = \vec{v}_{\text{один лентки}} + \vec{a} \cdot t$$

$$O_x: \vec{v}_{\text{конт. лентки}} = \vec{v}_{\text{один лентки}} + g(\sin\alpha + \cos\alpha\mu) \cdot t$$

t - время спуска.
 $d_x = d - d$

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!

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

$$2 \frac{u}{c} = 10 \frac{u}{c^2} t$$

$$t = \frac{1}{5} c$$

$$V(t) = 10: \quad \vec{s} = \vec{v}_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$2x: \quad l = \sqrt{\frac{u}{c}} \cdot \frac{1}{5} c + \frac{10 \frac{u}{c^2} (0,8 + 0,6 \cdot \frac{1}{3}) \cdot (\frac{1}{5} c)^2}{2} = \frac{4}{3} - \frac{10}{2 \cdot 25} u = \frac{4}{3} - \frac{1}{5} u =$$
$$= \frac{3}{5} u = 0,6 u$$

3) Из второго уравнения

$$V'_k \text{ отн лентки} = 0 \frac{u}{c} - 2 \frac{u}{c} = -2 \frac{u}{c}$$

$$V_0 \text{ отн лентки} = 2 \frac{u}{c}$$

$$V_k \text{ отн лентки} = V_0 \text{ отн лентки} - g(\sin \alpha + \cos \mu) \cdot \tau \quad \tau - \text{время полета}$$

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

$$10 \frac{u}{c^2} \tau = 4 \frac{u}{c}$$

$$\tau = \frac{4}{10} c = 4 \frac{1}{5} c$$

$$\vec{s}(t) = V_0 \cdot \tau - \frac{g \cdot \tau^2}{2}$$

$$s(\tau) = 4 \frac{u}{c} \cdot \frac{2}{5} c - \frac{10 \frac{u}{c^2} (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) \cdot \frac{4}{25} c^2}{2} = \frac{8}{5} u - \frac{10 \cdot 4}{25 \cdot 2} u =$$

$$= \frac{8}{5} u - \frac{4}{5} u = \frac{4}{5} u$$

$$H = \sin \alpha \cdot s(\tau) = \frac{8}{10} \cdot \frac{4}{5} = \frac{8 \cdot 2}{5 \cdot 5} = \frac{16}{25} = \frac{64}{100} = 0,64 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = \frac{6 + \sqrt{15}}{15} \text{ с}$$

$$2) l = 0,6 \text{ м}$$

$$3) H = 0,64 \text{ м}$$

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!

Дано:

v_0, l, m

~~$t_1 = t_2 = \tau$ (время полета)~~

Ищем:

$t_1 = t_2 = \tau$ (время полета) $v_{k1} = v_{k2} = v$

$F_1 = F_2 = F$ (сила)

1 ступень: L

$\vec{F} = \text{const}$

1) 1 ступень:



2 ступень: $L = 0^\circ$

$|\vec{F}| = \text{const}$

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

$$v_{k1} = t_1 \cdot a_1$$

f) μ

2) $v_{k1} = 0$ T-?

$$O_y: N = mg - F \cdot \sin L$$

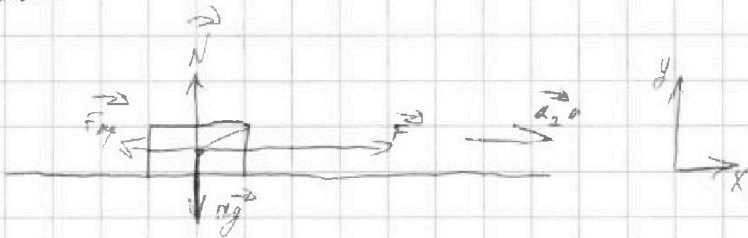
$$O_x: m a_1 = F \cdot \cos L - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}}^{\text{max}} = N \mu$$

$$a_1 = F \cdot \cos L - \mu \cdot mg + \mu F \sin L$$

$$a_1 = \frac{F \cos L - \mu mg + \mu F \sin L}{m}$$

2 ступень:



$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F} = \vec{a}_2 m$$

$$O_y: N = mg$$

$$F_{\text{тр}} - F_{\text{тр}}^{\text{max}} = N \mu$$

$$O_x: F - F_{\text{тр}} = a_2 m$$

$$a_2 = \frac{F - mg \mu}{m}$$

$$v_{k2} = t_2 \cdot a_2$$

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!

$$\sqrt{v_{k1}} = t_1 \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{\sqrt{v_{k1}}}{t_1} = \frac{v_0}{2}$$

$$\sqrt{v_{k2}} = t_2 \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{\sqrt{v_{k2}}}{t_2} = \frac{v_0}{2} \Rightarrow a_1 = a_2$$

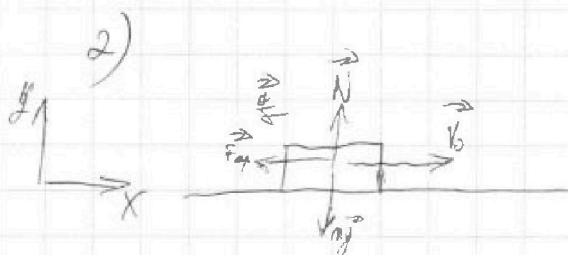
$$a_1 = a_2: \frac{F \cos \alpha + (F \sin \alpha - mg) \mu}{m} = \frac{F - mg \mu}{m}$$

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

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

$$\mu F \sin \alpha = F(1 - \cos \alpha)$$

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



$$\vec{v}_0 + \vec{a}T = \vec{v}_x \quad v_x = 0$$

$$\partial_x: v_0 - aT = 0$$

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

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

$$\partial_y: N = mg$$

$$\partial_x: -F_{fr} = -a \cdot m \quad F_{fr} = F_{fr \text{ max}} = N \cdot \mu$$

$$a \cdot m = \mu \cdot mg$$

$$a = \mu \cdot g$$

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

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

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

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 checked="" 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!

Дано:

График зависимости $\frac{C}{R}$ от $\frac{T}{T_1}$

$$v = 1 \text{ м/с}$$

$$T_1 = 400 \text{ К}$$

$$R = 6,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot\text{моль}}$$

c - коэффициент теплоемкости

Решено:

1)

I закон термодинамики

$$Q_{1-2} = A_{1-2} + \Delta U_{1-2}$$

возьдем уравнения и уравняем \Rightarrow

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{1-2}$$

$$\Delta T = \Delta T_{1-2} = (4-1) \cdot T_1$$

$$\Delta T_{1-2} = 3 \cdot 400 \text{ К} = 1200 \text{ К}$$

$$Q_{1-2} = \Delta T_{1-2} \cdot \frac{C}{R_{1-2}} \cdot R \cdot \nu$$

$$\frac{C}{R_{1-2}} = 2$$

$$A_{1-2} = Q_{1-2} - \Delta U_{1-2}$$

$$A_{1-2} = \Delta T_{1-2} \cdot \nu \cdot R \cdot \frac{C}{R_{1-2}} - \frac{3}{2} \nu R \cdot \Delta T_{1-2}$$

$$= \nu R \Delta T_{1-2} \left(\frac{C}{R_{1-2}} - \frac{3}{2} \right)$$

$$A_{1-2} = 1 \text{ моль} \cdot 6,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot\text{моль}} \cdot 1200 \text{ К} \cdot (2 - 1,5) =$$

$$= 6,31 \cdot 600 \text{ Дж} = 3786 \text{ Дж}$$

$$= 6,31 \cdot 600 \text{ Дж} = 3786 \text{ Дж}$$

$$2) \eta = \frac{A_{1-2}}{Q_{1-2}} = \frac{|Q_{2-1}| - |Q_{1-2}|}{Q_{1-2}} \cdot 100\%$$

$$\eta_{1-2} = 4986 \text{ Дж}$$

$$Q_{1-2} = 4986 \text{ Дж} \quad (\text{с нулем}) \quad Q_{1-2} > 0$$

(6,31 · 600 Дж)

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!

$$\overline{R_{2-3}} = \Delta T_{23} \cdot \frac{C}{R_{2-3}} \cdot R \cdot \nu$$

$$\frac{C}{R_{2-3}} = 0,5 = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{2-3} &= 1 \cdot (2^{\frac{3}{2}} - 4) \cdot T_1 = -T_1 \cdot (4 - \sqrt{8}) = \\ &= -T_1 \cdot (4 - 2\sqrt{2}) = -T_1 \cdot 2(2 - \sqrt{2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_{2-3} &= -400 \text{ k} \cdot 2 \cdot (2 - \sqrt{2}) = -800(2 - \sqrt{2}) = \\ &= 800\sqrt{2} - 1600 \text{ k} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{2-3} &= (800\sqrt{2} - 1600) \text{ k} \cdot \frac{1}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{K} \cdot \text{моль}} \cdot 1 \text{ моль} = \\ &= (400\sqrt{2} - 800) \cdot 8,31 \text{ Дж} \end{aligned}$$

$$Q_{2-3} < 0$$

$$Q_{3-1} = \Delta T_{3-1} \cdot \frac{C}{R_{3-1}} \cdot R \cdot \nu$$

$$\frac{C}{R_{3-1}} = 2$$

$$\Delta T_{3-1} = (1 - 2^{\frac{3}{2}}) \cdot T_1$$

$$\Delta T_{3-1} = (1 - 2\sqrt{2}) \cdot 400 \text{ k} = \cancel{400} - 800\sqrt{2} \text{ k}$$

$$\begin{aligned} Q_{3-1} &= (100 - 800\sqrt{2}) \text{ k} \cdot 2 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{K} \cdot \text{моль}} \cdot 1 \text{ моль} = \\ &= (200 - 1600\sqrt{2}) \cdot 8,31 \text{ Дж} \quad Q_{3-1} < 0 \end{aligned}$$

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!

$$Q_{\text{выпуск}} = Q_{2-3} + Q_{3-1}$$

$$Q_{\text{перез}} = Q_{1-2}$$

$$J = \frac{Q_{1-2} - (Q_{2-3} + Q_{3-1})}{Q_{1-2}} \cdot 100\%$$

$$J = \frac{8,31 \cdot 600 \text{ шт} - ((600 \text{ шт} - 400) \cdot 6,31 \text{ шт} + (1600 \text{ шт} - 600) \cdot 4,36 \text{ шт})}{8,31 \cdot 600 \text{ шт}}$$

$$\cdot 100\% =$$

$$= \frac{600 - 600 \text{ шт} + 400 - 1600 \text{ шт} + 600}{600} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{2400 - 2400 \text{ шт}}{600} \cdot 100\% = \frac{24 - 24 \text{ шт}}{6} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{4}{3} - 4 \text{ шт}$$

$$\text{ответ: } J) L_{1-2} = 4,9 \text{ шт}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

g, q, m, k

1) T - ?

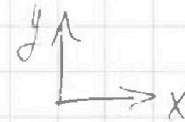
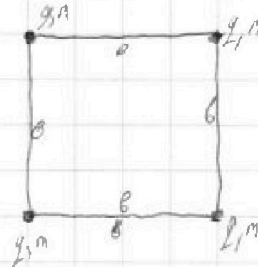
2) V - ?

3) d - ?

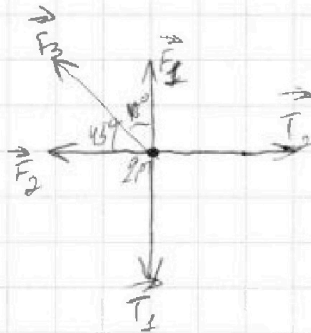
55

Решение:

$$T_1 = T_2 = T$$



✗ Левый верхний шарик:



По закону Купера:

$$F_1 = k \cdot \frac{q \cdot q}{a^2} = k \cdot \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_2 = k \cdot \frac{2q \cdot q}{a^2} = k \cdot \frac{q^2}{a^2}$$

$$F_3 = k \cdot \frac{q \cdot q}{(\sqrt{2}a)^2} = k \cdot \frac{q^2}{2a^2}$$

$$F_1 = F_2 = F; \quad F_3 = \frac{F}{2}$$

II Закон Ньютона:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$$

$$O_y: F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = T$$

$$O_x: F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = T$$

$$T = F + \frac{F}{2} \cdot \cos 45^\circ = F \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = k \cdot \frac{q^2}{a^2} \cdot \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) =$$

$$= k \cdot \frac{q^2}{a^2} \cdot \frac{4 + \sqrt{2}}{4} = \frac{k \cdot q^2 \cdot (4 + \sqrt{2})}{4a^2}$$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2(4 + \sqrt{2})}{4a^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$-5t^2 + 4t - 1 = 0$
 $5t^2 - 4t + 1 = 0$
 $D = 16 - 4 \cdot 5 = -20$
 $t = \frac{4 \pm \sqrt{-20}}{10}$
 $v_0 = gT = 20 \frac{m}{c}$
 $v_0 \cos \alpha \cdot t = S$ | $v_0 \sin \alpha = g t$
 $\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$
 $\frac{v_0}{g(\sin \alpha + \cos \alpha)} = \frac{4}{10} = 0.4$
 $\frac{2}{5} \cdot 4 - \frac{4}{5 \cdot 2} = \frac{8}{5} - \frac{4}{10} = \frac{16-4}{10} = \frac{12}{10} = 1.2$
 $S = v_0 \cos \alpha \cdot t$
 $h = v_0 \sin \alpha \cdot t$
 $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $4 \sin \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $2 \tan \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $l = \cos \alpha \cdot v_0 \cdot t = \frac{1}{5} \cdot 20 = 4$
 $v_0 \cos \alpha \cdot t = 20$
 $\cos \alpha \cdot t = 1$
 $\cos \alpha \cdot t = 1$
 $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$
 $2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \cos \alpha \cdot t$
 $t = 2 \sin \alpha$
 $2 \sin \alpha = \cos \alpha$
 $2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \cos \alpha \cdot t$
 $t = 2 \sin \alpha$
 $2 \sin \alpha = \cos \alpha$
 $t = \frac{20}{10} = 2$
 $\frac{H}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$
 $8 + \frac{v_0^2}{g} = 2 + 2 = 4$
 $2g: v_0 \sin \alpha = g t \tan \alpha$
 $\tan \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $H = \frac{g \cdot \tan^2 \alpha}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cdot g}{2g^2}$
 $\tan \alpha = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
 $l = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$
 $400 \sin \alpha = 20$
 $\frac{20}{10} \cdot \cos \alpha = 1$
 $2 \sin \alpha = 1$
 $16 = 2 \cdot 10 = 20$
 $16 = 2 \cdot 10 = 20$

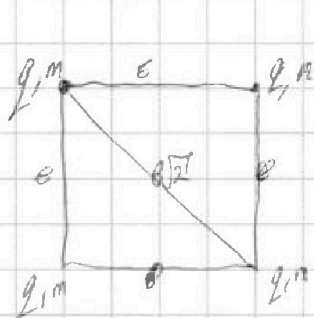
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$\frac{Dx}{k \cdot \Delta l}$

$F = k \cdot \frac{l \cdot l}{x^2}$

$(x + \Delta x)^2 (x - \Delta x)^2$
 $x + 2\Delta x^2 + 2x\Delta x = x^2 + \Delta x^2 \rightarrow 2x\Delta x$
 $2x \cdot \Delta x = -2x \cdot \Delta x$
 $\Delta x = -\Delta x$

$F = \frac{l^2}{e^2} \cdot k$

$\frac{k \cdot l^2}{(B + \Delta B)^2}$

$Q = A' + \Delta A$

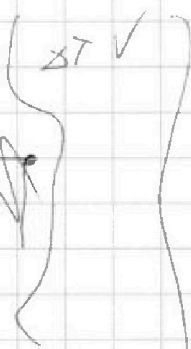
$\sqrt{2} \cdot \Delta l$

$l^2 - 3 \cdot l$

$\Delta l = \sqrt{(2 \cdot 1000)^3} = 20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot \sqrt{2}$

$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$

C - Дав на 1 мм



$A' = Q + \Delta A$

$Q = A + \Delta A$

$\Delta A = Q + A'$

$m \cdot g = F + \frac{F}{2} \cdot \frac{\Delta l}{2}$

$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$

$Q = -k \cdot \Delta l \cdot \Delta t$

$Q = \frac{k \cdot \Delta l \cdot \Delta t}{m \cdot \Delta t}$

$C = \frac{k \cdot \Delta l}{m}$

$\frac{C}{R} = \frac{k}{N}$

P = const

$\Delta l = \frac{3}{2} \cdot \Delta R \cdot \Delta t$

$A' = P \cdot \Delta t$

$\frac{k \cdot l^2}{6 - \Delta l}$

$Q = -A + \Delta A$

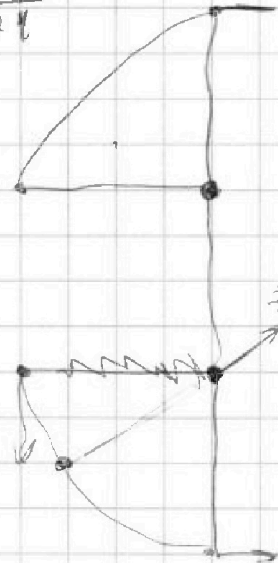
$Q = A - \Delta A$

$\Delta = Q + \Delta A$

$10 \Rightarrow \downarrow k$

$Q = A' + \Delta A$

$\frac{+16}{24}$



$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$

$= k \cdot \frac{l}{m} \cdot m \cdot \Delta t$

$Q = \frac{k \cdot l \cdot \Delta t}{m \cdot \Delta t} \cdot m \cdot \Delta t$

$F = F_2 + F_3$

$Q = C \cdot m \cdot \Delta t$

$\Delta T = 3 \cdot 400k = 1200k$

