



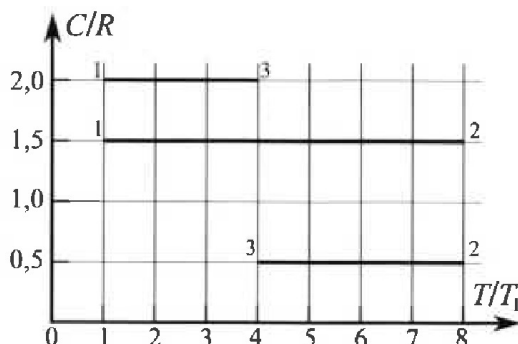
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



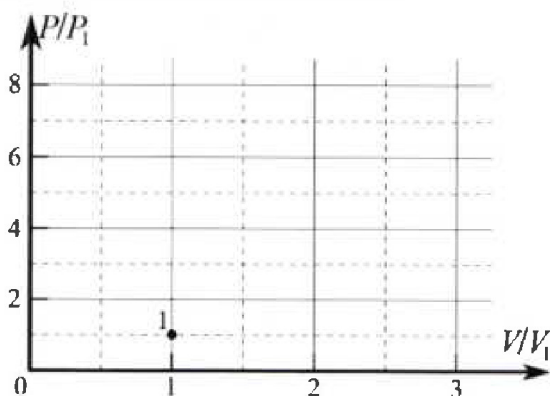
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

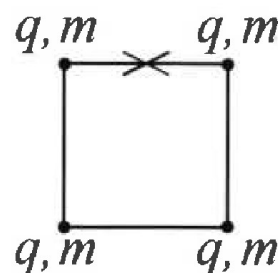
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K 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 вверху (на рисунке)?

Элементарная постоянная ε_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

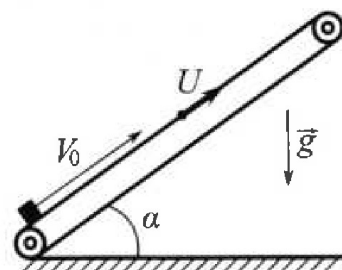
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

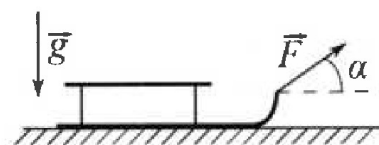
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

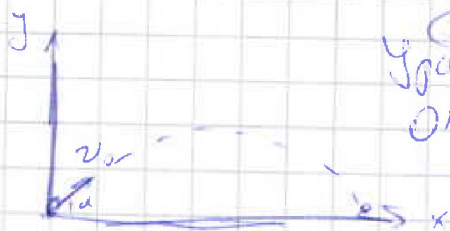
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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. Печать QR-кода недопустима!



4 часть
Уравнения движения в проекциях

$$Ox: v_0 \cos \alpha \cdot t = x; \quad g_x = 0, \quad v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$Oy: v_0 \sin \alpha \cdot t - g \frac{t^2}{2} = y; \quad g_y = -g, \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot t - g \frac{t^2}{2}$$

Пусть летит горизонтально — в н — время полета
тогда $y(t) = 0 = v_0 \sin \alpha \cdot t - g \frac{t^2}{2} \quad | : t \neq 0 \Rightarrow$

$$-v_0 \sin \alpha - g \frac{t}{2} = 0 \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x(t) = L = 2v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{4v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}}; \quad v_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{200 \frac{1}{\sin 2\alpha}}$$

$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$; $y = v_0 \sin \alpha \cdot t - g \frac{t^2}{2}$ После подстано-

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

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - g \frac{x^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} + \tan^2 \alpha = 1 + \tan^2 \alpha \right)$$

$$\Rightarrow y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$

$$\text{при } x = S \Rightarrow h = S \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$

где h — высота центра о стенку

$h(x)$ — квадратичная зависимость с ветвью
вниз $\Rightarrow$ есть максимум в вершине парабо-
лы; $x_0 = \frac{S}{\tan \alpha}$; $x_{\text{max}} = \frac{S}{\tan \alpha}$; $y_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{gS}$

Подставляем x_{max} в $y(x)$ $\rightarrow$ при x_{max} — максимальная
высота $\Rightarrow$ в нашей задаче это H



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!

$$\Rightarrow H = g \cdot \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \left(1 + \frac{v_0^2}{g s^2}\right)$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2v_0^2} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{g s^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g s^2}{2v_0^2} - \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \Rightarrow \frac{g s^2}{2v_0^2} = -H + \frac{v_0^2}{2g}$$

$$s^2 = \frac{2v_0^2}{g} \left(\frac{v_0^2}{2g} - H \right)$$

$$s^2 = \frac{v_0^2}{g} \left(\frac{v_0^2}{g} - 2H \right)$$

$$s = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2 - 2H}{g}}$$

$$s = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10} - 2 \cdot 3,6 \text{ м}}$$

$$s = \sqrt{200} \cdot \sqrt{\frac{12,8}{10}} = \sqrt{20 \cdot 12,8} \text{ м}$$

$$s = \sqrt{256} \text{ м} \Rightarrow s = 16 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = \sqrt{\frac{2g}{\sin^2 \alpha}} = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $s = v_0 \sqrt{\frac{v_0^2 - 2H}{g}} = 16 \text{ м}$

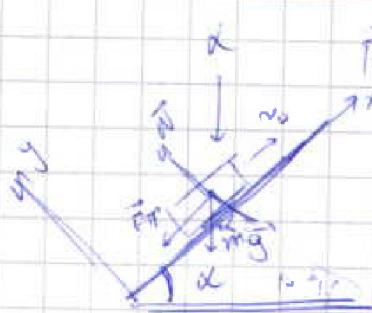
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



(1 часть)
 $\vec{F}_{тр}$ направлена вверх в сторону
 относительного движения вниз

Выберем ось Ox вдоль ската и Oy
 перпендикулярно

по II закону Ньютона =

$N + mg + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$, движение с ускорением
 ка вдоль ската (Ox)

$\rightarrow$ в проекции на Ox : $F_{тр} + mg_x = ma_x = 10 \text{ м/с}^2$

Ox : $-F_{тр} - mg \sin \alpha = ma_x$ (проеция $N=0$)
 т.к. $\downarrow$

Oy : $N + mg_y = ma_y = 0$, т.к. $a = a_x$ (проеция $F_{тр}=0$)
 т.к. $\downarrow$

Oy : $N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$F_{тр} = F_{тр \max} = \mu N$ - формула силы трения
 скольжения т.к. тело движется $\rightarrow$
 $\Rightarrow F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$

Ox : $ma_x = -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha \rightarrow$

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

$\sin \alpha = 0.6 = \frac{3}{5}$; $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$

$\rightarrow a_x = -g \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} + \frac{3}{5} \right) \Rightarrow a_x = -g = -10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Вдоль Ox равноускор. движение $\rightarrow x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$

$x = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2} \Rightarrow |x| = S = v_0 T + \frac{a_x T^2}{2}$

$S = v_0 T - \frac{g T^2}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1^2 \text{ с}^2}{2}$

$S = 1 \text{ м}$

$\vec{v}_{\text{век}} = \vec{v}_{\text{гор}} + \vec{v}_{\text{вер}}$ по $Ox \rightarrow v_{\text{век}x} = v_{\text{гор}x} + v_{\text{вер}x}$

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!



равнозамед. движ (2 части) $a_k = -g$

$$u = v_0 + a_k T_1 \Rightarrow u = v_0 - g T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{v_0 - u}{g} = 0,5 \text{ с}$$

Заметим, что когда $v_{абс} = u$, то далее

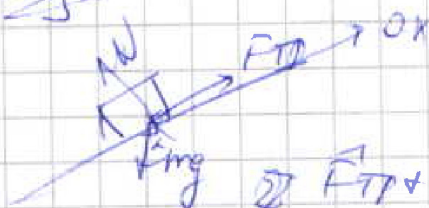
при замедлении $F_{тр}$ направлена вверх

т.к. есть скорость (отн. ленте)

$v_{отн} = v_{абс} - v_{лент} = u - u = 0$, а дальше
увеличение скорости $\rightarrow$ проем $v_{отн}$ право, а
дальше $v_{отн}$ - путь до $v_{абс} = u$ $\rightarrow$ проем $v_{отн}$ лев.

~~$v_{отн}$~~

с.м.



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

$$\text{ОХ: } F_{тр} - mg \sin \alpha = ma$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha \quad \mu - \text{коэф. тр.}$$

$$a_k = \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$a_k = g \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \right) = -\frac{1}{5} g$$

$$\text{Далее } v_0 \rightarrow 0 \Rightarrow 0 = u - \frac{1}{5} g T_2 \Rightarrow T_2 = 5u$$

$$e_2 = u T_2 - \frac{g}{2} T_2^2; l_2 = u \frac{5u}{g} - \frac{1}{2} g \cdot \frac{25u^2}{g^2}$$

$$e_2 = \frac{5}{2} u^2$$

$$L = l_1 + e_2 = \frac{u^2}{2g} + \frac{5}{2} u^2 = \frac{u^2}{2g} \left(1 + 5g \right)$$

$$\text{Итого } s = \frac{v_0^2 - 0}{2g} = 1 \text{ м}, T_1 = \frac{v_0 - u}{g} = 0,5 \text{ с}$$

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!



$$e_1 = v_0^2 - \frac{gT_1^2}{2}; \text{ по т.к. } GT_1 \text{ (Значит)} \quad v_{\text{ад}} = u.$$

$$e_1 = \frac{v_0^2 - u^2}{g} - \frac{(v_0 - u)^2}{g}$$

$$e_1 = \frac{v_0^2}{g} - \frac{u^2}{g} - \frac{v_0^2 - u^2 + 2v_0u}{2g}$$

$$e_1 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{u^2}{2g} = \frac{36 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{32}{20} = 1.6 \text{ м}$$

$$L = e_1 + e_2 = \frac{v_0^2 - u^2}{2g} + \frac{u^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{36}{20} = 1.8 \text{ м}$$

$$L = \frac{v_0^2 + u^2}{2g} = \frac{36 + 4}{2 \cdot 10} = 2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $S = v_0^2 - \frac{gT_1^2}{2} = 1 \text{ м}$

2) $T_1 = \frac{v_0 - u}{g} = 0.5 \text{ с}$

3) $L = \frac{v_0^2 + u^2}{2g} = 2 \text{ м}$



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!

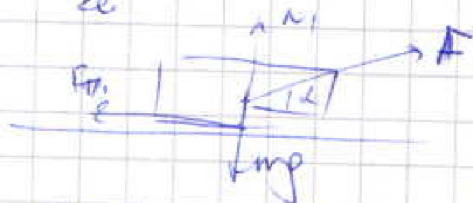
Реш.

(1 часть)

$K_2 = K_1 = F$; где K_1, K_2 — разносторонних напряжений в момент t_1 , A — точка без сцеп.

Разгон с 0 до $v \rightarrow v - 0 = at \rightarrow t = \frac{v}{a}$
 $l = \frac{at^2}{2} = \frac{v^2}{2a} \rightarrow l = \frac{v^2}{2a}$

1 сл.



$$K = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2K}{m}$$

$F_{тр} = \mu N$ (сила тр. скольжения) т.к. объект.

$\vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{тр} + m\vec{g} = 0$; $0y: N + F \sin \alpha - mg = 0 \rightarrow N = mg - F \sin \alpha$
 $0x: F \cos \alpha - F_{тр} = ma$

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

$$K - 0 = A_{F_{тр}} + A_F = -\mu (mg - F \sin \alpha) l + F l \cos \alpha$$

$$l_1 = \frac{v^2}{2a}; \quad l_1 = \frac{2K}{2ma} = \frac{K}{ma}$$

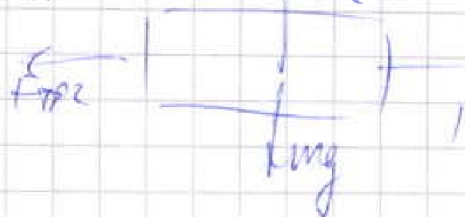
$$K = l_1 (-\mu mg + F \sin \alpha + F \cos \alpha)$$

$$K = \frac{K}{ma}$$

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

$$K = \frac{K}{m} (-\mu g + \frac{F}{m} (\sin \alpha + \cos \alpha))$$

2 сл.



Сила тяжести $\rightarrow$ 1 сл.
 $R \cos \alpha = N_2 = mg$
 $F - F_{тр} = ma_2$
 $F - \mu mg = ma_2$
 $a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$

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!

Всего 2 а. и 1 м. $e = \frac{v^2}{2a_1}$ (2 части), $e_1 = e_2$, $v_1 = v_2 = v$

$\Rightarrow a_1 = a_2 = \frac{F - \mu g}{m} = \mu g$ (сопротивление)

$\Rightarrow \frac{F}{m} = \mu g$ (сопротивление)

$\Rightarrow \mu = \frac{F}{mg} = 1 - \cos \alpha$

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

$K = \frac{mv^2}{2}$

2.3. К. $\mu F_{\text{тр}} + mg = 0$

24. $\mu = \frac{mg}{F_{\text{тр}}}$

$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$

$-\mu mg = \max = 1$ $a_x = -\mu g$

равно замедл.

$S = v_0 t_1 + a_x t_1^2$ $v_0 = 0 = a_x t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_x}$

$S = \frac{v_0^2}{a_x} = \frac{v_0^2}{2\mu g} = \frac{2K}{2\mu mg} = \frac{K}{\mu mg}$

$K = \frac{mv_0^2}{2}$, $v_0^2 = \frac{2K}{m} \Rightarrow S = \frac{2K}{2\mu mg} = \frac{K}{\mu mg}$

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

2) $S = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

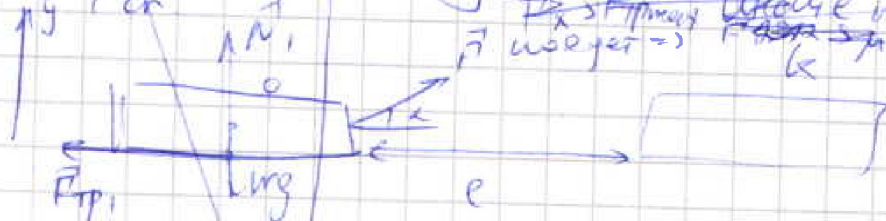
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Черновик
 $K_2 - K_1 = A_{\text{век}}$, где K_1, K_2 - кин. энергия
 тела в моменты t_1 и t_2 , а $A_{\text{век}}$ - работа всех
 сил, совершаемых над телом
 тогда $\mu < 1$ см



и оно движется вправо за счет силы

$F \rightarrow F_{\text{тр}}$ вправо и $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр max}} = \mu N$
 и равно (сопоставляя)
 сил трения

III 3 В. Ньютона $\rightarrow \vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$

Вдоль OY нет ускорения осев.

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

$= 1 N, = mg - F \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu (mg - F \sin \alpha)$

$K - 0 = A_{\text{тр}} + A_F$, где $A_{\text{тр}}, A_F$ - работы $F_{\text{тр}}$ и F
 (за путь e)

$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot e \cos(180^\circ)$ и $e \cos(180^\circ) = -e$
 $A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}} e$

$A_F = \mu (mg - F \sin \alpha) e$

Замечание $F_x > F_{\text{тр max}}$ (иначе не поедет)

$F \cos \alpha > \mu (mg - F \sin \alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow F \cos \alpha > \mu mg - \mu F \sin \alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) > \mu mg$

$A_F = F e \cos \alpha \Rightarrow K = F e \cos \alpha$ (и $mg - F \sin \alpha$)

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

$\Rightarrow \frac{K}{e} = F \sin \alpha + F \cos \alpha - \mu mg$

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



2 ступени

Цепочка $m \sim z$

F

$k = m \frac{z^2}{z}$

$$\Rightarrow N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg$$

$K-O = A_{\text{пр}} \cup A_{\text{Е}},$ где $A_{\text{пр}}$ и $A_{\text{Е}}$ — подмножества

$$A_{TP2} = -\frac{\mu \text{ mol}}{\text{cm}^2}, \quad A_F = F_P \cos(\theta)$$

$$K = -\mu mg/c + Fc = \frac{K}{c} = F - \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R}{\rho} = F - \mu mg = F \left(\frac{m \sin \alpha + \cos \alpha}{m} \right) - \mu mg \Rightarrow F \left(\frac{m \sin \alpha + \cos \alpha}{m} \right) = \frac{R}{\rho}$$

4 ал. упрощенный каток: $P_{ср} - \mu \cdot m \cdot g = m \cdot a$
 $a = \frac{P_{ср}}{m} - \mu \cdot g$

$$a \quad Q = a + \frac{v^2}{2} \quad / \quad v = a + 1 \quad (\text{равноточие скорости})$$

$$e = a_1 \cdot \frac{v^2}{2a_1} \Rightarrow e = \frac{v^2}{2 \left(\frac{A}{m} \cos \mu \right)}$$

Акант. 2 са

$$e = \frac{2}{2012}$$



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!

$Q = C d T$ - (Калит) - маленькое изм. теплота, dT - темп.

$Q = c \Delta T \Rightarrow$ теплота это количество теплоты
прошедшее, если $\Delta T = 1$ кельвин Q_{10} , $\Delta T = 10$ кельвин Q_{100}

$Q = A + \Delta U$ - 13. Термодинамика
изм. внут. энерг. A - работа газа

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T = 2R \cdot (T_1 - 4T_1) = -6RT_1$$

$$U = \frac{i}{2} \nu R T; \nu = 1 \text{ моль} \Rightarrow U = \frac{3}{2} R T = 10.6 \text{ Дж} = \frac{3}{2} R \Delta T$$

$i = 3$ (3 атома)

$$Q_{31} = \frac{3}{2} R (T_1 - 4T_1) + A_{31} \quad \text{раб. газа}$$

$$\Rightarrow -6RT_1 = -\frac{9}{2} RT_1 + A_{31} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{31} = -\frac{3}{2} RT_1; A_{31} = -A_{13}$$

Работа внут. сил. противоположна
по знаку работе газа $\rightarrow A_{31} = \frac{3}{2} RT_1$

$$A_{31} = \frac{3}{2} \cdot 8.31 \cdot 200 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}$$

$$A_{31} = 831.23 \text{ Дж} = 2493 \text{ Дж}$$

$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{отд}}}{Q_{\text{пр}}}$, где $Q_{\text{пр}}$ - полученная теплота
 $Q_{\text{отд}}$ - отданная теплота
(по модулю)

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \cdot 4T_1 = 14RT_1 \quad Q_{12} = \frac{3}{2} RT_1$$

$$Q_{23} = \frac{1}{2} R \cdot (-4T_1) = -2RT_1 < 0$$

$$Q_{31} = 2R \cdot (-3T_1) = -6RT_1 < 0$$

$$Q_{\text{от}} = |Q_{23} + Q_{31}| = 8RT_1 \quad (\text{т.к. } Q_{23} < 0, Q_{31} < 0)$$

$$Q_{\text{пр}} = Q_{12} = 14RT_1 \quad \text{так как } Q_{12} > 0, Q_{23} < 0, Q_{31} < 0$$

$$\eta = 1 - \frac{8RT_1}{14RT_1} = 1 - \frac{4}{7} = \frac{3}{7}$$

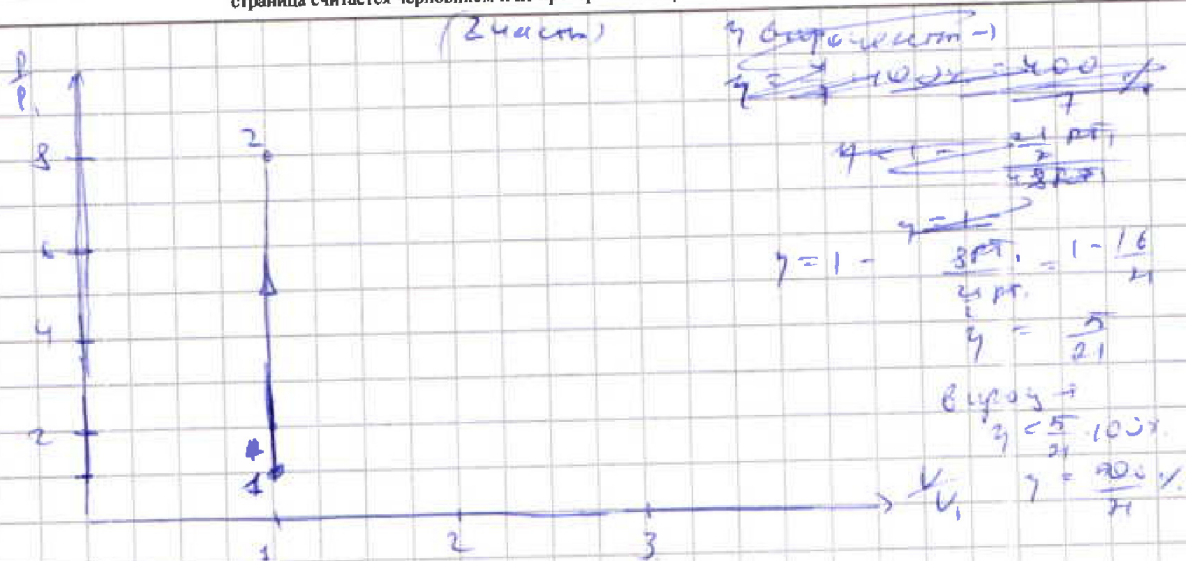
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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!



$$\textcircled{1} - CAT = \frac{3 \text{ CAT}}{2(2-1)} + A \quad \text{1/3 of micro}$$

$$AT \left(C - \frac{3}{2} R \right) = A$$

$$4 \rightarrow 2 \quad NT \left(\frac{3}{2} R \text{ and } \frac{3}{2} R \right) = A - 1A = 0 \Rightarrow \text{RedV} = 0 \Rightarrow$$

→ Вспомогательные процедуры

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{1 \text{ bar} \cdot 10 \text{ l}}{2 \text{ l}} = 5 \text{ bar}$$

~~$$P_1 = \frac{RT_1}{V}, P_2 = \frac{RT_2}{V} \rightarrow$$~~

$A_{23} = 4T_1 \cdot R = 4RT_1$
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$
 $P_2 V_2 = P_3 V_3$
 $P_1 V_1 = P_3 V_3$
 $A_{23} = -4T_1 (P_3 - P_1) = 4RT_1 \Rightarrow PdV > 0$

$$\frac{P_3 V_3}{T_1} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = P_1 (1000) = P_3 V_3 - 4 P_1 V_1$$

$$\frac{\Delta T_1}{T_1} = -\frac{\Delta P_1}{P_1} \left(\gamma - \frac{\gamma-1}{2} \frac{M^2}{1} \right) = -\frac{\gamma-1}{2} \frac{P_1}{P_1} \frac{V_1}{V_1}$$

Answer: 1) $A_{31} = \frac{3}{2} \pi = 2493920$
2) $\gamma = \frac{5}{21} = \frac{500}{21} \%$

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!

Закон Кулона: $F = k q_1 q_2 / r^2$ $\alpha = 45^\circ$ т.к. диагональ квадрата $= \frac{a\sqrt{2}}{2}$

т.к. квадраты симметричны
не выискиваем координаты шарика
смотреть

неизвест слева - направо

Верхний шарик от 1 до 4 с левым
и посмотрим на сил на 1-ый

сил F_1 от 2 и 4, $F_2 = \frac{k q^2}{a^2}$

врем
2 тел
пот. Навстрелу разл. между 1 и 3 $= a\sqrt{2}$

от друг
друга
т.к. заряды
знаки
разные

тогда $F_2 = \frac{k q^2}{2a^2}$

и $\sum \vec{F}_0 = 0$ по 2-3 н. Никто не
думает писать сразу на оси:

$$OX: T = F_1 - F_2 \cos 45 = 0$$

$$T = \frac{k q^2}{a^2} + \frac{k q^2}{2a^2} \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$T = \frac{k q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) \rightarrow$$

$$\rightarrow q = a \sqrt{\frac{T}{k \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)}}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \rightarrow q = a \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}}$$

Самое то, что у системы 4-х шариков
нет внешних сил $\Rightarrow$ центр масс движется,
т.е. $m \vec{a}_c = \vec{F}_{вн}$ А здесь $\neq 3$ н.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

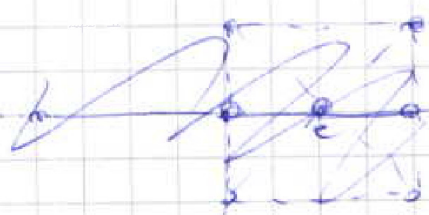
МФТИ

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

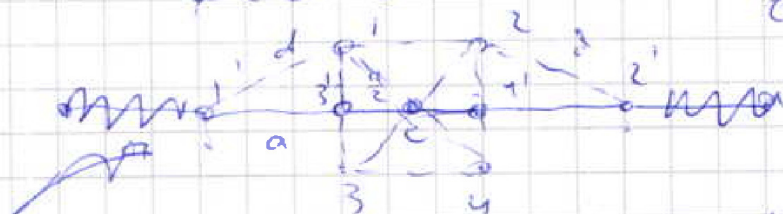


(часть 2)

тогда ~~во~~ центр масс квадрата
в качестве точки пересечения
диагоналей т.к. массы одинаковые
законит когда система будет
на одной прямой с центром
масс тогда должен находиться
в этой точке и это получится



1-4' - концы
системы шаров
(центр масс пар 14, 23, 1'2', 3'4'
вс.)



примем очевидно что $12 // 34 // 1'2'$

т.к. 1 и 2 отклоняются симметрично
от пог. нулевой

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

Ответ:

$$1) |q| = a \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 T}{1 + \frac{1}{25\epsilon}}}$$

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



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!

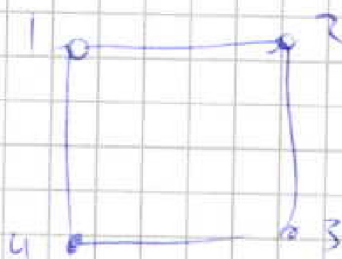
(3 части)

$$K_2 - K_1 = A; A = -\Delta U$$

гласный ч.х /
закрывает

$$K_2 = 4K$$

$$U_1 = U_2 = U$$



для 14, 23, 43, 41, 32
не мен

$$U_1 = 9E$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

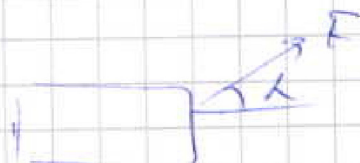
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Черновик

$$K = \frac{mv^2}{2}$$



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

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

$$N_2 = mg$$

$$F \cos \alpha - F_1 = ma_1$$

$$F_2 = ma_1$$

$$F - F_1 = F \cos \alpha - F_2$$

$$C_{AT} = \frac{3}{2} kAT \cdot A$$

$$C_{pAT} + C_{vAT} = C_{AT}$$

$$A = \frac{1}{2} \omega \cdot \Delta t$$

$$\Delta A = p \Delta V$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

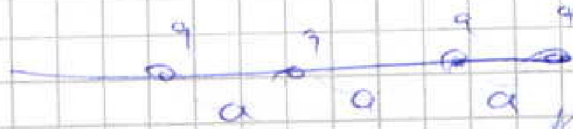
МФТИ

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

Черновик.

$$k_2 - k_1 = A = \Delta U.$$

$$q_1 + q_2 = k_2 + k_3$$



$$4k = \Delta U$$

$$U_2 = (2 + \sqrt{2}) q E a$$

$$\varphi E =$$

$$\times \frac{G M}{R^2}$$

$$U_2 = R q^2 q E (a + 2a + 3a + 2a + 3a)$$

$$2 \cdot 6 q E + 2 \cdot 4 q E$$

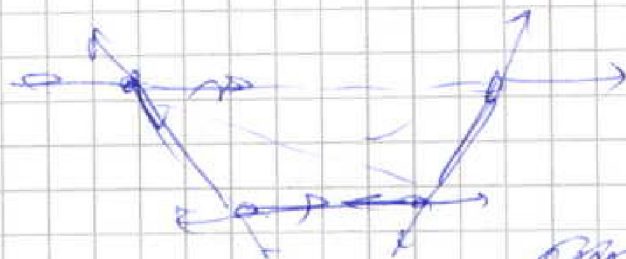
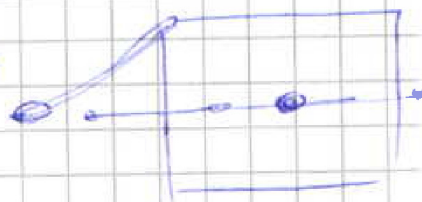
$$20 q E a$$

$$2851 r$$

$$2443$$

$$18 q E a - \sqrt{2} q E a = 4k$$

См. рис.



$$F_n = \frac{mv^2}{R}$$



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!

Черновик

об
12

$$v_0 \cos \alpha t_n = L$$

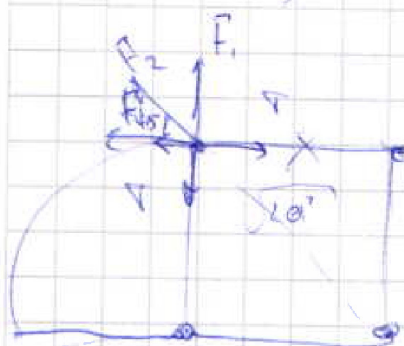
$$v_0 \sin \alpha t_n - g \frac{t_n^2}{2} = 0$$

$$t_n = 2v_0 \sin \alpha / g$$

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$



4 м/с



$$F_1 + F_2 \cos \alpha = T$$

$$F_1 = \frac{kg^2}{a^2}, F_2 = \frac{kg^2}{2a^2}$$

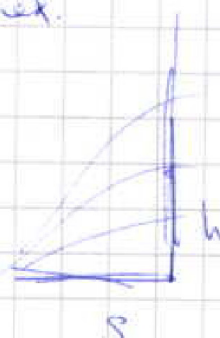
$$\frac{kg^2}{a^2} + \frac{kg^2}{2a^2} \frac{1}{\sqrt{2}} = T$$

$$\frac{kg^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) = T$$

$$g = a \sqrt{\frac{T \cos \alpha}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}}$$

$$k_1 - k_2 = \rho \omega^2 x$$

$$m \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} =$$



$$y = x + \frac{g}{2} t^2 - g x$$

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!



Черновик



$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$A_1 = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} g t^2$$

$$a_2 = -$$

$$Q = 8RT_1 + 2RT_1$$

$$mg \cdot \frac{1}{2} \quad \Gamma_{\text{тр}} = \frac{1}{2} mg \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} mg$$

$$\delta Q = \delta X + \delta U$$

$$Q = 7 \cdot \frac{3}{2} RT_1 + \frac{1}{2} RT_1 + 2RT_1$$

$$\delta Q = C dT = (C_v + C_p) dT$$

$$\delta Q = C dT = Q = C \Delta T$$

$$\frac{C}{R} \cdot R \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1} = 8 RT_1$$

$$C = C_v + C_p$$

$$A = 9 \varphi$$

$$mg = \frac{G M m}{r^2} \quad g = \frac{G M}{r^2}$$

$$\frac{C_v + C_p}{R} = 2 \quad \frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R = R$$

$$E = \frac{K q^2}{r^2}$$

$$C_{dT} = \frac{3}{2} R dT + p dV$$

$$C dT = \frac{3}{2} R dT + p dV$$

$$(C - \frac{3}{2} R) dT = p dV$$

$$(C - \frac{3}{2} R) dT = p dV$$

$$p dV + V dp = 0$$

$$A_{13} = \frac{1}{2} R dT \quad A_{21}$$

$$\frac{1}{2} R dT = p dV \quad \frac{1}{2} R dT = \frac{1}{2} R dT$$