



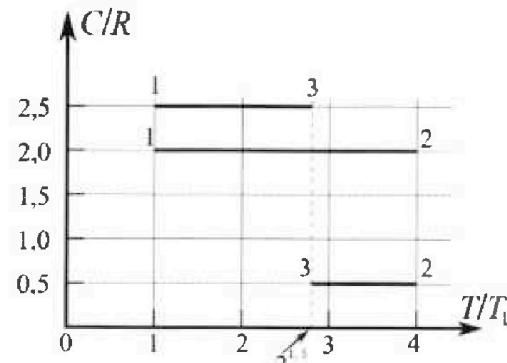
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

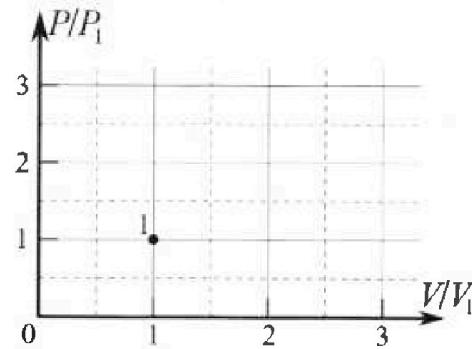


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

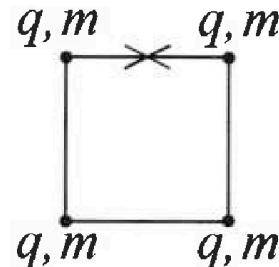
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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 вверху (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.

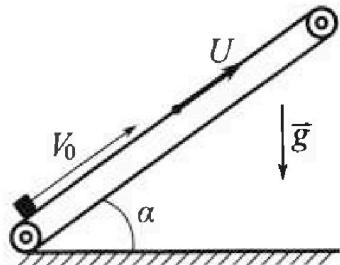
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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 $S = 1 \text{ м}$?

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

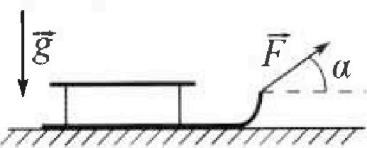
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во *втором опыте* будет равна $U = 2 \text{ м/с}$?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во *втором опыте* станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

МФТИ

1

На высоте максимума полета скорость мяча v_0 , рвака $0 : \frac{v_0}{2} = 0$. Скорость мяча
через T будет равна как $v_0 = v_0 - gt \Rightarrow v_0 = v_0 + gT = 0 + 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

При этом мячик движется под углом α к горизонту, а в стены он ударится
через время t . Тогда $S = v_0 t = v_0 t \cos \alpha$, где v_0 - проекция скорости v на
то, параллельную горизонту (ось X). Весома, на которой мячик ударится об
стенку h , она рвака $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$, где v_y - проекция скорости v на ось
 y , перпендикулярную горизонту: $h = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$

$$\text{Из } S = v_0 t \cos \alpha, t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$\begin{aligned} h &= v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \left(\frac{S}{v_0 \cos \alpha} \right)^2 = S \cdot \tan \alpha - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{2v_0^2 \sin \alpha - gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S \tan \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S}{\cos^2 \alpha} \left(\tan \alpha - \frac{gS}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = \\ &= \frac{S}{\cos^2 \alpha} \left(\frac{2v_0^2 \sin \alpha - gS}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = \frac{S}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{2v_0^2 \sin \alpha - gS}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S \sin \alpha - gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \\ &= \frac{S \sin \alpha - gS^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{20 \cdot 20 \sin \alpha - 10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2 \cos^2 \alpha} = \frac{800 \sin \alpha - 4000}{200 - 800 \cos^2 \alpha} = \frac{10 \sin \alpha - 5}{1 - \sin^2 \alpha} \end{aligned}$$

Однако условия задачи требуют угла от 0° до 90° .

Весома угла броска мячика, если в этот момент мячик формирует максимум
высоты полета \Rightarrow мячик несет y в рваке 0 .

$$\begin{aligned} v_y &= v_0 \sin \alpha - gt = v_0 \sin \alpha - g \frac{S}{v_0 \cos \alpha} = 0 \Rightarrow v_0 \sin \alpha \cos \alpha - gS = 0 \Rightarrow \sin \alpha \cos \alpha = \frac{gS}{v_0^2} = \\ &= \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{20^2} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ \text{ Отсюда } h = \frac{10 \cdot \sin(45^\circ) - 5}{1 - \sin^2 45^\circ} = \frac{5}{0.5} = 10 \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ: $10 \text{ м}, 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

$$= 6 \frac{u}{c^2}$$

До остановки тело проедет $S_{1,5} = \frac{S_0^2}{2a} = \frac{4^2}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$. Тогда наше

остановки нужно пройти еще $S_2 = S - S_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$ за время T_1 :

$$S_2 = \frac{u T_1^2}{2} + 0 \cdot T_1 \Rightarrow T_1 = \sqrt{\frac{2 S_2}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{3}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$\text{Тогда } T = T_1 + T_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с} = \frac{2}{5} + \frac{2}{2\sqrt{15}} \text{ с} = \frac{2}{5} + \frac{2(\sqrt{15} + 5)}{20\sqrt{15}} \text{ с}$$

$$= \frac{2\sqrt{15} + 5}{5\sqrt{15}} \text{ с} = \frac{2\sqrt{3} + \sqrt{5}}{5\sqrt{3}} \text{ с}$$

Во втором случае до тех пор пока скорость коробки не станет равной $2 \frac{u}{c}$ (тогда она не остановится никак. никак), у неё будет ускорение a , наше тело же,

в первом разе скользит и у коробки будет на висоте расстояние

$$L = \frac{S_0^2 - u^2}{2a} = \frac{4^2 - 2^2}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$
. После этого тело будет продолжать

с постоянным ускорением a , след-но во втором разе скорость коробки станет равной u также на расстоянии $L = 0,6 \text{ м}$. После достижения скорости u коробка будет продолжать скользить по земле и приобретёт скорость $0,8u$.

расстояние $S = \frac{u^2}{2a_1} = \frac{2^2}{2 \cdot 6} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ м}$ Он тоже, где скорость станет u .

$$\text{След-но } X = (L + S) \cdot \sin \angle = 0,8 \cdot (0,6 + \frac{1}{3}) = 0,8 \cdot \frac{1+18}{3} = \frac{2,8 \cdot 0,8}{3} = \frac{2,24}{3} =$$

$$= \frac{224}{300} = \frac{112}{150} = \frac{56}{75} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \frac{2\sqrt{3} + \sqrt{5}}{5\sqrt{3}} \text{ с; } 0,6 \text{ м; } \frac{56}{75} \text{ м.}$$



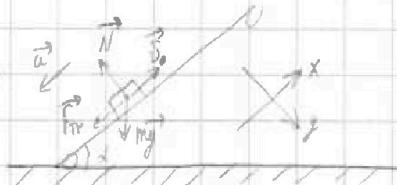
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <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!

N2

Рассмотрим верхний сегмент. Двигаемся по хорде, $\vec{a} = \vec{g}$.
Касательную и перпендикулярную проекции движению.



Запишем 2 закон Ньютона и его проекции на оси:

$$\vec{a}m = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{Tp}, \text{ где } m - \text{масса зеркала, } a - \text{ускорение, } N - \text{сила реакции}$$

сторожка, F_{Tp} - сила тяжести.

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

$$Ox: -am = -mg \cdot \sin \alpha - F_{Tp}, \text{ т.к. } F_{Tp} = \mu N$$

$$\text{Тогда } am = mg \cdot \sin \alpha + \mu g \cdot \cos \alpha \Rightarrow a = g \cdot \sin \alpha + \mu g \cdot \cos \alpha$$

где $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$. Тогда new основание в начальном склонении, то ускорение неизменное. Это произойдет через время T , т.е.

$$0 = v_0 - aT \Rightarrow T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g \sin \alpha + \mu g \cdot \cos \alpha} = \frac{10 \cdot 0,8}{10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot 10} = \frac{4}{8+2} = 0,4 \text{ с.}$$

Но не забыть�инансов S за время T , где $S = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$ (формула для сегмента, когда путь приведен до конца)

$$S = v_0 T - \frac{T^2}{2} (g \sin \alpha + \mu g \cdot \cos \alpha) \Rightarrow S = 4T - 5T^2 \Rightarrow 5T^2 - 4T + 1 = 0$$

Дискриминант $16 - 20 = -4 < 0 \Rightarrow$ new остановится и покатится обратно по наклонной, как приведен S .

После остановки она приведет свое направление, а это то ускорение

$$\text{Скорость имеет форму } a_x = \frac{mg \cdot \sin \alpha - F_{Tp}}{m} = g \cdot \sin \alpha - \mu g \cdot \cos \alpha = 0,8 \cdot 10 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 =$$

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!

$$m_1 a_1 m - a_2 m = F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha - (F - \mu m g)$$

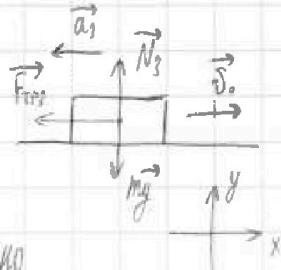
$$0 = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - F$$

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

Рассмотрим движение после достижения скорости v_0 .

Задачи 2 задачи Ньютона и это уравнение нам не сда.

$$\vec{a}_2 m = m \vec{g} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{TP2}, \text{ где } a_2, N_2 \text{ и } F_{TP2} \text{ неизвестны}$$



ускорение, или реакции опоры и или тяжести не знаю.

$$Oy: \vec{0} = N_2 - mg \Rightarrow N_2 = mg$$

$$Ox: a_2 m = F_{TP2}, \text{ где } F_{TP2} = \mu N_2 = \mu m g$$

$$a_2 = \mu g = \frac{(1 - \cos \alpha) g}{\sin \alpha}$$

Но эта связь приведет к скорости 0 через:

$$0 = v_0 - a_2 T \Rightarrow T = \frac{v_0}{a_2} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 m \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Однако: } \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



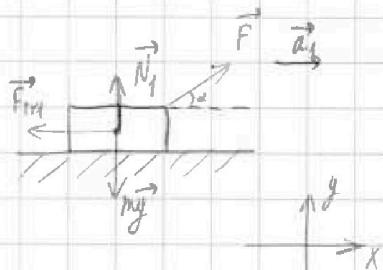
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ.

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

№ 3

Рассмотрим первый случай. Запишем 2 закона Ньютона
и проекции на ось x (параллельную горизонту) и на ось y
(перпендикулярную горизонту).



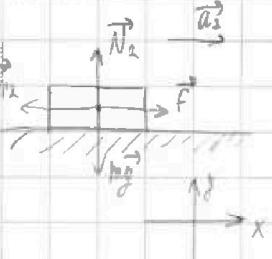
$\vec{a}_1 m = \vec{F} + \vec{mg} + \vec{N}_1 + \vec{F}_{tp1}$, где F -сила, с которой тянут, N_1 -сила реакции
спереди y , m - масса саней, a_1 -ускорение в этом случае, F_{tp1} -сила трения в
этом случае.

$$0y: 0 = N_1 + F \cdot \sin \alpha - mg \Rightarrow N_1 = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$0x: a_1 m = F \cdot \cos \alpha - F_{tp1}, \text{ но } F_{tp1} = \mu N_1$$

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

Для второго саней: запишем 2 закона Ньютона и его проекции на те же оси.



Ускорение, сила реакции спереди и сила трения для этого саня

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

$$0x: a_2 m = F - F_{tp2}, \text{ но } F_{tp2} = \mu N_2$$

$$a_2 m = F - \mu mg$$

Пусть в обеих санях разнятся ого τ . Тогда имеем τ . Тогда:

$$\left. \begin{aligned} s_0 &= 0 + a_1 \tau \\ s_0 &= 0 + a_2 \tau \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{s_0}{\tau} = a_1 = a_2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



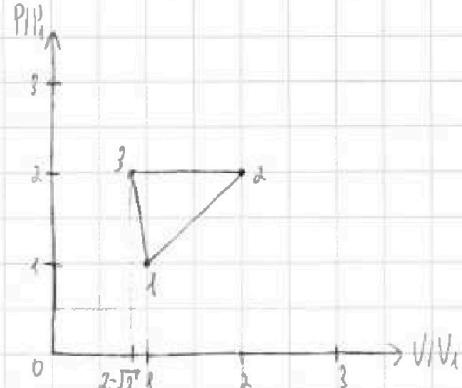
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

МФТИ.

Изложи, что площадь под усеченной трапецией
должен быть разбит на эти участки,
но ~~также~~ не разбить площади - разделе ребром.

$$A_{12} = \frac{3}{2} V_1 P_1, \text{ и } \frac{3}{2} P_1 V_1; V_2 P_2 = 4 P_1 V_1.$$



Это учили вспомогательное правило

(+1) в задаче (2,2). Число единиц, которых соответствуют 2 из 3

единиц, разделе фигуры: $V_2 P_2 - V_1 P_1 = 2 V_1 P_1, \Rightarrow \frac{V_2 P_2 - V_1 P_1}{A_{12}} = \frac{2}{A_{12}} = 2,$

так-ко ~~также~~ получаем $\frac{1}{2}$ единиц для площади фигуры-трапеции $45^\circ, 2(2,2)$.

$$V_1 P_1 - V_2 P_2 = V_1 P_1 (2^{45} - 4), \quad \frac{V_2 P_2 - V_1 P_1}{A_{12}} = \frac{V_1 P_1 (2^{45} - 4)}{V_1 P_1 (2^{45} - 4)} = 1, \text{ так-ко}$$

разделе получаем два участка под трапецией (одинаковы по величине). Это возможно

также при $3(2 - \sqrt{2}, 2)$, так как разделение ограничено.

Оценка: 4986 Дн; $\frac{4\sqrt{2} - 35}{6}.$

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"/> |

ЛМФТИ.

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

№4

Потребление теплоэнергии $Q = C \Delta T$, Изменение внутренней энергии $\Delta U = \frac{1}{2} J R \Delta T$.
Рабочая газа А рабочая $Q = A + \Delta U \Rightarrow A = Q - \Delta U = C \Delta T - \frac{1}{2} J R \Delta T$,
 $\Rightarrow J \Delta T (C - \frac{1}{2} R)$

Найдем ответ на первый вопрос $A_{12} = J \Delta T_{12} (C_{12} - \frac{1}{2} R) = J (4T_1 - T_1)$
 $(2R - \frac{3}{2} R) = \frac{3}{2} J R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1,831 \cdot 400 = 600 \cdot 1,831 = 4986 \text{ Дж}$

Найдем работу газа в процессы 2-3 и 3-1.

$$A_{23} = J \Delta T_{23} (C_{23} - \frac{1}{2} R) = J (4T_1 - 2^{15} T_1) (0,5 R - \frac{3}{2} R) =$$
$$= -J R T_1 (4 - 2^{\frac{15}{2}}) = -J R T_1 (4 - 2\sqrt[2]{2^8}) = J R T_1 (2\sqrt[2]{2} - 4)$$

$$A_{31} = J \Delta T_{31} (C_{31} - \frac{1}{2} R) = J (2^{15} T_1 - T_1) (2,5 R - \frac{3}{2} R) = J R T_1 (2^{15} - 1)$$

$$\text{Общая рабочая газа за цикл: } A_0 = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} J R T_1 + 2^{15} J R T_1 -$$
$$- 4 J R T_1 + 2^{15} J R T_1 - J R T_1 = 2^{15} J R T_1 - \frac{3}{2} J R T_1 = J R T_1 (4\sqrt[2]{2} - 35) =$$
$$= (4\sqrt[2]{2} - 35) \cdot 1,831 \cdot 400 = 2524 (4\sqrt[2]{2} - 35)$$

Из графика видно, что из потребления теплоэнергии только на процессе 1-2, следовательно

ее потребление теплоэнергии $Q_0 = J C_{12} \Delta T_{12} = J \cdot 2R \cdot 3T_1 = 6J R T_1$

$$\text{Отношение } \eta = \frac{A_0}{Q_0} = \frac{(4\sqrt[2]{2} - 35) J R T_1}{6 J R T_1} = \frac{4\sqrt[2]{2} - 35}{6} *$$

Построим график цикла в координатах $(P_1 P_2, V_1 V_2)$.

Запишем уравнение Менделеева Капелюхена (здесь $y \propto k$) для всех состояний 1, 2 и 3

$$V_1 P_1 = J R T_1, \quad V_2 P_2 = J R T_2 = 4 J R T_1, \quad V_3 P_3 = J R T_3 = 2^{15} J R T_1$$



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

№ 5

Известно, что в силу симметрии, все силы, действующие на шарик до момента движение
со стороны других шариков и сумма равна, а сила натяжения каната параллельна Т.

Потом достаточно рассмотреть некие суммы сил, например силы верхней.

Запишем закон Ньютона и его проекции на координатные

оси для этого шарика (здесь проекции силы, как показано

на рисунке).

$$\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{T}_1 + \vec{T}_2, \text{ где } F_1, F_2 \text{ и } F_3 \text{ силы со}$$

сторон шарика 1, 2 и 3 соответственно, $T_1 = T_2 = T$ - сила натяжения каната, угол
2 - угол между стороной квадрата и осью движению (45°).

$$Oy: 0 = F_1 + F_2 \cdot \sin 2 - T_2$$

$$Ox: 0 = F_3 + F_2 \cdot \cos 2 - T_1$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{\ell^2}, F_2 = k \frac{q^2}{r^2}, F_3 = k \frac{q^2}{\ell^2}, r^2 = 2\ell^2 \text{ (по т. Пифагора)}$$

$$\Rightarrow F_2 = k \frac{q^2}{2\ell^2} \Rightarrow T = F_1 + F_2 \cdot \sin 2 = k \frac{q^2}{\ell^2} + k \frac{q^2}{2\ell^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = k \frac{q^2}{\ell^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$= \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{4\ell^2}$$

$$\text{Следовательно: } 4 \frac{m\ell^2}{2} = 4k \frac{q^2}{\ell^2} + 2k \frac{q^2}{2\ell^2} \Rightarrow 3k \text{ для системы}$$

$$2m\ell^2 = 4k \frac{q^2}{\ell^2} (4+\sqrt{2}) \Rightarrow \ell = \sqrt{\frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{2mb}}$$

$d = \sqrt{\ell^2 + \frac{q^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} \ell$, т.к. пружина так и не изогнула квадрата, значит, а
здесь изогнулась вторая, а первая $\sqrt{4} = \sqrt{2}$.

$$\text{Ответ: } \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{4\ell^2}, \sqrt{\frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{2mb}}, \frac{\sqrt{5}}{2} \ell$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$\begin{array}{r} \times 28 \\ \times 2 \\ \hline 56 \\ 224 \\ \hline 280 \end{array}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$a = W_{\text{tot}} - \mu N \cos \alpha$$

$$a = 2.56$$

$$mg = N \quad \text{ans} \quad F = \mu N$$

$$mg = F \sin \alpha \quad \text{ans} \quad F = mg + \mu F \sin \alpha$$

$$0 = F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha \quad \sqrt{1 + (\tan \alpha)^2} =$$

$$\frac{1}{2} (1 - 2\sqrt{2})(1 + 2)$$

$$= \frac{7}{2} (\sqrt{2} - 1)$$

$$mg = \mu F$$

$$a = \frac{1 - \cos \alpha}{\mu N}$$

$$T = \frac{F_0}{a} = \frac{\mu N \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$am = T \sin \alpha - F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \alpha$$

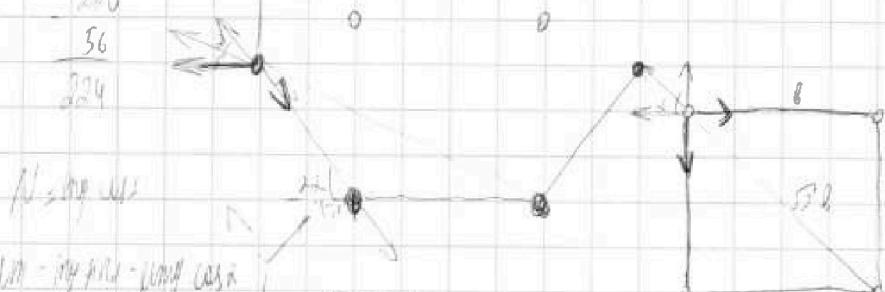
$$T = F_1 + F_2 \cos \alpha + F_2 \sin \alpha = 2(2 - \sqrt{2})$$

$$am = F_2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + F_2 \sin \alpha \cos \alpha - F_2 \sin \alpha$$

$$2(2 - \sqrt{2})$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ



$$F = k$$

$$0 = T - k \frac{q^2}{l^2} - k \frac{q^2}{2l^2}$$

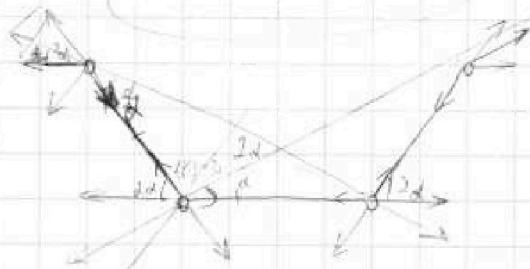
$$T = k \frac{3q^2}{2l} = \frac{3kq^2}{2l}$$

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

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

$$= \sqrt{1 - (2 \sin \alpha \cos \alpha)^2} =$$

$$= \sqrt{1 - 4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}$$



$$am = F_1 + F_2 \cdot \cos \alpha -$$

$$+ F_2 \sin \alpha - T$$

$$am = F_1 + T -$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

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

МФТИ

$$Q = A + \Delta U$$

$$A = C_0 V_0 T - \frac{1}{2} R K_0 T^2$$

$$\Rightarrow 2RJAT = \frac{1}{2} JK_0 T^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} R J_0 T^2 = \frac{1}{2} \cdot 631 \cdot 1 \cdot 37800 \approx 600 \text{ JH}$$

$$A = C_0 V_0 T - \frac{1}{2} R K_0 T^2 \left(1 - \frac{1}{2} R\right)$$

$$A_2 = 1 \cdot T_1 \left(4 - \frac{1}{2} R\right) \left(0.5R - \frac{3}{2} R\right) = -RT_1 \left(4 - \frac{3\sqrt{2}}{2}\right) \approx -1.6 \text{ JH}$$

$$\Rightarrow -2RT_1 \left(2 - \sqrt{2}\right)$$

$$A_3 = T_1 \left(2^{\frac{15}{2}} - 1\right) \left(25R - 15R\right) = T_1 R (25^2 - 1)$$

$$A_0 = \cancel{15RT_1} + 4RT_1 + 2\sqrt{2}RT_1 + 2\sqrt{2}RT_1 - RT_1$$

$$\Rightarrow -35RT_1 + 4\sqrt{2}RT_1 = RT_1 (4\sqrt{2} - 35)$$

$$\eta = \frac{A_0}{Q_1} = \frac{RT_1 (4\sqrt{2} - 35)}{6RT_1} = \frac{4\sqrt{2} - 35}{6} \approx 4.17 - 5.83$$

$$P_1 V_1 = JRT_1$$

$$\frac{1}{2} P_1 V_1 = JRT_1$$

$$\begin{array}{r} \times 831 \\ \times 606 \\ \hline 498600 \\ \times 878 \\ \hline 2824 \end{array}$$

$$\cancel{P_2 V_2 = JRT_2 = 4JRT_1}$$

$$P_2 V_2 = 4P_1 V_1$$

$$\cancel{\left(\frac{1}{2} m R^2 + m\right) = \frac{3}{2} m R^2}$$

$$P_2 V_2 = JRT_2 = 2^{15} JRT_1 = \cancel{(52) JRT_1}$$

$$\begin{array}{l} \frac{3}{2} m R^2 + m = \\ = \frac{5}{2} m R^2 \end{array}$$

$$1.5mR^2 = 3JRT_1$$

$$\frac{3m^2}{2} = \frac{2m^2}{5 \cdot 2} \cdot \frac{(m)}{s}$$

$$\frac{3}{5} m^2 s$$