



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

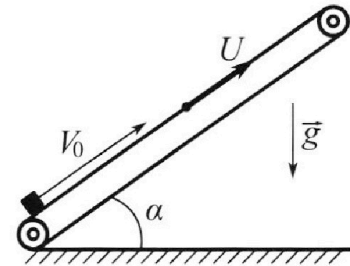
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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?

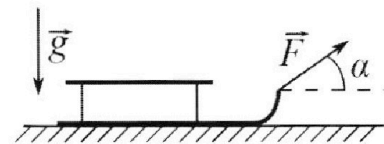
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

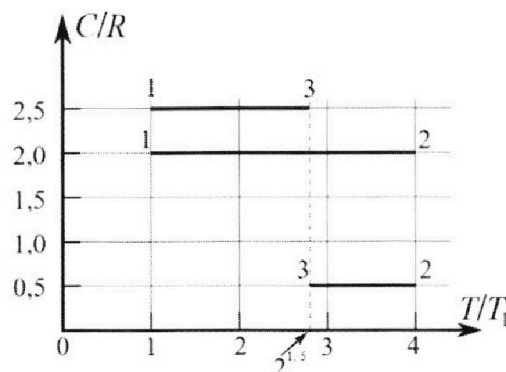
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



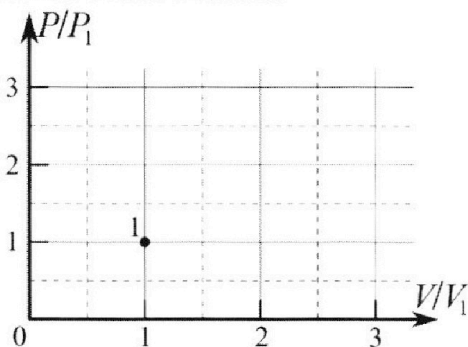
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 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  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  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.



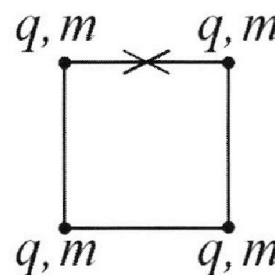
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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.

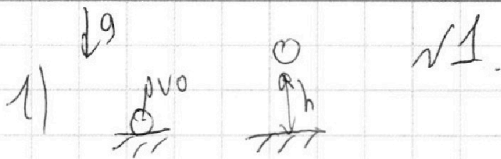
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

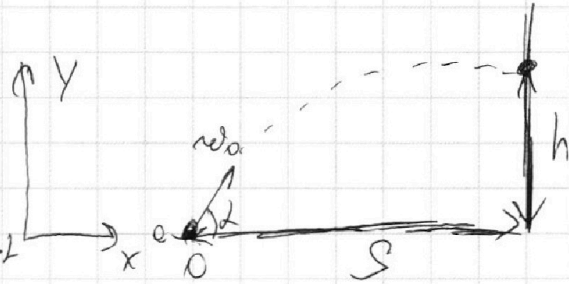


В верхней точке  $v_y = 0 \Rightarrow v_{y0} = gT = 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 2\text{c} = 20 \frac{\text{m}}{\text{c}}$

2) Воспользуемся  
координатным методом.

x:  $s = v_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \alpha}$

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



$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{s}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \cdot s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = s \tan \alpha - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$
$$= \frac{v_0^2 \cdot 2 s \cdot \sin \alpha \cos \alpha - g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{s \cdot v_0^2 \cdot \sin 2\alpha - g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

Нам нужно найти такой угол  $\alpha$ , при котором  
данная функция максимальна. Проанализи-  
руем её, получим максимум при  $\alpha = 60^\circ$ .

$$h_{\max} = \frac{20 \text{ м} \cdot 400 \frac{\text{m}^2}{\text{c}^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2} \cdot 400 \text{ м}^2}{2 \cdot 400 \frac{\text{m}^2}{\text{c}^2} \cdot \frac{1}{4}}$$
$$= \frac{400 \cdot 10 (\sqrt{3} - 1)}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = 20 (\sqrt{3} - 1) \text{ м}$$

Ответ:  $20(\sqrt{3} - 1) \text{ м}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

3) Чтобы в ~~нашей~~ лабораторной с.о. груз остановился в нашей с.о. он должен иметь скорость  $-u = -2 \frac{m}{c}$ .

$t_4$  (от ~~высшей~~ точки остановки отн. конвейера до ~~нашей~~ остановки отн. лаб.с.о.)

$$t_4 = \frac{1-u}{a_2} = \frac{2 \frac{m}{c}}{\frac{3 \cdot 10}{5} \frac{m}{c^2}} = \frac{1}{3} c$$

За это время сам груз сместится на  $L_4 = \frac{a_2 t_4^2}{2} =$   
 $= \frac{6 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{9} c^2}{2} = \frac{1}{3} m$  вниз

Но за это время конвейер переместится вверх на  $L_{4к} = u \cdot t_4 = \frac{2}{3} m$ .

Тогда  $H = (L - L_4 + L_{4к}) \cdot \sin \alpha =$   
 $= \left( \frac{3}{5} m - \frac{1}{3} m + \frac{2}{3} m \right) \cdot \frac{4}{5} = \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \frac{4}{5} = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} =$   
 $= \frac{56}{75} m$

Ответ: 1)  $0,4 + \frac{1}{515} c$

2)  $0,6 m$

3)  $\frac{56}{75} m$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

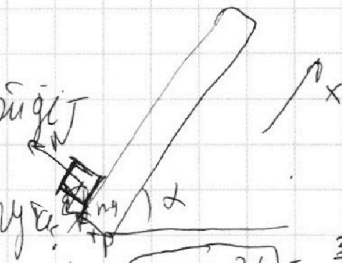
МФТИ

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

1) В первом ответе  <sup>$\sqrt{2}$</sup>  лента неподвижна.

Нужно найти время и расстояние, которое пройдёт

коробка до самой верхней точки ленточки.



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{3}{5}; \quad \tan \alpha = \frac{4}{3}$$

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

$$v_0 = a_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{g} = 0,4 \text{ с.} = g \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} + \frac{4}{5} \right) = g$$

$$S_{\text{ост}} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,4 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

Теперь коробка ползёт вниз уже с другим ускорением:

$$|a_2| = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g \left( \frac{4}{5} - \frac{1}{5} \right) = \frac{3}{5} g$$

Нам нужно прехать  $S - S_{\text{ост}} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_{\text{ост}})}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{0,6 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \frac{1}{\sqrt{15}}$$

1) Ответ:  $t_1 + t_2 = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ с}$

2) Во втором ответе войдём в систему отсчёта

конвейера, тогда  $v_{\text{кон}} = v_0 - u$ .

Чтобы в лаб. с-ме отсчёта  $v_{\text{к}} = u = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,

в нашей с.о. груз должен остановиться.

Тогда  $t_{\text{ост}} = t_3 = \frac{v_0 - u}{a_1} = \frac{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,2 \text{ с}$

Расстояние, которое ~~он~~ коробка пройдёт по конвейеру:

$$L_{\text{ок}} = v_{\text{к}} t - \frac{g t^2}{2} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,2 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,04}{2} = 0,2 \text{ м}$$

Тогда  $L = L_{\text{ок}} + L_{\text{к}} = 0,2 \text{ м} + u \cdot t = 0,6 \text{ м}$



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) Запишем уравнения движения в обеих осях (координатах).  
В 1-вом случае:

$$m\alpha = (F \cos \alpha - F_{\text{тр}1}) \cdot \tau \Rightarrow F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = \frac{m\alpha\tau}{l}$$

Во 2-ом:

$$m\alpha = (F - F_{\text{тр}2}) \cdot \tau \Rightarrow F - F_{\text{тр}2} = \frac{m\alpha\tau}{l}$$

$$F \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = F - F_{\text{тр}2} = \frac{m\alpha\tau}{l}$$

$$y: N_1 = mg - F \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}1} = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$N_2 = mg \Rightarrow F_{\text{тр}2} = \mu mg$$

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

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

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

После преобразования гравитация  $F$ ,  $y$  нас просто равнозначны гравитации.

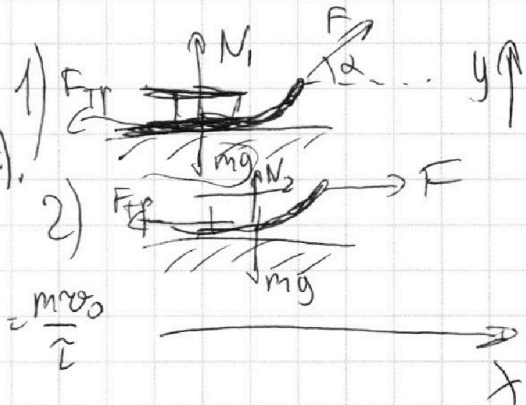
$$v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{mg} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$$

$$\text{II закон Ньютона: } |F_{\text{тр}}| = m|a|$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \cdot \frac{m \alpha \tau \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

$$v = at$$

$$T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{mg}$$



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!

3) Еще раз первое начало для 1-2:  $PV = \nu RT$   
 $\nu = 1 \Rightarrow PV = R T_{\text{полн}}$   
 $P_1 V_1$

$$2R\Delta T = A_{12} + \frac{3}{2}R\Delta T$$

$$A_{12} = \frac{1}{2}R\Delta T = \frac{1}{2}\Delta(PV)$$

Отсюда можно понять, что 1-2 на графике PV - процесс, проходящий через точку, координаты которой проходят через 0  $\Rightarrow \frac{P}{V} = \frac{P_1}{V_1} \Rightarrow$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$PV = R \cdot 4T_1$$

$$\Rightarrow \frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}$$

$$\frac{PV}{P_1 V_1} = 4$$

$$\left(\frac{V}{V_1}\right)^2 = 4 \Rightarrow V = 2V_1, P = 2P_1$$

Теперь рассмотрим процесс 3-1.

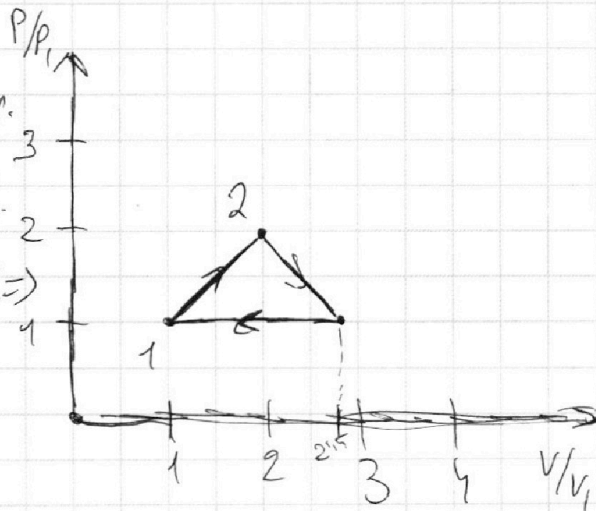
$\gamma = \frac{5}{2} \Rightarrow$  процесс - изобарический  $\Rightarrow P_3 = P_1$

$$P_1 V_3 = R T_3$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = \frac{2^{1,5} T_1}{T_1} = 2^{1,5} = \sqrt{8} = \frac{\sqrt{8000}}{10} \approx 2,8$$

Ответ: 1 4986 Дж; 10%.



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!



№4.

1) В процессе 1-2,  $C = 2R$   $\nu = 1$  будем описывать (с-полная температура)

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$  - первое начало

~~$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} R \Delta T_{12}$~~   $\nu = 1$  описывать (R переключается в  $\frac{R \nu}{K}$ )

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

$\frac{1}{2} R \Delta T_{12} = A_{12}$

$\Delta T_{12} = 4T_1 - T_1 = 3T_1 \Rightarrow A_{12} = \frac{3}{2} R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 400$

$\approx 4986 \text{ Дж}$

2) Найдем  $A_{23}$  и  $A_{31}$ .

$A_{23} = -\frac{1}{2} R (4 - 2^{1,5}) T_1 = A_{23} = \frac{3}{2} R \cdot (4 - 2^{1,5}) T_1$

$A_{23} = R \cdot (4 - 2^{1,5}) T_1$

~~$A_{31} = -\frac{5}{2} R \cdot (2^{1,5} - 1) T_1 = A_{31} - \frac{3}{2} R (2^{1,5} - 1) T_1$~~

$A_{31} = -R (2^{1,5} - 1) T_1 = (1 - 2^{1,5}) R T_1$

$A_{05} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{3}{2} R T_1 + (4 - 2^{1,5}) R T_1 + (1 - 2^{1,5}) R T_1$

$= R T_1 \cdot \left( \frac{3}{2} - 2 \cdot 2^{1,5} \right) \approx 8,31 \cdot 400 \cdot 0,9 = 2991,6 \text{ Дж}$

$\sqrt{32} \approx 5,6$

получено + число  $Q_{\downarrow} = Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6RT_1 \approx 400 \cdot 8,31 \cdot 6 =$

$= 29944 \text{ Дж}$

$\eta = \frac{A_{05}}{Q_{\downarrow}} = \frac{2991,6 \cdot 100\%}{29944} \approx 10\%$



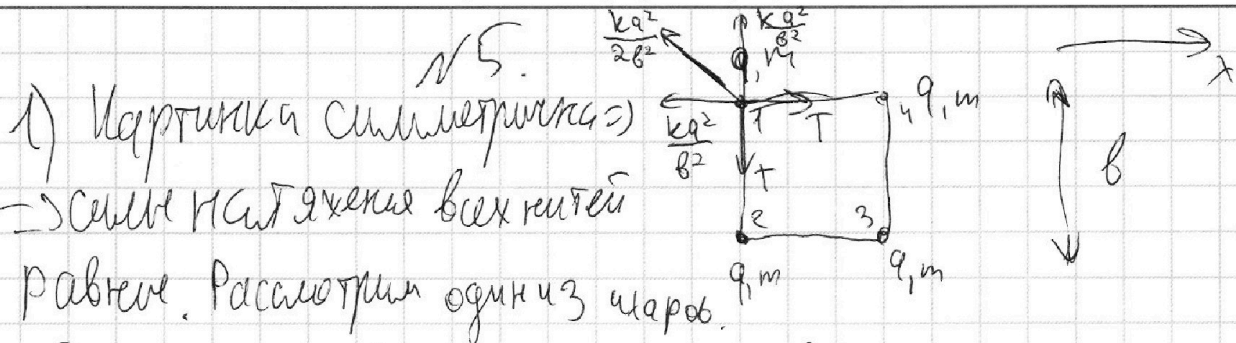
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



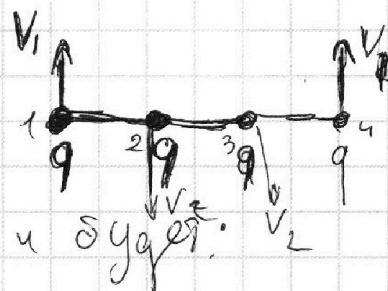
Запишем равновесие сил, действующих на этот шарик

по оси  $x$ :  $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{5}{2} = \frac{(4+5/2)kq^2}{4b^2}$

2) На систему не действуют никакие внешние силы  $\Rightarrow$  центр масс неподвижен, а импульс системы равен 0 (в лоб. с.о.)

Заметим, что с-ма симметрична

и вращательной осью  $\Rightarrow$  такой она и будет.



$v_1 = v_4; v_2 = v_3.$

по з.си:  $mv_1 + mv_4 - mv_2 - mv_3 = 0 \Rightarrow v_1 = v_2.$

Значит, в этот момент скорости всех шариков одинаковы и равны  $v$ .

Запишем закон сохранения энергии и измериме кинетической энергии пошло на изменение

изменилась  $E$  в парах 1-3, 1-4, 2-4

$$\frac{2mv^2}{2} = \frac{2kq^2}{b\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{b} - \frac{2kq^2}{2b} - \frac{kq^2}{3b}$$

$$2mv^2 = \frac{kq^2}{b} \cdot \left( \sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left( \sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)}$$





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

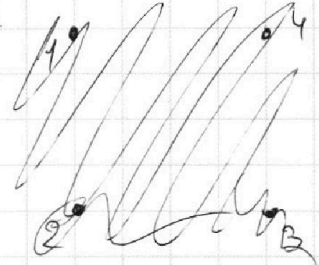
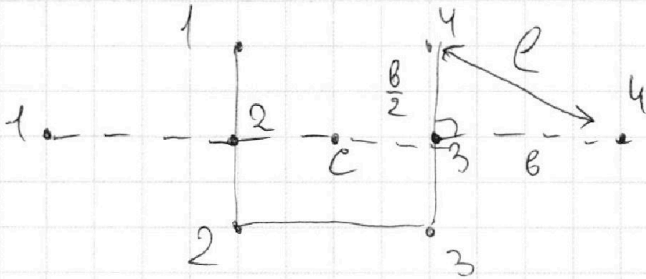
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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) Мы уже поняли, что центр масс системы никуда не сместится. Нарисуем до и после:



Видно, что "верхние" шары смещаются на  $e$

$$e = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

Ответ: 1)  $\frac{(4 + \sqrt{5})}{4} \cdot \frac{kq^2}{b^2}$  Н

2)  $\sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left( \sqrt{5} - \frac{1}{3} \right)}$   $\frac{m}{c}$

3)  $\frac{\sqrt{5}}{2} m$

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!



*Черновик*

$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$   
 $h = v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 20 \cdot \frac{4}{3} - \frac{10 \cdot 5 \cdot 5^2}{2} = \frac{240 - 125}{9} = \frac{115}{9}$

$\sin \alpha = \frac{4}{5}$   
 $\cos \alpha = \frac{3}{5}$   
 $\tan \alpha = \frac{4}{3}$

$20 \cdot 0,71 = 14,2$   
 $1,7 \cdot 300$

$\frac{27}{27} \cdot 189 = 54$   
 $\frac{28}{28} \cdot 224 = 56$   
 $\frac{29}{29} \cdot 284 = 58$   
 $\frac{30}{30} \cdot 341 = 61$

$\frac{20 \cdot 400}{2 \cdot 400} = 10$   
 $\frac{10 \cdot 400}{7 \cdot 400} = \frac{10}{7}$   
 $\frac{831}{24} = 34,625$   
 $\frac{3324}{205} = 16,21$   
 $\frac{29944}{3} = 9981,33$

$\frac{20 \cdot 5^2 \cdot 400 - 10 \cdot 400}{2 \cdot 400} = \frac{10 \cdot 400 (5^2 - 1)}{2 \cdot 400} = 10(5^2 - 1)$   
 $2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{2} = 400$

$\max \tan \alpha = \frac{1}{4 \cos^2 \alpha}$   
 $\tan \alpha = \frac{1}{4 \cos^2 \alpha}$   
 $\tan^2 \alpha = \frac{1}{4 \cos^2 \alpha}$   
 $\tan^2 \alpha \cos^2 \alpha = \frac{1}{4}$   
 $\sin^2 \alpha = \frac{1}{4}$   
 $\sin \alpha = \frac{1}{2}$   
 $\alpha = 30^\circ$

$C = 2R$   
 $Q = \Delta C \Delta T = C \Delta T = 9981,33$

$2R \Delta T = A_{12} + \frac{3}{2} R \Delta T$   
 $\frac{1}{2} R \Delta T = A_{12} = \frac{3}{2} R T_1$

$2 \cdot 2^{11,5} = 2^{23}$   
 $2^{13} = 8192$   
 $2^{11,5} = 3125$   
 $2^{10} = 1024$   
 $2^{11,5} = 58$   
 $2^{11,5} = 58$   
 $2^{11,5} = 58$

$\Delta T = 3 T_1$   
 $\eta = \frac{A}{Q_{\downarrow}} = 1 - \frac{Q_{\uparrow}}{Q_{\downarrow}} = \frac{A}{A - Q_{\uparrow}}$

$A_{2-3} = \frac{3}{2} R (4 - 2^{11,5}) T_1$   
 $Q = A_{2-3} = \frac{3}{2} R (4 - 2^{11,5}) T_1$   
 $A_{2-3} = \frac{1}{2} R \cdot (4 - 2^{11,5}) T_1 = A_{2-3} - \frac{3}{2} R (4 - 2^{11,5}) T_1$   
 $A_{2-3} = R \cdot (4 - 2^{11,5}) T_1$   
 $A_{3-1} = (1 - 2^{11,5}) / R T_1$

$3200$   
 $3200$   
 $3200$   
 $3200$

$1-2$   
 $3200$   
 $54$   
 $285$   
 $32,49$

$1-2$   
 $3200$   
 $54$   
 $285$   
 $32,49$

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!

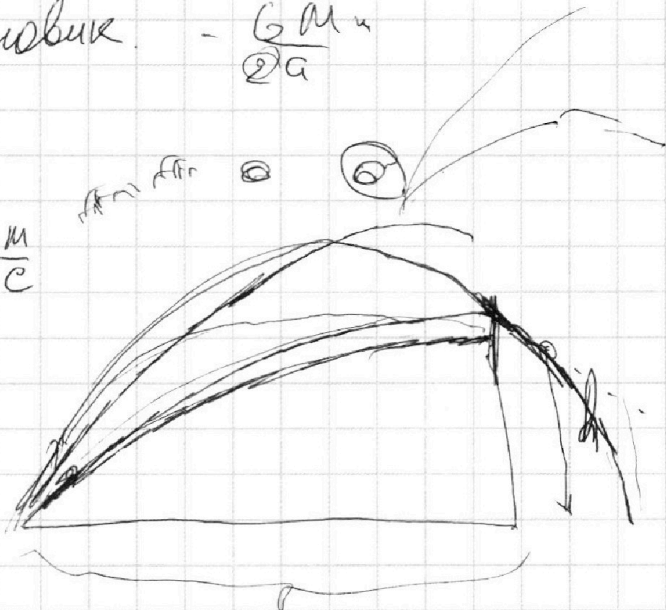


Черновик -  $\frac{GMm}{2a}$

$T = 2\pi$

$v_0 = gt = gT = 20 \frac{m}{c}$

$$\begin{array}{r} 1.7 \\ \times 1.7 \\ \hline 11.9 \\ + 17.9 \\ \hline 28.9 \end{array}$$



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

$v_0 \sin \alpha t = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$

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

$h_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{20} = 10$   
 $= \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = 10 \text{ m}$

h =

$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 20 \sqrt{3} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = 20 \cdot (\sqrt{3} - 1)$

$v_0 \cos \alpha t = S \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 S \sin \alpha \cos \alpha - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{400 \cdot 20 \cdot \sqrt{3} - 400 \cdot 10}{2 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4}} = \frac{4000 \sqrt{3} - 4000}{200} = 20(\sqrt{3} - 1)$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

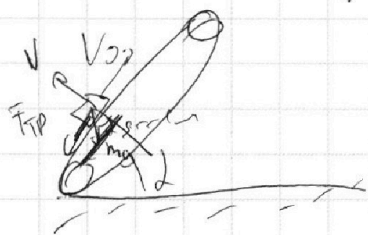
МФТИ

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



Черновики

№2



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \mu mg \cos \alpha$$

~~ma =~~

$$ma = -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{4}{5}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \frac{16}{25} = \frac{9}{25}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{5}$$

$$\tan \alpha = \frac{4}{3}$$

$$S = v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

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

$$2t = 0,4 \text{ c}$$

$$S = 0,8$$

$$S_1 = 0,8$$

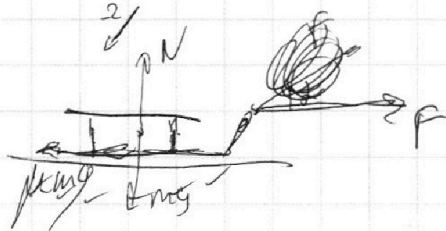
$$S = 1,6$$



$$m v_0 = a t$$

$$\frac{4}{10} = \frac{a t}{2}$$

$$g \left( \frac{1}{3} + \frac{2}{5} + \frac{4}{5} + \frac{4}{5} \right) = 9$$



$$l = 4 \cdot \frac{4}{10} - \frac{10 \cdot \left(\frac{4}{10}\right)^2}{2} = 1,6 - \frac{16}{10} = 0,2$$

$$m v_0 = F \cdot t - F_{TP} \cdot t$$

$$a = \frac{3}{5} g$$

$$\frac{m v_0}{t} = F - F_{TP} - \text{const} \cdot 0,2 = \frac{a t^2}{2} = \frac{\frac{3}{5} g t^2}{2} \Rightarrow$$

const

$$\Rightarrow \frac{16}{10} = t - \frac{1}{5} t = \frac{4}{5} t$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha = \mu (mg - F \sin \alpha) \quad \tan \alpha = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{1}{\sin \alpha}$$

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

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

$$\mu = -\cot \alpha$$



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 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!

