



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

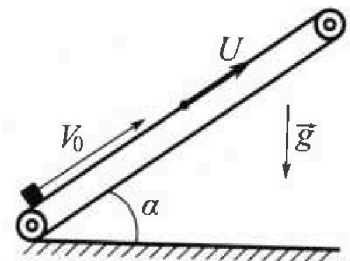
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

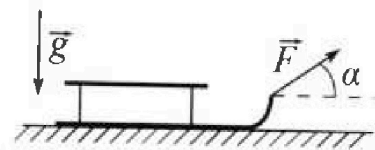
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 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.



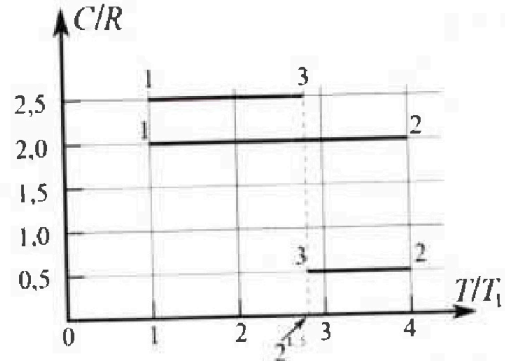
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

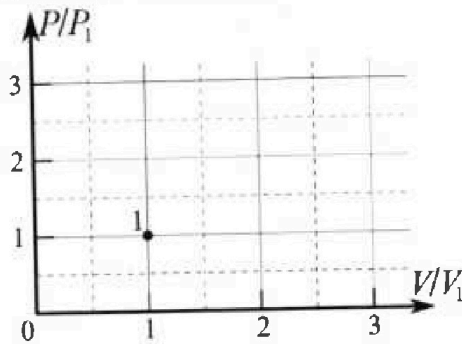
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



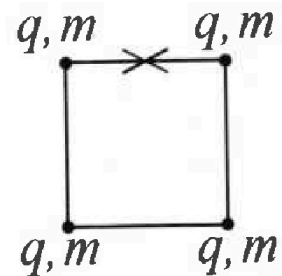
1) Найдите работу  $A_1$  газа в процессе 1-2.

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:

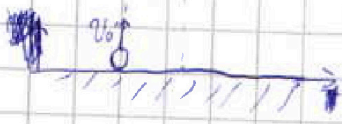
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Минимальная высота будет достигнута в момент, когда скорость мяча станет нулевой (т.е. мяч остановится).



Реш: По формуле:  $v_k = v_0 - at$

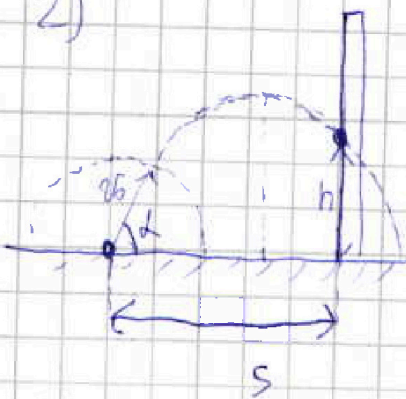
$$0 = v_0 - g \cdot T$$

↑  
время, которое мяч будет в воздухе

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

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{м}{с}$

2)



$h$  - высота, на которой мяч ударился о стену.  
 $d$  - угол между  $v_0$  и горизонтом

Путь мяча можно проецировать на ось  $Ox$

$$s = v_0 \cdot \cos d \cdot t_n, \text{ где } t_n - \text{время полета}$$

$$(2) h = v_0 \sin d \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2}$$

из (1)

$$t_n = \frac{s}{v_0 \cos d} \Rightarrow \text{в (2)}: h = v_0 \sin d \cdot \frac{s}{v_0 \cos d} - \frac{g \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 d}}{2}$$

$$= s \cdot \tan d - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 d}$$

$$\frac{h}{s} = \tan d - \frac{g t_n}{2 v_0 \cos^2 d}$$

Получим  $h(d) = s \left( \tan d - \frac{g s^2}{2 v_0^2 \cos^2 d} \right)$  - Запишем эту функцию

одноименно с углом наклона  
пути мяча к горизонту

И найдем максимальную высоту:  $h_{max} = v_0 \sin d \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2}$ , где  $t_n$  - время полета мяча

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 (продолжение №9)

$$r = v_0 \cdot \sin \alpha - g t_{n2} \Rightarrow t_{n2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

$L_{\text{ср}}$  - можно по формуле криволинейного движения

$$L_{\text{ср}} = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\text{Выс: } h - H_{\min} = \frac{g t_{n2}^2}{2}$$

$$\Rightarrow h = \frac{g \left( \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right)^2}{2} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$S - L_{\text{ср}} = v_0 \cos \alpha \cdot t_{n2} \Rightarrow h = \frac{g \left( \frac{S - v_0 \cos \alpha \cdot t_{n2}}{v_0 \cos \alpha} \right)^2}{2} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$= \frac{g \left( \frac{S - v_0 \cos \alpha \cdot t_{n2}}{v_0 \cos \alpha} \right)^2}{2} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(S - v_0 \cos \alpha \cdot t_{n2})^2}{2g v_0^2 \cos^2 \alpha} + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Надо вычислить минимальную:

$$h = S \left( \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{g S}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \right) = S \left( \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 20^2 \cos^2 \alpha} \right) = S \left( \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} \right)$$

$$L = 30 \quad h = S \left( \frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{5}{3} \right) = S \left( \frac{1}{\sqrt{3}} - \frac{20}{3} \right) < 0$$

$$L = 60 \quad h = S \left( \sqrt{3} - \frac{5}{\frac{1}{3}} \right) = S (\sqrt{3} - 20) < 0$$



$h$  будет максимумом при минимуме

Тогда, что миним будет у формулы  $\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha}$  в предельном случае, т.е.

$$t_{n2} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$h = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow \text{Однако}$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot t_{n2} = S \Rightarrow \sin \alpha \cdot \frac{2g S}{v_0^2} = 2g \Rightarrow \alpha = \arcsin \left( \frac{v_0^2}{2g S} \right) = \frac{1}{2}$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \left( \arcsin \left( \frac{v_0^2}{2g S} \right) \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

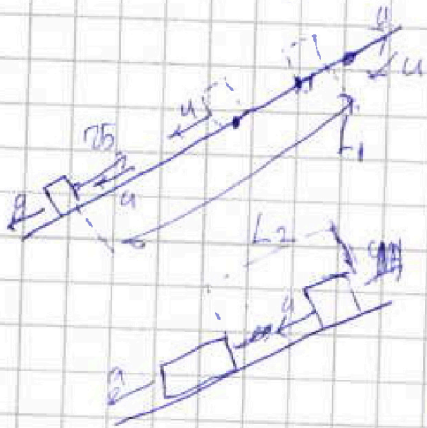
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

№3 3)

Точка начало счет в вер  $a = g$ , когда время  $a = \frac{6}{10}g$



$$L_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a} = \frac{1}{5} \text{ м}$$

$$t_1 = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{1}{5}$$

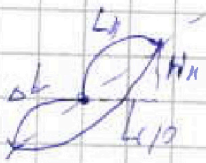
$$L_2 = \frac{a t_2^2}{2} ; t_2 \cdot a = u \Rightarrow t_2 = \frac{u}{a}$$

$$L_2 = \frac{u^2}{2a} = \frac{2^2}{2 \cdot 6} = \frac{2}{3} \text{ м} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3}$$

$$\Delta L = L_1 - L_2 = \frac{3}{15} - \frac{8}{15} = -\frac{2}{15} \text{ м}$$

При этом  $L_{(1)} = (t_1 + t_2) \cdot u = \frac{16}{15} \text{ м}$

Угол  $\alpha(1)$  земли начало проекции



$$L_{\alpha} = L_{(1)} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{15} \text{ м}$$

Тогда  $H_{II} = L_{II} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{15} \cdot \frac{8}{10} = \frac{128}{150}$

$$= \frac{128 \cdot 8}{150} \text{ м} = \frac{1024}{150} \text{ м} = \frac{512}{75} \text{ м}$$

Ответ:  $H = \frac{56}{75} \text{ м}$

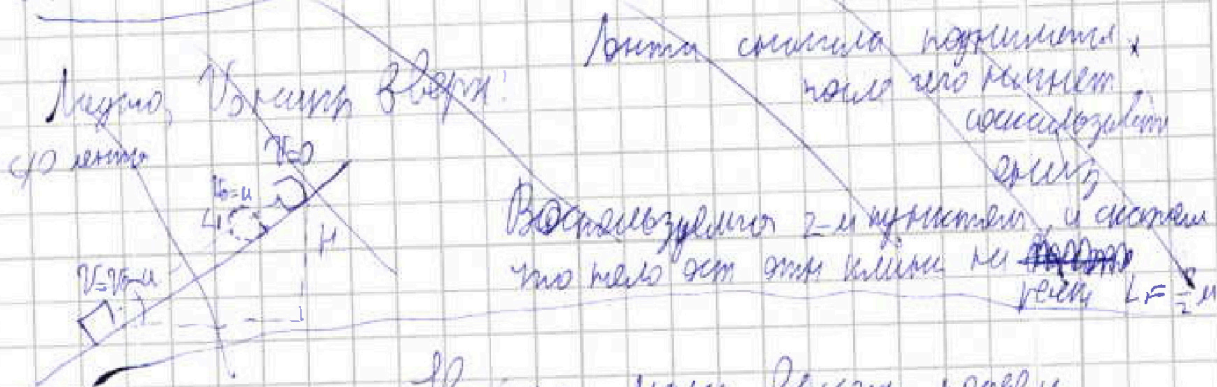
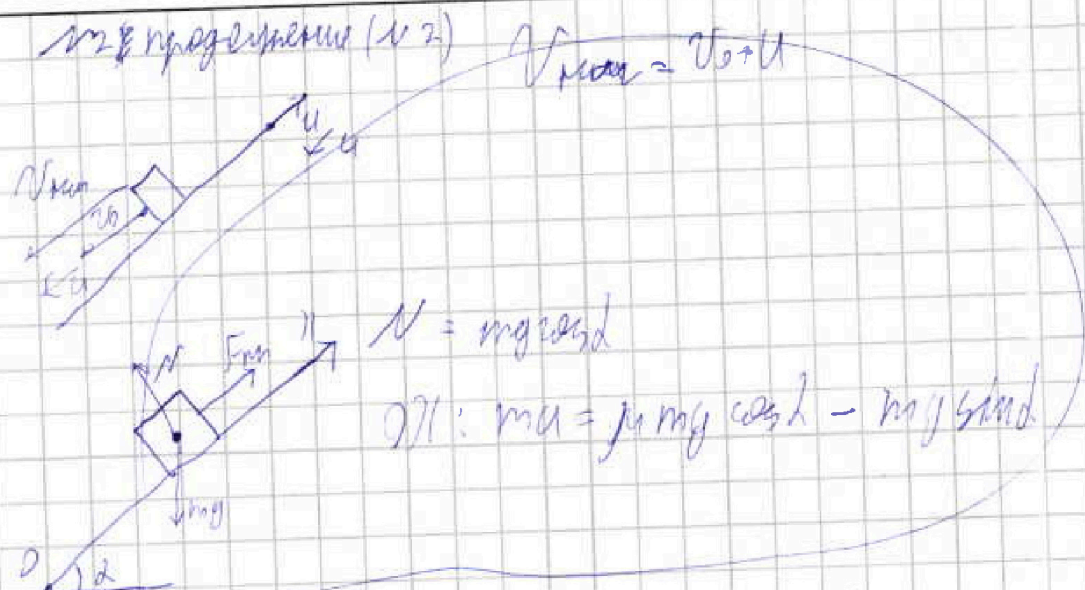
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) Найдём радиус высоты подъёма

$$R_{\text{выс}} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{16}{2 \cdot 9.8} = \frac{4}{9.8} \text{ м}$$

след, после подъёма пройдя  $\frac{1}{2}$  окруж, кар...  
или ещё считаем  $\frac{1}{2}$  м (до горизонтальной линии)

поэтому:  $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4}{9.8} = 0.4 \text{ сек}$

$\frac{1}{9} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g}{2} t_2^2 = \frac{6}{2} t_2^2$

$\frac{1}{9} = 3 \cdot t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{1}{27}}$

$T = t_1 + t_2 = 0.4 + \sqrt{\frac{1}{27}} \text{ сек}$  Ответ:  $T = 0.4 + \sqrt{\frac{1}{27}} \text{ сек}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

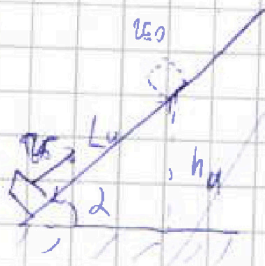
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

22.

1)

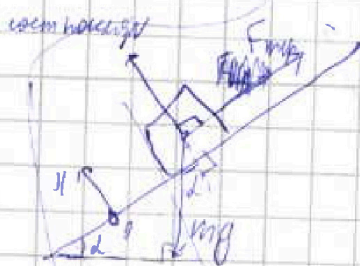


Путь не имеет нулевой скорости, следовательно, и ускорения при движении вниз.

Потому по 3(-).

$$\frac{m v_0^2}{2} \cdot \mu = m g h \mu$$

$$\frac{h \mu}{L \mu} = \sin \alpha$$



2ЗМ впр. на III:

$$0 = N - m g \cos \alpha \Rightarrow N = m g \cos \alpha$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \mu m g \cos \alpha L = m g h \mu$$

$F_{fr}$  на - сила трения скольжения

$$2ЗМ: III: 0 = N - m g \cos \alpha$$

$$N = m g \cos \alpha$$

$a$  - ускорение по  $OY$

$$F_{fr} = \mu m g \cos \alpha$$

$$OY: -m a = -F_{fr} \sin \alpha - m g \sin \alpha$$

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

$$a = g \left( \frac{1}{3} \sqrt{1 - \left(\frac{3}{10}\right)^2} + 0,8 \right) = g \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{8}{10} + \frac{8}{10} \right)$$

$$= g \quad \text{ускорение } a \quad \Rightarrow \text{при спуске } a = g \left( \frac{2}{10} + \frac{8}{10} \right) = \frac{6g}{10}$$

$$S = 1/2 a t^2 = v_0 t + \frac{g t^2}{2} \Rightarrow (5 t^2 - 1) t = 0$$

$$t = \frac{2 \pm \sqrt{2^2 + 5}}{5} = \frac{2 \pm 3}{5} = 1 \text{ сек} \quad \text{Омлетом: } 1 \text{ сек}$$

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"/>

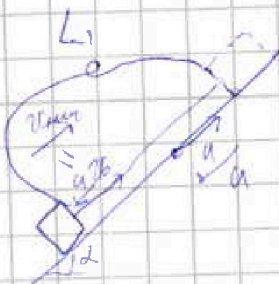
МФТИ

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

№2 ~~трехмерный~~

2) скорость парового автомобиля  $u$ , выходя из точки  $A$  перемещается прямолинейно от  $A$  к  $B$

Значит перемещение в  $x$  направлении:



$$\text{Тогда } v_{\text{нач}} = v_0 - u \quad \text{— начальная}$$

$L_1$  — путь, пройденный автомобилем от  $A$  к  $B$

$$v_{\text{к}} = v_{\text{нач}} - at$$

$$t = \frac{v_{\text{к}} - v_0}{-g} \quad \text{— время движения}$$

$$L_1 = v_{\text{нач}} t - \frac{g t^2}{2} = \frac{v_{\text{нач}}^2}{2g} = \frac{(v_0 - u)^2}{2g} = \frac{(4 - 2)^2}{2 \cdot 10} = \frac{1}{5} \text{ м.}$$

Также, зная время  $t$  можно вычислить  $L_2 = u \cdot t$

$$= 2 \cdot \frac{(4-2)}{10} = \frac{4}{10}$$

$$\text{Тогда } L = L_1 + L_2 = \frac{1}{10} \text{ м} \quad \text{— искомое расстояние}$$

$$\text{Диаметр: } d = \frac{1}{10} \text{ м} = \frac{2}{5} \text{ м} \quad \text{(имеет на 2-й круг)}$$

3) очевидно, что если  $v_0$  направлена вверх, то скорость парового автомобиля составляет  $u$

Тогда перемещение в  $x$  направлении и путь  $L_1$  вычисляется так же, как и в задаче 2,  $L_1 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{4^2}{2 \cdot 10} = \frac{8}{10} \text{ м}$

и скорость  $v_0$  направлена



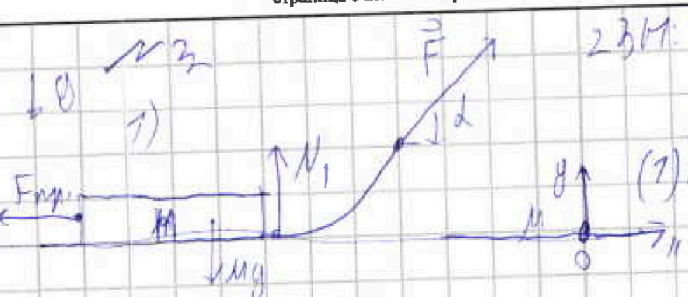
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



2 БП: ОУ:  $0 = N_1 + F \cdot \sin \alpha - Mg$   
 $N_1 = Mg - F \sin \alpha$   
 ОИ:  $m a_{\parallel} = F \cdot \cos \alpha - \mu N_1$   
 (1)  $m a_{\parallel} = F \cos \alpha - \mu (Mg - F \sin \alpha)$

$N_1$  - реакция опоры в 1-м случае  
 $N_2$  - то 2-м случае  
 $F_{mp1}$  - сила тр. в 1-м случае  
 $F_{mp2}$  - то 2-м  
 $a_{\parallel}$  - ускорение по ОИ, которое реализуется в обоих случаях.



2 случай 2 БП: ОУ:  $N_2 = Mg$

(2) ОИ:  $m a_{\parallel} = F - \mu N_2 = F - \mu Mg$

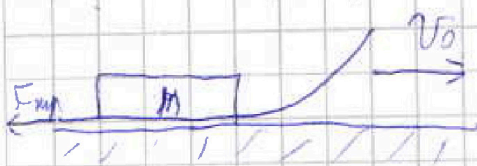
Приведем уравнения (1) и (2)

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

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

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

2) задача  $\mu$ -известна По 3Б:



$\frac{M v_0^2}{2} - A F_{mp} = 0$

$\frac{M v_0^2}{2} = \mu Mg \cdot L_{прогнесс}$

$L_{прогнесс} = \frac{v_0^2}{2 \mu g} = v_0 \cdot t_u - \frac{a \cdot t_u^2}{2} = \frac{v_0^2}{2 a}$

$v_{конечная} = 0$   
 $v_{нач} = v_0$   
 $a = \mu g$

$0 = v_0 - a t_u$   $t_u = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}$   $m a = \mu Mg$  - 2 БП: ОИ  
 $a = \mu g$   
 $t_u = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)}$   $F = \frac{v_0 \sin \alpha}{g (1 - \cos \alpha)}$

Ответ:  $F = \frac{v_0 \sin \alpha}{g (1 - \cos \alpha)}$



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!

Или проделайте.

$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}} = \frac{\frac{3}{2}RT_1 + 2RT_1(2-\sqrt{2}) + RT_1(1-2^{1.5})}{3RT_1 + RT_1(\sqrt{2}-2) + \frac{3}{2}RT_1(1-2^{1.5})}$$

$$= \frac{\frac{3}{2} + 4 - 2\sqrt{2} + 1 - 2\sqrt{2}}{6 + \sqrt{2} - 2 + \frac{3}{2} - 3\sqrt{2}} = \frac{3 + 4 - 4\sqrt{2} + 2 - 4\sqrt{2}}{4 + 2\sqrt{2} - 4 + 3 - 6\sqrt{2}} = \frac{73 - 8\sqrt{2}}{17 - 4\sqrt{2}}$$

Ответ:  $\eta = \frac{73 - 8\sqrt{2}}{17 - 4\sqrt{2}}$

3) Процессы 1-2 и 3-2 - изотермические, а процесс 1-3 - адиабатический

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

$$C_p = \frac{Q}{\Delta T} = \left[ \frac{5}{2} R \right] \approx 3R$$

Поскольку закон сохранения энергии выполняется, то между 1 и 3

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_1 V_3 = \nu R 2^{1.5} T_1 \quad \Rightarrow \quad V_3 = 2\sqrt{2} V_1 \Rightarrow 2.828 V_1 < V_3 < 3 V_1$$

Значит, когда введем изотермический процесс  $PV^n = \text{const}$

$$C = \text{const} = \frac{\delta Q}{\delta T} \quad n = \frac{C_p + C_v}{2}$$

$$C = \frac{\delta Q}{\delta T} = \frac{1}{2} \nu R + \nu R \left( \frac{1}{P} \frac{dP}{dT} + \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} \right)$$

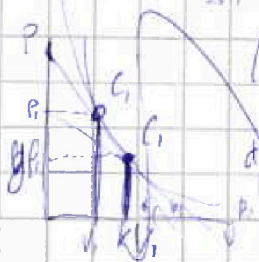
$$C = \frac{1}{2} \nu R + \nu R \left( \frac{1}{P} \frac{dP}{dT} + \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} \right)$$

$$\frac{1}{2} (P dV + (P-dP)(V-dV)) = PV$$

$$dP dV - dPV - PdV - dPV - PdV = -dPV - PdV = -\nu R dT$$

$$\nu PV^{n-1} = \frac{dP}{dV}$$

$$d \left( \frac{P_1 + P_2 - dP}{2} dV \right) = \frac{2P_1 dV - dP dV}{2} = P_1 dV$$



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!



на поверхности  $h_2$   
 Скорость на поверхности  $h_2$

$A_{12} > 0$   
 $A_{23} > 0$   $\Rightarrow$  три одинаковых  $V$ .



применяем  
 закон сохранения

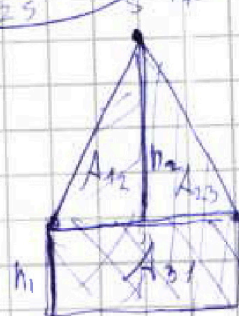
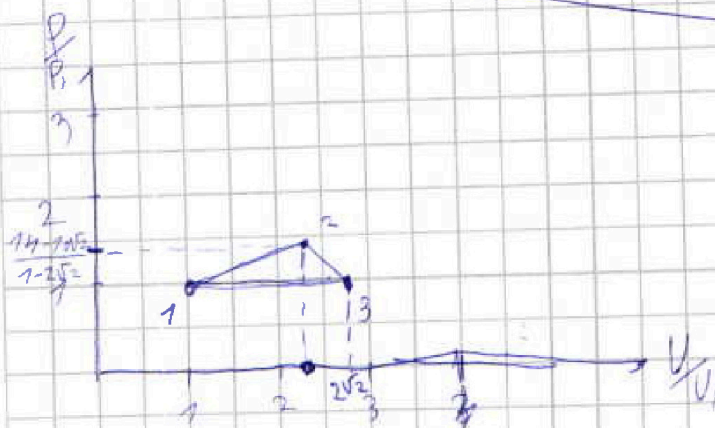
$$A_2 = h \cdot \Pi \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\Pi}{\rho} = \frac{A_{12}}{A_{23}} = \frac{3}{2} \frac{RT_1}{2RT_1(1-\sqrt{2})} = \frac{3}{4(1-\sqrt{2})}$$

$$\Rightarrow V_2 = \left(1 + \frac{3}{4(1-\sqrt{2})}\right) V_1 \approx 2,25 V_1 \text{ (очень примерно)}$$

$$\frac{3}{2} RT_1 = (V_2 - V_1) \cdot \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \Rightarrow 2,25 V_1 \cdot \rho_1 = \rho_2 \cdot 2,25 V_1$$

$$3 RT_1 - 2,25 V_1 \rho_1 = 2,25 V_1 \rho_2 \Rightarrow 7,75 V_1 \rho_1 = 2,25 V_1 \rho_2$$

$$\rho_2 = \frac{4,85}{2,25} \rho_1 \approx \frac{2}{3} \rho_1$$



$$\frac{A_{12} + A_{23} - A_{31}}{A_{31}} = \frac{1}{2} \frac{h_2}{h_1}$$

$$h_2 = 2 \frac{A_{12} + A_{23} - A_{31}}{A_{31}} = \frac{p_2 - p_1}{\rho_1} = \frac{p_2 - p_1}{\rho_1}$$

$$p_2 = \frac{(7,75 - 2,25\sqrt{2})}{1 - 2\sqrt{2}} p_1 = \frac{(7,75 - 1,05\sqrt{2})}{1 - 2\sqrt{2}} p_1 \Rightarrow V_2 = \frac{3 RT_1}{\rho_1 + \rho_2} + V_1$$



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!

№4.

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R + \frac{A}{\Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T}$$

$$\Delta Q = \frac{1}{2} \nu R \Delta T + A \Gamma$$

1-2:  $C = 2R$

$$\Delta T = (4T_1 - T_1) = 3T_1$$

$$\Delta Q = \nu \Delta T \cdot C = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A \Gamma_{1-2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3T_1 \cdot 2R - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = A \Gamma_{1-2} = 3RT_1 \left(2 - \frac{3}{2}\right) = \frac{3}{2} RT_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 = 600 \cdot 8,31 = 4986 \text{ Дж.}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,93 \\ \times 800 \\ \hline 4986 \end{array}$$

Ответ:  $A_{12} = 4986 \text{ Дж.}$

Инвариант  $\Gamma_{1-2} = 3T_1 = 6RT_1$

Аналогично:

2-3:  $C = 0,5R$   $\Delta T = (2^{1,5} T_1 - 4T_1) < 0$

$$\Delta Q_{\text{научаемый}} = C \Delta T = 0,5R \cdot 2T_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$\Delta Q = RT_1 (\sqrt{2} - 2) = \frac{3}{2} \nu R T_1 (\sqrt{2} - 2) \rightarrow A_{2-3}$$

$$A_{2-3} = RT_1 (\sqrt{2} - 2) - 3RT_1 (\sqrt{2} - 2) = -2RT_1 (\sqrt{2} - 2)$$

3-1:  $C = 2,5R$   $\Delta T = (T_1 - 2^{1,5} T_1)$

$$\Delta Q_{\text{научаемый}} = C \Delta T = 2,5RT_1 (1 - 2^{1,5}) = \frac{3}{2} RT_1 (1 - 2^{1,5}) + A_{3-1}$$

$$A_{3-1} = (2,5 - 7,5) RT_1 (1 - 2^{1,5}) = RT_1 (1 - 2^{1,5}) < 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

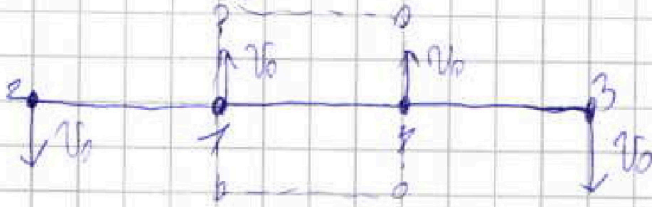
- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

№2. Продолжение

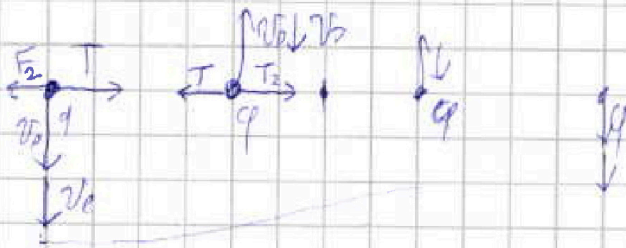
Пусть  $v_0 = v_1 = v_2 < v_3 < v_4$



Заметим, что в ЦО 1 м.  
2 м. движется по окружности  
с центром в С) 1 м. движется  
6 м. 2 м.

В ЦО 1 м.

Получим:  $\frac{(2v_0)^2}{b} = a = \frac{T - F_2}{m}$



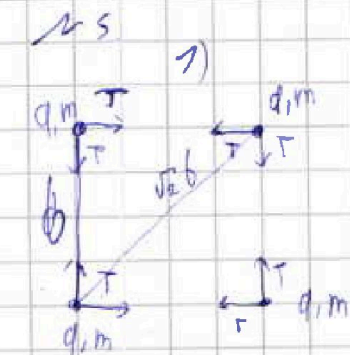
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Рассмотрим силу из зарядов

$F_1$  - сила из с зарядом

$F_2$  - сила из с зарядом

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2}$$

$$F_2 = k \frac{q^2}{2b^2}$$

234. 021:  $T = F_1 + F_2 \cdot \cos 45^\circ$

$$= k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{2b^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = k \frac{q^2}{b^2} \left( 1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}} \right)$$

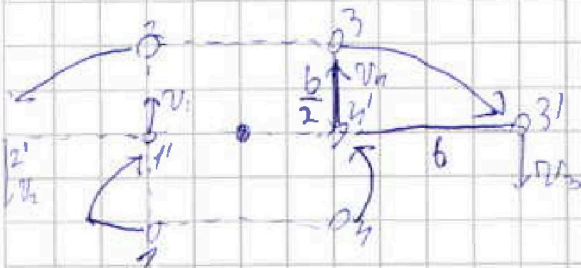
Ответ  $T = \frac{kq^2}{b^2} \left( \frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}} \right)$

2) Рассмотрим движение центра масс:

м.к. системы замкнутой, скорость ч.м. равна 0.

П.р. В центре центра тяжести в центре квадрата, следовательно и в центре ч.м. будет равен 0.

А м.к. в системе присутствует симметрия, можно сказать, что в центре, могут все будут равно на одной радиусе, эти радиусы будут перпендикулярными, следовательно через 2 излучения энергии вращаясь.



Почему предположили, что d в 3-м варианте:  $d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \frac{b\sqrt{5}}{2}$

Ответ к 3-му п.:  $d = \frac{b\sqrt{5}}{2}$

При этом из ЗОУ и того, что центр тяжести замкнутой системы и сохраняется центр масс  $\sum P = 0 \Rightarrow m\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = m\vec{v}_3 + \vec{v}_4$   
 значит м.к.  $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = v$