



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.

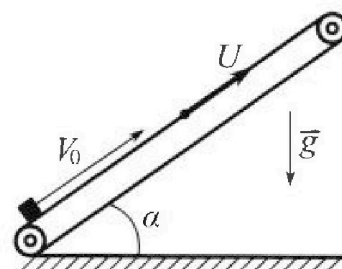
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

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.

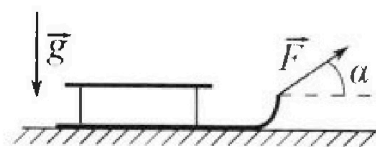
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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.



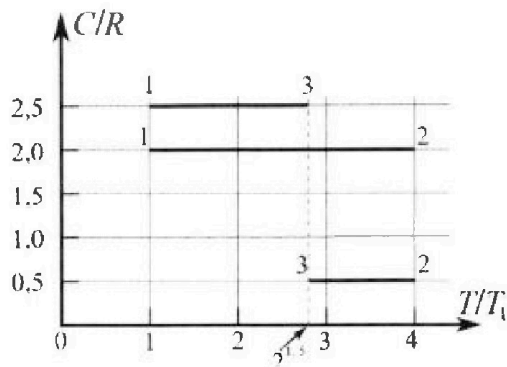
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



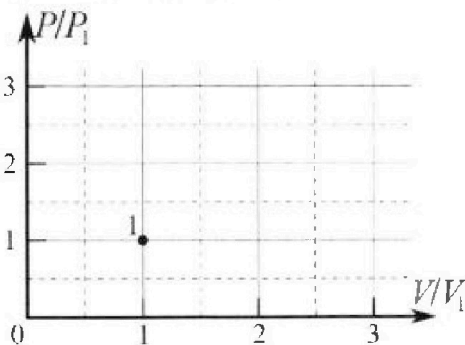
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



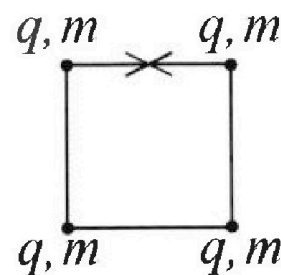
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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 вверху (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!

## Задача 1

$$1) \frac{m v_0^2}{2} = mgH$$

$m$  - масса шара

$H$  - максимальная высота

$$v_0^2 = 2gH$$

$$H = \frac{v_0 + 0}{2} T = \frac{v_0 T}{2}$$

$$v_0^2 = v_0 T g$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

$$2) v_0 \cos \alpha t = S \quad t - \text{время полета шара}$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = H \quad ; \quad t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$H = S \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= S \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\int \frac{1}{\cos^2 \alpha} = X$$

$$H = S \sqrt{X - 1} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} X$$

возьмем производную  $v$  по  $\alpha$  и приравняем к нулю

$$\frac{d}{d\alpha} \left( S \sqrt{\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \right) = 0$$

$$\frac{S}{2 \sqrt{X-1}} = \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$\sqrt{X-1} = \frac{v_0^2}{g S}$$

$$X = \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + 1 = \frac{v_0^4 + g^2 S^2}{g^2 S^2}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left( \frac{v_0^4 + g^2 S^2}{g^2 S^2} \right) = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^4 + g^2 S^2}{2 v_0^2 g} = \frac{20 \cdot 20}{10} -$$

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!

$$\frac{20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20 + 100 \cdot 20 \cdot 20}{20 \cdot 20 \cdot 20} = 40 - 20 + \frac{100}{20} = 25 \text{ м}$$

Ответ:  $20 \text{ м/с}$ ;  $25 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

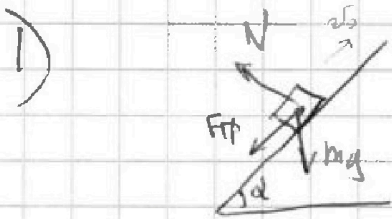
решение которой представлено на странице:

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!

# Задача 2.



$m$  - масса коробки  
 $F_{тр}$  - сила трения  
 $N$  - сила реакции опоры

$$F_{тр} = \mu N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$a = g (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{6}{10} + \frac{8}{10} \right) = 10 \text{ м/с}^2$$

Найдем расстояние, которое коробка проедет без того как изменить направление скорости.

$$S_1 = \frac{v_0^2 - 0}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ м}$$

то время проедет

$$S_1 = \frac{v_0}{2} t_1, \quad t_1 = \frac{2S_1}{v_0} = \frac{2 \cdot 8}{10 \cdot 4} = 0,4 \text{ с}$$

3х время от старта времени возврата

Значит он дальше проедет еще  $S_2 = S - S_1 = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$

$$S_2 = \frac{a t_2^2}{2}, \quad t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10}} = 0,2 \text{ с}$$

время на второе тело идти

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 \text{ с} + 0,2 \text{ с} = 0,6 \text{ с}$$

2) Перейдем в с.о. ~~лента~~ лента. В лабораторной с.о. коробка будет иметь скорость  $u$ , когда в с.о. лента ее скорость равна нулю.

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!



$$v_0 - u = v_0 - u - at$$

$t$  - время за которое это пройдет.

$$L_1 = \frac{(v_0 - u)^2 - (u - u)^2}{2a} = \frac{(v_0 - u)^2}{2a} \quad \text{— расстояние в } \varnothing \text{ от н. лент}$$

$$L_2 = ut = \frac{u(v_0 - u)}{a} \quad \text{— расстояние, которое прошли лента}$$

$$L = L_1 + L_2 = \frac{(v_0 - u)v_0}{2a} = \frac{4 \cdot 16}{2 \cdot 20} = 0,64 \text{ м}$$

3)

$$L_1 = \frac{(v_0 - u)^2 - (0 - u)^2}{2a} =$$

$$0 - u = v_0 - u - at$$

$t'$  - время, за которое это пройдет

$$= \frac{v_0^2 - 2v_0u + u^2 - u^2}{2a} = at' = v_0$$

$$= \frac{v_0^2 - 2v_0u}{2a}$$

$$t' = \frac{v_0}{a}$$

— расстояние от н. лент  
| перемещения

$$L_2' = ut' = \frac{uv_0}{a} \quad \text{— прошли лента}$$

$$L' = L_1' + L_2' = \frac{v_0^2 - 2v_0u + 2uv_0}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

$$H = L' \sin \alpha = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: 0,6 с; 0,6 м; 0,64 м.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

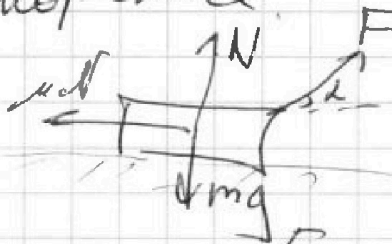
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

### Задача 3

1) ПТК самки разгоняется за время  $t_0$  то же время, значит у них одинаковое ускорение.

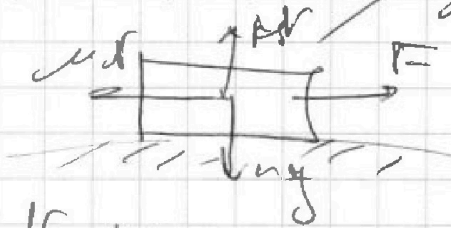


$m$  - масса самки  
 $F$  - сила, с которой тянут  
 $N$  - сила реакции опоры

$$ma = F \cos \alpha - \mu N$$

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

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



$$N = mg$$

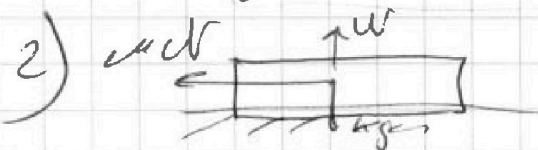
$$ma = F - \mu N = F - \mu mg$$

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

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

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

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



$$mg = N$$
$$ma_1 = \mu N = \mu mg$$

$$a_1 = \mu g$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

$$0 = v_0 - a_1 T$$

$$T = \frac{v_0}{a_1} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$c=3$   
Задача 4.  
 $\nu=1$  - по формуле Бюгге отбрасывать 1-й член формулы.

$$1) c = \frac{dQ}{dT} = \frac{A}{dT} + \frac{3}{2}R$$

$$\frac{A_{12}}{T_2 - T_1} + \frac{3}{2}R = 2R$$

$$\frac{A_{12}}{T_2 - T_1} = \frac{4-3}{2}R = \frac{1}{2}R$$

$$A_{12} = (T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{2}R = (4T_1 - T_1) \cdot \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}RT_1 = \frac{3 \cdot 400}{2}R =$$
$$= 600R = 4986 \text{ Дж.}$$

$$2) \eta = \frac{\sum_i A_i}{Q_+}$$

$$A_{31} = 2R - 2,5R(2,5 - 1,5)R(T_1 - T_3) = (1 - \sqrt{8})T_1R =$$
$$= (1 - \sqrt{8})400R$$

$$A_{23} = (0,5 - 1,5)R(T_3 - T_2) = (\sqrt{8} - 4)T_1R(-1) =$$
$$= (4 - \sqrt{8})400R$$

$$\sum_i A_i = 600R + (1 - \sqrt{8} + 4 - \sqrt{8})400R = 200R(3 + 5 - 2\sqrt{8}) =$$
$$= 200R(8 - 2\sqrt{8}) = 400R(4 - \sqrt{8})$$

$$Q_{12} > 0 \quad Q_{31} < 0$$

$$\delta U_{23} = \frac{3}{2}R(T_3 - T_2) \quad A_{23} = -1 \cdot (T_3 - T_2)R$$

$$Q_{23} = \left(\frac{3}{2} - 1\right)R(T_3 - T_2) = \frac{1}{2}R(T_3 - T_2)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

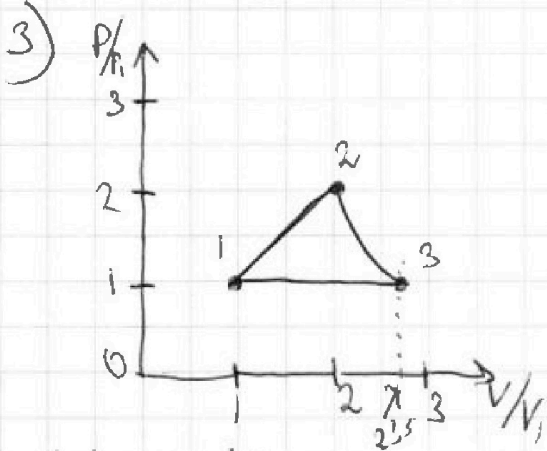


$$Q_{23} < 0$$

$$Q_+ = Q_{12} = A_{12} + \delta U_{12} = 600R + \frac{3}{2}(T_2 - T_1)R =$$

$$= 600R + \frac{3}{2} \cdot 400R = 600R + 600R = 1200R$$

$$\eta = \frac{\sum_i A_i}{Q_+} = \frac{400(4 - \sqrt{8})R}{1200R} = \frac{4 - \sqrt{8}}{3} = \frac{4 - 2\sqrt{2}}{3} = \frac{2 - \sqrt{2}}{3}$$



В процессе 3-1

$c = (\frac{3}{2} + 1)R = \frac{5}{2}R = 2.5R$  — это соответствует закону Геймхоу-Лавуазиера в изобарном процессе. Соответствует закону Геймхоу-Лавуазиера 3-1  $P = \text{const}$ .

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{8V_2}{\sqrt{8}T_1}$$

$$V_3 = \sqrt{8}V_1$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \sqrt{8}$$

В процессе 2-3  $\frac{dA}{dT} = -1R = \frac{PdV}{dT} = \frac{dR}{dT} \frac{V}{dT} =$

$$= \frac{dV}{dT} R$$

$$\frac{dT}{T} = -\frac{dV}{V} \quad \int \frac{dT}{T} = -\int \frac{dV}{V}$$

$$\ln T = -\ln V + C$$

$$\ln T + \ln V = C \quad \ln TV = C$$

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!

Сделаем такую замену, что  $VT = \text{const}$ .

$$\frac{PV}{T} = \text{const} \Rightarrow PV^2 = \text{const}$$

$$V_3 T_3 = V_2 T_2 \Rightarrow$$

$$\sqrt{8} V_1 \sqrt{8} T_1 = V_2 4 T_1$$

$$8 V_1 T_1 = 4 V_2 T_1$$

$$V_2 = 2 V_1$$

$$P_3 V_3^2 = P_2 V_2^2$$

$$P_1 \cdot 8 V_1^2 = P_2 \cdot 4 V_1^2$$

$$P_2 = 2 P_1$$

В процессе 2-3  $PV^2 = d$   $P = \frac{d}{V^2}$   $d = 8 P_1 V_1^2$

$$P = \frac{8 P_1 V_1^2}{V^2}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{8 V_1^2}{V^2}$$

Примерно нарисуем эту зависимость

$$\left(\frac{P}{P_1}\right) = \frac{8}{\left(\frac{V}{V_1}\right)^2}$$

В процессе 1-2.  $\frac{dA}{dT} = \frac{1}{2} R$

$$2P dV = dTR$$

$$\frac{2R T dV}{V} = dTR$$

$$\frac{2 dV}{V} = \frac{dT}{T}$$

$$2 \int \frac{dV}{V} = \int \frac{dT}{T}$$

$$2 \ln V = \ln T + C$$

$$2 \ln V - \ln T = \text{const}$$

$$\frac{V^2}{T} = \text{const}$$



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!

$$\frac{PV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$$

$$P = \beta V$$

$$P_1 = \beta V_1 \quad \beta = \frac{P_1}{V_1}$$

$$P_2 = \beta V_2$$

$$2P_1 = \beta \cdot 2V_1 \quad \beta = \frac{P_1}{V_1} \quad \text{Все 2 можеть}$$

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

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

Нарисуем

$$\text{Ответ: } 4986 \text{ Дие; } \frac{2-\sqrt{2}}{3} \cdot 100\%$$



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!

Задача 5

т.к. система симметрична, то все натяжения будет одинаково. Тогда это натяжение же равно шарика

$F$  - сила, с которой действует 2, 4 шарика

$F_1$  - сила с которой действует 3 шарик.

$$F = \frac{kq^2}{b^2}; \quad F_1 = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$F + F_1 \cos\left(\frac{90^\circ}{2}\right) = T$$

$$F + F_1 \cos 45^\circ = T$$

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

2) Задача 3 ( )

$$\frac{1}{4} \frac{kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{\sqrt{2}b} = \frac{2(2\sqrt{2}+1)kq^2}{\sqrt{2}b} = W_1$$

$W_1$  - начальная полная энергия системы

$$W_2 = \frac{3kq^2}{b} + \frac{2kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{(9+3+1)kq^2}{3b} = \frac{13kq^2}{3b} = \frac{4kq^2}{b} + \frac{1}{3} \frac{kq^2}{b}$$



$\Delta$  конечная потенциальная энергия

$$E_k = W_1 - W_2 = \left(\frac{2}{\sqrt{2}} - \frac{1}{3}\right) \frac{kq^2}{b} = \left(\frac{2\sqrt{2}}{2} - \frac{1}{3}\right) \frac{kq^2}{b} = \frac{(3\sqrt{2} - 1)kq^2}{3b}$$

энергия, которая перешла в кинетическую.

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!



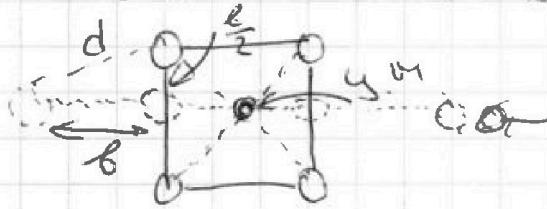
~~Аредко можно, то у шариков в этот момент была одинаковая скорость.~~

~~$$\frac{4m\sigma^2}{2} = \frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6}$$~~

~~$$v^2 = \frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6m}$$~~

~~$$v = \sqrt{\frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6m}}$$~~

3) Центр масс должен находиться так, как  
действует на него ~~не~~ <sup>действует</sup> внешние силы



$$d = \sqrt{b^2 + \frac{b^2}{4}} = \sqrt{\frac{(4+1)b^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}b}{2}$$

Ответ:  $\frac{(4+\sqrt{2})kg^2}{4b^2}$ ;  $\sqrt{\frac{(3\sqrt{2}-1)kg^2}{6m}}$ ;  $\frac{\sqrt{5}b}{2}$

$$\sqrt{\frac{(\frac{1}{3} + \sqrt{2})kg^2}{6m}}$$

На другом месте переделанный пункт 2.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

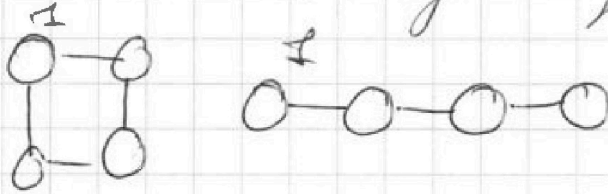
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

2) ~~1/4~~ Запишем ЗСЭ для первого шарика



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

$$\text{т.к. } \frac{(4 + \sqrt{2})kq^2}{2b} = \frac{(2 + 1 + \frac{2}{3})kq^2}{2b} + \frac{mv^2}{2}$$

$$(4 + \sqrt{2})\frac{kq^2}{b} = (3 + \frac{2}{3})\frac{kq^2}{b} + mv^2$$

$$mv^2 = \frac{(1 + \sqrt{2} - \frac{2}{3})kq^2}{b}$$

$$v^2 = \frac{(\frac{1}{3} + \sqrt{2})kq^2}{6m}$$

$$v = \sqrt{\frac{(\frac{1}{3} + \sqrt{2})kq^2}{6m}}$$

Ответ на другом листе

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

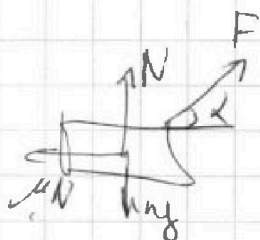
МФТИ

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



$a_1 = a_2$

$\times 600 \cdot 8$



$W = mg - F \sin \alpha$

$\times 8,31$   
 $600$

$\times 8,31$   
 $6$   
 $\hline 4986$

$49,86$

$49,86$   
 $\times 10$   
 $\hline 498,6$

$ma_1 = F \cos \alpha - \mu W = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$

$ma_2 = F - \mu mg$

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

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

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

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

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

$a = 6$

$\log_a b = x$

$\log_a b \cdot \log_a c = z \cdot \log_a (b \cdot c)$

$a^x = b$

$v_0 = v - g a t$

$\ln | \log_a b = x \implies v_0 = a t$

$\ln b = x$

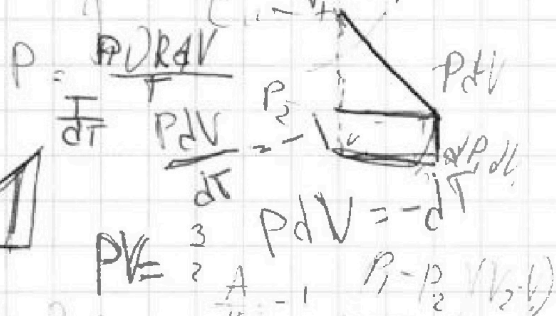
$e^x = b$

$\ln b + \ln c = x$

$\ln bc = 0$

$\frac{4 - \sqrt{8}}{6} = \frac{2 - \frac{\sqrt{8}}{2}}{3} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

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



$\ln \frac{e}{T \cdot V}$

$\ln T = -\ln V$

$\ln T + \ln V = 0$

$\ln(T \cdot V)$

$\frac{1}{T} = -\frac{1}{V} \ln T$

$\ln T = -\ln V$

$\ln T = -\ln V$

$e^T = x$

$\ln e^T = \ln x$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

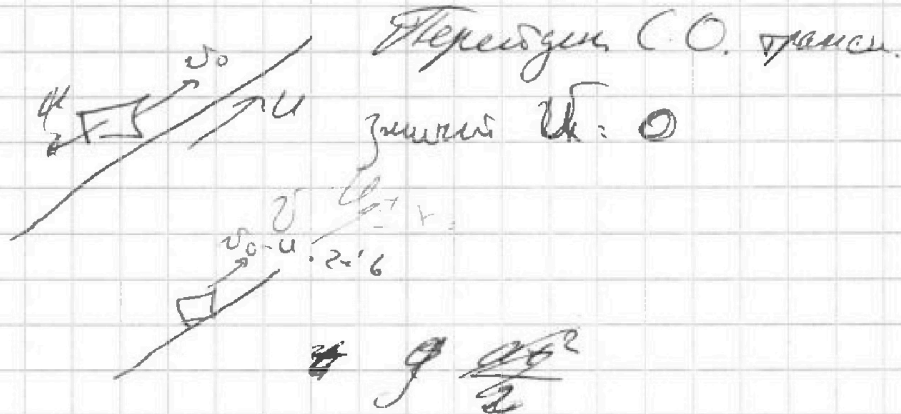
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

Пл. камень, то все владимирской С.О. ро.



$a = 10$

$v_k = v_0 - at$  Б.н. Тран.

$0 = 2 - 10t$   $S_1 = 2 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,04}{2}$

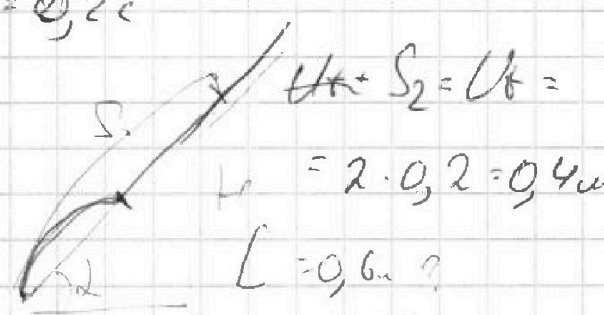
$10t = 2$   $0,4 - \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ м}$   
 $t = 0,2 \text{ с}$

$S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 2^2}{-20} = 0,2$

$(v_0 - u) \frac{v_0 - u + 2u}{2}$

$\frac{v_0 + u}{2}$

$v_k = 2$



$U + S_2 = Ut = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м}$

$L = 0,6 \text{ м}$

$\frac{2^2 - 0^2}{20} = \frac{16 - 0}{20} = 0,8$

$\frac{8 - 0}{10} = 0,8$

$10t = 4$

$t = 0,4 \text{ с}$

$S_1 = 2 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2}$

$= 0,8 - 0,8 = 0$

$S_2 = Ut = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ м}$

$\frac{U}{S_2} = \sin \alpha$

$u = S_2 \sin \alpha = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



11.

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$H = \frac{v_0^2 + 0}{2} \tau$$

$$H = \frac{v_0^2}{2} \tau \quad \text{Hmax.}$$

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

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

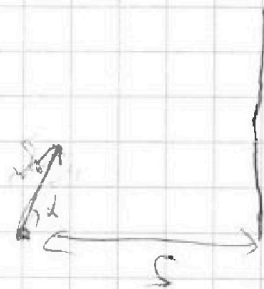
$$v_0^2 = 2gh = 2gv_0 \tau - g^2 \tau^2$$

$$v_0^2 - 2gv_0 \tau + g^2 \tau^2 = 0$$

$$v_0^2 - 40v_0 + 400 = 0$$

$$D_1 = 20 \cdot 400 - 400 = 0$$

$$v_0 = \frac{+20}{1} = 20 \text{ м/с}$$



$$\cos^2 \alpha = x$$

$$\frac{\sqrt{1-x}}{\sqrt{x}} \cdot 20 - \frac{5}{x} = H$$

$$\frac{1}{x} - 1 \cdot 20 - \frac{5}{x} = H$$

$$x^2 - 2x + x^2 - 1 = -\frac{1}{2}$$

$$H = 2 \cdot 20 - 25 = 40 - 25 = 15 \text{ м}$$

$$\sqrt{C-1} \cdot 20 - C \cdot 5 = H$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \quad \frac{10}{\sqrt{C-1}} - 5 = 0$$

$$10 - 5\sqrt{C-1} = 0$$

$$\sqrt{C-1} = 2$$

$$C-1 = 4$$

$$C = 5$$

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

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

$$\frac{v_0 \sin \alpha \cdot S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

$$\tan \alpha \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

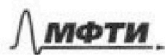
$$\frac{\sqrt{1-x}}{x} \cdot S - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = H$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

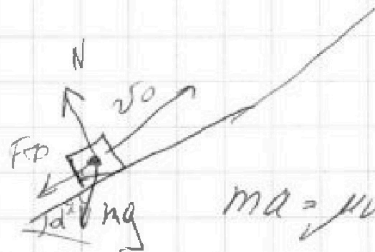
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

2.



$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ m}$$

$$ma = \mu N + mg \sin \alpha$$

$$W = mg \cos \alpha$$

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



$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} = 10 \left( \frac{1.6}{3 \cdot 10} + \frac{8}{10} \right)$$

$$F_{tr} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

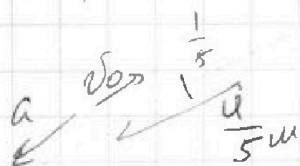
$$\frac{at^2}{2} - v_0 t + S = 0 \quad -2 + 8 = 10$$

$$\frac{1}{3} \quad \sin \alpha = 0.8, \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0.64} = \sqrt{0.36} = 0.6$$

$$5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$D_1 = 4 -$$

$$S = \frac{v_0^2 - 0^2}{2a} = \frac{4^2}{20} = \frac{4}{5} = \mu$$



$$20 \leq 2v_0$$

$$\frac{1}{5} = \frac{4 + 0}{2} t$$

$$\frac{1}{5} = 0 + \frac{10t^2}{2}$$

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{2} t$$

$$t = \frac{1.2}{5} \text{ c}$$

$$1.8 = 2r t^2$$

$$\int_0^t t = \frac{3}{5} \text{ c} \cdot \frac{6}{6} \text{ c} = 0.6$$

$$6^2 = \frac{1}{2r} =$$

$$t_2 = \frac{1}{5} \text{ c}$$



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!

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{A + dU}{dT} = \frac{PdV}{dT} + \frac{3}{2}RdT = \frac{3}{2}R$$

$$\frac{PdV}{dT} = \frac{1}{2}R$$

$$\frac{A}{dT} = \frac{1}{2}R$$

$$A = \frac{1}{2}dT = \frac{3 \cdot 400}{2} = 3 \cdot 200 = 600 \text{ Дж}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} \cdot 600R$$

$$A_{23} = (\sqrt{8} - 1)400R$$

$$A_{23} = + (4 - \sqrt{8})^{1/2} 400R$$

$$Q_H = A_{12} + \frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 400R = 600R + 1800R = 2400R$$

$$A_{23} = (4 - \sqrt{8})400R \leftarrow U_{23} = \frac{3}{2}(4 - \sqrt{8})R$$

$$Q_{23} < 0$$

$$A = 600R + (\sqrt{8} - 1 + 4 - \sqrt{8})400R$$

$$\frac{PdV}{dT} = \frac{1}{2}R$$

$$PV = \frac{C - C_p}{C - C_v} \cdot \frac{P_1 V_1}{T_1} = (\sqrt{8} - 1) \frac{P_1 V_1}{T_1}$$



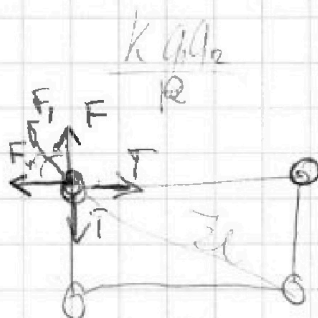
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

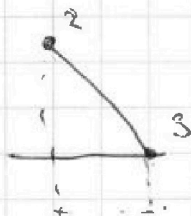
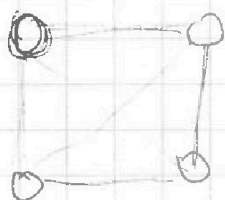
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$T = F + F_1 \cos \alpha = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2} kq^2}{2 \cdot 2b^2} = \frac{\sqrt{2} kq^2}{4b^2}$$



$$\frac{A}{dT} = -1R$$

$$\frac{(V_3 - V_2)(P_3 + P_2)}{2} = P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$P_3 V_3 - P_2 V_2$$

$$\frac{dA}{dT} = -1$$

$$S = -dT$$

$$PdV = -dT$$

(3)

$$P \propto V^{-2}$$

$$\frac{dT}{dT} = \frac{V}{dV}$$

$$\ln V + \ln T = 0$$

$$\ln VT = 0$$

$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$

$$\int \frac{1}{T} = \ln PV^2 = \text{const}$$

$$1 = \frac{1}{V^2}$$

$$1 = \frac{1}{8V}$$

$$d = 8$$

$$\sqrt{T} = d$$

$$T = \frac{d^2}{V^2}$$

$$V^2 = dT$$

$$T = \frac{V}{d} = \frac{2R}{d} = \frac{2R}{8}$$



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!

