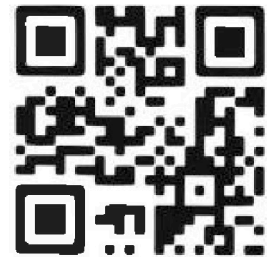




Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-02

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



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

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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

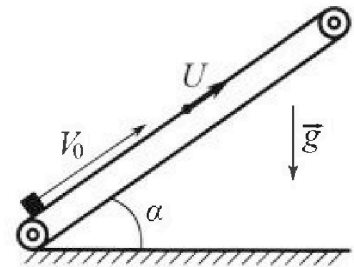
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

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

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

Движение коробки прямолинейное.



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

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

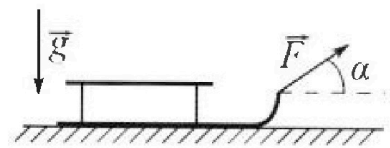
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

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

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



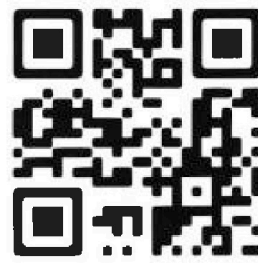
1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

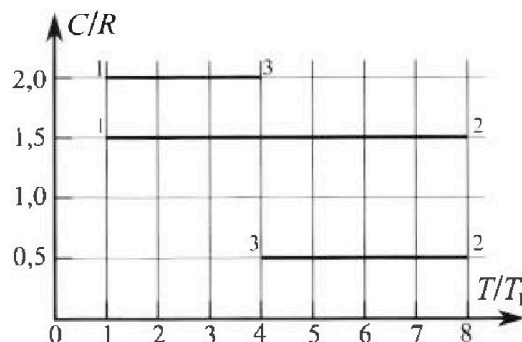
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



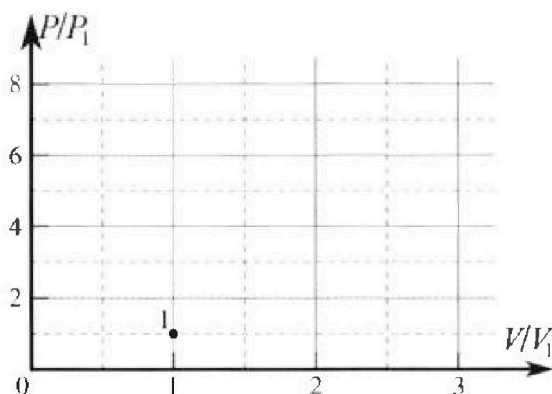
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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



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

2) Найдите КПД  $\eta$  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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

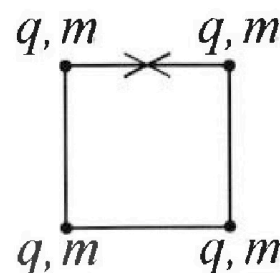
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию  $K$  любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии  $d$  от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . 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

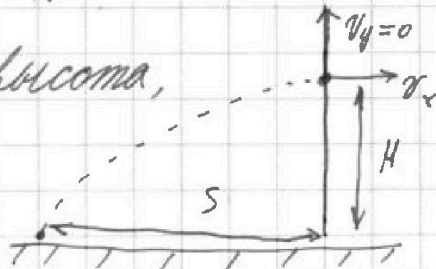
**МФТИ**

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

1) всё время движения равно  $t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$

$$L = V_0 \cos \alpha t = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}; \quad V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = 10\sqrt{2} \frac{m}{c}$$

2) т.к.  $H$  - это наибольшая высота,  
на которой происходит  
столкновение, тогда мяч



в этой точке имеет  $V_y = 0$ , следовательно это

вершина параболы и время движ. до неё  $t' = \frac{t_{max}}{2}$

$$t' = \frac{V_0 \sin \alpha'}{g}$$

$$H = V_0 \sin \alpha' t' - \frac{gt'^2}{2} \Rightarrow H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha'}{g} - \frac{gV_0^2 \sin^2 \alpha'}{2g^2} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha'}{2g}$$

$$\sin \alpha' = \sqrt{\frac{2gH}{V_0^2}}; \quad \cos \alpha' = \frac{\sqrt{V_0^2 - 2gH}}{V_0}$$

$$S = \frac{S_{max}}{2} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha'}{2g} = \frac{V_0^2 \sin \alpha' \cos \alpha'}{g} = \frac{V_0^2 \sqrt{2gH} \sqrt{V_0^2 - 2gH}}{g V_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{\frac{2H(V_0^2 - 2gH)}{g}} = \sqrt{\frac{7,2 \text{ м} \cdot (200 \frac{m}{c^2} - 20 \frac{m}{c^2} \cdot 3,6 \text{ м})}{10 \frac{m}{c^2}}} = \sqrt{92,16 \text{ м}} = 9,6 \text{ м}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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) 3. U. 7:

$$\frac{m v_0^2}{2} - mgh - \frac{m u^2}{2} = mg \mu \cos \alpha \cdot s' \quad \text{где } s' = \text{пути, пройденные тележкой.}$$

где  $h = s' \cdot \sin \alpha$

$$\frac{m v_0^2}{2} - mg s' \sin \alpha - \frac{m u^2}{2} = mg \mu s' \cos \alpha$$

$$\frac{v_0^2}{2} - g \sin \alpha s' - \frac{u^2}{2} = g \mu s' \cos \alpha$$

$$s' = v_0 T_1 - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow v_0 T_1 - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_1^2}{2} = \frac{\frac{v_0^2}{2} - \frac{u^2}{2}}{g \sin \alpha + g \mu \cos \alpha}$$

$$v_0 T_1 - \frac{\beta T_1^2}{2} = \frac{v_0^2 - u^2}{2 \beta}, \text{ где } \beta = g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{\beta}{2} T_1^2 - v_0 T_1 + \frac{v_0^2 - u^2}{2 \beta} = 0$$

$$D = v_0^2 - \beta \frac{v_0^2 - u^2}{\beta} = u^2$$

$$T_1 = \frac{v_0 \pm u}{\beta} = \frac{v_0 \pm u}{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

(подходит только корень  
со знаком "-", т.к.  $F_{тр} = 0$  когда  $v = u$ )

$$\Rightarrow T_1 = \frac{v_0 - u}{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$T_1 = 0,5 \text{ с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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) Когда  $v=0$ :

Часть

$$\frac{mv^2}{2} + mgh' - mg\mu \cos\alpha S' = 0$$



$$\frac{mv^2}{2} + mgh' - mg\mu \cos\alpha S'$$

$$\frac{mv^2}{2} + mg \Delta S' \cdot \sin\alpha = mg\mu \cos\alpha \Delta S' \Rightarrow \Delta S' = -\frac{1}{4} M$$

$$L = \Delta S' + S' = \underline{\underline{1,5 M}}$$

$$S' = \frac{7}{4} M$$

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

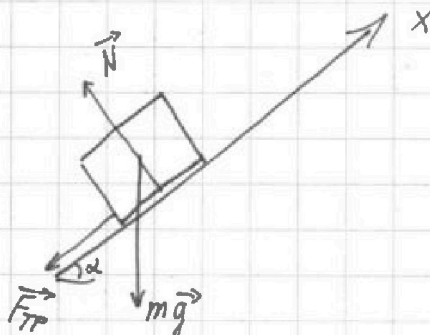
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Найдём  $a_x$ :

$$m a_x = -(mg \sin \alpha + mg \cos \alpha \mu)$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$



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

$$S = v_0 T + \frac{a_x T^2}{2} = v_0 T - \frac{T^2 g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2} = 1 \text{ м}$$

2) Перегнём в СО лентки, в которой она находится.

$$\frac{m v_0'^2}{2} - mg s' \sin \alpha = s' mg \cos \alpha \mu, \text{ где } v_0' = v_0 - u$$

$$\frac{v_0'^2}{2} = s'(g \sin \alpha + g \mu \cos \alpha) \Rightarrow s' = \frac{v_0'^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

~~это одновременно параллельные силы.~~

$$s' = v_0' T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} = \frac{v_0'^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}, \text{ т.к. } CO - UCO, \text{ то } a_x = \text{const.}$$

$$\frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2} T_1^2 - v_0' T_1 + \frac{v_0'^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0$$

$$(g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_1 - v_0')^2 = 0$$

$$T_1 = \frac{v_0'}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{v_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

(прод. галек)

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!

(прод.)

3) ~~Крулищем в СО, в которой лента покоится.~~

3.С.э)  ~~$\frac{m v_0'^2}{2} = mg s'$~~

д) Крулищем в СО ленты:

3.У.э): 
$$\frac{m v_0'^2}{2} - mg(\mu T_1 + s') \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha s', \text{ где}$$

$$s' = v_0' T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} = \frac{v_0'^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

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

$s'$  — общ. переменн.  
 $v_0' = v_0 - u$

$$s' = \frac{m v_0'^2 - mg \mu T_1 \sin \alpha}{2(\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha)} = \frac{v_0'^2 - g \mu T_1 \sin \alpha}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$v_0' T_1 + \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_1^2}{2} = \frac{v_0'^2 - g \mu T_1 \sin \alpha}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$v_0' T_1 - \frac{\beta T_1^2}{2} = \frac{v_0'^2 - g \mu T_1 \sin \alpha}{2\beta} \quad \text{" } \beta$$

$$2\beta v_0' T_1 - \beta^2 T_1^2 = v_0'^2 - g \mu T_1 \sin \alpha$$

$$\beta^2 T_1^2 - (2\beta v_0' - g \mu \sin \alpha) T_1 + v_0'^2 = 0$$

$$D = g^2 \mu^2 \sin^2 \alpha - 4\beta v_0' g \mu \sin \alpha + 4\beta^2 v_0'^2 - 4\beta^2 v_0'^2$$

$$D = g^2 \mu^2 \sin^2 \alpha - 4\beta v_0' g \mu \sin \alpha$$

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 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!

1) Запишем законы сохр. энергии для двух  
двух ситуаций.

$$\begin{cases} K = F \cdot S_1 - mg\mu S_1 & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} K = F \cos \alpha \cdot S_1 - S_1 \mu (mg - F \sin \alpha) & (2) \end{cases}$$

$$(1):(2) \quad 1 = \frac{F - mg\mu}{F \cos \alpha - \mu(mg - F \sin \alpha)} \Rightarrow F - mg\mu = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

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

2) По закону изменения энергии:

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

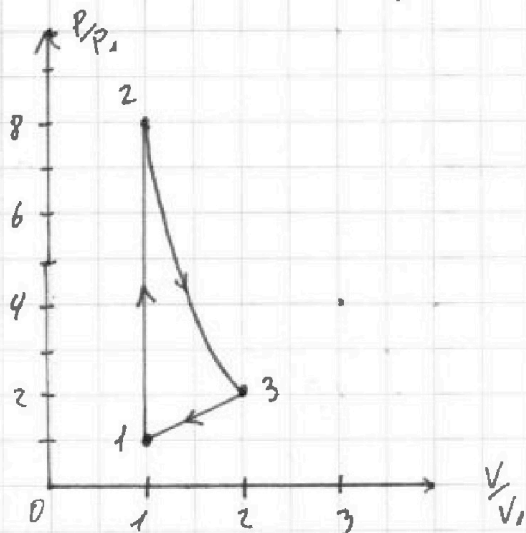
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

построили "точный" график цикла



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!

С процессом 2-3 всё не однозначно, т.к. не на  
всём этом участке тепло только подводится или  
отводится. Найдём момент, когда  $dQ=0$ , это и  
будет момент, когда тепло "шеним знак".

$$\delta Q = dU + \delta A$$

$$\delta Q = \frac{3}{2} \gamma R dT + p dV$$

$$\delta Q = \frac{3}{2} (p dV + V dp) + p dV \Rightarrow \delta Q = \frac{5}{2} p dV + \frac{3}{2} V dp$$

$$\gamma = \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{1}{2}R - \frac{3}{2}R} = 2 \Rightarrow pV^\gamma = \alpha$$

$$pV^2 = \alpha \Rightarrow p = \frac{\alpha}{V^2}$$

$$\delta Q = \frac{5}{2} \frac{\alpha}{V^2} dV + \frac{3}{2} V (-2) \alpha V^{-3} dV \quad -dp = -2 \alpha V^{-3} dV$$

$$\delta Q = 0 : 0 = \frac{5}{2} \frac{\alpha}{V^2} - 3 V^{-2} \alpha$$

$$0 = \frac{5}{2} V^{-2} - 3 V^{-2} \rightarrow \text{только при } V=0 \Rightarrow$$

нельзя однозначно сказать  $Q_{23}$  на всём процессе "одного  
знака".  $Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta(-4T_1) = -4T_1 \cdot \frac{1}{2}R = -2 \gamma R T_1$

$$Q_{31} = 2 \gamma R (-3T_1) = -6 \gamma R T_1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} R \gamma \cdot 7T_1 = \frac{21}{2} \gamma R T_1$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{out}|}{Q_{in}} = 1 - \frac{8 \gamma R T_1 \cdot 2}{21 \gamma R T_1} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

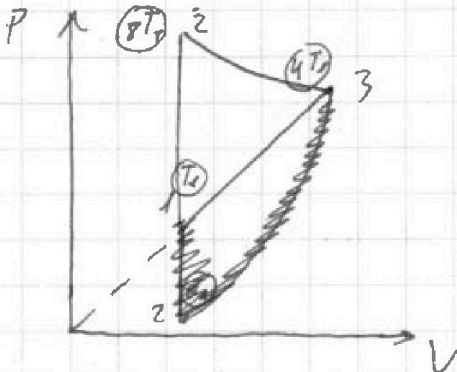
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

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

1) Попробуем нарисовать график цикла (примерный)

М.к.  $\frac{C_p}{R} = 2$  у процессов прямой кривой, а у изохорных  $\frac{C_p}{R} = 1,5$ , то можно предположить, что график такой:



из графика:  $b \text{ (1) } T_1$   
 $b \text{ (3) } 4T_1$   
 $b \text{ (2) } 8T_1$

$$\Delta U = -A + Q \quad (V = \text{const})$$

$$C_V \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T \Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$$

$$\Delta U = -A + Q \quad (P = \text{const})$$

$$\frac{3}{2} \Delta R \Delta T = C_p \Delta T - \frac{1}{2} \Delta R \Delta T$$

$$C_p = 2R$$

2)  $A_{31} = ?$

$$A_{31} = \Delta U_{31} - Q_{31} = \frac{3}{2} \Delta R (-3T_1) - \Delta (-3T_1) \cdot C_p$$

$C_p = 2R$

$$A_{31} = 6 \Delta R T_1 - \frac{9}{2} \Delta R T_1 = 1,5 \Delta R T_1$$

$$A_{31} = 2493 \text{ Дж} \approx 2,5 \text{ кДж}$$

3)  $\eta = \frac{A_{12}}{Q_{\text{нал}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{отс}}|}{Q_{\text{нал}}}$

$$\Delta U_{12} = -A_{12} + Q_{12} \quad ; \quad Q_{12} > 0$$

$\downarrow$                        $\downarrow$

0                              0

$$\Delta U_{31} = -A_{31} + Q_{31} \quad ; \quad Q_{31} < 0$$

$\downarrow$                        $\downarrow$

0                              0

$$\Delta U_{23} = -A_{23} + Q_{23}$$

$\downarrow$                        $\downarrow$

0                              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

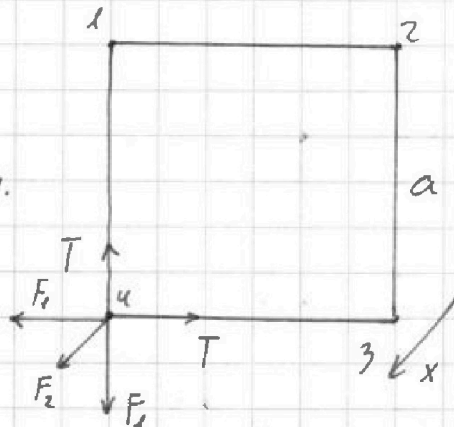
ИФТИ

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

1) П.к. рисунок симметричен, то

все шарики имеют заряд

одного знака.  $q > 0$  т.к. линии  
напряжения.



2) (X):  $F_1 \sqrt{2} + F_2 = T \sqrt{2}$

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

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

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

$$q = \sqrt{\frac{Ta^2 \sqrt{2}}{(\frac{1}{2} + \sqrt{2})}}$$

3) Из 3. (.) :  $\Delta E_k = -\Delta E_n$

$\Delta E_n$  - изменение пот. энергии взаимодействия

1 и 2, между которыми была первоначально нить.

$$\Delta E_n = E_{n2} - E_{n1} = k \frac{q^2}{3a} - k \frac{q^2}{a} = -\frac{2}{3} \frac{q^2}{a} k$$

$$\Delta E_k = \frac{2}{3} \frac{q^2}{a} k$$

4) Из Тв. о форме центра масс и симметрии  $\Rightarrow$  что

все шарики будут иметь одинаковую скор. т.к.

$$V_{ц.м.} = 0 \quad (\text{прод. далее})$$

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!



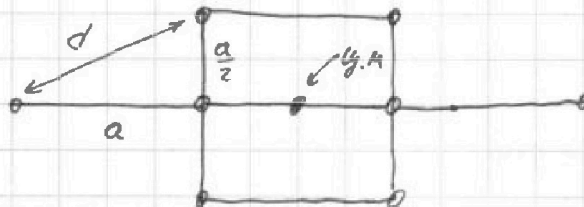
$$\frac{4m v^2}{2} = \frac{2}{3} \frac{q^2}{a} k \Rightarrow v^2 = \frac{2 q^2 k \cdot 2}{3 a \cdot 4 m} = \frac{q^2 k}{3 a m}$$

$$v = q \sqrt{\frac{k}{3 a m}} = \sqrt{\frac{k T a^3 \pi \epsilon_0 4 \sqrt{2}}{3 a m (\frac{1}{2} + \sqrt{2})}} = \sqrt{\frac{T a \cdot 16 \pi \epsilon_0^2 \sqrt{2}}{3 m (\frac{1}{2} + \sqrt{2})}}$$

$$v = 4 \pi \epsilon_0 \sqrt{\frac{T a \sqrt{2}}{3 m (\frac{1}{2} + \sqrt{2})}}$$

3)  $F_{BH} = 0 \Rightarrow U_{4.н} = 0 \Rightarrow$

он остался там же.



Из рисунка:

$$d = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = a \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{a}{2} \sqrt{5}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$\begin{array}{r} 188 \\ 329 \\ \hline 517 \\ 144 \\ \hline 661 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2209 \\ -2500 \\ \hline 709 \end{array}$$

$$B = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8) = 10$$

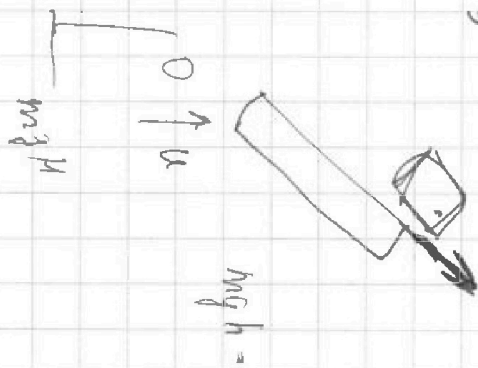
~~100~~

$$100 T_1^2 - (2 \cdot 10 \cdot 5 - 10 \cdot 0,6) T_1 + 25 = 0$$

$$100 T_1^2 - 94 T_1 + 25 = 0$$

$$D = 47^2 - 100 \cdot 25$$

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



$$150$$

$$150 \cdot 2 = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}{3} = 5$$

$$150 \cdot 8 \cdot 5 = 1500 + \frac{1}{2}$$

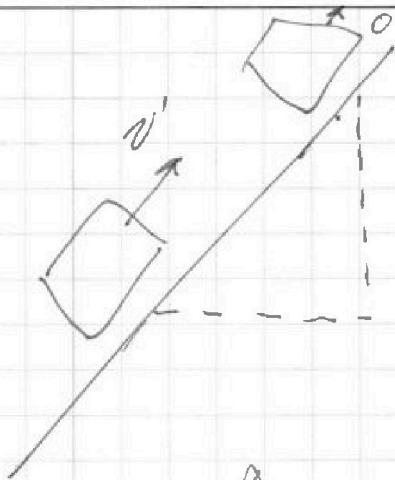
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

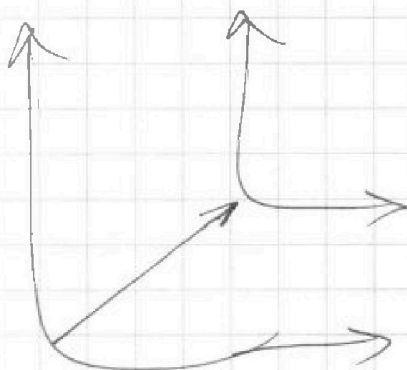
- 1  2  3  4  5  6  7

**МОТИ**

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



$$\frac{mv_0'^2}{2} - mgH = 5'$$



5' +

8 =

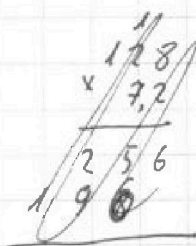


8 · 7 =

36 · 2  
72

200 - 72

128 · 7,2  
-----  
10



15  
128  
x 7,2  
-----  
274

256  
8796  
-----

921,6

92,16

92,16

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

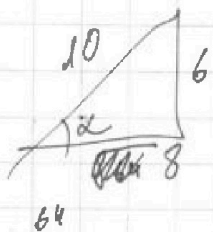
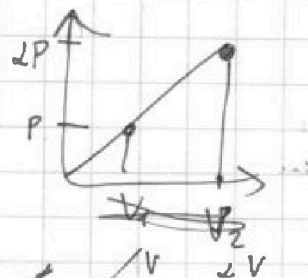
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

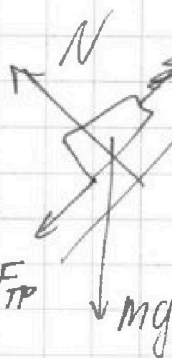
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

u2

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} - mgS \sin \alpha = mg \cos \alpha \mu$$



$$10 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)$$



$$C \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + \frac{1}{2} \Delta R \Delta T$$

A

$$C \Delta T = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T + \frac{1}{2} \Delta R \Delta T$$

$$C \Delta T = 2 \Delta R \Delta T$$



$$\frac{1}{2} R$$

$$6 - \frac{10 (0,6 + 0,4)}{2}$$

$$PV^2 = \frac{1}{2} R = \frac{\frac{1}{2} R - \frac{5}{2} R}{\frac{1}{2} R - \frac{3}{2} R}$$



$$\frac{mv_0^2}{2} - mgh = S' mg \cos \alpha \mu$$

$$\frac{-4}{-2} = 2$$

$$D = v_0'^2 - 2 \psi \cdot \frac{v_0'^2}{2 \psi}$$

$$\frac{\psi}{2} T_1^2 - v_0' T_1 + \frac{v_0'^2}{2 \psi} = 0$$

$$D = v_0'^2 - (\psi T_1 - v_0')^2$$

$$\psi^2 T_1^2 - 2 \psi v_0' T_1 + v_0'^2 = 0 \quad \frac{\psi}{2} T_1^2 - v_0' T_1 + \frac{v_0'^2}{2 \psi} = 0$$



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

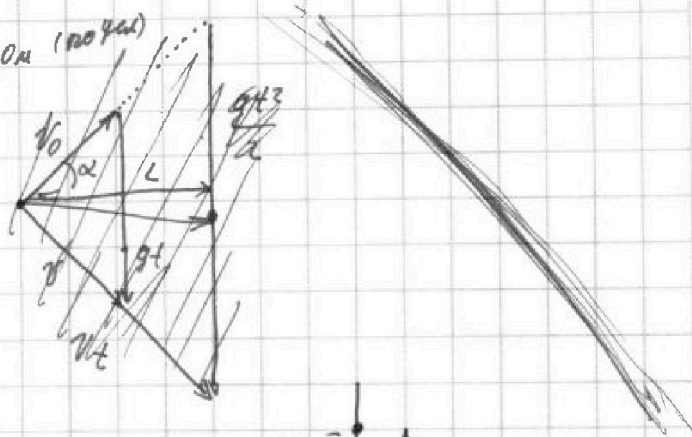
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

✓✓

$$1) t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}; \alpha = 45^\circ; l = 20 \text{ м (по задаче)}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$2) \begin{cases} x = v_0 \cos \alpha' t & ; t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha'} \\ y = v_0 \sin \alpha' t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha' - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha'}$$

$$y(x) = x \operatorname{tg} \alpha' - \frac{g}{2} \frac{x^2}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha' + 1)$$

$$\sin^2 \alpha' + \cos^2 \alpha' = 1 : \cos^2 \alpha'$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha' + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha'}$$

$$H = v_0 \sin \alpha' t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H = v_0 \sin \alpha' t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha'}{2g} \Rightarrow \sin^2 \alpha' = \frac{2gH}{v_0^2}$$

$$S = \frac{L'}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha' \operatorname{tg} \alpha'}{2g} = \frac{v_0^2 \sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{2g v_0^2 v_0}$$

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

$$\sqrt{\frac{M \cdot \frac{M^2}{g^3} \cdot g^2}{g}}$$

M

2.316 (200-)

$$\sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}}$$

$$\sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}}$$

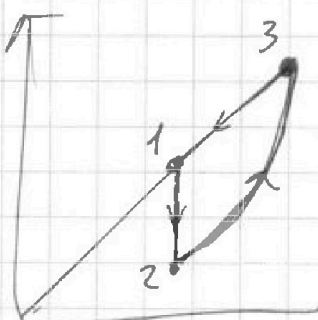
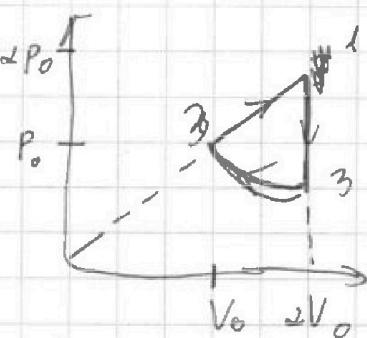
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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



$$\begin{aligned} \partial R T_1 &= p_0 V_1 \\ \partial R \kappa T_1 &= \alpha^2 p_0 V_1 \end{aligned}$$

$$\Delta U = -A + Q$$

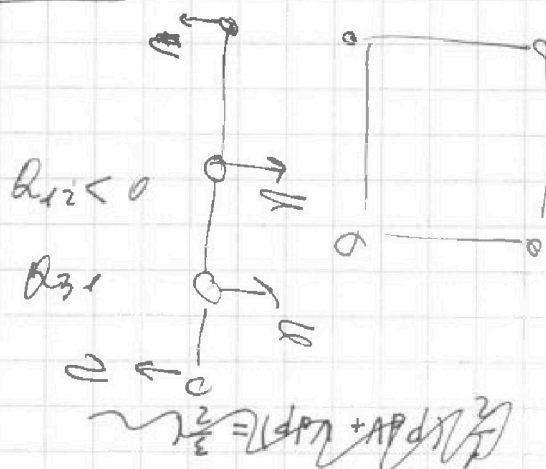
$$\Delta U = A_{ВН} + Q$$

$$A_{ВН} =$$

$$p_1 V_1 = \partial R T_1$$

$$p_2 V_2 = \partial R \kappa T_1$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{8}$$



$$1,5 \cdot 8,31 \cdot 200$$

$$3 \cdot 8,31 =$$

$$\begin{array}{r} 158 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

$$474$$

$$pdv = 0$$

$$\frac{1}{3} \partial R \partial T = \frac{2}{3} \partial R \partial T + pdv$$

$$pd + \frac{1}{3} \partial R \partial T = \frac{2}{3} \partial R \partial T + pdv$$

$$\partial R = dU + \partial A$$

$$dU = -\partial A + \partial Q$$

$$\Delta U = -A + Q$$

$$C = \frac{Q}{R} =$$

$$p V^{\frac{1}{2}} = \text{const}$$

- 1+  
2  
3+  
4+  
5+

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МОФИ

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



$$pV^{-2} - 2pV^{-3} dp = 0$$

~~$$pV^{-2} - 2pV^{-3} dp = 0$$~~

$$p = \alpha V^{-2}$$

$$p = \frac{\alpha}{V^2}$$

$$Vdp = -\alpha \frac{2}{V^3} dV$$

$$Vdp = -\alpha \frac{2}{V^3} dV$$

$$dp = -\frac{2\alpha}{V^4} dV$$

$$dp = \alpha \frac{2}{V^3} dV \Rightarrow dp = \alpha \left( -\frac{2}{V^3} dV \right)$$

$$A = \int_{x_1}^{x_2} \frac{99}{x^2} dx$$

$$x^{-2}$$

$$\frac{1+2\sqrt{2}}{2}$$

$$\Delta U_{23} = -A_{23} + B_{23}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{2} = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2}$$

$$0 = \frac{2}{5} \alpha \frac{V^{\frac{2}{3}}}{V} - \frac{2}{3} \alpha \frac{2}{V^{\frac{2}{3}}}$$

$$0 = \frac{2}{5} \alpha \frac{V^{\frac{2}{3}}}{V} + \frac{2}{3} \alpha \frac{2}{V^{\frac{2}{3}}}$$

$$p = \frac{\alpha}{V^{\frac{2}{3}}}$$

$$0 = \frac{2}{3} p dV + \frac{2}{3} V dp$$

$$0 = \frac{2}{3} (p dV + V dp) + p dV$$

$$0 = \frac{2}{3} (p dV + V dp) + p dV$$

$$0 = dU + \delta A$$

$$pV^{\frac{2}{3}} = \alpha$$

$$pV^{\frac{2}{3}} = \text{const}$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x}$$

$$K \int_{x_1}^{x_2} \frac{99}{x^2} dx$$

$$\frac{1}{x}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

