



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.

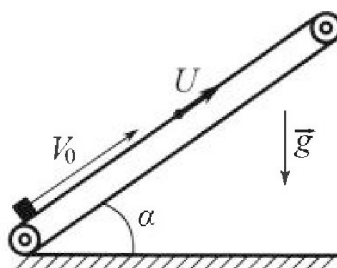
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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.).

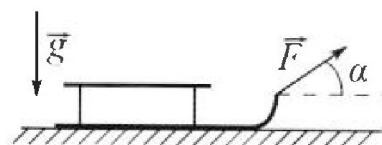
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 α 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 μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

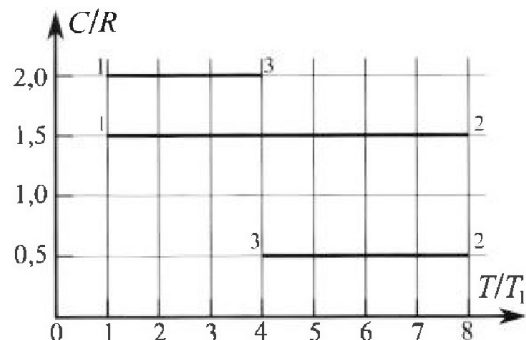
2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

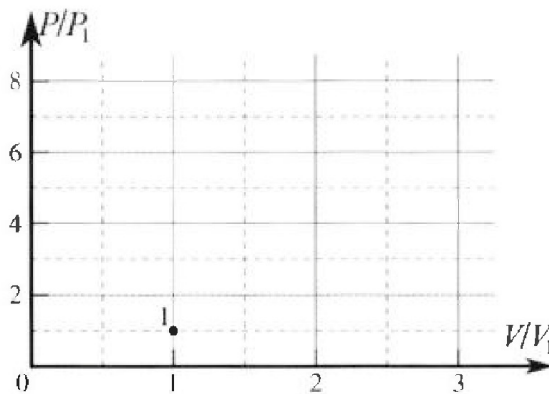
Вариант 10-02

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).

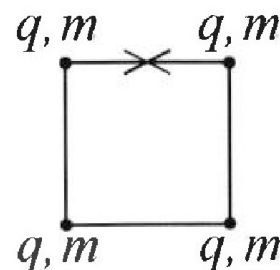


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной 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 ϵ_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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

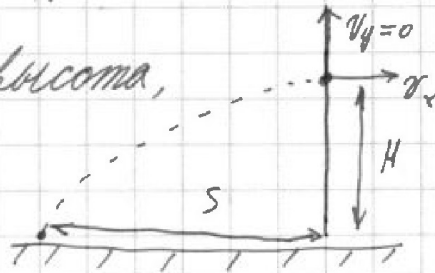
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Поря 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 $t' = \frac{t_{max}}{2}$

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

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

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

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

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

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!

МФТИ

2) 3. и 7:

$$\frac{mv_0^2}{2} - mgh - \frac{mu^2}{2} = mg\mu \cos \alpha \cdot s' \quad \text{где } s' - \text{длина пути.}$$

где $h = s' \cdot \sin \alpha$

$$\frac{mv_0^2}{2} - mgs' \sin \alpha - \frac{mu^2}{2} = mg\mu s' \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

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

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

(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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

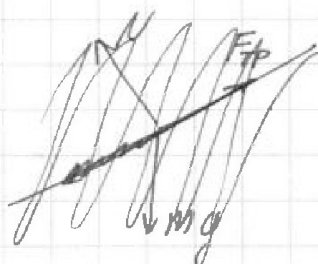
МФТИ

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

3) Когда $v=0$:

Нарис

$$\frac{mv^2}{2} + mgh' - m\mu \cos \alpha \Delta s' = 0$$



$$\frac{mv^2}{2} + mgh' - m\mu \cos \alpha \Delta s'$$

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

$$L = \Delta s' + s' = \underline{\underline{1,5 m}}$$

$$s' = \frac{7}{4} m$$

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!

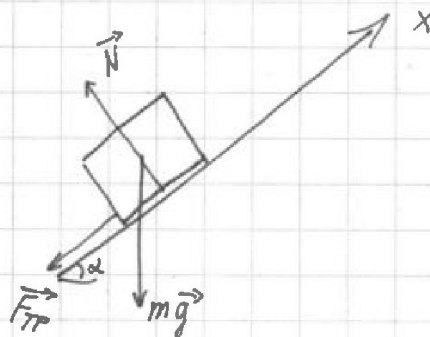


1) Найдем a_x :

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

$$\uparrow$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$



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

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

2) Перейдем в СО земли, в которой она покоится.

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

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

~~это относительно параллельное пути.~~

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

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

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

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

(прод. 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 ☐

МОТИ

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

(прод)

3) продём в СО, в которой лента покоится.

3.С.З) $\frac{mv_0'^2}{2} = mgs'$

д) Продём в СО ленты:

3.У.З):
$$\begin{cases} \frac{mv_0'^2}{2} - mg(uT_1 + s') \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha s', \text{ где} \\ s' = v_0' T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} = \frac{v_0'^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \\ a_x = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \end{cases}$$

$s' - \text{отн. перемещ.}$
 $v_0' = v_0 - u$

$$s' = \frac{mv_0'^2 - mg u T_1 \sin \alpha}{2(\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha)} = \frac{v_0'^2 - g u T_1 \sin \alpha}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

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

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

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

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

$$\Delta = g^2 u^2 \sin^2 \alpha - 4\beta v_0' g u \sin \alpha + g^2 v_0'^2 \sin^2 \alpha - 4\beta^2 v_0'^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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:

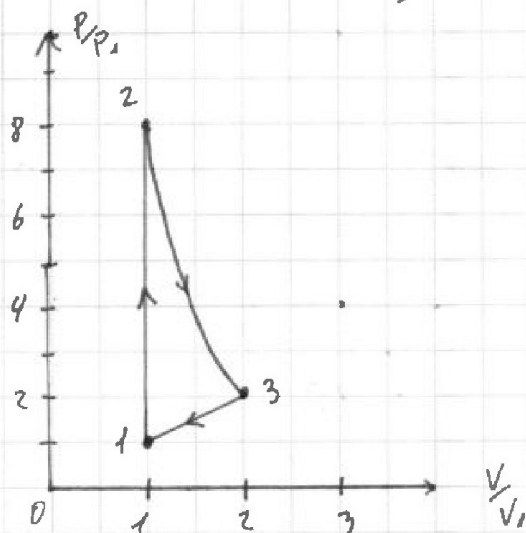
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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



построим "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 "менит знак".

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

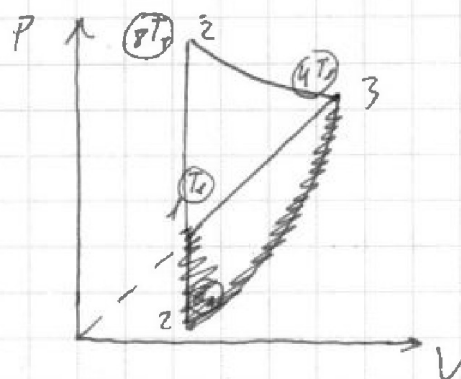
$$\eta = 1 - \frac{|Q_{out}|}{Q_{in}} = 1 - \frac{8 \gamma R T_1 \cdot 2}{21 \gamma R T_1} = 1 - \frac{16}{21} = \frac{5}{21}$$

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!

1) Попробуем нарисовать график цикла (примерный)

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



из графика: в ① T_1

в ③ $4T_1$

в ② $8T_1$

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

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

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

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

$$C_p = 2R$$

2) A_{31} - ?

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

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

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

$$3) \eta = \frac{A_4}{Q_{\text{нал}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{отс}}|}{Q_{\text{нал}}}$$

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

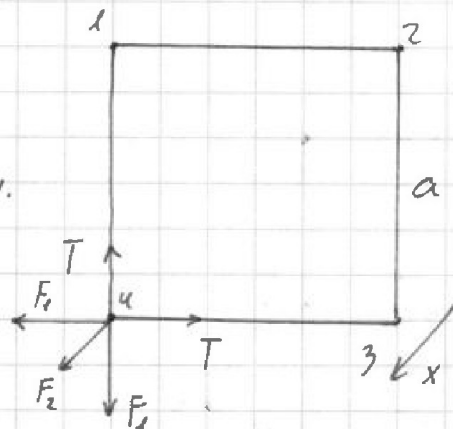
$$\Delta U_{23} = -A_{23} + Q_{23}$$

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

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!

1) П.к. рисунок симметричен, то
все шарики имеют заряд
одного знака. $q > 0$ т.к. линии
магнитные.



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

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

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

$$k \frac{q^2}{a^2} \sqrt{2} + k \frac{q^2}{2a^2} = T \sqrt{2} \Rightarrow q^2 = \frac{T \sqrt{2}}{\frac{k}{a^2} (\sqrt{2} + \frac{1}{2})} = \frac{a^2 T 4\pi \epsilon_0 \sqrt{2}}{(\sqrt{2} + \frac{1}{2})}$$

$$q = \sqrt{\frac{Ta^2 \pi \epsilon_0 4 \sqrt{2}}{(\frac{1}{2} + \sqrt{2})}}$$

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

ΔE_n - изменение пот. энергии взаимодействия
1 и 2, между которыми была порвана 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 движении 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!



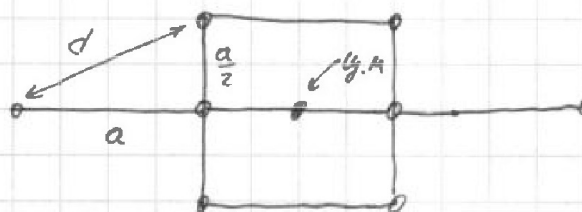
$$\frac{4m v^2}{2} = \frac{2}{3} \frac{q^2}{a} k \Rightarrow v^2 = \frac{2 q^2 k \cdot 2}{3 a \cdot 4 m} = \frac{q^2 k}{3 a m}$$

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

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

$$3) F_{BH} = 0 \Rightarrow v_{y.m} = 0 \Rightarrow$$

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!

МФТИ

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

100

$$100 - 0$$

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

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

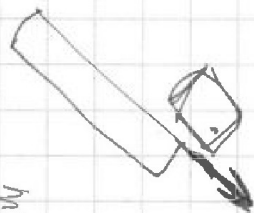
$$D = 47^2 - 100 \cdot 25$$

$$\begin{array}{r} 47 \\ + 47 \\ \hline 94 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 329 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 188 \\ \hline \end{array}$$

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



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

$$\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{5}{3} - \frac{4}{3}$$

$$\frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}{3} - \frac{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}}{3}$$

$$1508,05 = 1509 + \frac{1}{2}$$



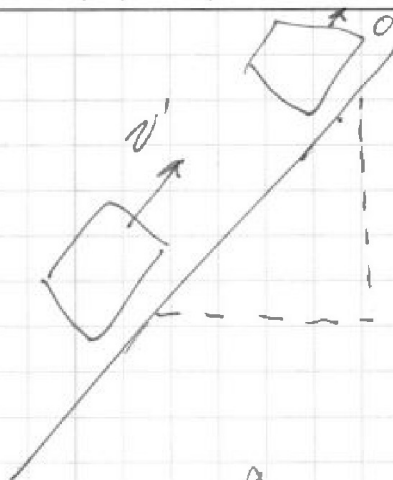
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

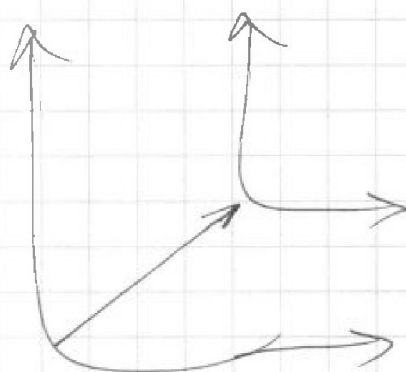
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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



$S' +$

$S =$

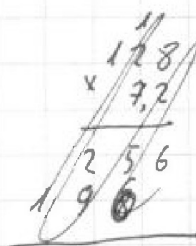


$8 \cdot 7 =$

$36 \cdot 2$
 72

$200 - 72$

$128 \cdot 7,2$
 10



15
 128
 $\times 7,2$
 256
 896

$921,6$

$92,16$

$\sqrt{92,16}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

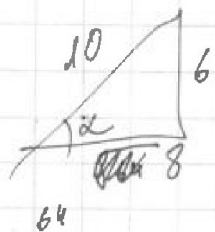
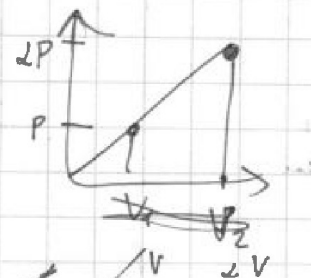
МФТИ

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



u2

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



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



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

$$C \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T + \frac{1}{2} V P (\kappa - 1)$$

A

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

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



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

$$10 (0,6 + 0,4)$$

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

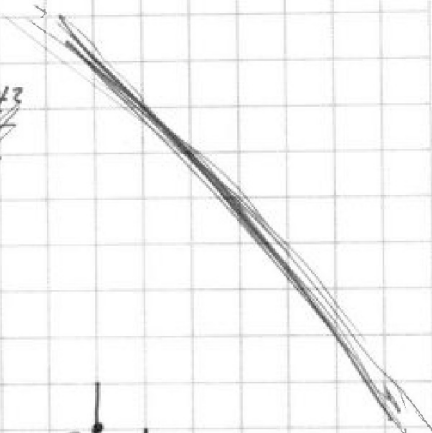
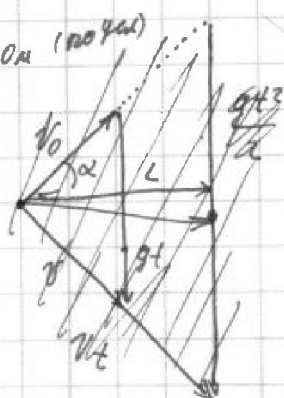
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

✓✓

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

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

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



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

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

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

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

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

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

$$\sqrt{\frac{M \cdot \frac{H^2}{C^2} \cdot L^2}{M}}$$

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

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

$$2 \cdot 3,6 \cdot 200 =$$

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

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

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

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

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

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

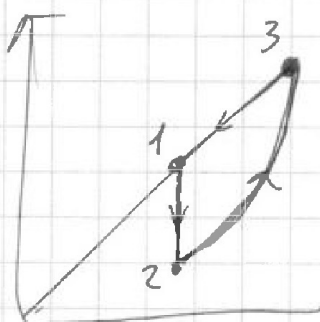
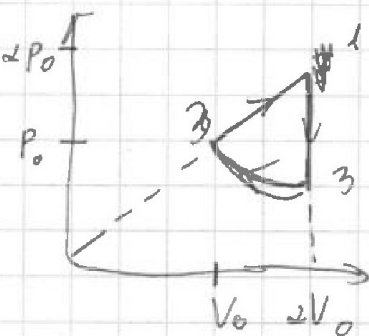
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\begin{aligned} \Delta R T_1 &= P_0 V_1 \\ \Delta R 4 T_1 &= \alpha^2 P_0 V_1 \end{aligned}$$

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

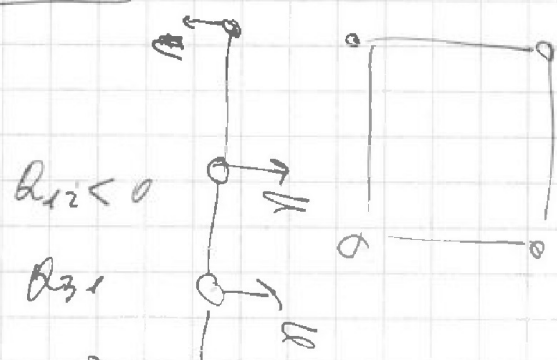
$$\Delta U = A_{\text{ВН}} + Q$$

$$A_{\text{ВН}} =$$

$$P_1 V_1 = \Delta R T_1$$

$$P_2 V_1 = \Delta R 8 T_1$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{8} \quad \alpha = 2$$



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

$$3 \cdot 8,31 =$$

$$\begin{array}{r} 118 \\ \times 831 \\ \hline \end{array}$$

$$2493$$

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

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

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

$$pdv = 0$$

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

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

$$\Delta R = p \Delta V + \Delta R$$

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

- 1+
- 2
- 3+
- 4+
- 5+

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

[illegible]

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



$$p_1 p_2 = -2 p_3$$

27/1/20

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

$$P = \frac{\alpha}{V_2}$$

$$1 p_{\frac{2}{T}} \cdot 1 \frac{2}{T} T_- = d p \wedge$$

$$\overline{AP} \cdot \frac{2}{3} AP = \overline{AP}^2 = d^2$$

$$\frac{\frac{2}{3} \Delta C}{\Delta p} - \cancel{\Delta} = dp$$

$$\left(1p \frac{1}{2} - 1 \frac{2}{1} - \right) \pi = dp \Leftrightarrow \frac{1}{2} 1p \pi = dp$$

$$dp \cdot \frac{2}{3} + \frac{2}{3} p dv = 0$$

$$npd + (dp_n + npd) \frac{2}{3} = 0$$

$$n p d + p d T = 0$$

$$H_S + \eta P = 0$$

$$r = \frac{2}{7} \text{ rad}$$

$$PV^{\frac{7}{2}} = \text{const}$$

$$A = \int_{x_1}^{x_2} k \frac{q_1 q_2}{x^2} dx$$

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

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

$$\Delta U_{23} = - \int_{V_2}^{V_3} p \, dV$$

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

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{\frac{2}{5} 12}{1 p x} 1^{-1} 1 p \frac{\frac{2}{5} 12}{x} \frac{2}{5} = 0$$

$$dp \wedge \frac{z}{\xi} + \eta p \frac{z}{\xi} = 0$$

$$p = \frac{v^2}{2}$$

$$x^2 \int \frac{1}{x^2} dx$$

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



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!

