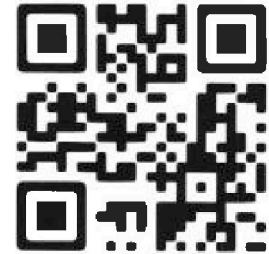




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.

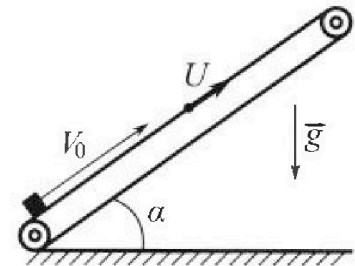
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

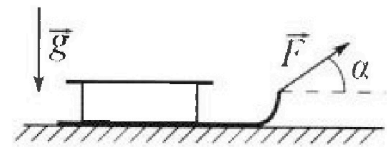
$$U = 1 \text{ м/с?}$$

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.

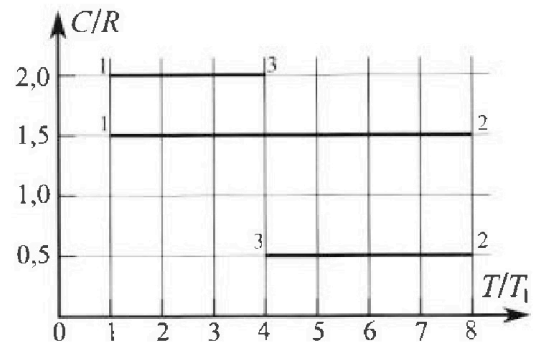
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



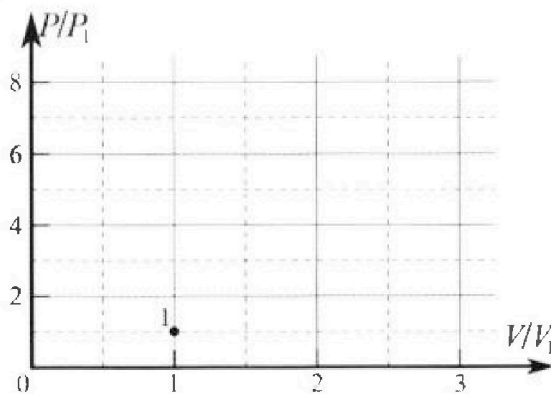
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

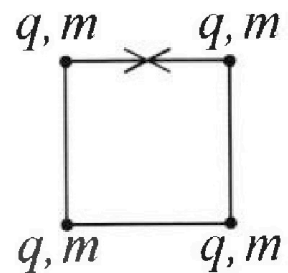
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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

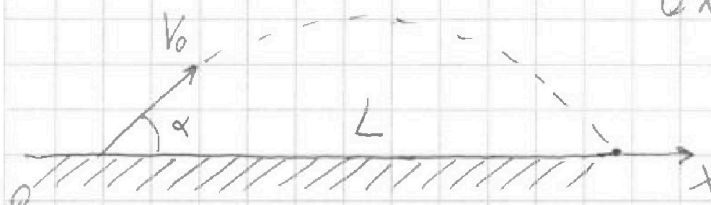
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1)

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$$

$$\times \frac{1,41}{10} = 14,1$$



OX: $S_x = v_0 \cos \alpha t$

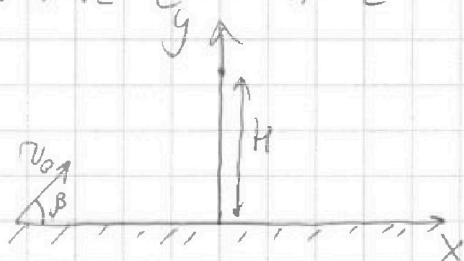
OY: $S_y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 0$

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

$$S_x = L = v_0 \cos \alpha t = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{L g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{1}} = 10\sqrt{2}$$

$$= 10\sqrt{2} \frac{m}{c} \approx 14,1 \frac{m}{c}$$

2)



$H = \max, \vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$

OY: $S_y = H = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$

OX: $S_x = S = v_0 \cos \beta t$

$v_0 \sin \beta = g t$ т.к. наименьшая багнетой

высота проекция на ось OX = 0. $\Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$

$$H = S_y = \frac{(v_0 \sin \beta)^2}{2g} - \frac{(v_0 \sin \beta)^2}{2g} = \frac{(v_0 \sin \beta)^2}{2g} \Rightarrow \sin^2 \beta = \frac{2gH}{v_0^2} \Rightarrow$$

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 3,6}{200}} = \sqrt{0,36} = 0,6 \Rightarrow \cos \beta = 0,8$$

$$S = v_0 \cos \beta t = v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = \frac{v_0^2 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{10} = \frac{200 \cdot 0,48}{10} = 9,6 \text{ м.}$$

Ответ: 1) $14,1 \frac{m}{c}$ 2) $9,6 \text{ м.}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

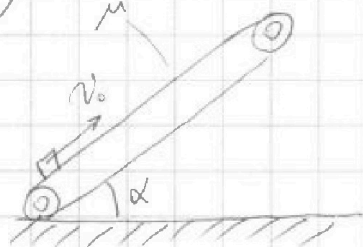
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

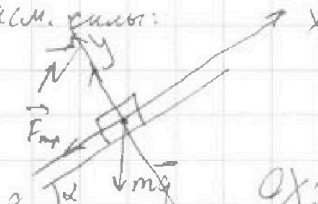
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1)



Сам. решен:



$$\vec{a}_m = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr}$$

$$Ox: -a_m = -F_{fr} + (mg) \sin \alpha$$

$$Oy: 0 = -mg \cos \alpha + N$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$a_x m = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$a_x = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \vec{a} t^2$$

$$Ox: S_x = v_0 t - a_x t^2 = v_0 t - (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g t^2$$

$$\left(\begin{aligned} t = T \\ S_x = v_0 T - (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g T^2 = 6 \cdot 1 - (0,5 \cdot 0,8 + 0,6) \cdot 10 \cdot 1^2 = \\ = 6 - (0,4 + 0,6) \cdot 10 = -4 \end{aligned} \right) \Rightarrow \text{В процессе движения коробка} \\ \text{изменит своё направление}$$

$$S_{x_1} = v_0 t - a_x t^2 = v_0 t - (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g t^2$$

В момент времени t^* скорость коробки станет равна нулю:

$$(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) t^* g = v_0 \Rightarrow t^* = \frac{6}{10 \cdot 1} = 0,6 \text{ с.}$$

$$\text{До этого момента пройденный путь равен } S_x = v_0 t^* - (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) g \frac{t^{*2}}{2} \\ = 6 \cdot 0,6 - \frac{1 \cdot 10 (0,6)^2}{2} = 1,8 \text{ м.}$$

F_{fr} направим противоположно $\Rightarrow a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

$$t_{зам} = T - t^* = 0,4 \text{ с.}$$

$$\text{Тогда } S_{x_2} = \frac{a t_{зам}^2}{2} = \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}{2} t_{зам}^2 = \frac{10}{2} \cdot (0,6 - 0,4) \cdot 0,4^2$$

$$= 5 \cdot 0,2 \cdot 0,16 = 0,16 \text{ м.}$$

$$\Rightarrow l = S_{x_1} + S_{x_2} = 0,16 \text{ м} + 1,6 \text{ м} = 1,96 \text{ м.}$$

2)

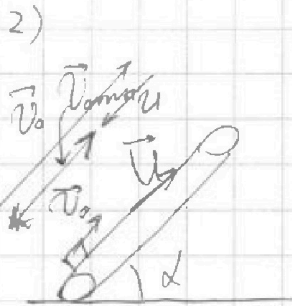
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Трение прекратит действовать на тело когда его скорость относительно ^{относительно} ~~относительно~~ ^{трапециевидной} трапециевидной направлена против движения.

$v_{x1} = v_0 - a_x t$; $a_x = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$ т.к. отн. скорость.

$$v_{x1} = 1 \text{ м/с} - \text{скорость, при которой } F_{\text{тр}} = 0.$$

$$| \Rightarrow \frac{v_{x1} - v_0}{a_x} = -\frac{F_1}{F_1} = \frac{v_0 - v_{x1}}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$= \frac{5 - 1}{10} = 0,4 \text{ с}; T_1 = 0,5 \text{ с}$$

3) В момент времени T_1 $F_{\text{тр}}$ на теле действует в обратн. сторону

из 2(1), $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

к моменту T_1 тело пройдёт ^{то расстояние} S_{x3}

$$S_{x3} = v_0 \cdot T_1 - g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) T_1^2 = 5 \cdot 0,5 - 5(0,5)^2 = 2,5 - 1,25 = 1,25 \text{ м}$$

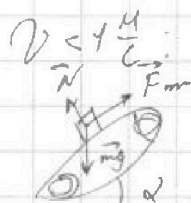
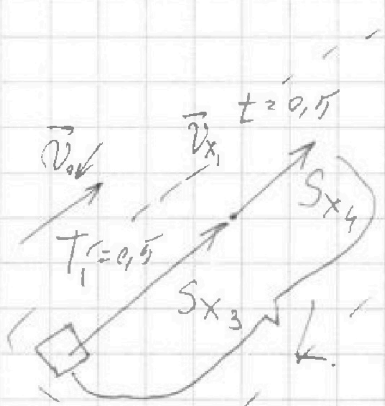
v_{x2} (скорость тела в момент ^{т.е. на} T_1) $v_{x1} - v_{x2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ с}$

$$v_{x2} = v_{x1} - a t \Rightarrow t = \frac{v_{x1} - v_{x2}}{a} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ с}$$

$$S_{x4} = v_{x1} t - \frac{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{2} t^2 = 1 \cdot 0,5 - 5 \cdot (0,5)^2 \cdot 0,2 = 0,5 - 0,25 = 0,25 \text{ м}$$

$$| \Rightarrow L = S_{x3} + S_{x4} = 1,25 + 0,25 \text{ м} = 1,5 \text{ м}$$

S_{x4} - расстояние ^{на которое} $v \geq 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ^{направление} $v < 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ^{направление} $v < 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ^{направление} $v < 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



Ответ: 1) 1,96 м 2) 0,5 с 3) 2 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 непустима!



Обозначим два S_1 -пути, на которых в первом случае:

В первом случае:

$$\vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{fr1} = \vec{a}_1 m$$

$$E_k = 0 \quad OY: 0 = N - mg + F \sin \alpha \quad | \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$F_{fr1} = \mu mg$$

$$A_1 + A_2 + A_3 = E_k + E_n$$

в начале пути $\Rightarrow A_1 + A_2 = E_k = k$

$$A_1 = \vec{F} \cdot \vec{S}_1 = F S_1 \cos \alpha$$

$$A_2 = \vec{S}_1 \cdot \vec{F}_{fr1} = \cos(180^\circ) \cdot S_1 \cdot \mu (mg - F \sin \alpha)$$

$$\Rightarrow S_1 (F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha) = k$$

Во втором случае:

$$\vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_{fr2} = \vec{a}_2 m$$

$$OY: 0 = N - mg \Rightarrow N = mg \quad \Rightarrow F_{fr2} = \mu mg$$

$$A_1 + A_2 = k \quad \Rightarrow F S_2 - \mu mg S_2 = k$$

$$A_1 = \vec{F} \cdot \vec{S}_2 = F S_2$$

$$A_2 = \vec{F}_{fr2} \cdot \vec{S}_2 = -\mu mg S_2$$

По условию $S_1 = S_2 \Rightarrow k = S_1 (F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha)$

$$k = S_2 (F - \mu mg)$$

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

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

Во процессе взаимодействия на санки действует только сила трения $F_{fr} = \mu mg$.

Из закона сохр. энергии:

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

или: $S = v_0 t - \frac{a t^2}{2}$, где v_0 - скорость при которой движется санки до трюмплета

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$
2) $S = \frac{\sin \alpha k}{(1 - \cos \alpha) mg}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

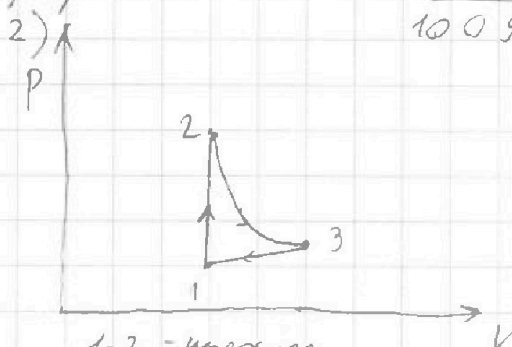
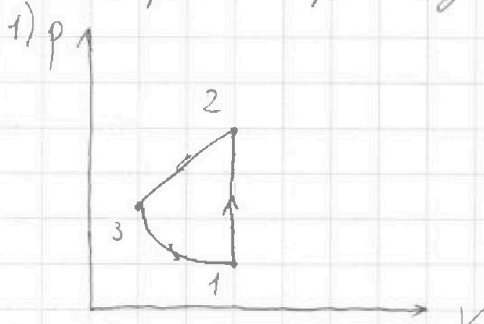
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Из первого начала термодинамики:

$$\Delta U = Q + A, \text{ где } A - \text{ работа внешних сил.}$$

Рассмотрим 2 вида возможных графика:



На участке 1-2 процесс изохорный
т.к. $\frac{3}{2}R$ -мол. теплоемкость при изохорном
процессе.

Участки 2-3, 3-1 - изобарный и изохорный
Если на ут. 2-3 газ совершает тризатомную
работу, то КПД такого цикла ~~не~~
был бы отрицательным

Будем рассматривать цикл 2.
на 3-1 $A > 0$, A работа внешних сил

из 1-го начала термодинамики:

$$\Delta U = Q + A \Rightarrow A = \Delta U - Q \quad T_1 \quad \left| A = \frac{-9}{2} \nu R T_1 + 6 \nu R T_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 \right.$$

$$(Q = C \cdot \nu \cdot \Delta T = 2 \cdot R \cdot 1 \cdot (-3) \cdot 200 \text{ К}) = -10092 \text{ Дж.}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot (-3) \cdot 200 = -4479 \text{ Дж}$$

$$\Rightarrow A = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 200 = 2493 \text{ Дж}$$

2) $\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}$, где Q_2 - подведенное тепло
 Q_1 - отведенное.

Тепло подведенное тепло на 1-2:

$$Q_2 = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \cdot 4 \cdot T_1 = \frac{21}{2} \nu R T_1$$

отведенное на 2-3; 3-1

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_2 \text{ (на 2-3)} =$$

$$Q_3 \text{ (на 3-1)}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 2,31 \\ \hline 16 \\ \times 50,96 \\ \hline 200 \\ \hline 10092 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,93 \\ \times 11 \\ \hline 274,23 \\ \times 200 \\ \hline 54846 \\ \hline 24850 \\ \times 11 \\ \hline 27315 \\ \times 2 \\ \hline 54630 \\ \times 1493,0 \\ \hline 14930 \\ \times 1493 \\ \hline 4479 \\ \hline 4479 \\ \hline 5613 \end{array}$$

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!



$$\eta = \frac{A_2}{A_3} = \frac{A_2 + A_1}{A_3}$$

$$A_3 = Q_2 = \frac{21}{2} \text{DRT}_1 = 17451 \text{ Дж}$$

$A_n = A_1 + A_2$, где A_1 - работа на участке 2-3; A_2 - на участке 3-1

Уг Т₃ между двигателями для участка 2-3:

$$Q = \Delta U + A \quad \Delta U = Q - A_1 \quad \Rightarrow \quad A_1 = Q - \Delta U + Q = 4 \text{DRT}_1 =$$

$$Q = C \nu \Delta T = 9,5 \nu R \cdot (-4) T_1 = 6648 \text{ Дж}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (-4) T_1$$

Уг Т₃ между двигателями для участка 3-1:

× 174,51

На участке 3-1:

A - работа внешних сил $\Rightarrow A_2 = -A$

$$\eta = \frac{A_2 + A_1}{Q_2} = \frac{6648 - 5613}{17451} = \frac{1035}{17451}$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \text{DRT}_1 + 4 \text{DRT}_1}{\frac{21}{2} \text{DRT}_1}$$

$$\eta = \frac{-\frac{3}{2} \text{DRT}_1 + 4 \text{DRT}_1}{\frac{21}{2} \text{DRT}_1} = \frac{-3 + 8}{21} = \frac{5}{21}$$

$$\eta = \frac{A_2 + A_1}{Q_2}$$

$$A_2 = -A = -\frac{3}{2} \text{DRT}_1$$

$$A_1 = 4 \text{DRT}_1$$

$$Q_2 = \frac{21}{2} \text{DRT}_1$$

Ответ: 1) 2493 Дж 2) $\eta = \frac{5}{21}$

$$\begin{array}{r}
 \times 8,31 \\
 \hline
 33,24 \\
 \hline
 200 \\
 \hline
 6648,00 \\
 \hline
 \times 8,31 \\
 \hline
 21 \\
 \hline
 1831 \\
 \hline
 1662 \\
 \hline
 17451 \\
 \hline
 6648 \\
 \hline
 5613 \\
 \hline
 1035
 \end{array}$$

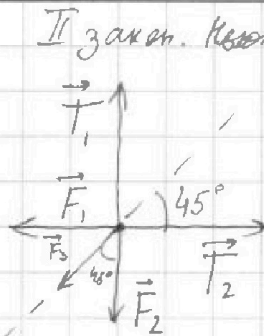
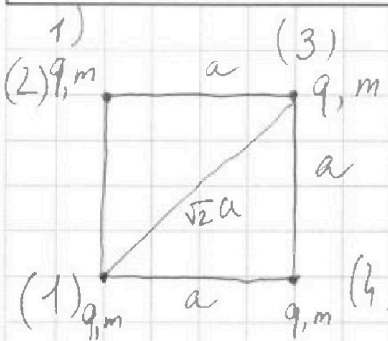
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



И закон Кулона для шарика (1):

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

Закон Кулона:

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

$$F_2 = k \frac{q^2}{a^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$F_3 = k \frac{q^2}{2a^2}$$

$$T_1 = T_2 = T \text{ (по условию)}$$

F_1, F_2, F_3 - силы действующие на шарик + от других зарядов.
Вправо. на ОХ. И з. к.:

$$2T \cos 45 - k \frac{q^2}{2a^2} - 2k \frac{q^2}{a^2} \cos 45 = 0$$

$$-kq^2 \left(\frac{1}{2a^2} + 2 \frac{1}{a^2} \cdot \cos 45 \right) + 2T \cos 45 = 0$$

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

2) Рассчитаем потенциал шарика (2) в том самый момент, когда нить перемещают.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n; \text{ в нашем случае: } \varphi_n = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$$

$$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$\varphi_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

$$\varphi_3 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2} a}$$

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

В момент, когда шарик в одну нить:

$$\varphi_k = \varphi_1' + \varphi_2' + \varphi_3'$$

$$\varphi_k = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{4q}{8\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{12\pi\epsilon_0 a} = \frac{6q + 4q + 2q}{24\pi\epsilon_0 a} = \frac{12q}{24\pi\epsilon_0 a}$$

$$\varphi_1' = \varphi_1$$

$$\varphi_2' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 2a}$$

$$\varphi_3' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 3a}$$

$$\Rightarrow = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 a}$$

Из закона сохранения энергии:

$$P = k + P', \text{ где } P, P' - \text{ пот э.т. шарика в начальный и конечный моменты.}$$

$$P - P' = k$$

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

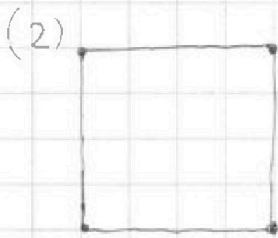
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$p - p' = q(\varphi_H - \varphi_K) = q \left(\left(\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a} \right) - \frac{q}{2\pi\epsilon_0 a} \right) =$$

$$= \frac{q^2}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a}$$

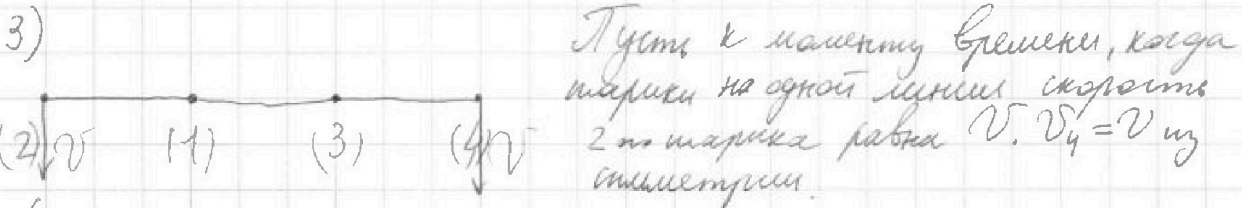
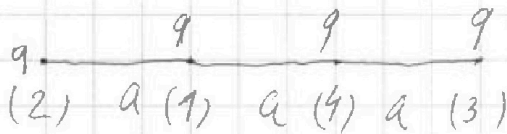
$$|z\rangle k = \frac{q^2}{4\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a} \quad |z\rangle k = \frac{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2} T^2}{\left(\frac{1}{2a^2} + \frac{\sqrt{2}}{a^2} \right) \cdot a} \quad k = \frac{T}{\frac{1}{2a} + \frac{\sqrt{2}}{a}} =$$

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



потенциалы: φ_1 относительно шарика (1)
 φ_2 относительно шарика (3)
 φ_3 относительно шарика (4)

$\varphi_1', \varphi_2', \varphi_3'$ соответственно относительно шариков 1, 3, 4;



Пусть в момент времени, когда шарик на одной линии скорости 2-го шарика равна v . $v_4 = v$ из симметрии.

Система замкнута.

из закона сохр. импульса:

$$M_{13} = 2m \quad (\text{система из шариков 1 и 3})$$

$$P_{\text{н системы}} = 0 \quad |z\rangle \vec{0} = m\vec{v} + m\vec{v} + 2m\vec{u}, \text{ где } u - \text{скорость шарика 1 или 3}$$

$$|z\rangle \vec{u} = -\vec{v}; \quad u = v.$$

Ответ: 1) $q = \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2} T}{\frac{1}{2a^2} + \frac{\sqrt{2}}{a^2}}}$ 2) $k = \frac{2 \cdot T \cdot a}{1 + 2\sqrt{2}}$ 3)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

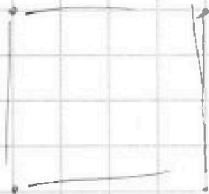


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~Q =~~

$$Q = \Delta U + A$$

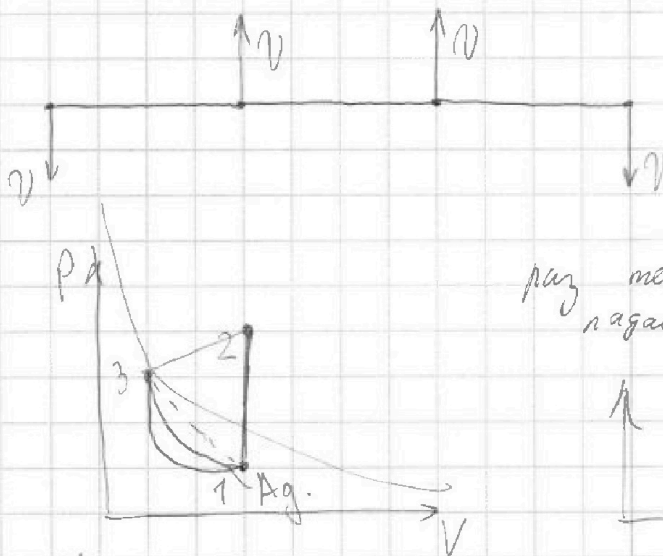


$$C \cdot \Delta T \cdot \Delta T = Q$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = \Delta U$$

$$\Delta U = Q$$

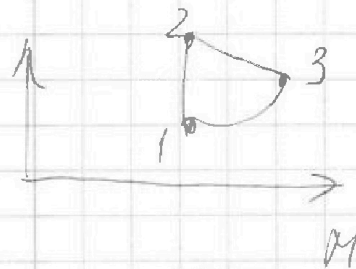
$$\Delta U = Q + A$$



$$pV = \nu RT$$

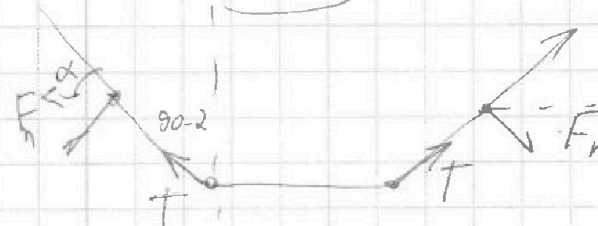
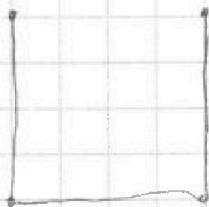
$$p = \frac{\nu R}{V}$$

раз температура падает, то и ν ~~падает~~ падает



1)

2) 2-3: $Q = C \nu \Delta T$
 $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$



$$2 F_n \cos \alpha \sin \alpha = F_n \sin 2\alpha$$



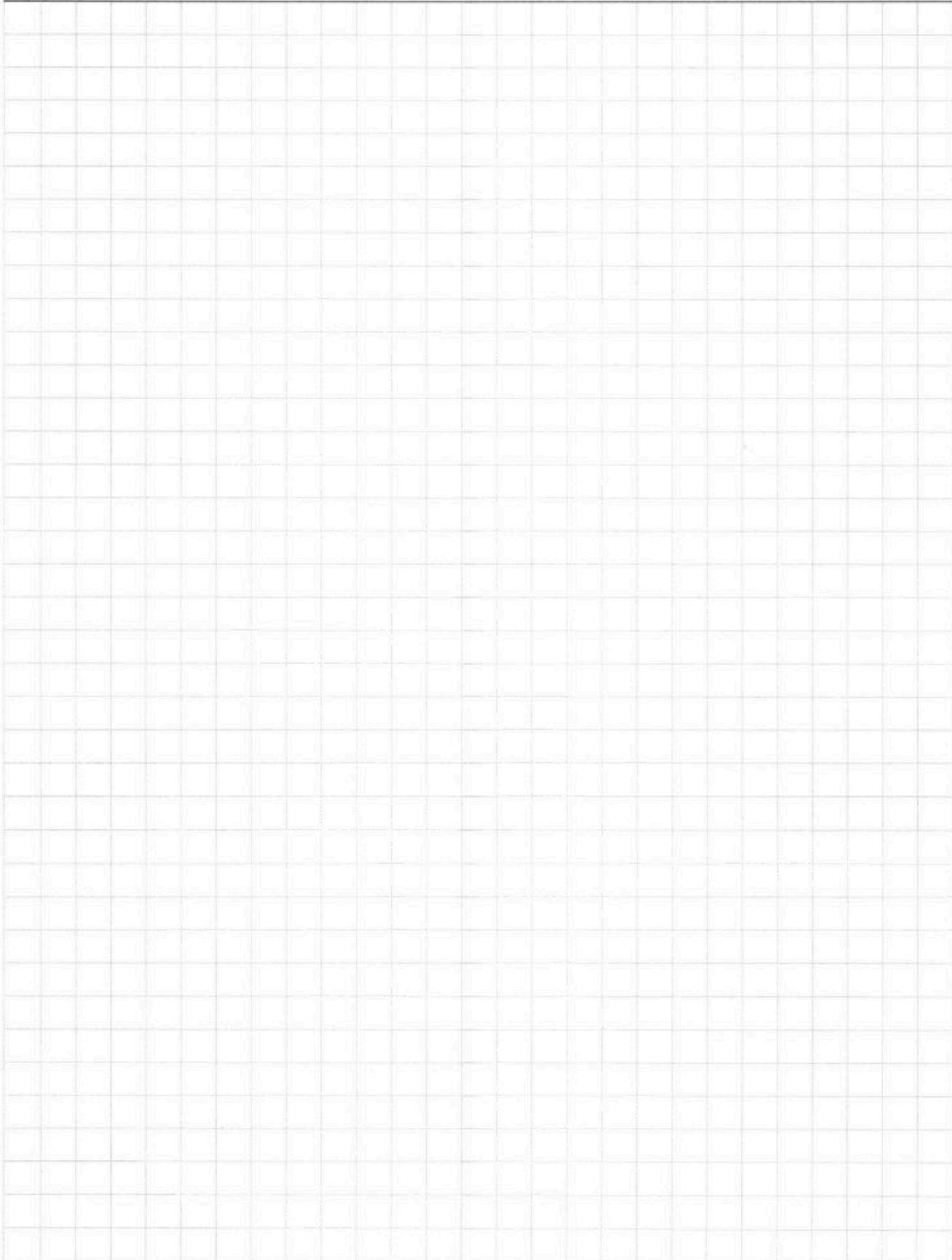
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



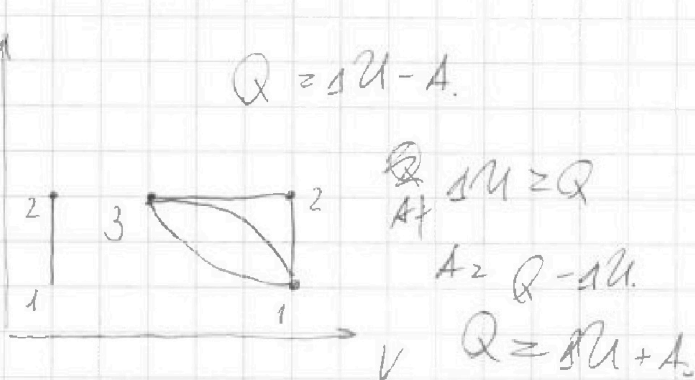
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$F S_2 - \mu mg S_1 = k P \quad a$$

$$S =$$

$$k =$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T \nu}$$



При изобарном:

$$p \nu = \frac{Q}{\Delta T \nu} = \frac{p \nu + \Delta U}{\Delta T \nu} = \frac{2 R \Delta T + \frac{3}{2} R \Delta T}{\Delta T \nu} = 2 + R + \frac{3}{2} R$$

$$p \nu = 2 R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q + A = \Delta U$$

При изохорном:

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

$$\Delta U = A + Q$$

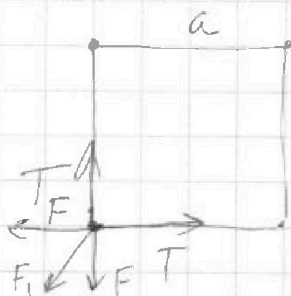
или 1). $\frac{Q}{\Delta T \nu} = C \cdot \Delta T$

$$Q = \Delta U + A$$

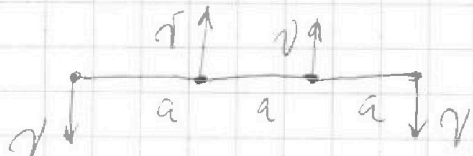
№5. $Q =$

$$Q_2 = 2 \frac{q}{4\pi \epsilon_0 a} = \frac{q}{2\pi \epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \sqrt{2} a}$$

$$Q'_2 = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi \epsilon_0 2a} + \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \sqrt{2} a} = \frac{6q + 3q + q}{24\pi \epsilon_0 a}$$



$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad V_2 = k V_1 \epsilon_0$$



$$p_1 = k p_2 \quad p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad V_2 < k V_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

$$(p_2 V_2 - p_1 V_1) = \nu R \Delta T$$

$$p_2 (V_2 - k V_1) = \nu R \Delta T$$

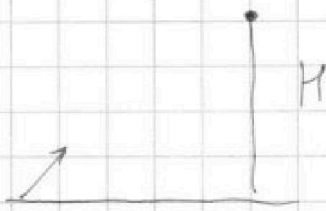
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

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

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

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

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

$$\sin^2 \alpha = \frac{2Hg}{v_0^2} = \frac{2 \cdot 3,6 \cdot 10}{200} = \frac{3,6}{10} = 0,36$$

$$v_x = v_0 - gt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos \alpha = 0,8$$

$$t = 0,6 \text{ c}$$

$$FS_2 - \mu mg S_2 = k$$

$$v_x = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$$

$$\Rightarrow m = \frac{k + FS_2}{\mu g S_2}$$

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

$$1) F \cos \alpha S - (\mu mg - F \sin \alpha) S$$

$$2) FS - \mu mg S$$

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

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

$$ta = v_0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}$$

$$a = \mu g$$

$$S = \frac{v_0^2}{\mu g} - \frac{\mu g v_0^2}{2(\mu g)^2}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2\mu g}$$

$$k = \mu mg S$$

$$\Rightarrow S = \frac{k}{\mu mg}$$

