



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.

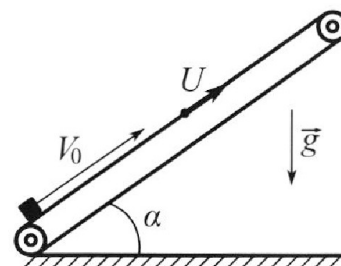
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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?

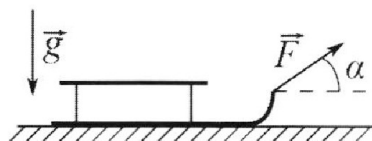
Земли

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.



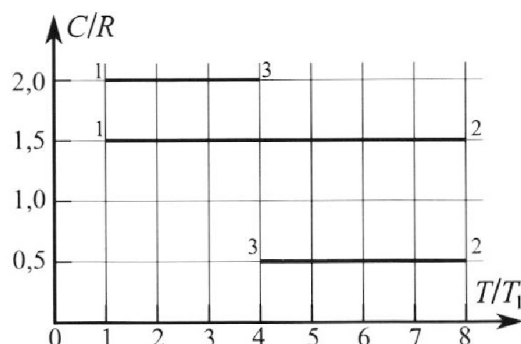
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

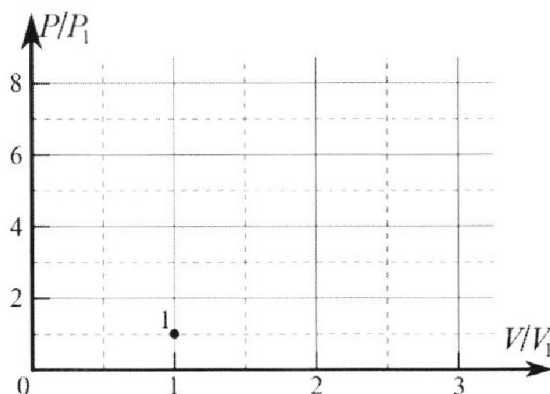
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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).

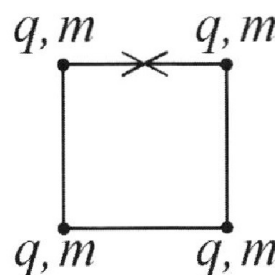


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



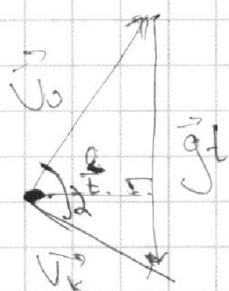
1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



1) Пусть t - время полета. $2V_0 \sin 2 = t \Rightarrow$
 $V_0 \cos 2t = h \Rightarrow h = \frac{V_0^2 \sin 2}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{gh \sin 2} =$
 $= \sqrt{10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 1} = 14,1 \frac{м}{с}$

2) Представим себе векторные треугольники скоростей. Пусть V_k - касат. скорость мяча при ударе об стену. Из закона сохр. энергии:



$$V_0^2 = V_k^2 + 2gh \Rightarrow V_k^2 = V_0^2 - 2gh$$

Замечая, что футболист максимизирует высоту подката мяча, а так расстояние от футбол. до стены постоянно, он максимизирует расстояние h .

Замечая, что футболист максимизирует высоту подката, а так по формуле $V_k^2 = V_0^2 - 2gh$ он минимизирует касат. скорость. При этом расстояние мяча по горизонтали $h = \text{const}$.

Заметим, что площадь треугольника скорости $\frac{1}{2} \cdot \frac{V_0}{t} \cdot gt = \frac{gV_0}{2}$ (высота основания). Это постоянная величина. В то же время площадь треугольника это $\frac{V_0 \cdot V_k \cdot \sin 2}{2}$, где 2 - угол между кас. вектором скорости и касат. $\Rightarrow$ так площадь величина постоянная $\frac{V_k \cdot \sin 2}{2} = \text{const}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

и (проекции)
пусть $V_k \rightarrow \min \Rightarrow \sin \alpha \rightarrow \max$
максимум $\sin \alpha = 1 \Rightarrow$ угол между векторами
скорости и катетом $90^\circ \Rightarrow \frac{g}{2} = \frac{V_0 V_k}{2}$
 $\Rightarrow l = \frac{V_0 \cdot V_k}{g} = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 - 2gH}}{g} = \sqrt{2H} \sqrt{2gH} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$

Ответ: $V_0 = 14,14 \text{ м/с}; l = 16 \text{ м}$

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!

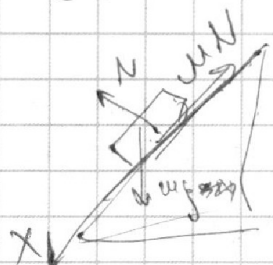


μ_2 (продолжить)

2) За время $t_0 = 0,6$ сек. коробка останется
оттис. ленты как было поставлена ранее
~~и её горизонтальная скорость совпадёт с u~~
~~В этот момент её скорость будет равна скорости~~
~~ленты, то есть скорости будет равно скорости~~

3) После достижения 0 скорости в С.О.

ленты коробка начнет двигаться вниз.
(в С.О. ленты)



Тогда ускорение на ось x

$$ma = mg \sin \alpha - \mu N = m(g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)$$

$$\Rightarrow a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 2 \text{ м/с}^2$$

Тогда найдём через какое время её скорость
станет 1 м/с (в С.О. ленты) и направлена
вниз это будет чрез время $t_1 = \frac{u}{a_2} = 0,5 \text{ сек.}$

$\rightarrow$ В это время в С.О. земли скорость коробки
станет равна 0 м/с. Тогда посчитаем
прежнее расстояние к столу момент
спуска в С.О. ленты. $h_1 = V_0 t_0 - \frac{a_1 t_0^2}{2} = 1,8 \text{ м}$

$$h_2 = -\frac{a_2 t_1^2}{2} = -0,25 \text{ м} \Rightarrow h_1 + h_2 = 1,55 \text{ м.}$$

$$\text{в С.О. Земли: } h_1 + h_2 + h_3 = 1,55 + (t_1 + t_0)u = 1,55 + 1 = 2,65 \text{ м.}$$

Ответ: $S = 1,64 \text{ м}$; $T_1 = 0,6 \text{ с}$; $h = 2,65 \text{ м}$.

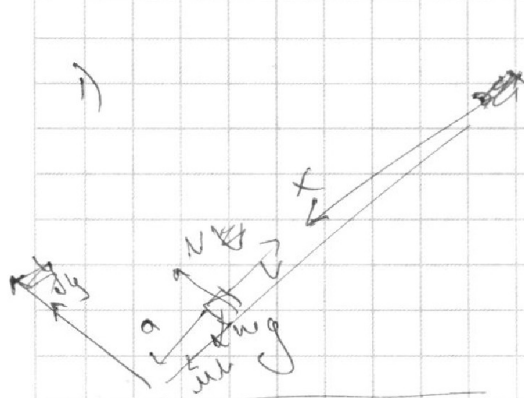
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Пока коробка не сравняет
своего скорости со скоростью
летель, она будет двигаться
с постоянным ускорением a вниз.
Найдем это ускорение.

Запишем 2-й з. Ньютона на ось x .

$$ma = \mu N + mg \sin \alpha. \quad \text{Т.к. на ось } y \text{ нет}$$

$$\text{ускорения} \quad mg \cos \alpha = N \Rightarrow ma = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a = \mu g \cos \alpha + g \sin \alpha. \quad \text{За время } T = 1 \text{ с.}$$

коробка не успеет затормозить и пройдет
пути S_1 (в исходное открытое окно) $= \frac{aT^2}{2} =$
 $= 5 \text{ м}$ (считается вниз) и в итоге

$$v_0 T - \frac{aT^2}{2} = 0 \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{2T} = \frac{10^2}{2 \cdot 1} = 5 \text{ м/с}^2$$

$$a = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2} + \frac{4 \text{ м/с}^2}{2} = 5 \text{ м/с}^2. \Rightarrow \text{За время } t_0 = \frac{v_0}{a} = 0,5 \text{ с}$$

свою скорость коробки сравняется со скоростью летель.

За это время коробка пройдет: $S_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \cdot 5} = 1 \text{ м}$

В итоге еще $S_2 = (1 - t_0)u = 0,5 \text{ м}$

Итого $2,2 \text{ м}$
После торможения коробка пойдет вниз с ускорением $a = 6 - 4 = 2 \text{ м/с}^2$

$$a = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2} - \frac{4 \text{ м/с}^2}{2} = 1 \text{ м/с}^2. \quad \text{За время } t_0 = \frac{v_0}{a} = 0,6 \text{ с.}$$

скорости коробки станет равна 0, отсюда транспортёр
и дальше она будет двигаться наверх.
и дальше она не будет двигаться вообще.

Тогда коробка пройдет $S_1 = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \cdot 1} = 5 \text{ м}$

Далее коробка спустится вниз на $\frac{aT^2}{2} = \frac{2 \cdot 0,6^2}{2} = 0,36 \text{ м}$

$\Rightarrow S = 1,64 \text{ м}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

н> (продолжение)

2) После прекращения действия силы F на сани, сани остановятся тогда, когда вся их кинетическая энергия K перейдет в тепло

Пусть они прошли расстояние S после 'в' процессе трения ~~$E = S \mu N = F S \sin \alpha$~~

$$K = S \mu N = S \mu mg$$

~~$S = \frac{K}{\mu mg}$~~ Пусть u — предельное расстояние

по

из закон. сохр. для сани

$$E = h(F - \mu mg) = h(F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha)$$

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

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

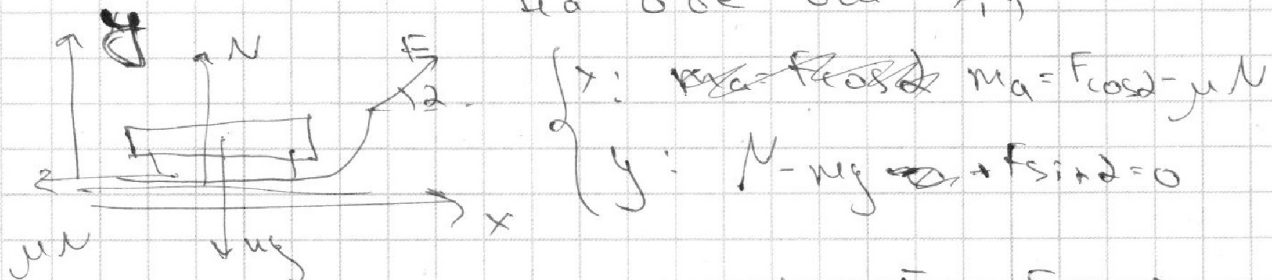
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

13

1) Пусть M — масса санок, а V_0 — скорость
необходимого газа для движения F

$$\frac{MV_0^2}{2} = F$$

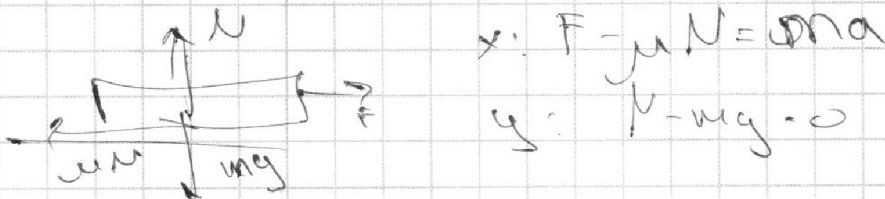
В первом случае рассмотрим 2-й з. Который
на обе оси x, y



$$\Rightarrow \cancel{ma} = \cancel{F \cos \alpha} - \mu \cancel{mg} \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

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

В втором случае



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

Так как K — газ, то для обеих санок расстояние
то и V_0 — то же $\Rightarrow$ ускорение при движении
одинаковое (одинаковое расстояние $\Rightarrow$ одинаковое время)

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

$$\Rightarrow F \cos \alpha + F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = F$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

1) Работа внешних сил над газом равна по модулю работе газа. Пусть за процесс 3-1 газ передал тепло $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$

$$\Delta U = \frac{3}{2} J R \Delta T = \frac{3}{2} J R T_1 - 4,5 J R T_1 \quad \Delta Q = \sum c \Delta T$$

т.к. в этом процессе постоянно $\Delta A = 2 R \Delta T$

$$= -6 R T_1 \Rightarrow \Delta A = \Delta Q - \Delta U = -1,5 R T_1 \Rightarrow$$

работа внешних сил это $1,5 R T_1 = 300 \cdot 8,312$

$$\approx 2500 \text{ Дж.}$$

2) по аналогии для каждого процесса найдем

$$\Delta Q \text{ и } \Delta U$$

для 1-2:

$$\Delta Q_1 = 7 \cdot 1,5 \cdot R T_1 = 10,5 R T_1, \quad \Delta U_1 = \frac{3}{2} 7 J R T_1 = 10,5 R T_1$$

$$\Delta A_1 = 0$$

для 2-3

$$\Delta Q_2 = -\frac{1}{2} 4 R T_1 = -2 R T_1; \quad \Delta U_2 = -\frac{3}{2} 4 J R T_1 = -6 R T_1$$

$$\Rightarrow \Delta A_2 = 4 R T_1$$

для 3-1

$$\Delta Q_3 = -2 \cdot 3 R T_1 = -6 R T_1; \quad \Delta U_3 = -\frac{3}{2} 3 J R T_1 = -4,5 R T_1$$

$$\Delta A_3 = -1,5 R T_1$$

$$\eta = \frac{\sum Q_{\text{получ}}}{\sum Q_{\text{подан}}} = \frac{0 + 4 R T_1 - 1,5 R T_1}{10,5 R T_1} = \frac{2,5}{10,5} \approx 24\%$$

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



4 (продолжение)

3) Заметим, что цикл состоит из 3-ех
полюпроцессных процессов, для которых
справедливо $PV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C_p - C_v}{C - C_v}$

причем $C_v = \frac{3}{2}R$; $C_p = \frac{5}{2}R$

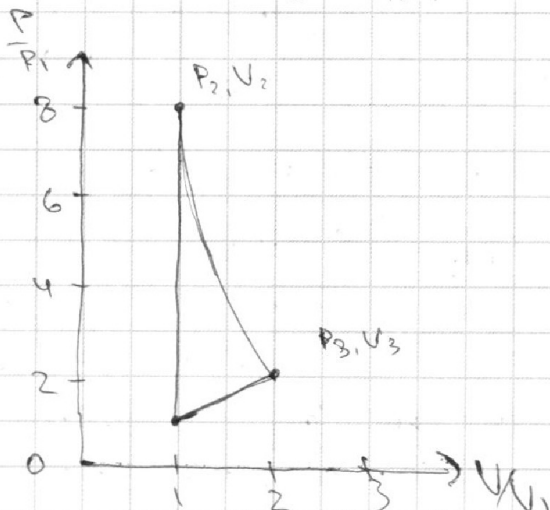
для каждого процесса найдем показатель
полипроцессности.

1) $n_{12} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$

2) $n_{23} = \frac{1.5R - 2.5R}{1.5R - 1.5R} = \infty \Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow V = \text{const}$

3) $n_{31} = \frac{0.5R - 2.5R}{0.5R - 1.5R} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const}$

4) $n_{13} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$



Дано: $A = 2500 \text{ Дж}$; $\eta = \frac{5}{21}$

1) $P_0 = \frac{P_1}{2}$ $T_0 = T_1$

$P_2 V_0 = \nu R T_2$

$T_2 = 8 T_1 \Rightarrow P_2 = 8 P_0$

2) $P_3 V_3^2 = 8 P_1 V_1^2$

$8 P_1 V_1 = \nu R 8 T_1$

$P_3 V_3 = \nu R 4 T_1$

$\Rightarrow \frac{P_3 V_3}{8 P_1 V_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow P_3 V_3 = 4 P_1 V_1$

$4 P_1 V_1 V_3 = 8 P_1 V_1^2 \Rightarrow V_3 = 2 V_1$

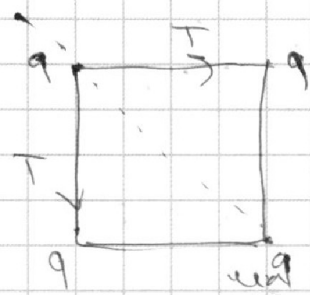
$\Rightarrow P_3 \cdot 4 V_1^2 = 8 P_1 V_1^2 \Rightarrow P_3 = 2 P_1$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐



25

1) Так картанка симметрична относительно
расщепления шарик в одной из вершин.



равнодействующая сил
натяжения и сил отталкивания
направлена вдоль диагонали
квадрата. ~~и~~
а равнодействующая шариков равно 0

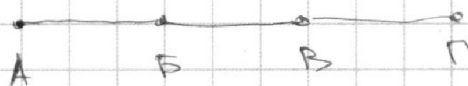
сумма натяжений $\sqrt{2}T$, сумма отталкиваний

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

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) \approx \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{2 \cdot 1.414}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot 1.35 = \frac{q^2 \cdot 0.34}{4\pi\epsilon_0}$$

2) Найдите кин. энергию шарика Φ , который

изначально находится в
левой верхней вершине



Φ_0 - потенциал каждого шара $\Phi_0 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a}$

$$\Rightarrow W_0 = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right). \text{ Когда шарики находятся}$$

вдоль одной прямой потенциал левый

$$\text{равен } \frac{kq}{a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{3a} \Rightarrow W_A = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta W = E_k = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{11}{6}\right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{6 + \sqrt{2}}{6\sqrt{2}}\right)$$

$$= \frac{kq^2}{a} \frac{7.44}{8.64} = \frac{kq^2}{a} \frac{24}{27} = \frac{q^2}{a} \frac{24}{27 \cdot 4\pi\epsilon_0} = \frac{q^2}{a} \frac{2}{9\pi\epsilon_0}$$

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!

3) По теореме о движении центра масс
так как суммарный импульс системы и заряд
и масса были равны 0 в любой момент
времени, у их центра все было ускорено

$\Rightarrow$ он не изменил своей позиции.

Из-за центра масс находился в центре квадрата

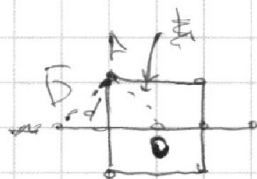
После этого центр масс будет
находиться посередине прямой.

$\Rightarrow$ расстояние между точками

A и B равно половине длины

диагонали a то есть $\frac{a}{2\sqrt{2}}$.

Ответ: $\frac{a^2 q^2}{4\pi\epsilon_0}$; $\frac{2 q^2}{9 a \pi \epsilon_0}$; $\frac{a}{2\sqrt{2}}$





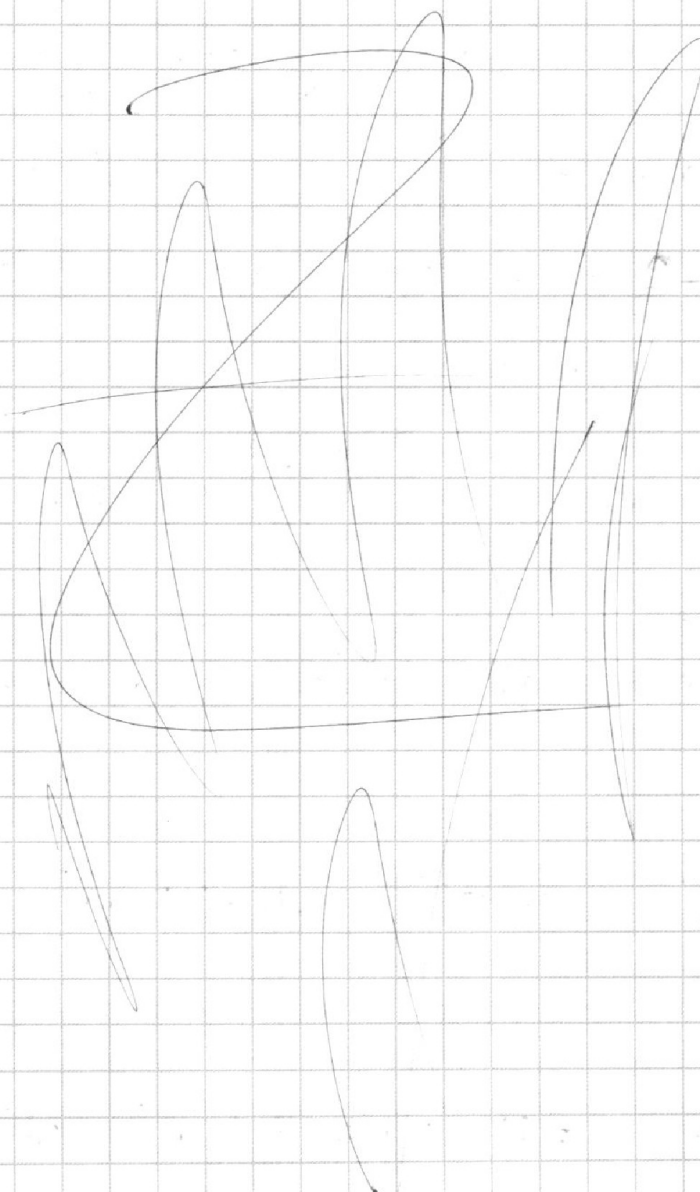
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



 **МФТИ**

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





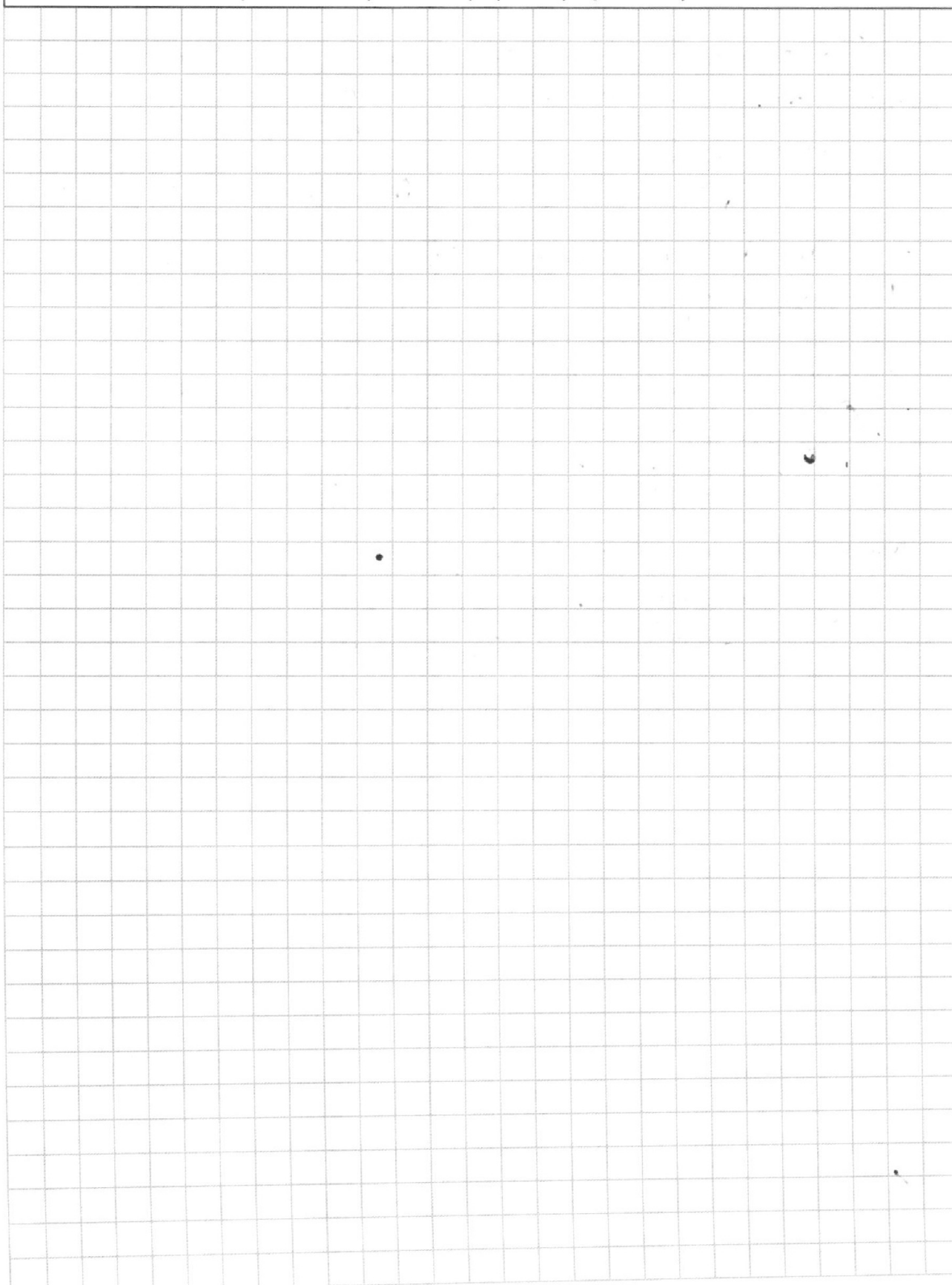
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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

11

1) Пусть T - время полета мяча. $T = 2V_0 \sin \alpha$

$$L = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow L = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$L = \Rightarrow V_0 = \sqrt{gL \sin 2\alpha} \quad \text{подставим числа } V_0 = \sqrt{20 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$= 10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Заметим, что увеличение мяча бросили, то как мы можем кидать мяч не в стенку, а из стены в точку, из которой бросили. Тогда условие максимальной высоты полета H равносильно тому, что максимальное расстояние на которое можно кинуть мяч с высоты $H = 3,6 \text{ м}$, равно $2H$.

На высоте H скорость

Пусть на высоте H скорость V_k .

$$\text{Из закона сохранения энергии } V_0^2 = V_k^2 + 2gH$$

$$\Rightarrow V_k = \sqrt{V_0^2 + 2gH}$$

12

$$F_L \cos \alpha - L_0 \mu (mg - F \sin \alpha) = F_L - L_0 \mu mg = K$$

$$F_L \cos \alpha - L_0 \mu mg + L_0 F \sin \alpha = F_L - L_0 \mu mg$$

$$\frac{L_1}{L_2}$$

$$L_1 = \frac{a_1 t^2}{2}$$

$$L_2 = \frac{V_0^2}{2a_2}$$

$$V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V_0}{a}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{a_2}{a_1}$$



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!

$$\begin{aligned} m a_1 &= \frac{F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha}{F - \mu g} = \frac{1}{11} \quad 6 + 3 + 2 = \frac{11}{6} \\ m a_2 &= \frac{k}{m g} \quad E = \frac{k_2 \cdot M^2}{c^2} \quad \frac{1}{6} + \frac{2}{\sqrt{2}} \\ S &= \frac{k}{m g} \quad M = \frac{k_2 \cdot M^2}{c^2} \quad \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} + \frac{6}{6\sqrt{2}} \quad PV \quad \frac{12}{6} - \frac{11}{6} = \frac{1}{6} \quad 1.44 \quad \frac{1}{2} \\ C &= \frac{Q}{\Delta T} \quad \Delta A = \Delta Q - \frac{1.44}{6} = 240 \quad 0.3 \cdot 300 = 90 \quad \frac{1}{2} \\ 1.5 \cdot 8.31 &= 200 \quad 300 \cdot 8.31 = 2400 \quad 20 \quad f'(x) = \frac{dx}{dt} \quad \Delta T = \frac{P \Delta V}{K} \\ Q &\sim T \quad U \sim T \Rightarrow A \sim T \quad P \Delta V \approx K \Delta T \quad PV = URT \\ PV &= URT \quad P \Delta V + V \Delta P = U R \Delta T \quad P \Delta V + V \Delta P = \frac{U R}{K} \Delta V \quad P \Delta V \left(\frac{U R}{K} - 1 \right) = V \Delta P \\ P \Delta V &= K \Delta T \quad P \Delta V + V \Delta P = U R \Delta T \quad \frac{2}{21} \quad \frac{1}{3} = \frac{5}{3} \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

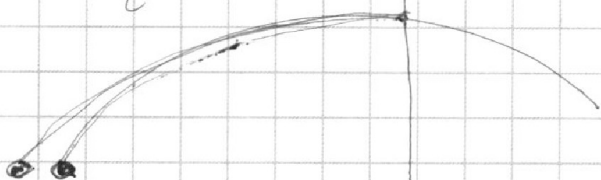
МФТИ

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

$$\frac{1.0.4}{2} \quad \frac{1.0.16}{2}$$

$$0.08 \quad 0.08$$

$$6 - 0.4$$



$$PV^n = \text{const}$$

$$\frac{c - c_p}{c - c_v}$$

$$\frac{200}{72} \quad 128$$

$$\frac{2 - 5R}{c - \frac{3}{2}R}$$

$$7.2$$

$$128 \quad \frac{64}{128}$$

$$\frac{V \cos \alpha}{\int \cos \alpha dt} = \text{const}$$

$$\frac{2}{8} \quad 0.12$$

$$\frac{V_k}{\sin \alpha} = \frac{V_0}{\cos \alpha}$$

$$\sqrt{128}$$

$$\sqrt{2} \quad \sqrt{64}$$

$$\frac{2}{6} \quad \frac{1}{6}$$

$$\sqrt{200} \quad \sqrt{200}$$

$$1.62$$

$$0.5 = 10 \cdot 0.8 + 10 \cdot 0.6$$

$$4 + 6 = 10$$

$$6 \cdot 0.6$$

$$3.6$$

$$-1.3$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0.8$$

$$0.4 \cdot 10$$

$$5$$

$$0.36 \quad 0.64 \quad \downarrow \cos \frac{10}{8}$$

$$\frac{5}{4}$$

$$1.2$$

$$\uparrow \sin$$

$$\frac{3.5}{1.2}$$

$$+$$

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!



Handwritten solution on grid paper:

Diagram 1: A right-angled triangle with hypotenuse 20 and angle 45° . The vertical side is 14.4 . Below it, $t = 1.44$.

Diagram 2: A vector diagram showing velocity V_0 and its components $V_0 \sin \alpha$ and $V_0 \cos \alpha$. The vertical component is labeled gt .

Equations:

- $T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$
- $V_0 \cos \alpha t = 20$
- $8 \quad h = 20$
- $\frac{gt^2}{2} = V_0 t$
- $\frac{gt}{2} = V_0$
- $t = \frac{2V_0}{g}$
- $k = \frac{1}{4\pi E}$
- $P_1 V_1^2 = 8 P_2 V_2^2$
- $P_1 V_1 = 0.8 P_2 V_2$
- $2 P_2 V_2 = 0.8 P_1 V_1$

Other calculations and diagrams:

- $\sqrt{2} = \frac{20 \cdot \sqrt{2}}{10 \cdot \sqrt{2}}$
- 225
- 119
- 17
- 289
- $200 +$
- 272
- $y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$
- $x = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t =$