



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.

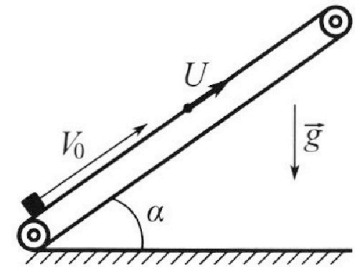
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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?

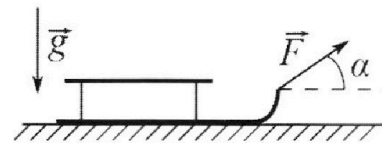
Земли

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.



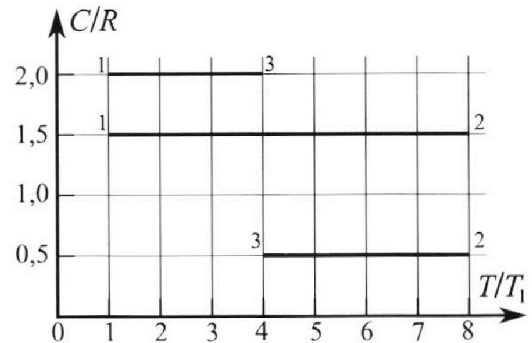
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

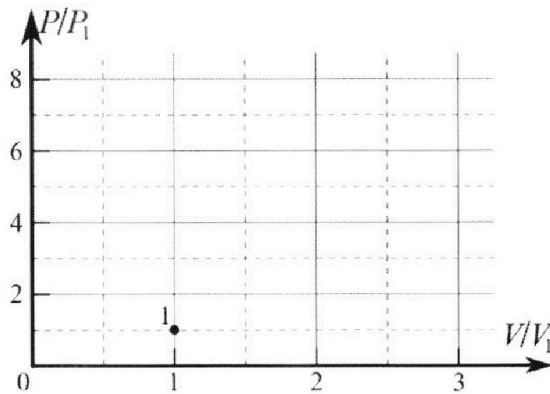


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

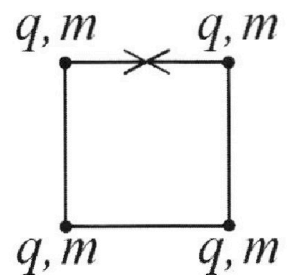


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует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



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

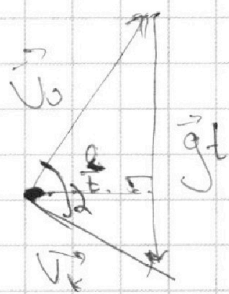
МФТИ

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



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

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



сохр. энергии:

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

~~Заметим, что футболист максимизирует высоту подброса мяча, а так как расстояние от футбол. до стены постоянно, он максимизирует расстояние h .~~

Заметим, что футболист максимизирует высоту подброса, а так по формуле $V_k^2 = V_0^2 - 2gh$ он минимизирует касат. скорость. При этом дальность полета по горизонтали $h = \text{const}$.

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

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)
дуга $V_k \rightarrow \min \Rightarrow \sin \alpha \rightarrow \max$
максимум $\sin \alpha = 1 \Rightarrow$ угол между векторами
скорости и касательной $90^\circ \Rightarrow \frac{g \cdot l}{2} = \frac{V_0 V_k}{2}$

$$\Rightarrow l = \frac{V_0 \cdot V_k}{g} = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 - 2gH}}{g} = \sqrt{2H} \sqrt{2gH} = 2 \cdot 8_{\text{м}} = 16 \text{ м}$$

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:

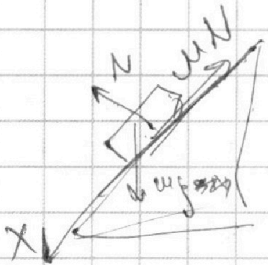
| | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

μ_2 (продолжить)
2) За время $t_0 = 0,6$ секунд, коридор оставлен
открыт. Лента как было рассчитана ранее
и ~~в этот момент ее скорость совпадает с~~
~~лентой, то есть скорость будет равна скорости~~
3) После достижения 0 скорости в С.О

ленты коридор начнет двигаться вверх.
(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 найдем через какое время ее скорость
станет 1 м/с (в С.О. ленты) и направлена
вниз это будет чрез время $t_1 = \frac{v}{a_2} = 0,5 \text{ сек.}$

\rightarrow в это время в С.О. земли скорость коридора
станет равна 0 м/с \Rightarrow . Тогда посчитаем

прежде всего расстояние к столу момент
стопания в С.О. ленты. $h_1 = v_0 t_0 - \frac{a_1 t_0^2}{2} = 1,8 \text{ м}$

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

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

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

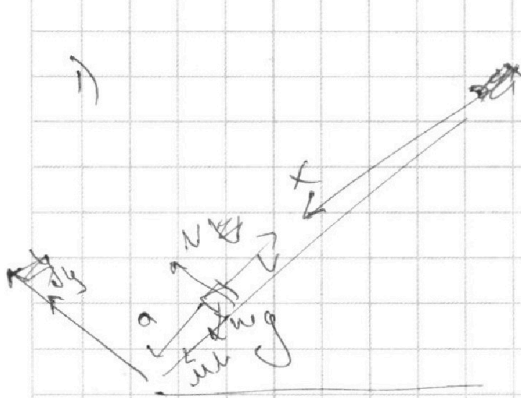
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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 вверх
вниз.
Найдем это ускорение.

Запишем 2-й з. Ньютона на ось x .

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

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

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

коробка не успеет затормозить и пройдет
пути S_1 (в исходное открытое место) $= \frac{at^2}{2} =$
 ~~$0,5 \cdot 10 \cdot 1^2 = 5 \text{ м}$~~

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

$$a = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2} + \frac{4 \text{ м/с}^2}{2} = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \text{за время } t_0 = \frac{v_0}{a} = \frac{10}{10} = 1 \text{ с}$$

секунду скорость коробки сравняется со скоростью летель.
тел. За это время коробка пройдет: $S_1 = v_0 t_0 - \frac{at_0^2}{2} =$
 ~~$10 \cdot 1 - 5 = 5 \text{ м}$~~ $= 1,8 \text{ м}$. В конце еще $S_2 = (1 - t_0) \cdot 1 = 0,5 \text{ м}$

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

$$a = \frac{6 \text{ м/с}^2}{2} - \frac{4 \text{ м/с}^2}{2} = 1 \text{ м/с}^2 \quad \text{За время } t_0 = \frac{v_0}{a} = \frac{10}{1} = 10 \text{ с}$$

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

Тогда коробка пройдет $S_1 = v_0 t_0 - \frac{at_0^2}{2} = 10 \cdot 10 - \frac{1 \cdot 100}{2} = 50 \text{ м}$
 $= 1,8 \text{ м}$. После коробка спустится вниз на $\frac{at_0^2}{2} = \frac{1 \cdot 100}{2} = 50 \text{ м}$
 $\Rightarrow S = 1,64 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

$\mu >$ (продолжение)

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

Пусть это произойдет на расстоянии S после t в процессе торможения ~~$E = S \mu N = F S \sin \alpha$~~

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

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

по

u — закон сохр. мом. саней

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

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



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

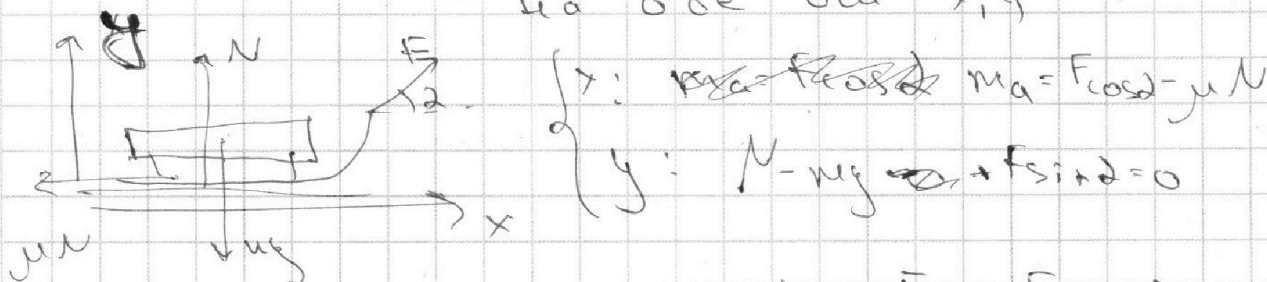


13

1) Пусть M - масса санок, а V_0 - скорость
необходимого газу густоты ρ и F

$$\frac{M V_0^2}{2} = F$$

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

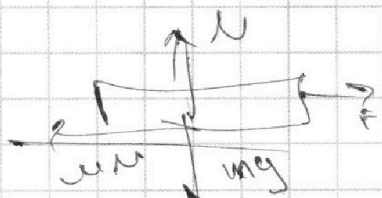


$$\begin{cases} x: \cancel{m a} = F \cos \alpha - \mu N \\ y: N - mg \sin \alpha + F \sin \alpha = 0 \end{cases}$$

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

$$\Rightarrow m a_1 = F \cos \alpha - \mu mg \cos \alpha + \mu F \sin \alpha$$

В втором случае



$$x: F - \mu N = m a$$

$$y: N - mg = 0$$

$$\Rightarrow m a_2 = F - \mu mg$$

Тогда μ и F газ одних и тех же поэтому
то и V_0 - то же \Rightarrow ускорение при гравитации
одинаковое (одинаковые расстояния \Rightarrow одинаковые времена)

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

1) Работа внешних сил над газом равна по модулю работе газа. Пусть за процесс 3-1 газу передали стержню $\Delta Q = \Delta A = \Delta U$

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

т.к. с 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 $1,5 R T_1 = 300 \cdot 8,317$

$$\approx \underline{\underline{2500 \text{ Дж.}}}$$

2) по аналогии для каждого процесса найдем

ΔQ и ΔU

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



3) Заметим, что цикл состоит из 3-ех

полюпроцессов, для которых

справедливо $PV^n = \text{const}$, где $n = \frac{C-C_p}{C-C_v}$

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

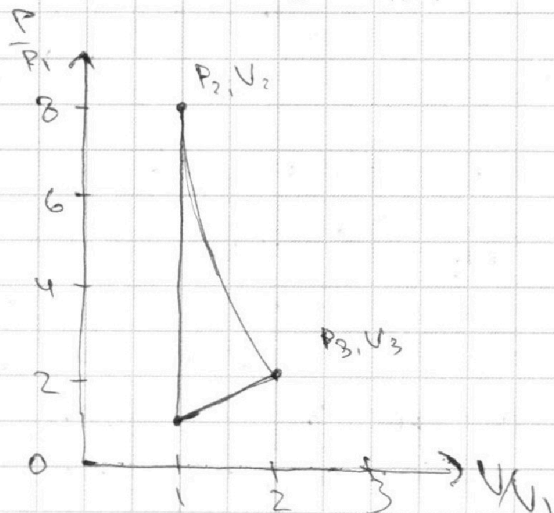
для каждого процесса рассчитаем показатель политроты.

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

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

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

$n_{31} = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const}$



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

$8 P_1 V_1 = \nu R 8 T_1$

$P_3 V_3 = \nu R 4 T_1$

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

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

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

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

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

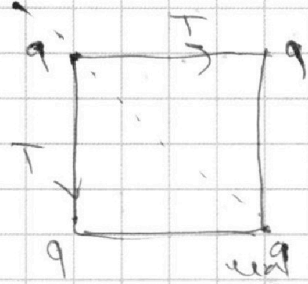
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

25
1) Так картанка симметрична до середины диагонали, значит шарик в одной из вершин.



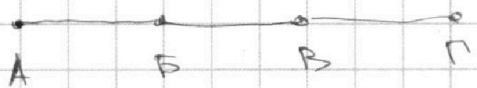
равнодействующая сил натяжения и сил отталкивания направлена вдоль диагонали квадрата. а равнодейств. на шарик равно 0

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

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

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \approx \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot 1,36 = \frac{q^2 \cdot 0,36}{4\pi\epsilon_0}$$

2) Найдём кин. энергию шарика Φ , который узн. находится в левой верхней вершине



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

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

вдоль одной прямой потенциал левон равен

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

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

$$= \frac{kq^2}{a} \frac{7,44}{8,64} = \frac{kq^2}{a} \frac{24}{27} = \frac{q^2}{a} \frac{24}{27\pi\epsilon_0} = \frac{q^2}{a} \frac{2}{9\pi\epsilon_0}$$

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
т.к. суммарный импульс системы и заряд
и момент импульса равно 0 в любой момент
времени, у их центра все было ускорено

→ они не изменили свою форму.

Из центра масс находится в центре квадрата

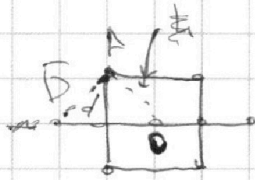
После этого центр масс будет
находиться посередине прямой.

→ расстояние между точками

A и B равно половине длины

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

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





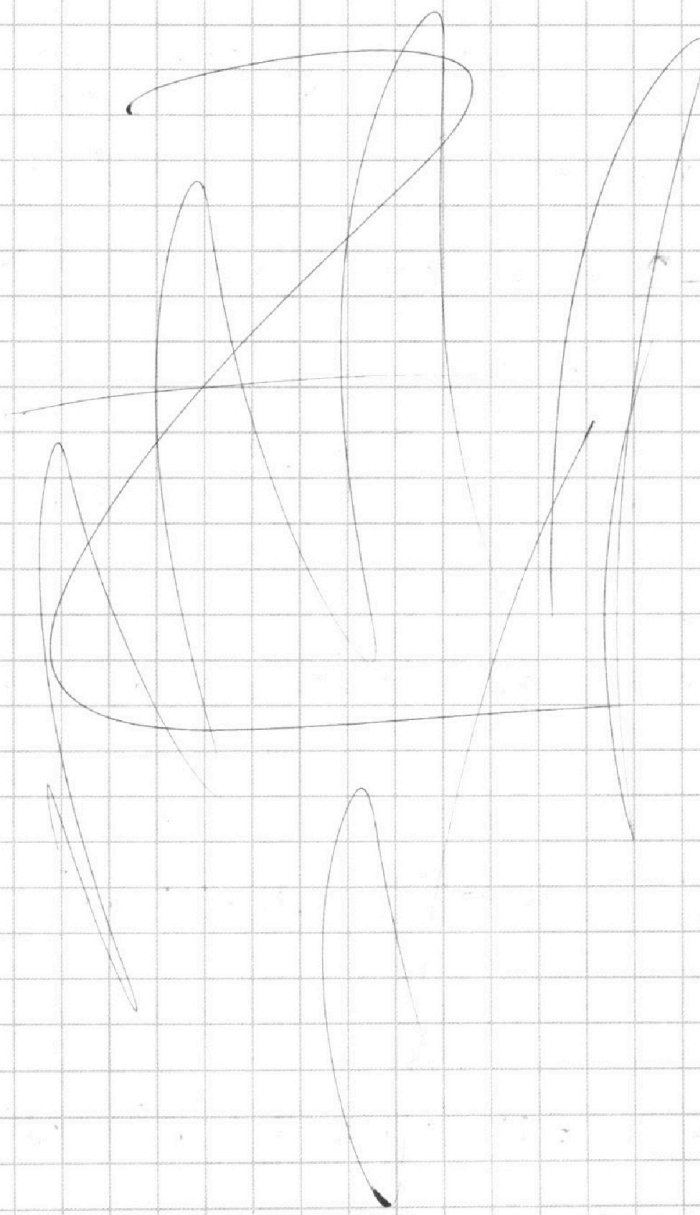
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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



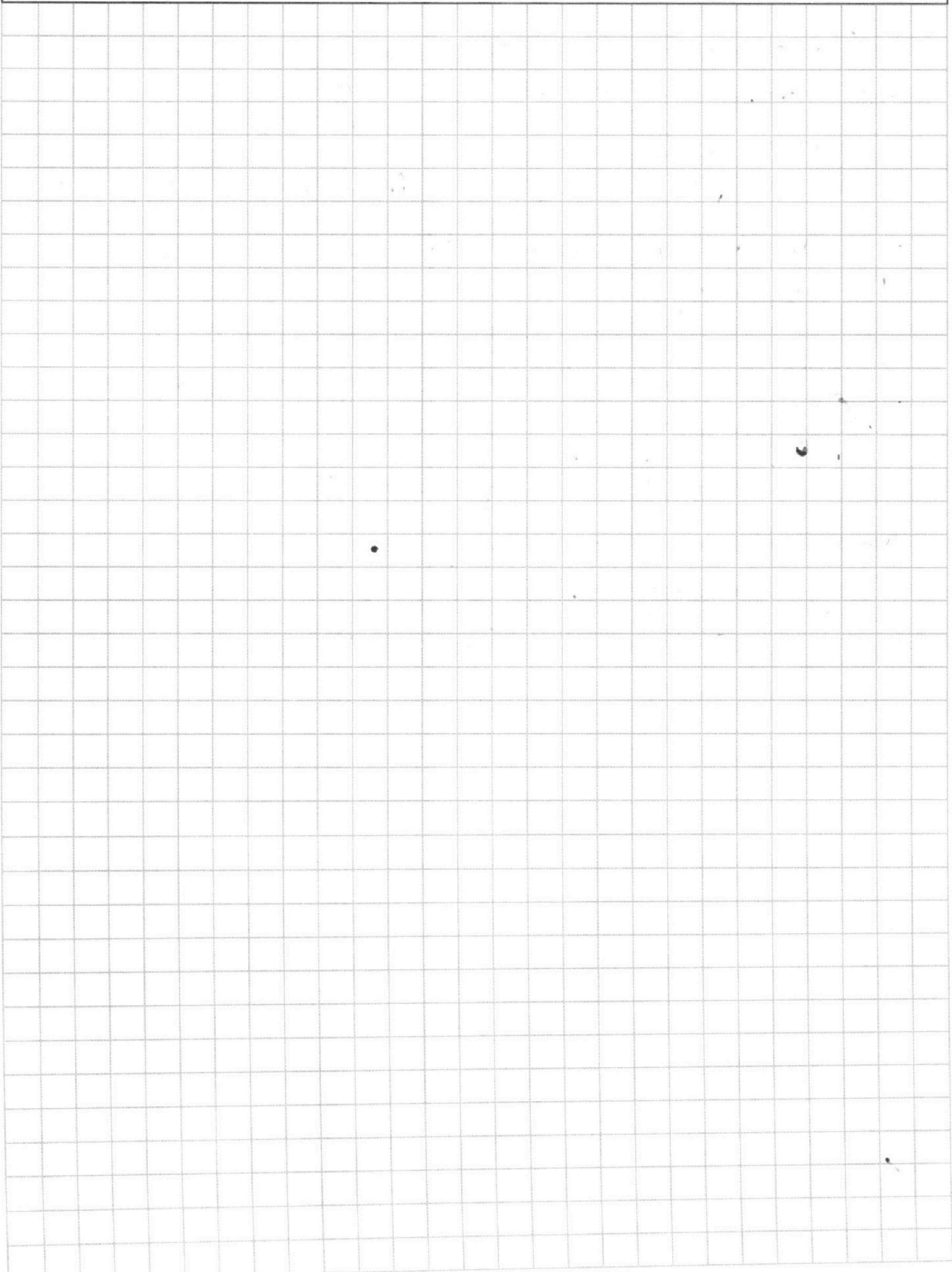


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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:

МФТИ

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 мяча. $T = 2V_0 \sin \alpha$

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

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

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

2) Заметим, что увеличение мяча обратно, то есть мы можем кидать мяч не в стенку, а от стены в точку, из которой бросили. Тогда условие максимальной высоты полета H_z равносильно тому, что максимальное расстояние на которое можно кинуть мяч с высоты H_z , равно $2H_z$.

На высоте H скорость

Пусть на высоте H скорость V_k .

$$\text{из закона сохр. энергии } V_0^2 = V_k^2 + 2gH$$

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

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

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

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

$$L_1 = \frac{a_1 t^2}{2} \quad L_2 = \frac{V_0^2}{2a_2} \quad V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V_0}{a}$$

$$L_1 = \frac{V_0^2}{2a_1}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$$m a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu m g + m F \sin \alpha}{F - \mu m g} = \frac{G + 3 + 2}{11} = \frac{11}{6}$$

$$\frac{48}{35} m a_2 = \frac{96}{108}$$

$$S = \frac{k}{m g}$$

$$E = \frac{k_2 \cdot M^2}{c^2}$$

$$M = \frac{k_2 \cdot M^2}{c^2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2} G} + \frac{G}{6 \sqrt{2}}$$

PV

$$\frac{12}{6} - \frac{11}{6} = 144$$

$$0,3 \cdot 300$$

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

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

$$\Delta A = \Delta Q - \frac{1144}{6} = 240$$

$$9 \cdot 9 \cdot 300$$

$$2400$$

$$+ 90$$

$$300 \cdot 8,31 = 2400$$

$$f'(x) \frac{dx}{x}$$

$$dT = \frac{P dV}{K}$$

$$Q \sim T$$

$$U \sim T \Rightarrow A \sim T$$

$$P dV = K dT$$

$$PV = \nu R T$$

$$PV = \nu R T$$

$$P dV + V dP = \nu R dT$$

$$P dV + V dP = \frac{\nu R}{K} dV$$

$$P dV \left(\frac{\nu R}{K} - 1 \right) = V dP$$

$$P dV = K dT$$

$$P dV + V dP = \nu R dT$$

$$\frac{2}{21}$$

$$\frac{f=2}{f} = \frac{5}{3}$$

$$\frac{100}{20}$$

$$\begin{array}{r} 2500 \\ 2500 \\ \hline 000 \\ 000 \\ \hline 000 \\ 000 \\ \hline 0000 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

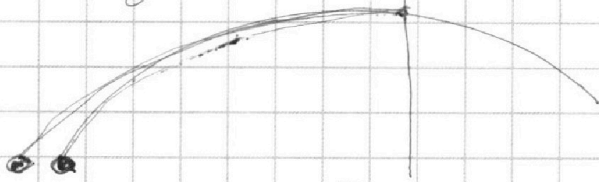
- 1 2 3 4 5 6 7



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

$$\frac{1 \cdot 0,4}{2} \quad \frac{1 \cdot 0,16}{2}$$

$$0,08 \quad 0,08 \quad 6 - 0,4$$



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

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

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

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

$$7,2$$

$$\frac{64}{128} = \frac{2}{128}$$

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

$$\frac{2}{8} \cdot 0,2$$

$$\frac{v_k}{\sin \alpha} = \frac{v_0}{\cos \alpha}$$

$$\sqrt{128}$$

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

$$\frac{2}{6} \sqrt{200}$$

$$6 \cdot 0,6$$

$$3,6$$

$$-1,8$$

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

$$1,624$$

$$0,5 = 10 \cdot 0,8 + 10 \cdot 0,6$$

$$4 = 6 = 10$$

$$\frac{10 \cdot 0,36}{2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 0,8$$

$$0,4 \cdot 100$$

$$5$$

$$0,36 = 0,84 \downarrow \cos \frac{10}{8}$$

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

$$1,2$$

$$\uparrow \sin$$

$$\frac{3,5}{2}$$

$$+$$

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!



Handwritten physics solution on grid paper:

$\sqrt{2} = \frac{20 \cdot \sqrt{2}}{10 \sqrt{2}}$
 $1 = \sqrt{2}$
 $\frac{20}{\sqrt{2}} t =$
 $14,4$
 $E = 14,4$
 $T = 2V_0 \sin \frac{\alpha}{2}$
 $V_0 \cos \alpha t = 20$
 $8 h = 20$
 $\frac{gt^2}{2} = V_0 t$
 $\frac{gt}{2} = V_0$
 $t = \frac{2V_0}{g}$
 $k = \frac{1}{4\pi E}$
 225
 119
 17
 289
 2
 $200 +$
 272
 $y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$
 $x = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t =$
 $P_1^2 V_1^2 = 8 P_2 V_1^2$
 $P_1 V_1 = 8 P_2 T_1$
 $2 P_2 V_3 = 4 P_2 T_1$

Diagrams include vector triangles, parabolic trajectories, and geometric constructions.