



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.

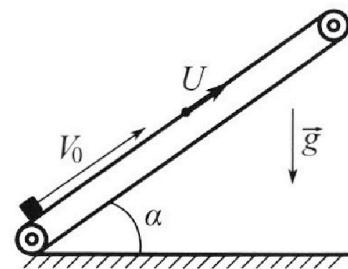
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

$$U = 1 \text{ м/с}$$

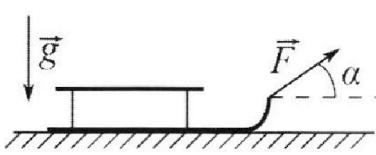
Земле

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.



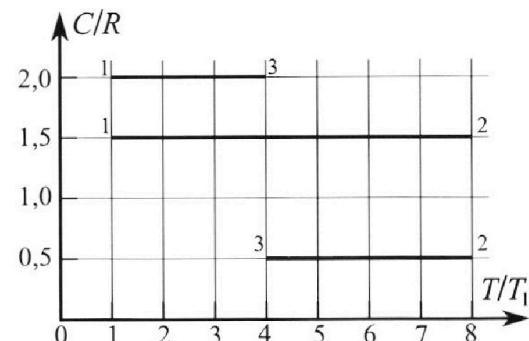
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

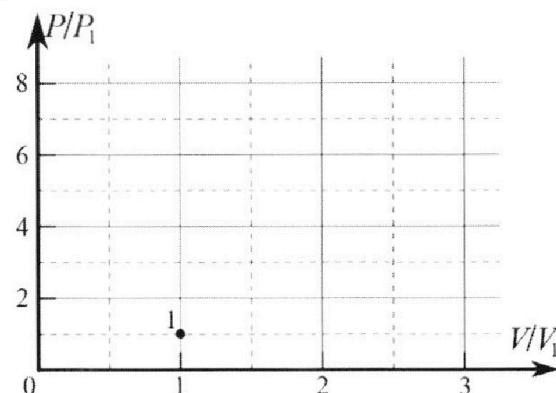


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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).

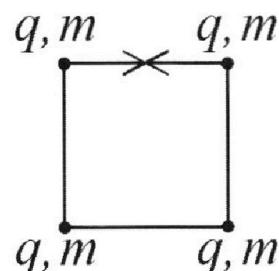


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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)

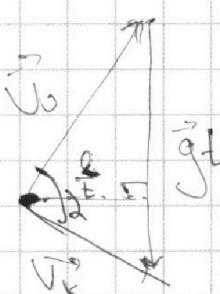
1) Рассмотрим - времена полета. $\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = t \Rightarrow$

$$V_0 \cos \alpha \cdot 2t = h \Rightarrow h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \Rightarrow V_0 = \sqrt{gh \sin^2 \alpha} =$$

$$= \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 11} = 14,4 \frac{m}{s}$$

2) Представим себе векторную треугольника скоростей.

Пусть V_k - конечная скорость мяча при ударе об стену. Из закона сохр. энергии:



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

Заметим, что проекция максимальной скорости мяча на стену, а т.к. оно движется перпендикулярно к стене, то это и есть максимальное расстояние.

Зададим, что проекция максимальной скорости на стену, а т.к. по формуле $V_k^2 = V_0^2 + 2gt$ она максимальна, то это и есть максимальная скорость. При этом движущийся мяч движется по окружности $l = \text{const.}$

Заметим, что на изображении треугольника скорость \gg

$$\frac{V_k}{t} \cdot \frac{l}{t} \cdot gt = \frac{gl}{2} \quad (\text{высота на основании}) \Rightarrow$$

последняя величина \gg первая. В тоже время площадь треугольника \gg $\frac{V_0 \cdot V_k \cdot \sin \alpha}{2}$, где α угол между мяч. векторами скорости и вектором V_k площадь величина постоянства $\frac{V_0 \cdot V_k \cdot \sin \alpha}{2} = \text{const}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

длубование $V_k \rightarrow \min \Rightarrow \sin \vartheta \rightarrow \max$
максимум $\sin \vartheta = 1 \Rightarrow$ угол между V_0 и V_k . Векторы
скорости и касательные $90^\circ \Rightarrow \tan \vartheta = V_0 / V_k$

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

Ответ: $V_0 = 14,4 \text{ м/с}$; $l = 16 \text{ м}$

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"/> |

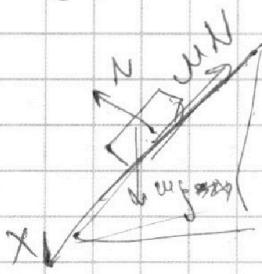
МФТИ.

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

v_2 (продолжение)

- 2) За время $t_0 = 0,6$ сутки коробка остановилась
относительно земли как показано рисунком
~~ака~~ ~~здесь~~ ~~скорость снизилась в 4 раза~~
~~в этот момент же~~ ~~коробка будет иметь скорость~~
~~нулевую, то есть~~
- 3) После достижения 0 скорости в 0 с

нулевая коробка начнет под спускаться вниз.
(в с.о. низа)



Тогда ускорение на весь х

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

$$\Rightarrow a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 2,4 \text{ м/с}^2$$

Тогда найдём время которое брьше её скорость
затратит 1 м/с (в с.о. низа) и определяем
когда это будет через время $t_1 = \frac{v}{a} = \frac{1}{2,4} = 0,39 \text{ с}$.

→ В это время в с.о. земли скорость коробки
стает равна 0 м/с ~~и~~. Тогда получаем
предыдущий результат в пользу момента
стартала в с.о. низа. $h_F = V_0 t_1 - \frac{a t_1^2}{2} = 1,8 \text{ м}$

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

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

Ответ: $S = 1,64 \text{ м}$; $t_1 = 0,6 \text{ с}$; $h = 2,65 \text{ м}$.



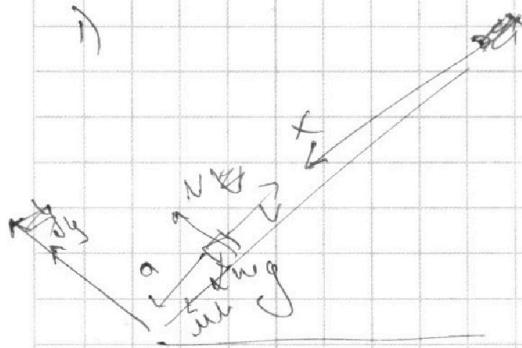
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

р2

1)



Пока коробка не сравняется
с горкой скользит со скоростью
нормы, ота будет зависеть
с которой ускорение а_{нормы}
Найдем это ускорение.

Запишем 2-й з. Нормона на ось x.

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

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

$$\Rightarrow a = g \cos \alpha + g \sin \alpha. \text{ За время } t_0 = 1 \text{ с.}$$

коробка не успевает затормозить и проходит
путь S_1 (в исходном положении остановки) $\cancel{- 1,2 \text{ м}}$
~~- 1,2 м (заторможение вниз) а в исходное~~

~~$V_0 t - \frac{a t^2}{2} = a = \mu g \cos \alpha (\text{от } \frac{0,6 \text{ м}}{t^2}) = 10$~~

~~$a = \frac{6 \text{ м}}{t^2} + \text{чт} = 10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow \text{За время } t_0 = \frac{V_0}{a} = \cancel{0,6 \text{ с}}$~~

сейчас скорость коробки сравняется со скоростью горки
т.е. За это время коробка проходит: $S_1 = \cancel{t_0} V_0 - \frac{a t_0^2}{2} =$

~~$= \cancel{0,6 \text{ с}} \cdot 3 \text{ м} - \frac{1,2 \text{ м}}{2} = 4,8 \text{ м. В конце пути } S_2 = (1 - t_0) V_0 = 0,5 \text{ м}$~~

После заторможения коробка падает вниз с ускорением $a = g = 10 \text{ м/с}^2$

~~$a = \frac{6 \text{ м}}{t^2} + \frac{4 \text{ м}}{t^2} = 10 \text{ м/с}^2. \text{ За время } t_0 = \frac{V_0}{a} = 0,6 \text{ с.}$~~

скорость коробки станет равна 0,6 м/с. Учитывая что
из-за торможения она будет двигаться на холме
из-за торможения она не будет двигаться более.

~~$\text{Тогда коробка падает } S_1 = V_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = 3,6 \text{ м} - \frac{1,2 \text{ м}}{2} = 1,8 \text{ м. Далее коробка спускается вниз с } a = \frac{4 \text{ м}}{t^2} = 2 \cdot 0,6^2 = 0,16 \text{ м/с}^2$~~

$$S = 1,6 \text{ м}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

\rightarrow (продолжение)

2) После прекращения действия силы f на санки, санки останавливаются тогда, когда вся их кинетическая энергия K переходит в тепло.

Рассмотрим прошлое расстояние S после f прошлое расстояние $EFS_{\mu N} = ES_{\text{кин}}$

$$K = S_{\mu N} \cdot S_{\text{кин}}$$

~~если~~ $S_{\mu N}$ — Рассмотрим прошедшее расстояние

но

Из закона сохр. мом. где α санок.

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

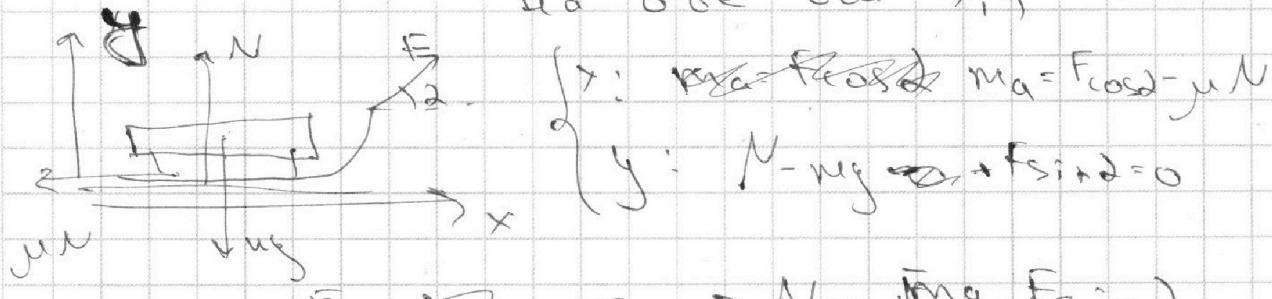
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№3

1) Резин. М-наса сцепка, а V_0 -скорость
необходимый для этого момент F

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

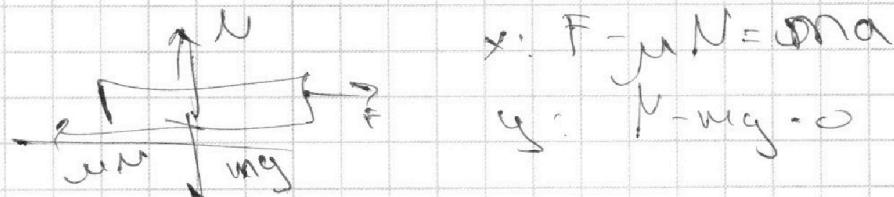
В первом случае различия 2-й з. Нетокутся
на обе оси x, y



$$\Rightarrow ma = F \cos \alpha - mg \cos \alpha$$

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

В втором (случай)



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

Также в 2-м случае сцепка подходит
то и V_0 -скорость \Rightarrow ускорение при движении
одинаковое (одинаковые расстояния = одинаковые времена)

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

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

$$\Rightarrow \mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin^2 \alpha}$$

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 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!

1-4

1) Работа внешних сил на процесс работе
не изменила работу газа. Рассчитаем процесс
3-1 как передачу теплоты $\Delta Q = \Delta A - \Delta U$

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

Т.к. в 8 процессе поступатель $\Delta A = 2 R \Delta T$

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

работа внешних сил $\approx 10 \cdot 1,5 R T_1 = 300 \cdot 8,312$

$\approx 2500 \text{ Дж.}$

2) по аналогии с 1-2

$$\Delta Q \approx \Delta U$$

где 1-2:

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

$$\Delta A_1 = 0$$

где 2-3

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

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

где 3-1

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

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

$$g = \frac{\sum \Delta Q_{\text{раб}}}{\sum \Delta Q_{\text{пост}}} = \frac{0 + 4 R T_1 - 1,5 R T_1}{10,5 R T_1} = \frac{2,5 - 5}{10,5 - 21}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

3) Задача, в чём цикл состоит из 3-ех
нелинейных процессов, для которых

$$\text{связь давле} \quad PV^n = \text{const} \quad \text{где} \quad n = \frac{C_p - C_v}{C_p + C_v},$$

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

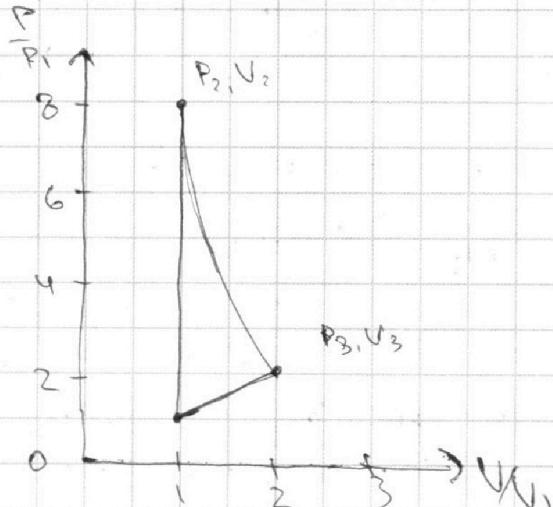
заданы коэффициенты неллинейности

$$n_1 = \frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R} = -1 \quad P = \text{const}$$

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

$$n_{23} = \frac{0.5R - 2.5R}{0.5R - 1.5R} = \frac{2}{1} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const}$$

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



$$\text{Дано: } A = 2500 \text{ град}, \gamma = \frac{5}{3}$$

$$P_0 = \frac{P_1}{2} \quad T_0 = T_1$$

$$P_2 V_0 = JR T_2$$

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

$$2) \frac{P_3 V_3^2}{P_1 V_1} = 8 \frac{P_1 V_1^2}{P_1 V_1}$$

$$8P_1 V_1 = VR 8V_1$$

$$P_3 V_3 = VR V_1$$

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

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

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

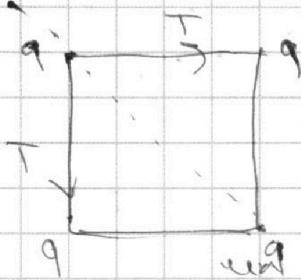


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

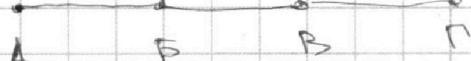
1) Так картина симметрична до склонения
расположение шариков в оценке из вершины.



Равнодействующие силы на горизонталь и вертикаль отталкивания компенсируют борьбу диагонали квадрата.
а) Равнодействующая шарика равна 0
сумма напряжений $\frac{q^2}{a^2} + \frac{q^2}{2a^2}$, сумма отталкиваний

$$\frac{\sqrt{2}q^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} \Rightarrow T = \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}2a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) \stackrel{\text{чертёж}}{=} \frac{q^2}{a^2} \left(\frac{4}{4} + \frac{\sqrt{2}}{4}\right) = \cancel{\frac{q^2}{a^2} \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4}\right)} \stackrel{\text{чертёж}}{=} \frac{q^2}{a^2} \cdot 1,36 = \frac{q^2 \cdot 0,34}{a^2}$$

2) Найдите кинетическую энергию шарика B, который
изменился в оценке в левой верхней вершине.



Чо - потенциал каждого шара $Ч_0 = \frac{kq}{a} + \frac{kq}{a} + \frac{kq}{\sqrt{2}a}$
 $\Rightarrow W_0 = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$. Когда шарик B находится в

второй оценке притяжения левого

$$\text{шара. } \frac{kq}{a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{3a} \Rightarrow W_A = \frac{kq^2}{a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right) \\ \Rightarrow \Delta W = E_k = \frac{kq^2}{a} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{11}{6}\right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = \frac{kq^2}{a} \left(\frac{6+6}{6\sqrt{2}}\right) \\ = \frac{kq^2}{a} \frac{7,44}{8,64} = \frac{kq^2 \cdot 24}{a \cdot 27} = \frac{24}{72} \cdot \frac{q^2 \cdot 6}{a \cdot 27 \pi \epsilon_0} = \frac{a^2}{a^2 \pi \epsilon_0} = \frac{1}{\pi \epsilon_0}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

3) По теореме о движении четырёх масс
если сумма импульса системы и её зарядов

и импульса полна равна 0 в любой момент
времени, то их центр все равно ускоряется

\Rightarrow он не изменит свою свою позицию.

Центры масс находятся в центре квадрата

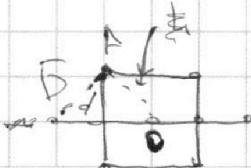
После этого центр масс будет
находиться посередине прямой.

\Rightarrow расстояние между твёрдами

A и B равно половине длины

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

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





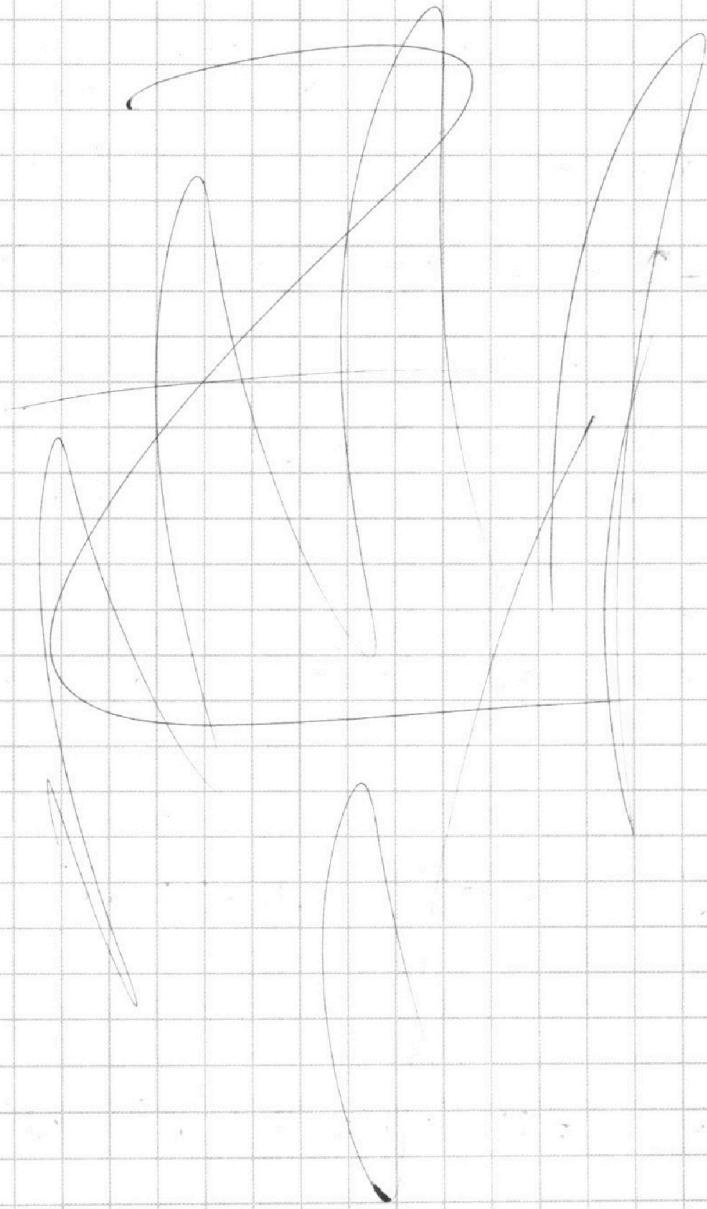
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

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"/> |

МФТИ.

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

1

1) Рассчитать время полета мяча $T = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$

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

$$\alpha = \Rightarrow V_0 = \sqrt{gh \sin^2 \alpha} \quad \text{найдем время} \quad V_0 = \sqrt{\frac{20 \cdot 10}{c^2}} \\ = 10\sqrt{\frac{2}{c}} = 14,4 \frac{m}{s}$$

2) Задача про движение мяча обратной, то есть мяч движется назад не в склонку, а в склонку в горку, из которой бросали. Тогда условие максимальной бывшей высоты гравитационно потому, что максимальное расстояние на которое можно бросить мяч с высотой 1,3 м, равно 20 м.

На обратке и скорость

Рассчитать на бывшей и скорость V_k .

$$h_2 = \text{задана} \quad \text{скорость} \quad V_k^2 = V_0^2 + 2gh_1 \\ \Rightarrow V_k = \sqrt{V_0^2 + 2gh_1}$$

2

$$F_{h1} \cos \alpha - m(g - f \sin \alpha) = F_{h2} - f \sin \alpha = k$$

$$F_{h1} \cos \alpha - m(g - f \sin \alpha) = F_{h2} - f \sin \alpha$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2gh_1}}{\frac{V_0^2}{2gh_1}} \quad V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} \quad \frac{h_1}{h_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$\frac{m_1 a_1}{m_2 a_2} = \frac{F \cos \alpha - \mu m_2 g \sin \alpha}{F - \mu g} = \frac{6}{11}$$

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

$$E = \frac{k^2 \cdot m^2}{c^2}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{2}{\sqrt{2}}$$

PV

$$\frac{12}{6} - \frac{11}{6} = \frac{1}{6}$$

$$0.3 \cdot 300$$

51

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

$$M = \frac{k^2 \cdot m^2}{c^2}$$

1.44

$$0.3 \cdot 300$$

$$\frac{-15}{15}$$

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

$$\Delta F = \Delta Q - \frac{6}{240}$$

30

$$1.5 \cdot 8.31 = 200$$

$$g \cdot 9.300$$

$$2400$$

$$300 \cdot 8.31$$

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

$$\frac{dT}{dV} = \frac{PdV}{dT}$$

$$Q \sim T$$

$$U \sim T$$

$$\Rightarrow A \sim T$$

$$PdV \approx k dT$$

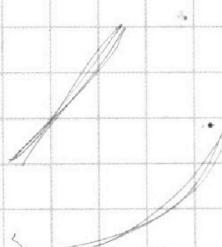
$$PV = JR \Delta T$$

$$PV = JRT$$

$$dPdV + VdP = JR dT$$

$$PdV + VdP = JR dT$$

$$dPdV + VdP = JR dT$$



$$PdV + VdP = \frac{JR}{T} dV$$

$$PdV \left(\frac{JR}{T} - 1 \right) = VdP$$

$$PdV = k dT$$

$$20 \frac{5}{21}$$

$$i \frac{2}{3}, \frac{4-2}{3}, \frac{5}{3}$$

$$PdV + VdP = JR dT$$

2	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0



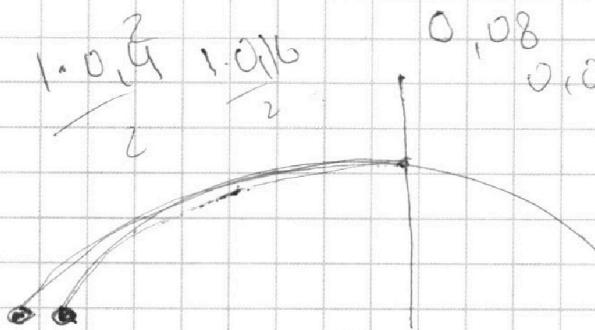
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

128

$$\frac{200}{72}$$

~~64~~

$$\frac{128}{128}$$

v_{losat}

$$\{\cos \alpha t\} = \text{const}$$

$$\frac{2}{8} \cdot 0,12$$

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

$$6 \sqrt{122}$$

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

$$\sqrt[3]{64}$$

$$6 \cdot 0,6$$

$$3,6$$

$$-1,3 \frac{1}{2}$$

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

$$1,68$$

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

$$4 \cdot 6 = 10$$

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

$$\frac{1}{2} \cdot 0,3$$

$$0,4 \cdot 10 \pi$$

5

$$0,36 + 0,84 \sqrt{100} \frac{10}{8}$$

$$\frac{5}{4} \cdot 1,2$$

$$\alpha \uparrow \sin \alpha$$

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

+



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

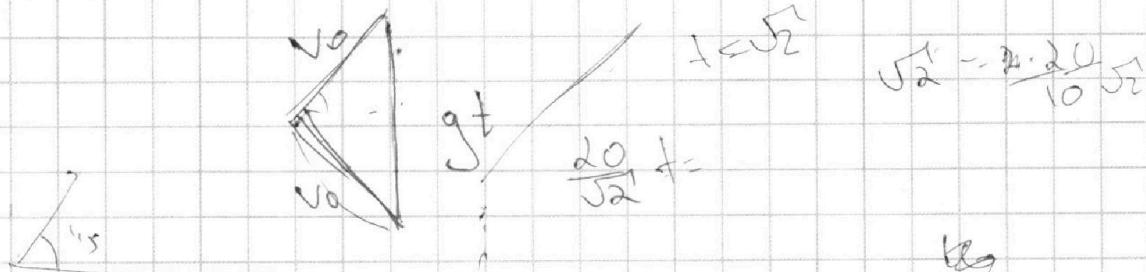
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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



$$t =$$

$$14,4$$

$$T = ? \frac{V_0 \sin \theta}{g}$$

$$V_0 \cos \theta t = 20$$

$$8 h = 20$$

$$\frac{gt^2}{2} = V_0 t$$

$$\frac{gt}{2} = V_0$$

$$t = \frac{2 V_0}{g}$$

$$225 \frac{11}{17}$$

$$289$$

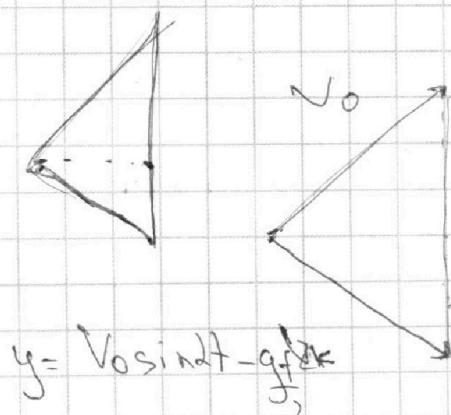
$$k = \frac{1}{4 \pi E}$$

$$2$$

$$72$$

$$200+$$

$$272$$



$$y = V_0 \sin \theta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x = V_0 \cos \theta t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \theta}$$

$$P_1^{\frac{2}{3}} V_1^2 = 8 P_2 V_2^2$$

$$P_1 V_1 = \rho R T_1$$
$$2 P_2 V_2 = \rho R T_1$$