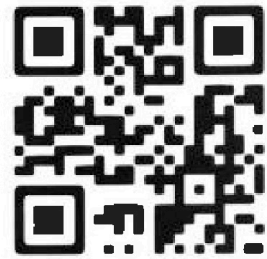




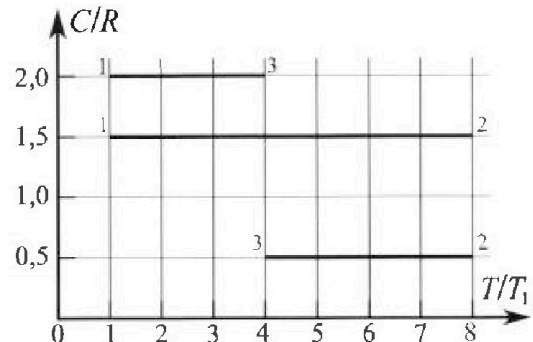
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-02

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



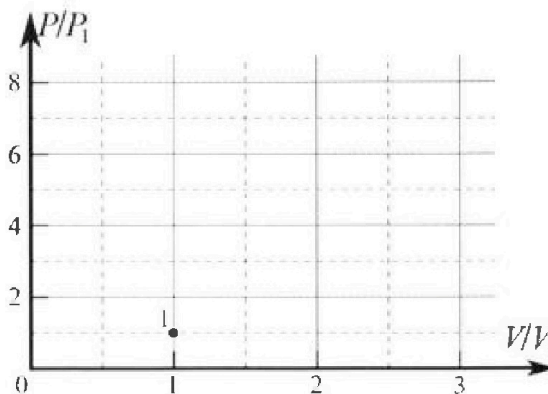
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

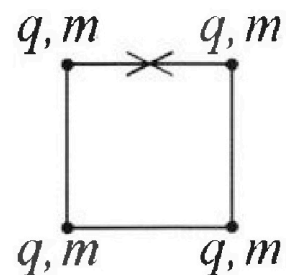
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

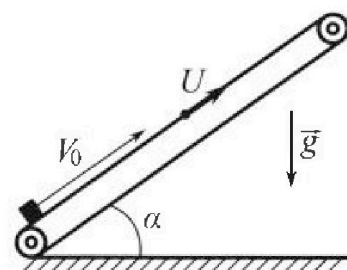
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

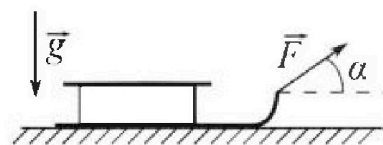
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.

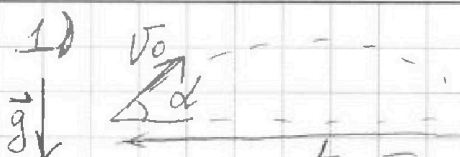


1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

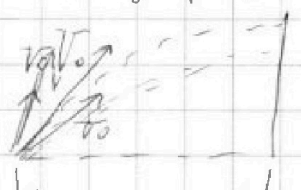
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1)  Так как на мяч действует сила тяжести и сила сопротивления, которая пренебрежительно мала, то мяч будет двигаться только под действием силы тяжести $\rightarrow$

$$\rightarrow L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \rightarrow v_0^2 = gL \quad v_0 \approx 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$v_0 \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Далее рассматриваются броски мяча к стенке под разными углами и $H_{\max} = 3,6 \text{ м}$, найти S !

 Пусть угол, при броске с которым нужно кинуть мяч, чтобы он ударился на максимальной высоте $- \beta$

Так как ускорение мяча направлено вниз, то в проекции на горизонталь он будет двигаться равномерно. Пусть время полета до удара T , тогда

$$\begin{cases} S = v_0 \cos \beta \cdot t \\ h = v_0 \sin \beta t - g \frac{t^2}{2} \end{cases} \quad t = \frac{S}{v_0 \cos \beta}$$

$$h = S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} = \frac{2 S v_0^2 \sin \beta \cos \beta - g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S \left(\frac{v_0^2 \sin 2\beta - g S}{2 v_0^2 \cos^2 \beta} \right) \quad \left[\cos^2 \beta = \frac{1 + \cos 2\beta}{2} \right]$$

$$h = \frac{S}{v_0^2} \left(\frac{v_0^2 \sin 2\beta - g S}{1 + \cos 2\beta} \right), \text{ заметим, что при броске если менять угол}$$

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!

$$h = \frac{S}{V_0^2} \left(\frac{V_0^2 \sin^2 2\beta - gS^2}{1 + \cos 2\beta} \right)$$

$$\beta \in (0; \frac{\pi}{4}): \begin{cases} V_0^2 \sin^2 2\beta \uparrow \\ \cos 2\beta \downarrow \end{cases}$$

$$\beta \in [\frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{2}): \begin{cases} V_0^2 \sin^2 2\beta \downarrow \\ \cos 2\beta \uparrow \end{cases}$$

$$\text{Итого } h \uparrow \text{ при } \beta = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$



$$H_{\max} = \frac{S}{V_0^2} (V_0^2 - gS)$$

$$H_{\max} = S - \frac{gS^2}{V_0^2}$$

$$\frac{V_0^2}{g} H_{\max} = \frac{V_0^2 S}{g} - S^2 \quad \left| \quad S^2 - \frac{V_0^2 S}{g} + \frac{V_0^2}{g} H_{\max} = 0 \right.$$

$$S = \frac{V_0^2}{g} \pm \frac{\sqrt{\frac{V_0^4}{g^2} - 4 \frac{V_0^2}{g} H_{\max}}}{2}$$

Заметим, что

$$S = \frac{V_0^2}{g} - \frac{\sqrt{D}}{2} \text{ Нам не подходит, так как } D \text{ обычно это не оптимально}$$

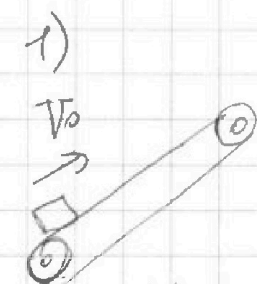
$$S = \frac{V_0^2}{g} + \frac{V_0^2}{g} \frac{\sqrt{1 - \frac{4gH_{\max}}{V_0^2}}}{2} = \frac{L}{2} (1 + \sqrt{1 - \frac{4H_{\max}}{L}})$$

$$S = 10 \left(1 + \sqrt{\frac{4}{5}} \right) \text{ м} = (10 + 2\sqrt{4}) \text{ м}$$

$$S \approx 15,3 \text{ м}$$

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!



Лента неподвижна

рассмотрим какие силы действуют
на тело

Тело не движется в проекции на ось y

$$OY: N = mg \cos \alpha \quad (2 \text{ закон Ньютона})$$

$$OX: ma = F_{тр} + mg \sin \alpha; \quad F_{тр} = \mu N$$

Когда тело будет двигаться вверх

его ускорение будет $a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g$

$$\text{Вниз} \quad a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{1}{5}g$$

Найти путь за $T = 1 \text{ c}$ Вверх тело будет двигаться

$$\text{ся время} \quad t_1 = \frac{V_0}{g_1} = \frac{V_0}{g} = 0,6 \text{ c} < T$$

→ Весь путь за время T можно разбить на
путь вверх и путь вниз $S_0 = S_1 + S_2$

$$S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad S_2 = \frac{a_2 (T - t_1)^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{g t_1^2}{2} = 1,8 \text{ м} \quad S_2 = \frac{g (T - t_1)^2}{10} = 0,16 \text{ м}$$

$$S_0 = 1,96 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

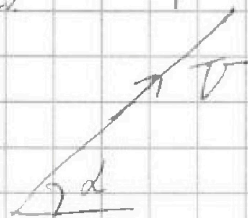
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

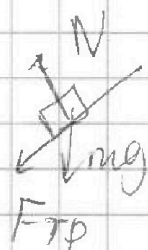
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

2) Теперь лента движется со скоростью $V = \frac{1\text{ м}}{\text{с}}$



Вначале, до момента T_1 будет
проскальзывание между кини
и силы будут такими

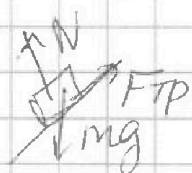


$$a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = g$$

$$T_1 = \frac{V}{a_1} = \frac{V_0 - V}{g} = 0,5 \text{ с}$$

3) Когда тело достигнет скорости V , то
относитель ленты груз будет двигаться вниз

↓ сила трения направлена вверх



$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{g}{6}$$

Аналогично весь путь разбиваем на
путь до момента T_1 , S_1 и дальнейший, до
момента когда скорость превратится в ноль

$$L = S_1 + S_2; \quad S_1 = \frac{V_0^2 - V^2}{2a_1} = \frac{7}{4} \text{ м}$$

S_2 (тело движется равно замедленно от

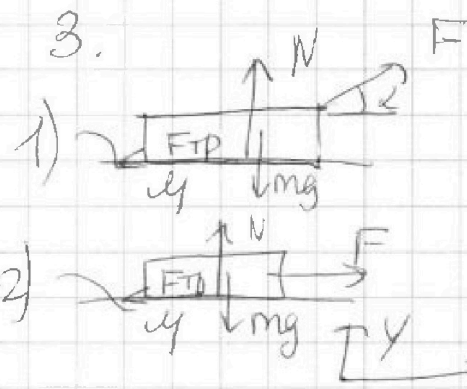
скорости V до 0)

$$S_2 = \frac{V^2}{2a_2} = \frac{5}{2} \frac{V^2}{g} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

$$L = 2 \text{ м}$$

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!



Рассмотрим силы: сила тяжести
сила F , сила реакции опоры
 N , сила трения $F_{тр} = \mu N$

Пусть путь равен L и
конечная скорость V

1) $OY: N = mg - F \sin \alpha$

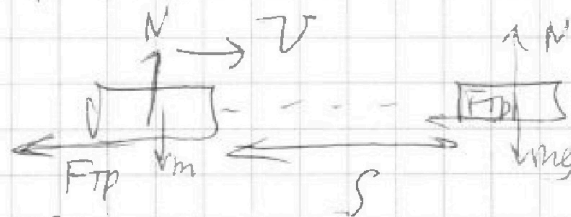
$Ox: ma_1 = F \cos \alpha - \mu N = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$

2) ~~$OY: N = mg - F \sin \alpha$~~ $s = \frac{V^2}{2a_1} \left[a_1 = \frac{V^2}{2L} \right]$

2) $OY: N = mg$; $Ox: F - \mu mg = ma_2$
 $a_2 = \frac{V^2}{2L} \rightarrow a_1 = a_2$

$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$
 $\mu \sin \alpha + \cos \alpha = 1 \quad \left[\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right]$

Найдите перемещение самок после разгона
 s ? после того как тело разогнали до
скорости V или энергии K . Внешние силы
не прикладываются



$A_{F_{тр}} = K$ (Энергия тела
переходит в тепло из-за силы трения)



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!

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$S = \frac{K}{\mu mg}$$

$$S = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

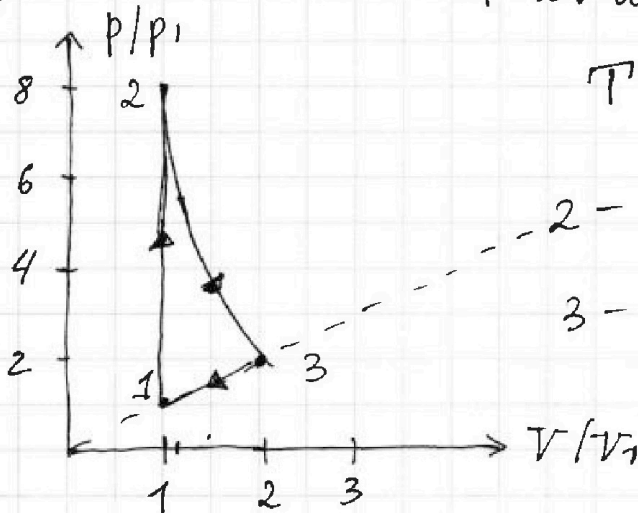
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

4. 2) $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}}; \quad Q_{12} > 0 \quad Q_{23} < 0 \quad Q_{31} < 0$

$$\eta = \frac{0 + 4 \gamma R T_1 + (-\frac{3}{2} \gamma R T_1)}{\frac{21}{2} \gamma R T_1} = \boxed{\frac{5}{21}} \approx \boxed{23,8\%}$$

3) 1-2: изохора (вертикаль)



$T \uparrow$ в 8 раз $\rightarrow$
 $p \uparrow$ в 8 раз

2-3: $pV^2 = \text{const}$

3-1: $p = \text{const}$ - прямая
которая проходит
через центр
и точку 1

~~подбор~~ подбираем, что точки 2 и 3
принадлежат $pV^2 = \text{const}$ $pV^2 = 8 \text{ ед}^*$

(1,5; 3,5) (1,2; 5,5) Схематично построим

гиперболу. $p \sim \frac{1}{V^2}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

4: 1-2-3-1 цикл

$$T_1 = 200 \text{ K}$$

1) A_{31} внешняя работа

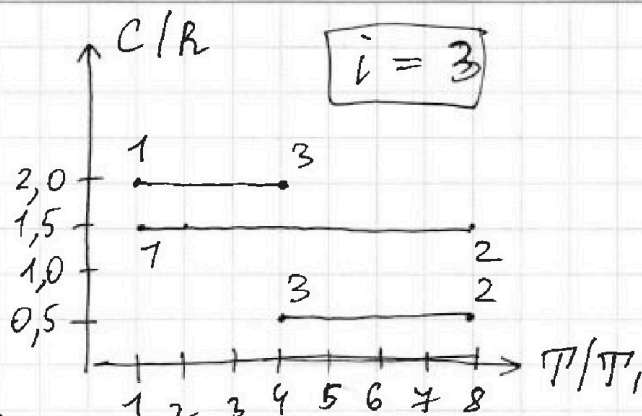
3-1

$$T_3 = 4T_1$$

$$T_2 = 8T_1$$

$$Q = A + \Delta U$$

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



$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$, где A_{31} - это работа газа,

но в условии сказано, что надо найти A работу над

газом $A = -A_{31}$

$$Q_{31} = \nu C_{31} \Delta T_{31} = -\nu C_{31} (4T_1 - T_1) = \nu C_{31} \cdot 3T_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R \Delta T_{31} = -\frac{3}{2} \nu R 3T_1 = -\frac{9}{2} \nu R T_1$$

$$Q_{31} - \Delta U_{31} = -6 \nu R T_1 - (-\frac{9}{2} \nu R T_1) = -\frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$A_{31} = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \quad \boxed{A = \frac{3}{2} \nu R T_1}$$

Ответ: $\boxed{A = \frac{3}{2} \nu R T_1}$

2) η ? $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12} + Q_{23}}$ (которая совершается газом)

$Q_{12} + Q_{23}$ - сумма положительных теплот (которые мы подвели)

Для отдельно рассмотрим каждый процесс

①

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!



Заметим, что все процессы в цикле политропные

$$pV^n = \text{const} \quad n = \frac{C - C_p}{C - C_v}; \quad C_p = \frac{i+2}{2} R = 2,5R$$

$$C_v = \frac{i}{2} R = 1,5R$$

1-2: $pV^\infty = \text{const} \rightarrow V = \text{const} \quad n = \frac{1,5 - 2,5}{1,5 - 1,5}$

Процесс 1-2: изохорный $C = \frac{i}{2} R$

$T \uparrow$ (температура растёт) $\rightarrow A_{12} = 0$ ($V = \text{const}$)

$$\Delta U_{12} = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) =$$

$$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{21}{2} \nu R T_1 = \frac{21}{2} \nu R T_1$$

2-3: $n = \frac{C = 0,5R}{0,5 - 2,5} = 2 \quad pV^2 = \text{const}$

$T \downarrow \rightarrow V \uparrow \rightarrow A > 0 \quad \downarrow V = \frac{\text{const}}{T}$

$$Q_{23} = \nu C \Delta T = C \nu (T_3 - T_2) = -\frac{1}{2} R \nu \cdot 4T_1 =$$

$$= -2 \nu R T_1 \quad A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = -2 \nu R T_1 - \frac{i}{2} \nu R (T_3 - T_2) =$$

$$= -2 \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_1 = 4 \nu R T_1$$

3-1: $Q_{31} = C \nu \Delta T \Leftrightarrow C = 2R \quad n = \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = -1$

$$\Leftrightarrow 2R \nu (T_1 - T_3) = -6 \nu R T_1$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} \nu R (T_1 - T_3) = -\frac{9}{2} \nu R T_1$$

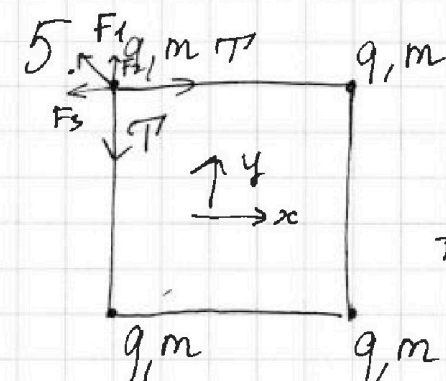
$$A_{31} = -\frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$pV^{-1} = \text{const}$$

$$\frac{p}{V} = \text{const}$$

②

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐



1) $|q|$ заряда? $F_{\text{кул}} = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$

В силу симметрии можно рассмотреть треть силы действующее на любой из четырёх зарядов.

В силу симметрии сил натяжения

всех нитей равны.

2 закон Ньютона для верхнего левого заряда.

$$T\sqrt{2} = K \frac{q^2}{2a^2} + \frac{Kq^2}{a^2}\sqrt{2}$$

$$T = \frac{Kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right) \quad q^2 = \frac{a^2 T}{K \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)}$$

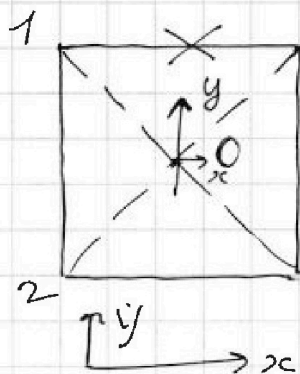
$$|q| = a \sqrt{\frac{T}{K \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)}}$$

2) К-кин энергия любого шарика, в момент когда они будут находиться на одной прямой.

На систему из четырёх зарядов не действует внешняя сила $\rightarrow$ центр масс будет двигаться без ускорения $\rightarrow$ центр масс будет покоиться (покоился изначально)

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!



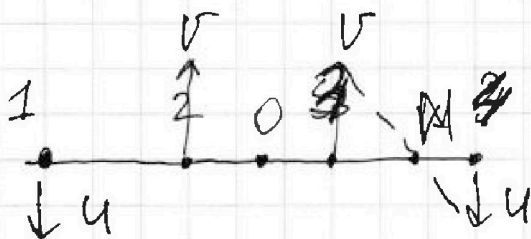
Центр масс ~~каждого~~ находится
в точке пересечения диагоналей

Из-за симметрии точки 2 и 4

будут всегда симметричны ^{отн.} оси y

→ точки 2 и 4 будут двигаться

вдоль оси y . и наступит момент когда они
все будут располагаться вдоль оси x



скорости тел 2 и 3

равны в силу симметрии

и пусть их скорость V

~~тогда~~ также скорости 1 и 4 равны в
силу симметрии и пусть равны U . Заметим,

что эти скорости вертикальные и равны V

$$2m\vec{V} + 2m\vec{U} = 0 \quad (\text{ЗСИ так как внеш- ных сил нет})$$

$$\vec{U} = -\vec{V}; \quad \text{Заметим, что точки 3 и 4}$$

вращаются отн. точки M , которая лежит

посередине отрезка 3-4

(2)



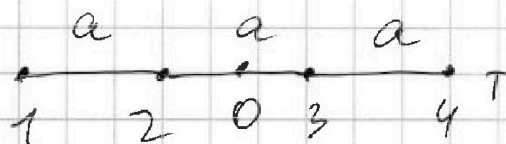
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

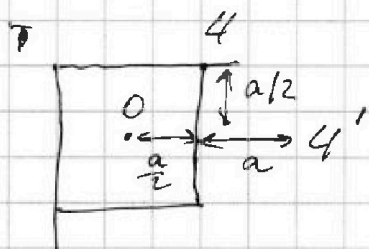
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



точка 4 будет находиться
на расстоянии $\frac{3}{2}a$ от
точки 0



По Т'г Пифагора

$$d^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2 = \frac{5}{4}a^2$$

$$d = \frac{\sqrt{5}}{2}a$$

4

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

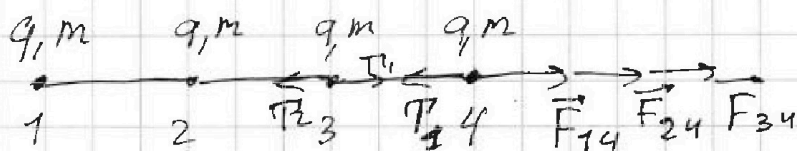
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Рассмотрим силы действующие на заряды
в этот момент



$$F_{14} = \frac{kq^2}{9a^2}, F_{24} = \frac{kq^2}{4a^2}$$

$$F_{34} = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$\vec{T}_1 - \vec{F}_{14} - \vec{F}_{24} - \vec{F}_{34} = m\vec{a}$$

$$a_{y.c} = \frac{V^2}{a/2} \quad (\bullet \text{ точка 4 движется от точки 1 в данный момент})$$

рассмотрим систему зарядов (1 и 2);

T_2 - уравновешивает кулоновские взаимодействия между системами (3 и 4), тогда

$$T_2 = \frac{kq^2}{4a^2} + \frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{9a^2} + \frac{kq^2}{4a^2} = \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{9} + 1 \right)$$

T_2 у точки 3 нет ускорения в проекции

на ось $x \rightarrow T_1 + T$

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!

МФТИ

1 моль одноатомного газа.

$$C_p =$$

$$\frac{Q}{\Delta T} = \frac{L}{2} R + \frac{A}{V \Delta T}$$

$$pV^\gamma = \text{const}$$

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} = \frac{C - 2,5R}{C - 1,5R}$$

$$\begin{array}{r} 50 \overline{) 21} \\ 42 \overline{) 02380} \\ \underline{801} \\ 63 \\ \underline{170} \\ 468 \\ \underline{20} \end{array}$$

$$pV^\infty = \text{const}$$

$$pV^{-1} = \text{const}$$

$$\frac{p}{V} = \text{const}$$

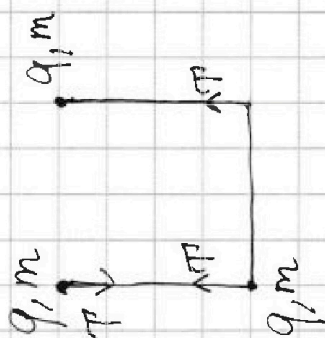
$$\frac{-2R}{-1R} = 2$$

$$pV^2 = 8$$

$$V^2 = 2,25$$

$$\frac{38}{9}$$

$$V = 1,2 = \frac{6}{5}$$



$$\begin{array}{r} 32 \overline{) 9} \\ 27 \overline{) 35} \\ \underline{50} \\ 45 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 \overline{) 36} \\ 180 \overline{) 6,5} \\ \underline{200} \end{array}$$

$$\frac{8 \cdot 25}{36} = \frac{200}{36}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

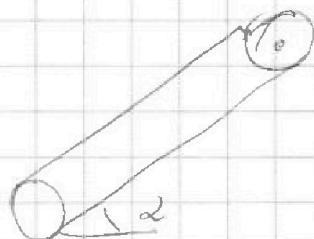
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2.

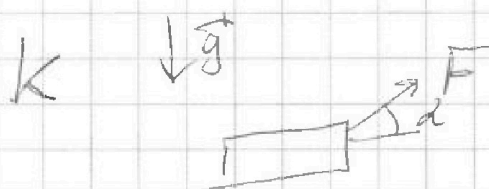


$$1) \quad \sin \alpha = 0,6 \quad \operatorname{tg} \alpha = 0,75 \\ \cos \alpha = 0,8$$

$$\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

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

$$g (0,4 + 0,6) = g$$



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

$$\frac{F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)}{m} = \frac{k}{ms}$$

$$\frac{F - \mu mg}{m} = \frac{k}{ms}$$

$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{k}{ms}$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

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

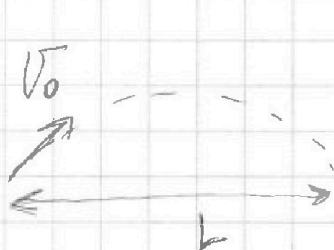
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

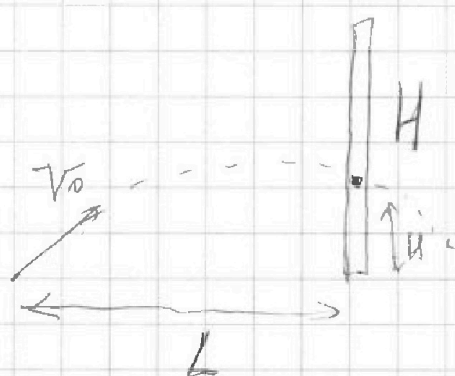
МФТИ

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



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

$$V_0^2 = \frac{gL}{\sin 2\alpha} \quad V_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}}$$



$$V_0 \cos \beta t = L$$

$$V_0 \cos \beta t = L$$

$$H = V_0 \sin \beta t$$

$$y = x \tan \beta - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$y = L \left(\frac{\tan \beta}{\cos \beta} - \frac{gL}{2V_0^2 \cos^2 \beta} \right)$$

$$y = \frac{L}{2V_0^2} \left(\frac{2V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta} - gL \right) = \frac{L}{2V_0^2} \left(\frac{V_0^2 \sin 2\beta}{\cos^2 \beta} - gL \right)$$

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

$$\cos^2 120$$

$$\cos^2 60 = \frac{1 + \cos 120}{2}$$

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

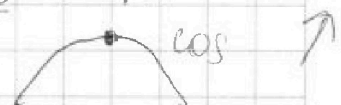
$$\sin^2 2\beta = 1 -$$

$$0 \quad 45 \quad \pi$$

$$\sin^2 60 = \frac{1 - \cos \alpha}{2}$$

$$0 \quad 45 \quad 90 \quad \downarrow$$

$$y = \frac{L}{V_0^2} \left(\frac{V_0^2 \sin 2\beta}{1 + \cos 2\beta} - gL \right)$$





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!

$$Y_{\max} = \frac{L}{V_0^2} (V_0^2 - gL)$$

$$H = \frac{L}{V_0^2} (V_0^2 - gL)$$

$$V_0^2 H = \cancel{L} - \frac{gL^2}{V_0^2}$$

$$V_0^2 H = L V_0^2 - gL^2$$

$$gL^2 - V_0^2 L + V_0^2 H = 0$$

$$L = \frac{V_0^4 - 4 \cdot V_0^2 g H}{V_0^2} = V_0 \sqrt{V_0^2 - gH}$$

$$L = V_0^2 +$$

$$20 - 14,4 = 5,6$$

$$\frac{5,6}{20} =$$

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

$$\begin{array}{r} \times 36 \\ 4 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\frac{56}{200} = \frac{28}{100}$$

$$\frac{7}{25}$$

$$\sqrt{7}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ 5 \end{array}$$

$$10 \left(1 + \frac{\sqrt{7}}{5} \right)$$

$$2,6$$

$$5,1$$

$$2,65$$

$$\begin{array}{r} \times 53 \\ 53 \\ \hline 159 \\ 265 \\ \hline 2809 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 26 \\ 26 \\ \hline 156 \\ 52 \\ \hline 676 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 265 \\ 265 \\ \hline 1325 \end{array}$$



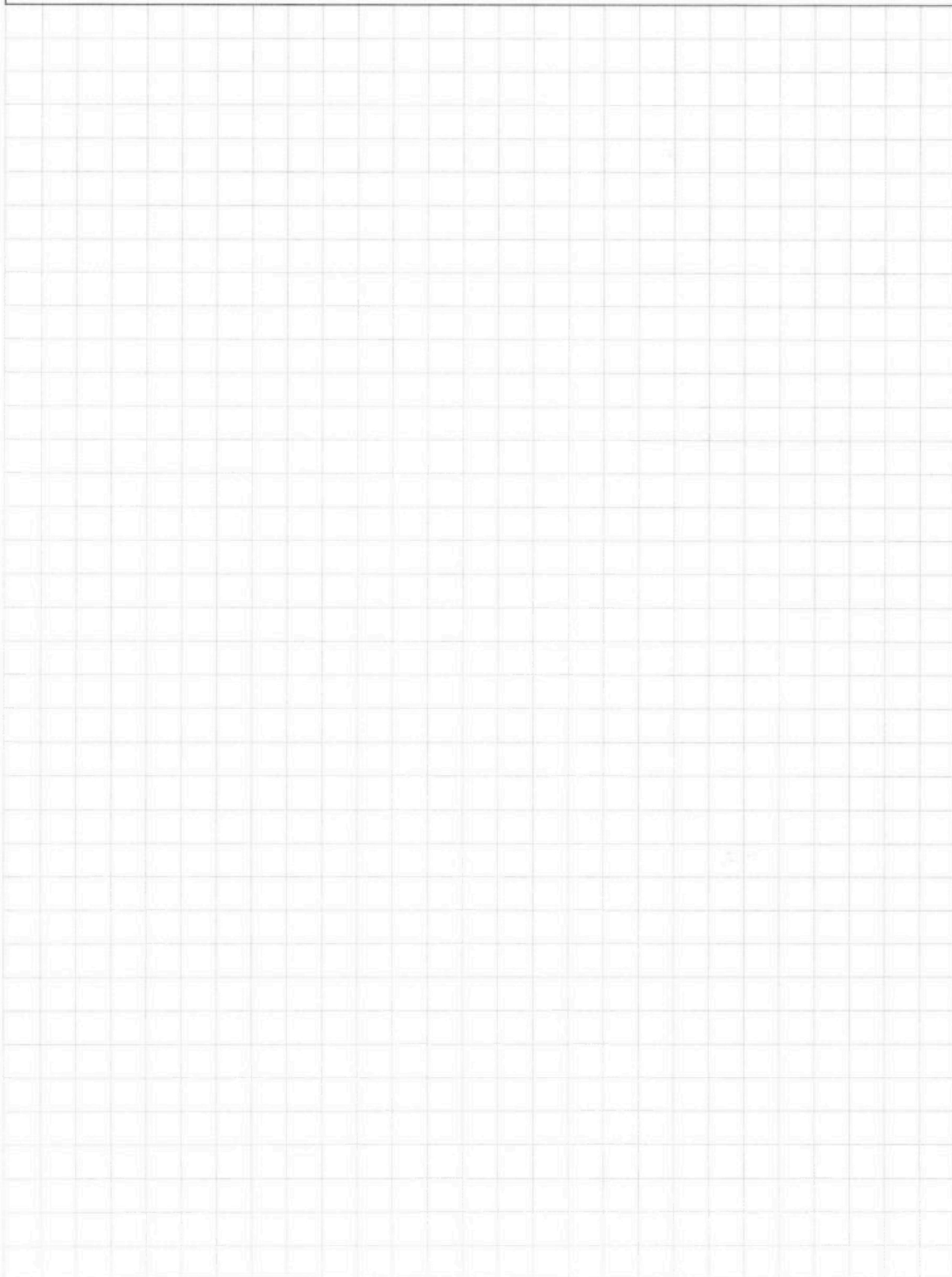
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

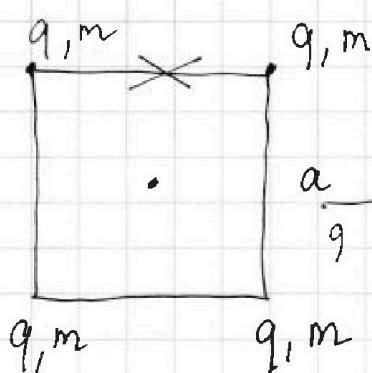
5
☐

6
☐

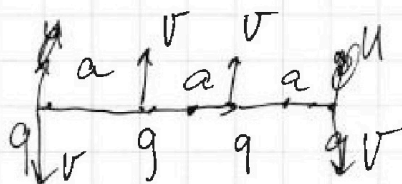
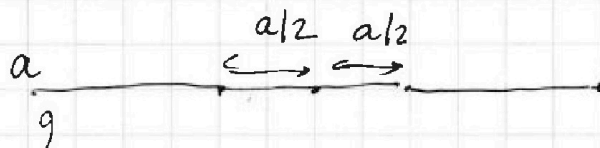
7
☐



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



В силу симметрии



$$\frac{q^2}{a/2}$$



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!