



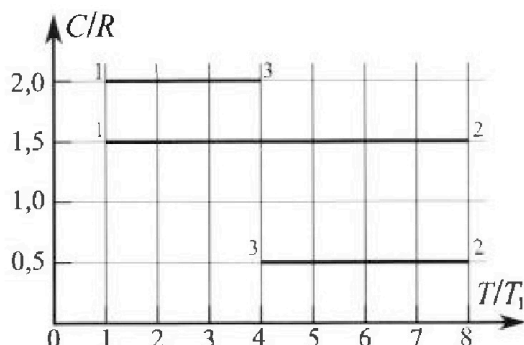
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



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

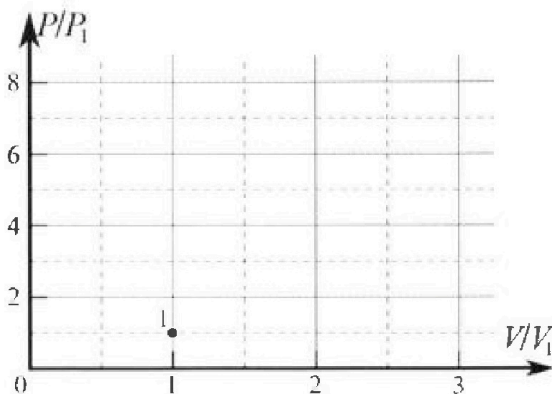
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

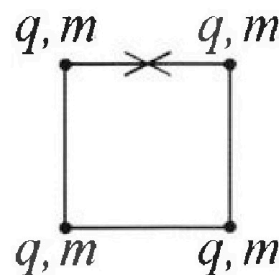
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.

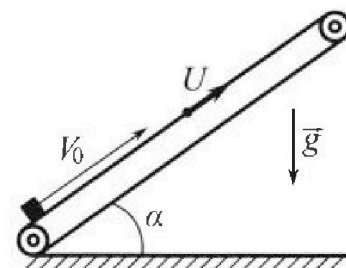
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

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.).

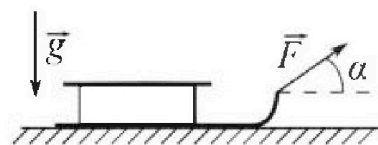
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

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.

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)  Так как на мяч действует сила тяжести и сила сопротивления, которая пренебрежительно мала, то мяч будет двигаться

только под действием силы тяжести \rightarrow

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

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

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

 Пусть угол, при броске с которым нужно швырнуть 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

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

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

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

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

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

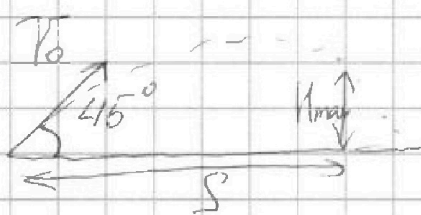
МФТИ

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

$$h = \frac{S}{V_0^2} \left(\frac{V_0^2 \sin 2\beta - gS^2}{1 + \cos 2\beta} \right) \quad \beta \in \left(0; \frac{\pi}{4}\right): \begin{cases} V_0^2 \sin 2\beta \uparrow \\ \cos 2\beta \downarrow \end{cases}$$

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

$h \uparrow$
 $h \downarrow$
 V_{\max} при $\beta = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$



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

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

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

$$S = \frac{V_0^2}{g} + \frac{\sqrt{V_0^4 - 4V_0^2 H_{\max}}}{2} \quad \text{Заметим, что}$$

$$S = \frac{V_0^2}{g} - \frac{\sqrt{D}}{2} \quad \text{нам не подходит, так как}$$

обычно это не оптимально

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

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

$$S \approx 15,3 \text{ м}$$

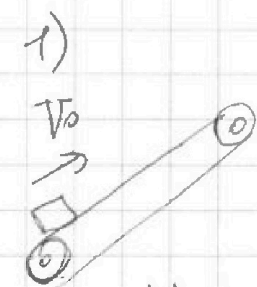
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Лента неподвижна

рассмотрим какие силы действуют
на тело

Тело не движется в проекции на ось y

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

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

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

ся время $t_1 = \frac{v_0}{g_1} = \frac{v_0}{g} = 0,6 \text{ c} < T$

→ 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:

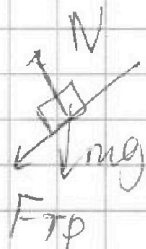
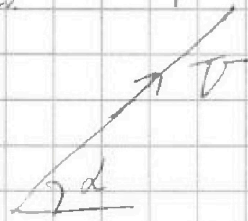


1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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



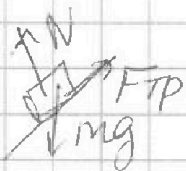
Вначале, до момента T_1 будет проскальзывание между шинами и силы будут такими

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

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

3) Когда тело достигнет скорости V , то относительно 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 равнозамедленно от скорости V до 0)

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

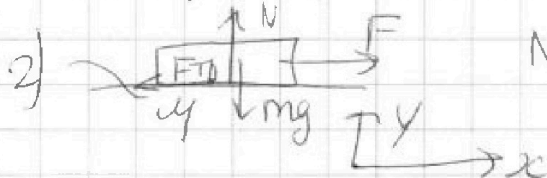
$$L = 2 \text{ м}$$

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 $F_{тр} = \mu N$

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) ~~$OY: N = mg - F \sin \alpha$~~ $s = \frac{V^2}{2a_1} \quad \boxed{a_1 = \frac{V^2}{2L}}$

2) $OY: N = mg$; $Ox: F - \mu mg = ma_2$

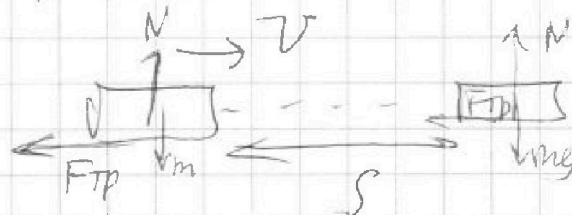
$\boxed{a_2 = \frac{V^2}{2L}} \rightarrow \boxed{a_1 = a_2}$

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

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

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

Найдите перемещение самок после разгона
 s ? после того как тело разогнали до
скорости v или энергии K внешние силы
не прикладываются



$\Delta A_{F_{тр}} = K$ (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
<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!

$$F_{тр} = \mu mg$$

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

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

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

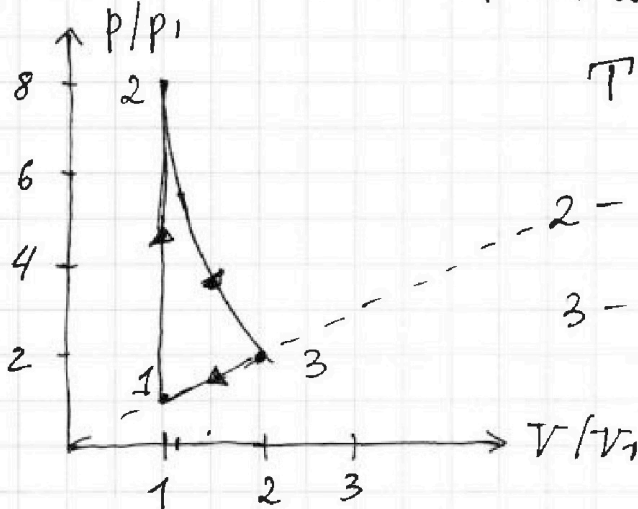
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

3)



1-2: изохора (вертикаль)

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

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

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

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

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

гиперболу. $p \sim \frac{1}{V^2}$

3

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



4: 1-2-3-1 цикл

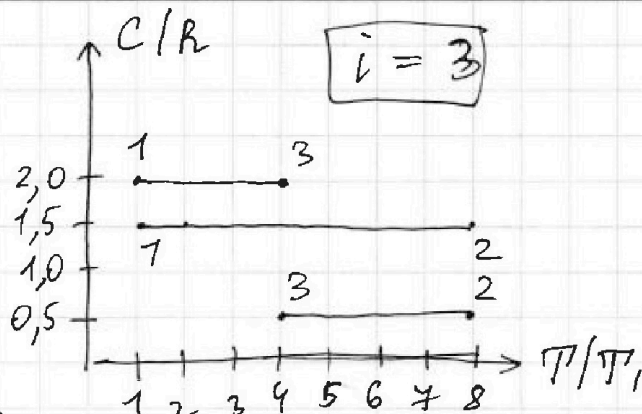
$$T_1 = 200 \text{ K}$$

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

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!



Заметим, что все процессы в цикле политропные

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{21}{2} \nu R T_1$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

②

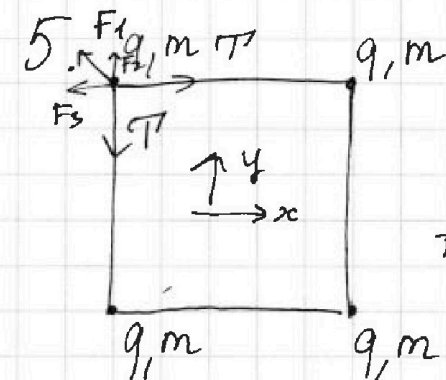
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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) $|q|$ заряда? $F_{кул} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

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)

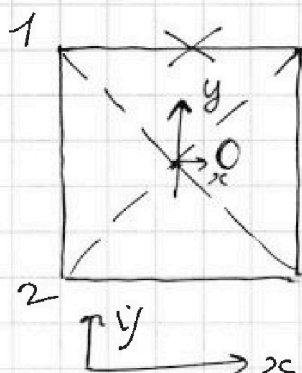
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



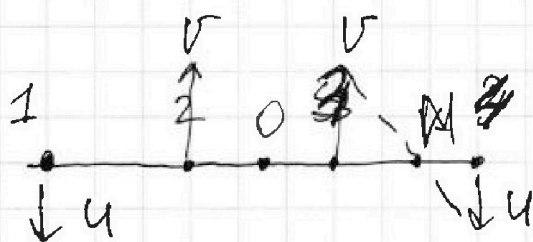
Центр масс ~~каждого~~ находится
в точке пересечения диагоналей

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)



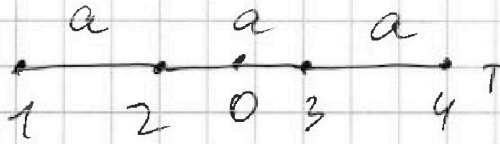
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

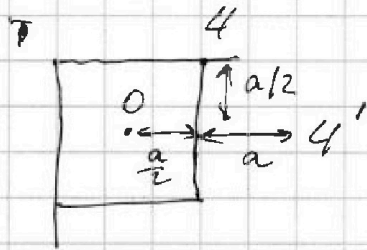
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



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.

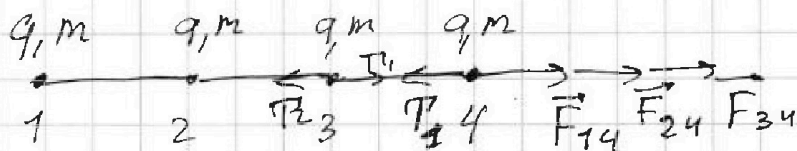
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

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

МФТИ

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

1 моль одноатомного газа.

$C_p =$

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

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

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

$$\begin{array}{r|l} 50 & 21 \\ 42 & 02380 \\ \hline & 801 \\ - & 63 \\ \hline & 170 \\ - & 168 \\ \hline & 20 \end{array}$$

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

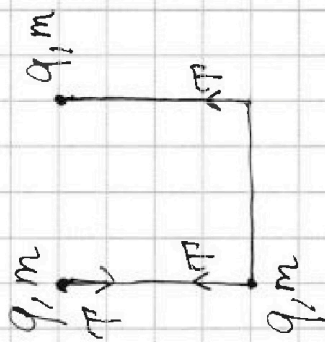
$$pV^{-1} = \text{const}$$

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

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

$$pV^2 = 8$$

$$V^2 = 2,25$$



$$pV^2 = \text{const}$$

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

$$\begin{array}{r|l} 32 & 9 \\ 27 & 35 \\ \hline & 50 \\ - & 45 \\ \hline & 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 200 & 36 \\ 180 & 6,5 \\ \hline & 200 \end{array}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

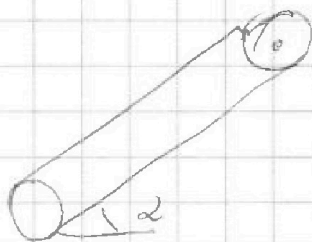
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



2.

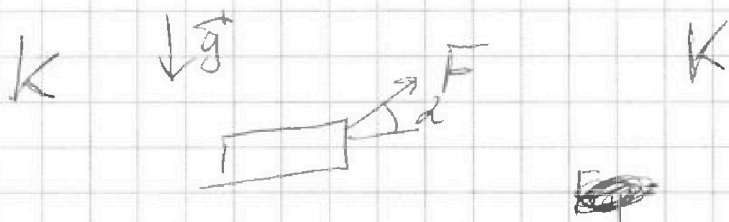


$$1) \quad \sin \alpha = 0,6 \quad \operatorname{tg} \alpha = 0,75 \\ \cos \alpha = 0,8$$

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

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

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



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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

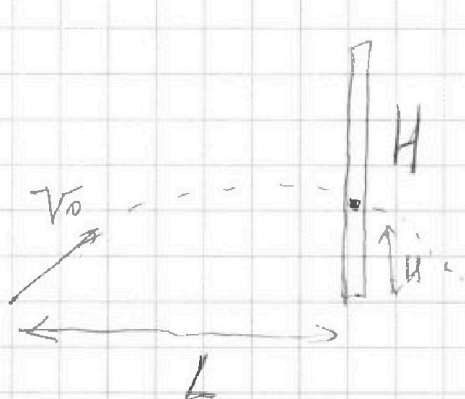
МФТИ

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



$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \frac{v_0^2}{g} = \frac{L}{\sin 2\alpha}$$

$$v_0^2 = \frac{gL}{\sin 2\alpha} \quad v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin 2\alpha}}$$



$$v_0 \sin \beta t = H$$

$$v_0 \cos \beta t = L$$

$$H = v_0 \sin \beta t$$

$$y = x \tan \beta - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$y = L \left(\frac{\tan \beta}{\cos \beta} - \frac{gL}{2v_0^2 \cos^2 \beta} \right)$$

$$y = \frac{L}{2v_0^2} \left(\frac{2v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \beta} - gL \right) = \frac{L}{2v_0^2} \left(\frac{v_0^2 \sin 2\beta - gL}{\cos^2 \beta} \right)$$

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

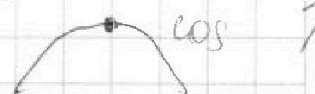
$$\cos^2 \frac{\alpha}{2} = 1 + \cos \alpha$$

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

0 45 π

$$\sin^2 60 = \frac{1 - \cos \alpha}{2} \quad \begin{matrix} \text{si } 45 & 90 & \downarrow \\ & \cos & \uparrow \end{matrix}$$

$$y = \frac{L}{v_0^2} \left(\frac{v_0^2 \sin 2\beta - gL}{1 + \cos 2\beta} \right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!

$$Y_{\max} = \frac{L}{v_0^2} (v_0^2 - gL) \quad H = \frac{L}{v_0^2} (v_0^2 - gL)$$

$$v_0^2 H = \cancel{L} - \frac{gL^2}{v_0^2} \quad v_0^2 H = L v_0^2 - gL^2$$

$$gL^2 - v_0^2 L + v_0^2 H = 0$$

$$L = v_0^4 - 4 \cdot v_0^2 g H = v_0 \sqrt{v_0^2 - gH}$$

$$L = v_0^2 +$$

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

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

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

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

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

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

$$\sqrt{7}$$

$$5$$

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

$$2,6$$

$$5,1$$

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

$$2,65$$

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

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

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



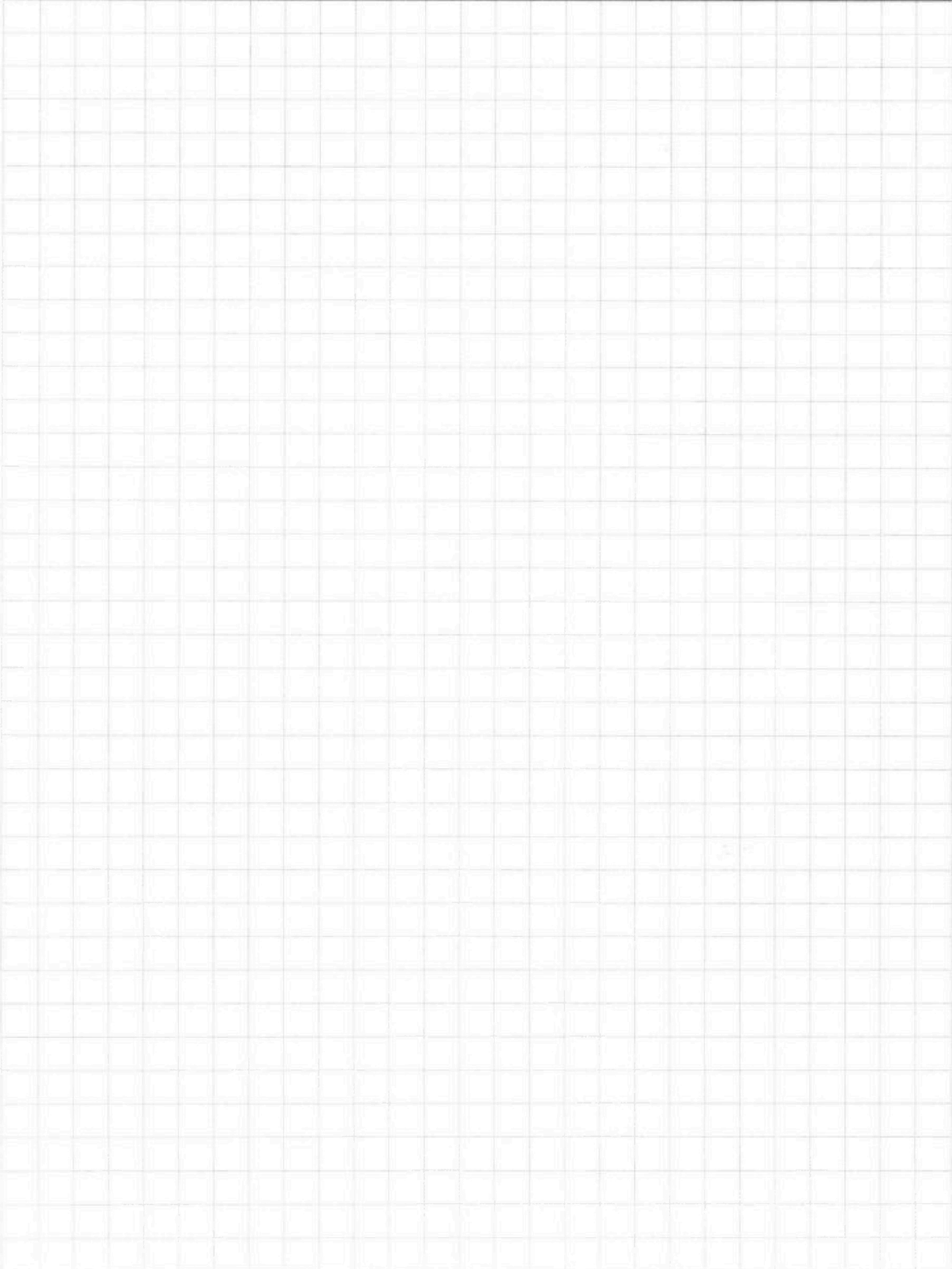
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



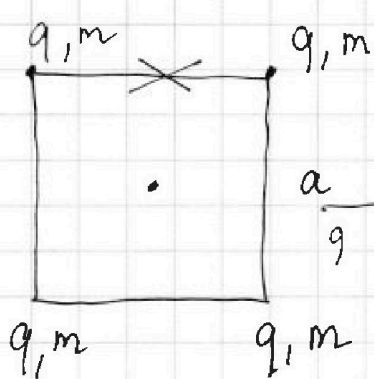
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

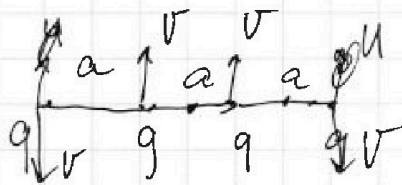
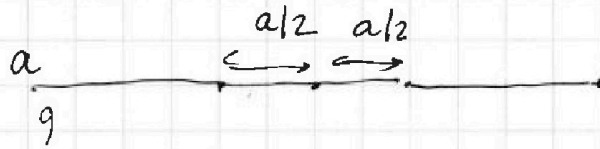
- 1 2 3 4 5 6 7



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



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
<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!