



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

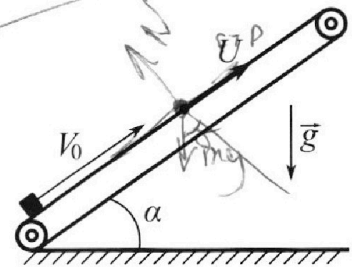
2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке.

Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

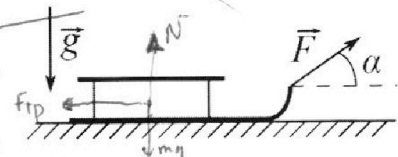
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости V_0 за одинаковое время.

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 скорости V_0 действие внешней силы прекращается.



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

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

1 балл. $N = mg - F \cdot \sin \alpha \Rightarrow$
 $ma = F \cdot \cos \alpha - N \cdot \mu$



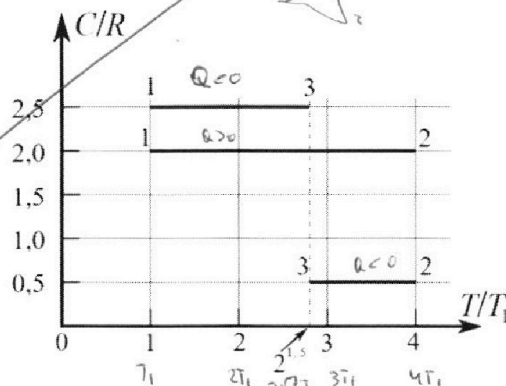
$p = b - v$

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

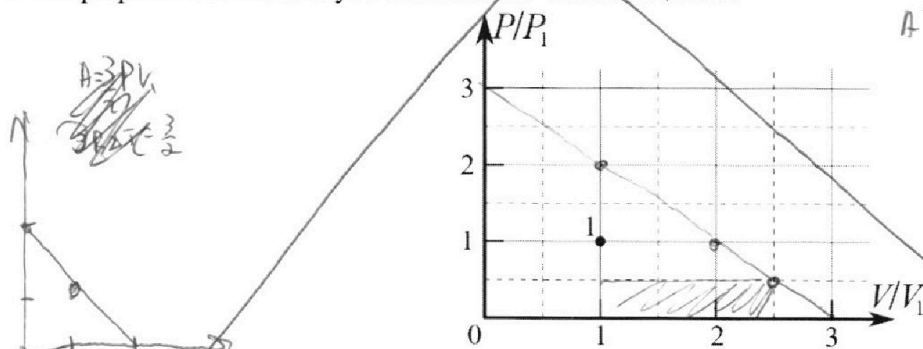
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_2 газа в процессе 1-2.

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.



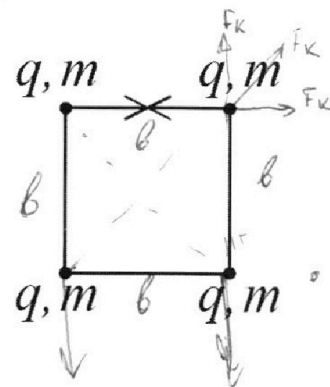
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

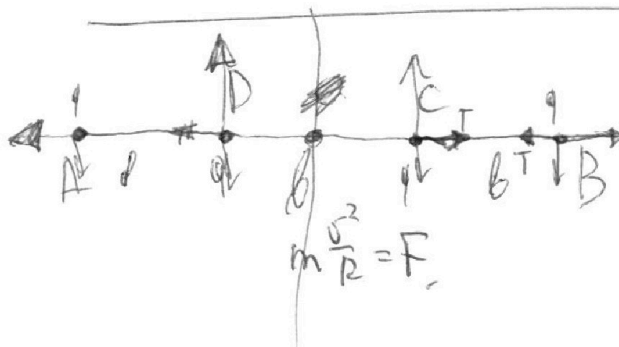
2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

$$P_1 d\sigma + dp$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

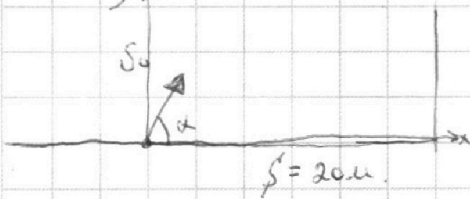
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

Задача №1. Пункт 1. Мячик летит вертикально вверх в поле тяготы Земли \Rightarrow справедливо записать закон равномерного изменения скорости: $V(t) = V_0 - gt \Rightarrow$ в макс. выс. $V=0 \Rightarrow V_0 = 2 \cdot g \Rightarrow V_0 = 20$ [м/с]

Пункт 2. Нарисуем схему: пусть максимальной высоте соответствует угол α .



Запишем закон равномерного движения вдоль осей показ. на рисунке: время до удара T_1

Ох: $V_0 \cdot \cos \alpha \cdot T_1 = s' \Rightarrow \cos \alpha \cdot T_1 = 1, [м] \Rightarrow$

$\cos \alpha = \frac{1}{T_1}$
 $T_1 \neq 0$
 по сч. зс.

Оу: $y(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T_1 - \frac{gT_1^2}{2} \rightarrow$ экстремальное значение.

~~$y(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T_1 - \frac{gT_1^2}{2}$~~
 ~~$V_0 \cdot \sin \alpha$~~

$T_1 = \frac{1}{\cos \alpha}$

$y(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} = V_0 \operatorname{tg} \alpha - \frac{g}{2 \cos^2 \alpha}$ ①

Возьмем производную функции $y(t)$ по α :

$y'(\alpha) = \frac{V_0}{\cos^2 \alpha} - \frac{g \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} (V_0 - g \operatorname{tg} \alpha)$

\Rightarrow из произв. выведем, что в т.к. по условию задачи

есть ограничение на $\alpha: 0^\circ < \alpha < 90^\circ$, то $\cos^2 \alpha > 0$ при любых α из интервала, а функция $V_0 - g \operatorname{tg} \alpha$ — неслучайно \Rightarrow ~~50~~, а при

~~$\operatorname{tg} \alpha$~~ убывает, а для $\operatorname{tg} \alpha < 2$ функция мон. возр.

$\Rightarrow 20 - 10 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = 2$ — абс. экстр. функции \Rightarrow наиб.

значение: из $\operatorname{tg} \alpha = 2 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$; $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow$ по формул.

в ① $20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 5}{2 \cdot \frac{1}{5}} = 40 - 25 = 15$ [м] а) 20 [м/с]

Ответ: б) 15 [м]

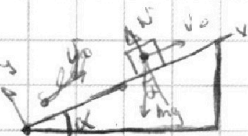
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



з.н. оу: $N = mg \cos \alpha \Rightarrow \sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$

ох: $ma = +y mg \cos \alpha + mgs \sin \alpha \Rightarrow$

$a = \frac{1}{3}g + \frac{6}{10}g = 2$ Равн. $l = 4 + T =$

$a = \frac{1}{3} \cdot 10 + \frac{6}{10} \cdot 10 = 10 \frac{m}{c^2} \Rightarrow T = 4 + T = 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$

$5T^2 - 4T + 1 = 0 \Rightarrow T = \frac{4 \pm \sqrt{16}}{10}$ найдем время по закону

тела $= \frac{4}{10} = 0,4 c \Rightarrow$ путь за это время $= 4 \cdot 0,4 = \frac{16}{5} =$

$= 0,8 m$. \Rightarrow тело пройдет путь $1 m$ как $0,8$ вдоль склона $4,2$
выз. найдем время прохождения этого $0,2$ уз. сост. по кося.

з.н. ох: $ma_1 = mg \cdot \sin \alpha - y \cdot mg \cos \alpha = 8 - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{6}{10} = 6 \frac{m}{c^2}$

$\Rightarrow T_2$ - пусть время прохот. $0,2 m$: $0,2 = 3 \frac{6 \cdot T_2^2}{4} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{6}{10}}$

\Rightarrow общее время $0,4 + T_2 \approx 1 c$. - ответ

2) этот момент соотв. тому что груз покажется от поштервено лампы.

\Rightarrow это время T_1 - до свт. $\Rightarrow L = 0,4 \cdot 2 + 0,8 m = 1,6 m$. - отв.

3) это момент соотв. тому что скорость груза стала
равной $+2 m/c$ вниз по склону против скорости эжектора

$v_{огн} = 0$. найдем это время: $+2 = 6 \cdot T_3 \Rightarrow T_3 = \frac{1}{3} c \Rightarrow$

$L_{эж} = \frac{1}{3} \cdot 2 = \frac{2}{3} m$ - по скл. вниз. эжн. вверх

$L_{гр} = \frac{6 \cdot \frac{1}{3}}{2} = \frac{1}{3} m$ - по скл. груз опустится \Rightarrow

Груз поднят по скл. от точки во 2 пункте на $\frac{1}{3} m$: \Rightarrow

$(1,6 + \frac{1}{3}) \cdot \frac{8}{10} = (\frac{16}{10} + \frac{10}{30}) \cdot \frac{8}{10} = (\frac{48}{30} + \frac{10}{30}) \cdot \frac{8}{10} = \frac{58}{30} \cdot \frac{8}{10} = \frac{464}{300} \approx 1,54 m$

- Ответ:

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

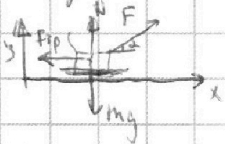
1 2 3 4 5 6 7



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



Задача 3. Запишем закон Ньютона для санок, пусть их масса m , коэффициент трения пусть μ . З.Н. в 1 опыте ~~составим~~:
введем оси Oy и Ox - вдоль пути санок, Oz - перп. Ox \Rightarrow



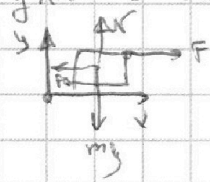
① Ответ:

$$Oy: N = mg - F \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

$$Ox: ma = F \cdot \cos \alpha - N \cdot \mu$$

; заметим, что в условии

задали скажите, что санки разогнались до одной скорости v_0 из сост. покоя \Rightarrow ускорения одинаковые \Rightarrow запишем З.Н. для 2 \Rightarrow эксперимента: оси такие.



$$Oy: N = mg \quad (2)$$

$$Ox: F - N\mu = ma$$

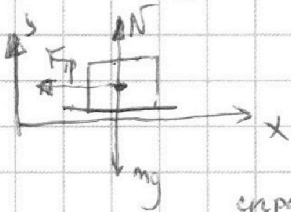
\Rightarrow решаем систему (1)(2)
подем N .

$$\begin{cases} ma = F \cdot \cos \alpha - (mg - F \cdot \sin \alpha) \mu \\ ma = F - \mu mg \end{cases} \Rightarrow$$

$$F - \mu mg = F \cdot \cos \alpha - \mu mg + F \cdot \sin \alpha \cdot \mu \Rightarrow 1 = \cos \alpha + \sin \alpha \cdot \mu \Rightarrow$$

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

Решим пункт 2. после того как действие силы прекратится санки начнут равнозамедленное движение из-за Фтр. Р-и.



$$N = mg \Rightarrow Ox: ma_1 = N \cdot \mu = mg \mu \Rightarrow$$

$$a_1 = g \mu; \text{ пусть } T \text{ время торможения} \Rightarrow$$

сравне графа запишем. $v_0 - T \cdot g \mu = 0 \Rightarrow$

$$v_0 = T g \mu \Rightarrow$$

$$T = \frac{v_0}{g \mu} = \frac{v_0}{\frac{g}{\sin \alpha} - g \cot \alpha}$$

Ответ:

$$1) \mu = \frac{1}{\sin \alpha} - \cot \alpha$$

$$2) \frac{v_0}{g \left(\frac{1}{\sin \alpha} - \cot \alpha \right)}$$

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

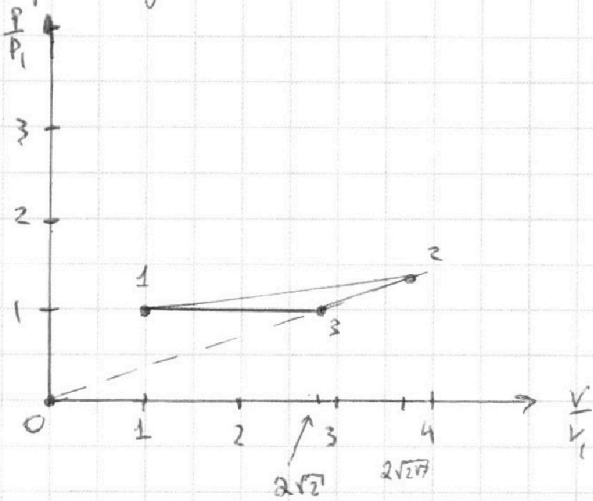
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

График для пункта 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
<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) $T_1 = 400 \text{ K}$. $R = 8,31$. Теплоемкость $2,5$ для одноатомного газа соотв.

ср - изобарн. процессу. $Q_{13} = 1 \cdot \frac{5}{2} R \cdot (2\sqrt{2} T_1 - T_1)$

изменение внутр. энергии: $U_3 = \frac{3}{2} 1R (2\sqrt{2} T_1 - T_1) \Rightarrow Q = A + dU \Rightarrow$

$A = Q_{13} - U_{13} = R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$ как работу A_{12} .

$$Q = 2R \cdot 3T_1 \Rightarrow A = 6RT_1 - \frac{3}{2} 1 \cdot R \cdot 3T_1 = \frac{12RT_1}{2} - \frac{9RT_1}{2} = \frac{3}{2} RT_1 \approx$$

$$\approx \frac{8}{2} \cdot \frac{25}{3} \cdot 400 = 5000 \text{ Дж} = A_{12}$$

$$2) D = \frac{A}{Q^+} = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} = 1 - \frac{Q^-}{Q^+}$$

из герметич. вакуум, что в ~~1-2~~ 1-2 - газ под эрп.

в 2-3 - омб. и в 3-1 - омб \Rightarrow

$$Q_{31} < 0 = -\frac{5}{2} R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$Q_{12} > 0 = 6RT_1$$

$$Q_{23} < 0 = \frac{1}{2} R (4T_1 - 2\sqrt{2} T_1) \Rightarrow$$

$$D = 1 - \frac{\frac{1}{2} R T_1 (4 - 2\sqrt{2}) + \frac{5}{2} R T_1 (2\sqrt{2} - 1)}{6RT_1} = 1 - \frac{4 - 2\sqrt{2} + 10\sqrt{2} - 5}{12}$$

$$= 1 - \frac{8\sqrt{2} - 1}{12}$$

←
Ombin

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

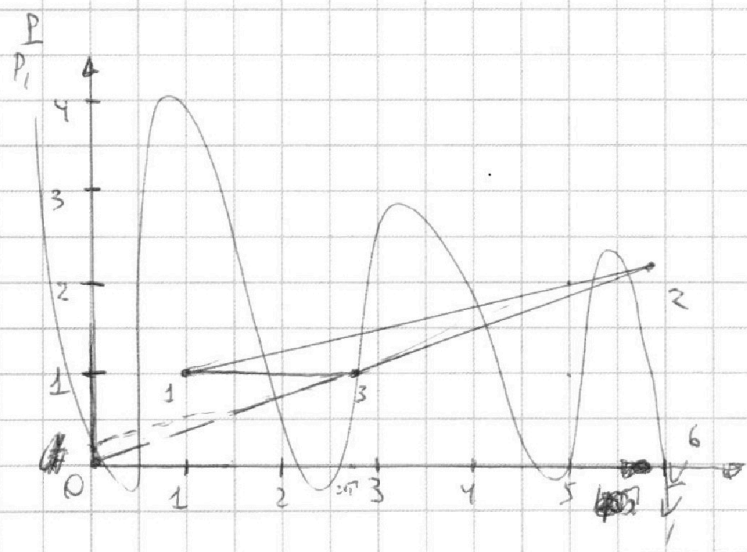
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



3



1-3 - изохорный процесс $\Rightarrow P_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$
 $P_1 \cdot V_2 = \nu R T_2 \cdot 2\sqrt{2} \Rightarrow$
 $\frac{V_2}{V_1} = 2\sqrt{2}$

определим характер процесса 1-2 и 2-3.
 $A = \int P dV$
 $\nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P dV + dP V) \Rightarrow \Delta T = \frac{3}{2\nu R} (P dV + dP V)$

$\Rightarrow Q = P dV + \frac{3}{2} P dV + \frac{3}{2} dP V = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} dP V \Rightarrow$

$C = \frac{\frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} dP V}{\frac{3}{2\nu R} (P dV + dP V)} = \frac{\nu R (5 P dV + 3 dP V)}{3 (P dV + dP V)} \Rightarrow$

$\frac{3}{2} = \frac{5 \cdot P_1 \cdot dV + dP \cdot 2\sqrt{2} V_1}{P_1 \cdot dV + dP \cdot 2\sqrt{2} V_1}$

$\Rightarrow 3 P_1 dV + 3 dP \cdot 2\sqrt{2} V_1 = 5 P_1 dV + 4\sqrt{2} V_1 dP$
 $7 P_1 dV = 4\sqrt{2} V_1 dP \Rightarrow \frac{dV}{dP} = \frac{4\sqrt{2} V_1}{7 P_1}$

$\Rightarrow \frac{dP}{dV} = \frac{7}{2\sqrt{2}} \left(\frac{P_1}{V_1} \right)$ - получим уравнение прямой, проходящей через начало координат.

Q: процесс идет через начало координат с зад. углом.

$1 = \frac{7}{4\sqrt{2}} \cdot 2\sqrt{2} \cdot \frac{V_1}{V_1} \Rightarrow b = 1 \Rightarrow$ уравн. прямой: $\frac{P}{P_1} = 1 + \frac{7}{4\sqrt{2}} \cdot \frac{V_1}{V_1} -$ через O.
УРА! УРА!

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!

~~Рассчитаем коэф. упл. газа при переходе 1-2:~~

~~$$C = \frac{5 p dV + dp V}{3(p dV + dp V)}$$~~

~~определим точку до которой будет процесс~~

Рассч. коэф. газа при переходе 1-2:

$$2 = \frac{5 p dV + dp V}{3(p dV + dp V)} \Rightarrow 6 p dV + 6 dp V = 5 p dV + dV \cdot dp$$

~~$$p dV + dp V = 0 \Rightarrow dp V = -p dV \Rightarrow$$~~

~~$$\frac{dp}{p} = -\frac{dV}{V}$$~~

~~$$dp V = -p dV$$~~

процесс политроп.

$$p dV = -5 dp V \text{ поглот. } V \text{ и } p \Rightarrow$$

$$p_1 \cdot dV = -5 \cdot dp \cdot V_1 \Rightarrow \frac{dp}{p} = -\frac{1}{5} \frac{dV}{V_1} \text{ — процесс к. процесс. } \Rightarrow \text{проц.}$$

Уравн. состояния: пусть V_2 — масса газа. Объем проц. 1-2

$$\left\{ \begin{aligned} p_1 \cdot 2\sqrt{2} V_1 &= \nu R T \cdot 2\sqrt{2} \\ p_1 \cdot \frac{7V_2^2}{14\sqrt{2}V_1} &= \nu R T \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{7V_2^2}{2\sqrt{2}V_1} = \frac{4}{2\sqrt{2}V_1} \Rightarrow V_2^2 = 2$$

$$\frac{V_2^2}{2\sqrt{2}V_1} \cdot \frac{1}{2\sqrt{2}V_1} = \frac{4}{2\sqrt{2}V_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot 2\sqrt{2}V_1$$

\Rightarrow строим график

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

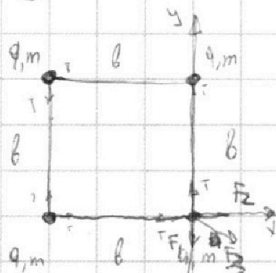
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

Задача 5. Пункт 2. Нарисуем чертёж для задачи:



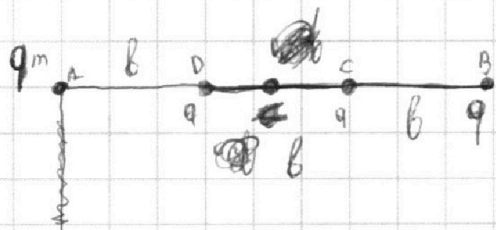
Т.к. схема симметрична относительно двух главных диагоналей, прямой проход через середину против положительной стороны следует, что сила натяжения будет везде одинаковой. расставим силы T вдоль нити, расставим силы к полю для зарядов, т.к. все заряды положительные \Rightarrow сила кулона стремится **раздвинуть** разноименные заряды, расставим силы для одноименных зарядов.

$$F_1 = F_2 = \frac{kq^2}{a^2}; \quad F_3 = \frac{kq^2}{2a^2} \quad \text{т.к. диаг. квадр. в } \sqrt{2} \text{ больше стороны}$$

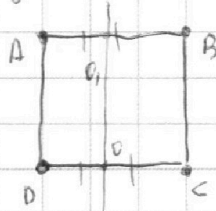
~~и угол~~ и угол который сила F_3 образует с Ox и $Oy = 45^\circ$.
вдоль диаг. сила \Rightarrow нити услови равн.

$$Ox: F_3 \cos 45^\circ + F_2 = T \Rightarrow \frac{kq^2}{2\sqrt{2}a^2} + \frac{kq^2}{a^2} = T \Rightarrow T = \frac{kq^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{kq^2}{a^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right); \quad \text{ответим на 2 пункта. рисуем схему.}$$



Нарисуем негальвное положение



и перерезал нити АВ

из симметрии отн. прямой OD, положение в конце скорости

шаров А и В будут равны как и шаров D и C.

~~А тогда O будет - серединой DC - будет вылететь~~

~~любопытная центра вращения из симметрии \Rightarrow~~

~~пусть скорость точки В = $v_B \Rightarrow$ ~~$\frac{mv_B^2}{2a}$~~ очевидно, что~~

все шары будут на одной

прямой скорости будут \perp нитке.

\Rightarrow скорость шара В вытекает из симметрии положения ~~и~~ \Rightarrow силы

сила действ. на шар с вдоль нити = $\frac{q^2 k}{4a^2}$;

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!

сила на шарик B = $\frac{kq^2}{9b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} + \frac{kq^2}{b^2} \Rightarrow$

$$\frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{4}{36} + \frac{9}{36} + \frac{36}{36} \right) = \frac{kq^2}{b^2} \frac{49}{36}$$

перпендикуляр к середине отрезка DC - м.в. для точек. ~~то~~
из симметрии у рав. ст. центр. \Rightarrow м.в. \Rightarrow

~~м~~ ~~м~~ $m \cdot \frac{V_B^2}{\frac{3}{2}b} = \frac{49}{36} \frac{kq^2}{b^2} \Rightarrow$

$$V_B = \sqrt{\frac{49 \cdot 3}{36 \cdot 2} \frac{kq^2}{b^2} m}$$

центр [D,C]

Точка \odot ввиду симметричности понятно что система будет
до этой системы вращаться вертикально вниз

пока что, что из-за симметрии расположения шариков
видно, что если бы эту систему представили
себе, то она бы совершала колебание, а
когда они будут находиться на одной прямой
это ω_0 отвечает:

рассчитаем работу сил F на пути шаров.

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{kq^2}{b^2} \cdot \cos \alpha \, d\alpha = \frac{kq^2}{b^2} \left(-\sin \alpha \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} \right) = -\frac{kq^2}{b^2}$$

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"/>

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

 МФТИ

а работа на 2 шар виззу:

$$\frac{kq^2}{2b^2} \Rightarrow$$

рез. шна визз шестит на.

$$mg_H = \frac{kq^2}{2b^2} + \frac{kq^2}{r^2} \Rightarrow$$

$$H = \left(\frac{kq^2}{2b^2} + \frac{kq^2}{r^2} \right) \cdot g \quad - \text{амлит}$$

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!



$$1 = \frac{7}{2\sqrt{2}} \cdot 2\sqrt{2} + \beta \Rightarrow \beta = 1 - \frac{7}{8} = \frac{1}{8}$$

$$P = \frac{7}{2\sqrt{2}} \cdot v + \frac{1}{8}$$

$$\frac{7}{2\sqrt{2}} \cdot 2\sqrt{2} v_1 + \frac{1}{8} = 7v_1 + \frac{1}{8} = \frac{54}{8} +$$

$$P_1 v_1 = \sqrt{2} P_1 T_1$$

$$\Rightarrow P_2 v_2 = 4 v_1 P_1 \Rightarrow$$

$$P_2 \cdot v_2 = 4 \sqrt{2} P_1 T_1$$

$$v_2 \frac{1}{8} P_1 - \frac{7 P_1}{2\sqrt{2} v_1} v_2^2 = 4 v_1 P_1 \Rightarrow$$

$$\frac{v_2 \cdot 4}{8} - \frac{7}{2\sqrt{2}} v_2^2 = 4 v_1^2 \Rightarrow$$

$$\frac{7}{2\sqrt{2}} v_2^2 - \frac{v_1}{8} \cdot v_2 + 4 v_1^2 = 0 \Rightarrow$$

$$v_2 = \frac{v_1}{8} \pm \sqrt{\frac{v_1^2}{8}}$$

$$P = \frac{1}{2\sqrt{2}} v_1 \Rightarrow \frac{1}{2\sqrt{2}} v_1^2$$

$$\frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot 2\sqrt{2} v_1$$

$$(P_1 \cdot 2\sqrt{2} v_1) = \sqrt{2} R \cdot 2\sqrt{2} T \Rightarrow \frac{v_2^2}{2\sqrt{2}} = \frac{4}{2\sqrt{2}} \cdot 2\sqrt{2}$$

$$P_1 \cdot \frac{v_2^2}{2\sqrt{2}} = \sqrt{2} R \cdot 4 T$$

$$v_2 =$$

$$\frac{v_2^2 \cdot 4}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{2}} v_1^2$$



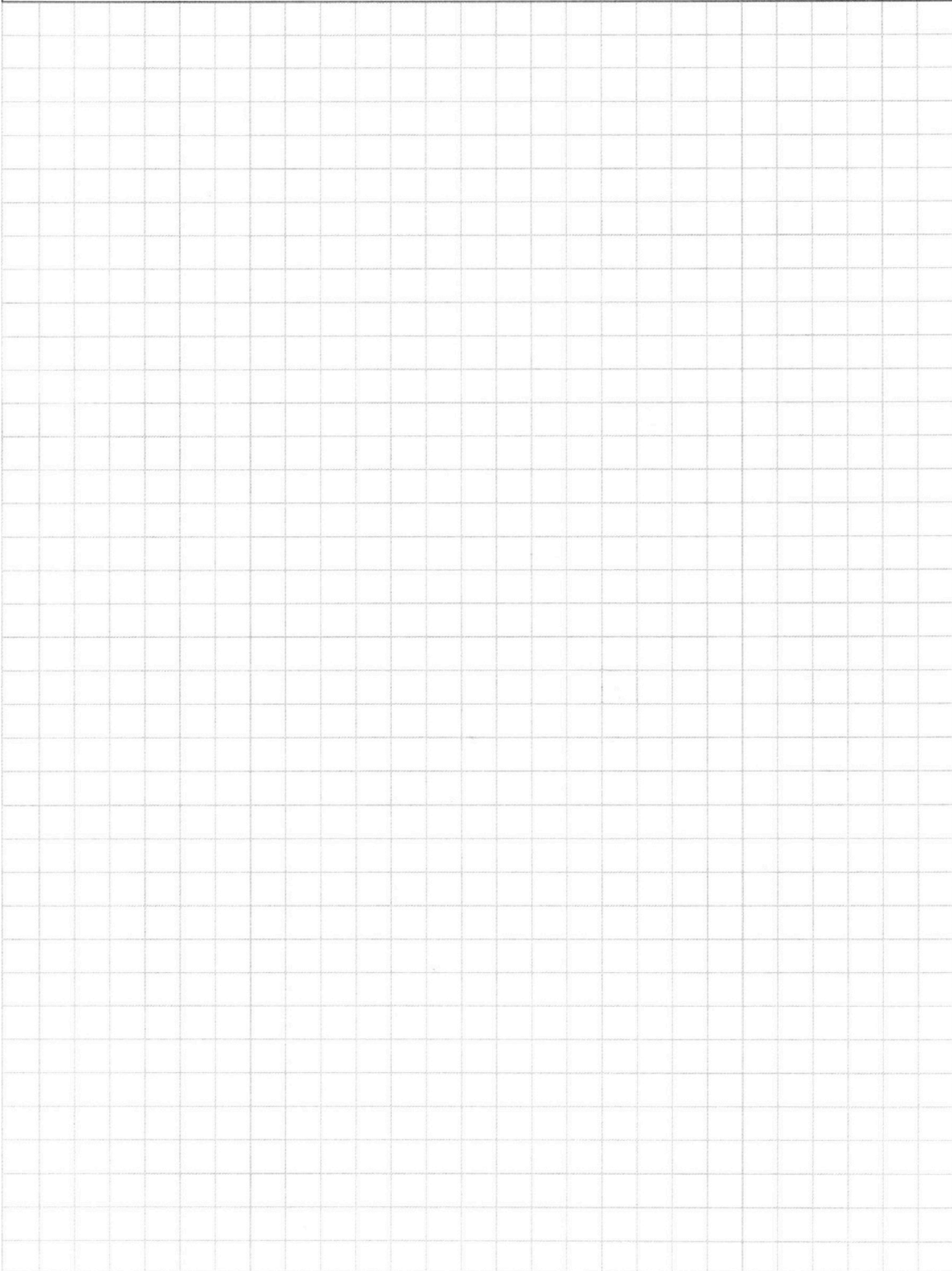
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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 |
| <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!



$$Q = A + du = A + \frac{3}{2} p R \Delta T \Rightarrow$$

$$p = \alpha \cdot \nu \Rightarrow \alpha \nu^2 = p R T \Rightarrow A = \frac{3}{2} p R T$$

$$A = dp \cdot \nu +$$

$$\alpha \cdot \nu + \alpha \nu = 2\alpha \nu$$

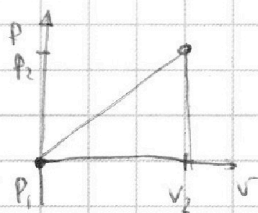
$$dA = \alpha d\nu$$

$$p = \alpha \nu$$

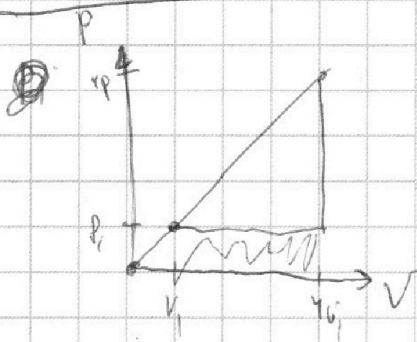
$$A = p \cdot \nu = \alpha \nu^2$$

$$du = p R \Delta T = \frac{3}{2} \alpha \nu \Delta T \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{3\alpha \nu}{p R}$$



$$A = p_1 \nu_2 + \frac{1}{2} \nu_2^2$$



$$\frac{3}{2} 15 p_1 \nu_1 = p R \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{3}{2 R} 15 p_1 \nu_1$$

$$Q = \frac{3}{2} 15 p_1 \nu_1 + p_1 \cdot 4 \nu_1 + 3 p_1 \cdot 3 \nu_1 =$$

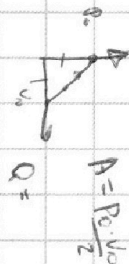
$$= \frac{45}{2} p_1 \nu_1 + 13 p_1 \nu_1 \Rightarrow$$

$$Q = \frac{71 p_1 \nu_1}{2}$$

$$C =$$

$$\frac{3}{2 R} 15 p_1 \nu_1$$

$$p = \alpha \nu$$



$$\begin{array}{r} 26 \\ + 45 \\ \hline 71 \end{array}$$

$$71$$

$$p = \alpha \nu$$

$$Q = A + du = p d\nu + \frac{3}{2} (dp \nu + p d\nu) = p d\nu + \frac{3}{2} \nu dp + \frac{3}{2} \alpha \nu^2$$

$$\Delta T = \frac{3}{2} (p R \Delta T)$$

$$C = \frac{5 p d\nu + dp \nu}{p d\nu + dp \nu}$$

$$5 \alpha \frac{\nu^2}{2} + \alpha \nu$$

$$\alpha \frac{\nu^2}{2} +$$

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!

$$v_0 \sin \alpha - g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow L_{\max} = \frac{2v_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} =$$

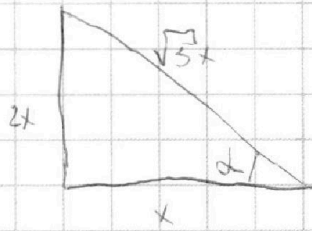
$$= \frac{2 \cdot 400 \cdot 1}{10} = 40 \text{ м.}$$

$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' = \frac{\cos \alpha \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot (-\sin \alpha)}{\cos^2 \alpha}$$

$$\begin{array}{r} 126 \overline{) 75} \\ 75 \\ \hline 510 \\ 450 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\left(\frac{1}{2 \cos^2 \alpha} \right)' = \frac{1}{2} \left(\cos^{-2} \alpha \right)' = \frac{1}{2} \cdot (-2) (\cos^2 \alpha)^{-3} \cdot (-\sin \alpha) =$$

$$= \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \quad p = \alpha \sqrt{v} \Rightarrow$$



$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\frac{1}{25} + \frac{4}{25} = Q =$$

$$v^2 \alpha = \text{const} \Rightarrow$$

$$1 - \frac{0,2}{6} = \frac{1}{60}$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{5}} \quad \sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$T_1 = \sqrt{2} l \Rightarrow$$

$$\frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow T_1 = 1$$

$$T_1 = \sqrt{2} l \Rightarrow$$

$$T_1 = \sqrt{5}$$

$$20 \cdot \sqrt{2} = \frac{10 \cdot 2}{4} =$$

$$CV = \frac{3}{2} R$$

$$CD = \frac{5}{2} R$$

10

$$20 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10$$



$$1 - \frac{2\sqrt{2}}{3} + \frac{1}{12} =$$

$$1,6 \cdot 8 = 12,8$$

$$1,6 \cdot 8 = \sqrt{2}$$

$$\frac{10}{8} + \frac{4}{10} = \frac{50 + 32}{80} \approx 1$$

$$\frac{1}{1,6} + \frac{4}{10}$$

