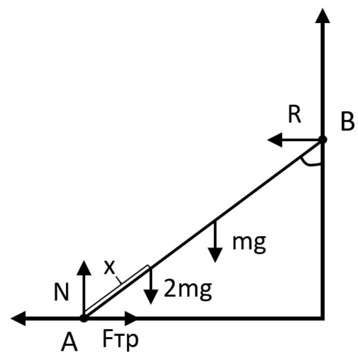
## Олимпиада школьников «Курчатов» по физике – 2022

## Отборочный этап. 10 класс

**Задача 1 / 1.** Лестница длиной $L$ и массой $m$ с равномерной плотностью опирается на гладкую вертикальную стену под углом $60^\circ$ к стене. Нижний торец опирается на плоскую горизонтальную поверхность с коэффициентом трения покоя $\mu = 0,4$. Студент массой $M = 2m$ начинает с поверхности подниматься по лестнице. Какую часть расстояния по лестнице преодолеет студент, когда лестница начнет скользить? Ответ дайте в процентах и округлите до десятых.

*Возможное решение*




Обозначим расстояние, пройденное студентом, за $x$. Запишем второй закон Ньютона в проекции на оси, обозначенные на рисунке. Таким образом, получим:

$$\begin{cases} N = 2mg + mg = 3mg \\ R = F_{\text{тр}} = \mu N \end{cases}$$

Запишем равенство моментов сил относительно точки $A$:

$$LR\cos 60^\circ = mg\frac{L}{2}\cos 30^\circ + 2mgx\cos 30^\circ$$

Из полученного равенства выразим величину реакции опоры стены $R$:

$$R = 2mg\sqrt{3}\ (\frac{x}{L} + \frac{1}{4})$$

Необходимое уловие проскальзывания лестницы со студентом: $F_{\text{тр}} < R$. Из условия равенства этих сил найдем граничное значение отношения пути, пройденного студентом, к длине лестницы:

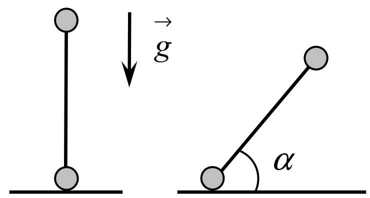
$$2mg\sqrt{3}\ (\frac{x}{L} + \frac{1}{4}) = \mu N = 3\mu mg \Rightarrow \frac{x}{L} = 0,2\sqrt{3} - \frac{1}{4} \approx 9,6\%$$

*Ответ: 9,6*

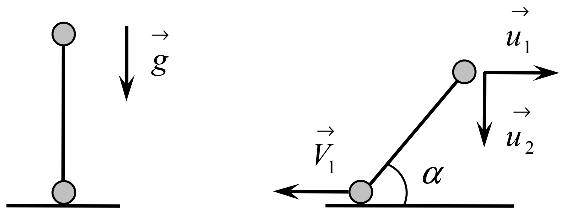
**Задача 1 / 2.** Лестница длиной $L$ и массой $m$ с равномерной плотностью опирается на гладкую вертикальную стену под углом $60^\circ$ к стене. Нижний торец опирается на плоскую горизонтальную поверхность с коэффициентом трения покоя $\mu = 0,4$. Студент массой $M = km$ начинает с поверхности подниматься по лестнице. Найдите отношение $k$ массы студента к массе лестницы, если известно, что лестница начала скользить, когда студент преодолел $1/7$ её длины? Ответ округлите до целых.

*Ответ: 3*

**Задача 2 / 1.** На концах жёсткого невесомого стержня длины $L = 0,3$ м закреплены два одинаковых маленьких шарика. Стержень ставят вертикально на гладкий горизонтальный стол и отпускают. Найдите скорость верхнего шарика в момент, когда стержень наклонён к горизонту под углом $\alpha = 60°$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с$^2$; шарики считайте материальными точками. Ответ выразите в м/с и округлите до сотых.




*Возможное решение*




Пусть $m$ — масса шариков, $\vec{V_1}$ и $\vec{V_2}$ — скорости нижнего и верхнего шариков в конечном положении. Разложим $\vec{V_2}$ на горизонтальную и вертикальную составляющие:

$$\vec{V_2} = \vec{u_1} + \vec{u_2}$$

Поскольку между столом и нижним шариком нет трения, горизонтальная составляющая суммарного импульса шариков сохраняется:

$$0 = m\,u_1 - m\,V_1 \quad \to \quad u_1 = V_1$$

Так как длина стержня не меняется при движении, проекции скоростей шариков на направление стержня одинаковы:

$$V_1 \cos\alpha = u_2 \sin\alpha - u_1 \cos\alpha \quad \to \quad 2\,V_1 \cos\alpha = u_2 \sin\alpha \quad \to \quad V_1 = \frac{u_2 \operatorname{tg}\alpha}{2}$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$mgL = mgL\sin\alpha + \frac{m\,V_1^2}{2} + \frac{m\,V_2^2}{2} \quad \to \quad 2gL\,(\,1 - \sin\alpha\,) = V_1^2 + u_1^2 + u_2^2$$

Произвести вывод искомой величины $V_2$ можно, пользуясь полученным ранее выражением для $V_1$ и равенством $u_1 = V_1$, :

$$2gL\,(\,1 - \sin\alpha\,) = 2\,V_1^2 + u_2^2 \;\to\; 2gL\,(\,1 - \sin\alpha\,) = 2 \cdot \frac{u_2^2 \operatorname{tg}^2\alpha}{4} + u_2^2 \;\to\; u_2^2 = \frac{4gL\,(\,1 - \sin\alpha\,)}{\operatorname{tg}^2\alpha + 2}$$

$$V_2^2 = u_1^2 + u_2^2 = V_1^2 + u_2^2 = \frac{u_2^2 \operatorname{tg}^2\alpha}{4} + u_2^2 = \frac{u_2^2\,(\,\operatorname{tg}^2\alpha + 4\,)}{4} = \frac{gL\,(\,1 - \sin\alpha\,)\,(\,\operatorname{tg}^2\alpha + 4\,)}{\operatorname{tg}^2\alpha + 2}$$

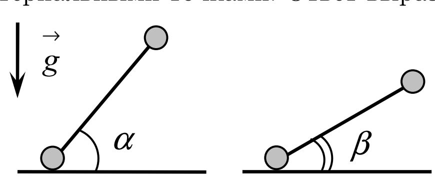
$$V_2 = \sqrt{\frac{gL\,(\,1 - \sin\alpha\,)\,(\,\operatorname{tg}^2\alpha + 4\,)}{\operatorname{tg}^2\alpha + 2}}$$

Подставим числовые значения:

$$V_2 = \sqrt{3\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot \frac{7}{5}} = 0,75 \text{ м/с}$$

*Ответ:* $0,75$

**Задача 2 / 2.** На концах жёсткого невесомого стержня длины $L = 0,25$ м закреплены два одинаковых маленьких шарика. Стержень ставят на гладкий горизонтальный стол под углом $\alpha = 60°$ к поверхности и отпускают. Найдите скорость нижнего шарика в момент, когда стержень наклонён к горизонту под углом $\beta = 45°$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с$^2$; шарики считайте материальными точками. Ответ выразите в м/с и округлите до сотых.




*Ответ:* $0,36$

**Задача 3 / 1.** Две стеклянные колбы соединены тонкой трубкой. Система наполнена неизвестным газом. Одна стеклянная колба имеет объем $V_1 = 75$ см$^3$, а другая $V_2 = 150$ см$^3$, газ может свободно перемещаться между ними. Первоначально система содержит газ при температуре $T_0 = -12°C$ и давлении $P_0 = 0,91 \times 10^5$ Па. Меньшую колбу нагревают до $T_1 = 24°C$, в то время как колба большего размера поддерживается при $-12°C$. Найдите новое давление $P_1$ в системе. Тепловое расширение колб и объем соединительной трубки незначительны. Ответ приведите в КПа и округлите до целых.

*Возможное решение*

Запишем уравнение состояния в начальный момент времени для соединённых колб, обозначив суммарное количество вещества в колбах за $\nu$:

$$\nu = \frac{P_1 V_1}{RT_1} + \frac{P_2 V_2}{RT_2} = \frac{P_0(V_1 + V_2)}{RT_0}$$

После нагрева меньшей колбы некоторые параметры системы изменятся, но количество вещества останется прежним:

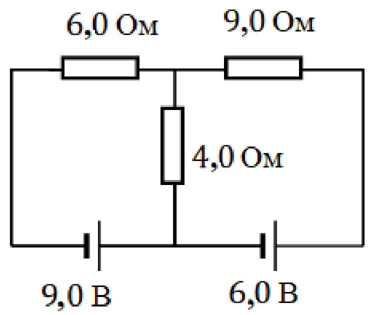
$$\nu = \frac{P_0(V_1 + V_2)}{RT_0} = \frac{P_1}{R}\left(\frac{V_1}{T_1} + \frac{V_2}{T_0}\right) \Rightarrow P_1 = \frac{P_0 T_1 (V_1 + V_2)}{(V_1 T_0 + V_2 T_1)} \approx 95 \text{ КПа}$$

*Ответ:* 95

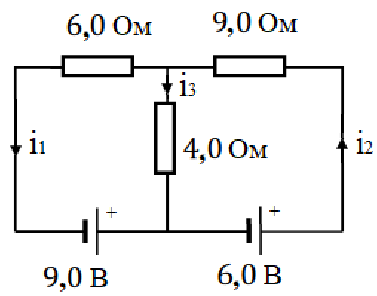
**Задача 3 / 2.** Две одинаковые сферические стеклянные колбы соединены узкой трубкой, объем трубки мал по сравнению со объёмом сфер. Сферы содержат воздух при температуре $T_0 = 100°C$. Одну из сфер нагревают на $50°C$, а другую охлаждают до $50°C$. Это приводит к изменению давления воздуха в системе от $P_0$ до $P_1$. Найдите конечную температуру $T_k$ воздуха в колбах, если известно, что конечное давление $P_1$ в колбах оказалось одинаковым. Ответ приведите в градусах Цельсия и округлите до целых.

*Ответ:* 75

**Задача 4 / 1.** Определите ток в резисторе номиналом $6,0$ Ом, показанном на рисунке. Источники тока не имеют внутреннего сопротивления. Ответ дайте в амперах и округлите до сотых.




*Возможное решение*




Введем обозначения, как показано на рисунке выше. Запишем первый закон Кирхгофа:

$$i_2 = i_1 + i_3$$

Запишем второй закон Кирхгофа для первого контура:

$$9 = 6i_1 - 4i_3$$

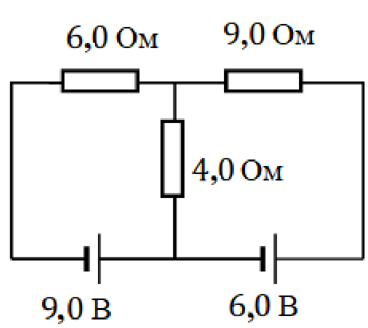
Запишем второй закон Кирхгофа для второго контура:

$$6 = 9i_2 + 4i_3$$

Решая полученную систему уравнений, находим $i_3 \approx -0,395A$. Совершая подстановку в уравнение для первого контура, находим $i_1 = 1,24\ A$

*Ответ:* $1,24$

**Задача 4 / 2.** Определите ток в резисторе номиналом $9,0$ Ом, показанном на рисунке. Источники тока не имеют внутреннего сопротивления. Ответ дайте в амперах и округлите до сотых.




*Ответ:* $0,84$

**Задача 5 / 1.** Пусть геометрическое расположение одного протона и двух электронов таково, что они лежат на одной прямой (в приведенном порядке, то есть $p-e-e$), а потенциальная энергия системы равна нулю. Найдите отношение расстояний между левой и центральной частицами и между правой и центральной частицами? Ответ округлите до десятых.

*Возможное решение*

Пусть три заряда $q_1, q_2, q_3$ расположены на координатной прямой в точках $x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = a$ соответственно. Тогда энергия системы может быть записана как

$$k\frac{q_1 q_3}{a} + k\frac{q_2 q_3}{a-1} + k\frac{q_1 q_2}{1} = 0$$

Поскольку искомым отношением в данной задаче является $\dfrac{1}{a-1}$, сделаем замену $t = a-1$, а также подставим $-q_1 = q_2 = q_3 = e$ в уравнение. Тогда после преобразований можной получить уравнение

$$t^2 + t - 1 = 0$$

Отбирая положительный корень, получим:

$$\frac{1}{t} = \frac{2}{\sqrt{5}-1} \approx 1,6$$

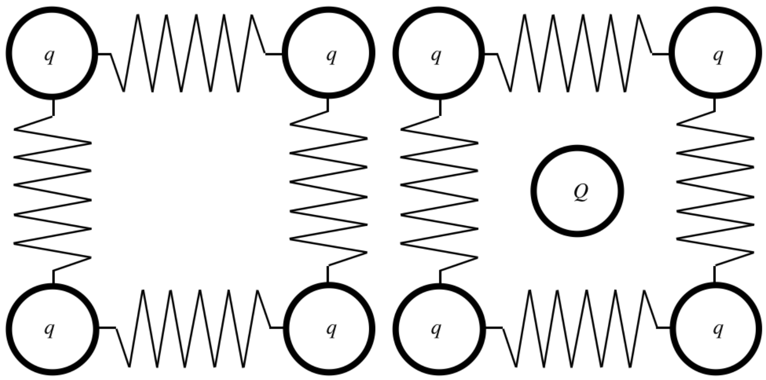
*Ответ:* $1,6$

**Задача 5 / 2.** Пусть геометрическое расположение одного протона и двух электронов таково, что они лежат на одной прямой (в приведенном порядке, то есть $e-e-p$). Отношение расстояний между правой и центральной частицами и между левой и центральной частицами равно $4/5$. Найдите модуль отношения потенциальной энергии системы к квадрату заряда электрона. Ответ округлите до десятых.

*Ответ:* $0,8$ *(СГСЭ)*

*Ответ:* $7,2 \cdot 10^9$ *(СИ)*

**Задача 6/1.** Четыре шарика, имеющие равные по величине и знаку заряд $q$, закреплены на непроводящих пружинах равной жесткости $k$, как показано на рисунке. Центры шариков лежат в вершинах квадрата со стороной $a$. В точке пересечения диагоналей квадрата закрепляют заряд $Q$. После установления равновесия в системе оказалось, что абсолютное значение деформации пружин не изменилось и равняется $\Delta l = \alpha a$, где $\alpha = 0,1$. Найдите отношение $\frac{|Q|}{|q|}$. Ответ округлите до десятых.




*Возможное решение*

Напишем 2-ой закон Ньютона для проекций сил, действующих на левый нижний шарик, на горизонтальную ось. Из симметрии системы это уравнение также будет определять условие равновесия для всех остальных шариков в проекциях на вертикальные и горизонтальные оси: (для константы в законе Кулона используем букву $c$, чтобы не путать ее с жесткостью пружины, за $a$ обозначим расстояние между зарядами)

$$k\Delta l = c\frac{q^2}{a^2} + c\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{4+\sqrt{2}}{4}(c\frac{q^2}{a^2})$$

Очевидно, что абсолютное удлинение пружины могло остаться прежним только если новый заряд имеет другой знак, причем растяжение пружин перешло в сжатие. Запишем условие равновесия для новой системы, обозначая за $Q$ и $q$ абсолютные значения зарядов:

$$k\Delta l + \frac{4+\sqrt{2}}{4}(c\frac{q^2}{(a-2\Delta l)^2} = c\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{qQ}{(0.5\sqrt{2}(a-2\Delta l))^2}$$

Подставляя значение $k\Delta l$ из первого уравнения, а также учитывая, что $\Delta l = \alpha a$, имеем

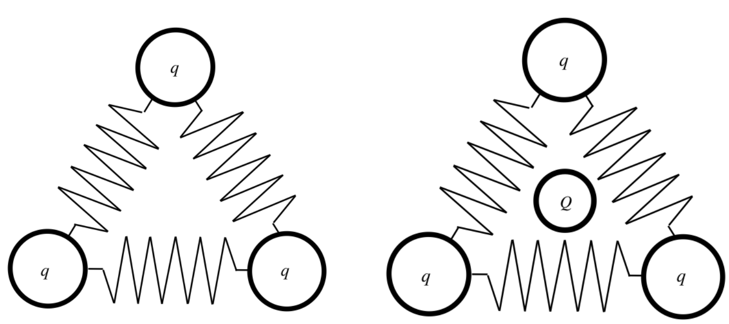
$$c\frac{q^2}{a^2}(\frac{4+\sqrt{2}}{4} + \frac{4+\sqrt{2}}{4}\frac{1}{(1-2\alpha)^2}) = \frac{\sqrt{2}}{(1-2\alpha)^2}c\frac{qQ}{a^2}$$

Таким образом, искомое отношение есть суть:

$$\frac{Q}{q} = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{(4+\sqrt{2})(1+(1-2\alpha)^2)}{4} = (\sqrt{2}+1)(1-2\alpha+2\alpha^2) = 1,6$$

*Ответ:* $1,6$

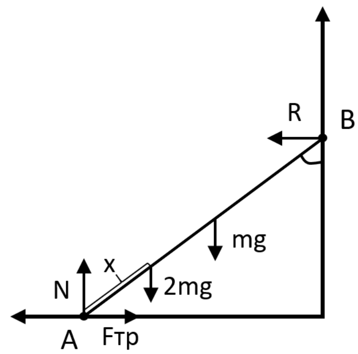
**Задача 6/2.** Три шарика, имеющие равные по величине и знаку заряд $q$, закреплены на непроводящих пружинах равной жесткости $k$, как показано на рисунке. Центры шариков лежат в вершинах правильного треугольника со стороной $a$. В точке пересечения медиан треугольника закрепляют заряд $Q$. После установления равновесия в системе оказалось, что абсолютное значение деформации пружин не изменилось и равняется $\Delta l = \alpha a$, где $\alpha = 0,1$. Найдите отношение $\frac{|Q|}{|q|}$. Ответ округлите до десятых.




*Ответ:* $0,9$

**Задача 1 / 1.** Лестница длиной $L$ и массой $m$ с равномерной плотностью опирается на гладкую вертикальную стену под углом $60^\circ$ к стене. Нижний торец опирается на плоскую горизонтальную поверхность с коэффициентом трения покоя $\mu = 0,4$. Студент массой $M = 2m$ начинает с поверхности подниматься по лестнице. Какую часть расстояния по лестнице преодолеет студент, когда лестница начнет скользить? Ответ дайте в процентах и округлите до десятых.

*Возможное решение*




Обозначим расстояние, пройденное студентом, за $x$. Запишем второй закон Ньютона в проекции на оси, обозначенные на рисунке. Таким образом, получим:

$$\begin{cases} N = 2mg + mg = 3mg \\ R = F_{\text{тр}} = \mu N \end{cases}$$

Запишем равенство моментов сил относительно точки $A$:

$$LR\cos 60^\circ = mg\frac{L}{2}\cos 30^\circ + 2mgx\cos 30^\circ$$

Из полученного равенства выразим величину реакции опоры стены $R$:

$$R = 2mg\sqrt{3}\ \left(\frac{x}{L} + \frac{1}{4}\right)$$

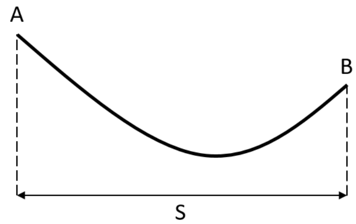
Необходимое уловие проскальзывания лестницы со студентом: $F_{\text{тр}} < R$. Из условия равенства этих сил найдем граничное значение отношения пути, пройденного студентом, к длине лестницы:

$$2mg\sqrt{3}\ \left(\frac{x}{L} + \frac{1}{4}\right) = \mu N = 3\mu mg \Rightarrow \frac{x}{L} = 0,2\sqrt{3} - \frac{1}{4} \approx 9,6\%$$

*Ответ: 9,6*

**Задача 1 / 2.** Лестница длиной $L$ и массой $m$ с равномерной плотностью опирается на гладкую вертикальную стену под углом $60^\circ$ к стене. Нижний торец опирается на плоскую горизонтальную поверхность с коэффициентом трения покоя $\mu = 0,4$. Студент массой $M = km$ начинает с поверхности подниматься по лестнице. Найдите отношение $k$ массы студента к массе лестницы, если известно, что лестница начала скользить, когда студент преодолел $1/7$ её длины? Ответ округлите до целых. *Ответ: 3*

**Задача 2 / 1.** Лыжник начинает спуск с холма в точке $A$, не поворачиваясь и не тормозя. Коэффициент трения $\mu = 0,1$. Когда он останавливается в точке $B$, его горизонтальное смещение составляет $s = 42160$;м. Найдите разницу по высоте между точками $A$ и $B$? Скорость лыжника мала, поэтому дополнительным давлением на снег из-за кривизны можно пренебречь. Пренебрегайте также сопротивлением воздуха. Ответ дайте в метрах и округлите до десятых.




*Возможное решение*

Рассмотрим такое малое горизонтальное смещение лыжника во время перемещения по холму $\Delta s$, что оно соответствует прямолинейному участку пути лыжника непосредственно по холму $\Delta L$. Для соответствующего малого перемещения лыжника действующая на данном малом промежутке сила трения в свою очередь будет равна:

$$\Delta F_{\text{тр}} = \mu m g \frac{\Delta s}{\Delta L}$$

Тогда работа силы трения на участе $\Delta L$ будет равна:

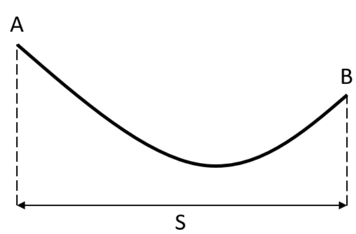
$$\Delta A_{\text{тр}} = \Delta F_{\text{тр}} \cdot \Delta L = \mu m g \Delta s$$

Суммируя по всем таким участкам для всего трека, получим работу силы трения за всё перемещение лыжника, которое, согласно закону сохранения энергии, пропорционально изменению абсолютной высоты лыжника относительно поверхности Земли:

$$A_{\text{тр}} = \mu m g s = m g h \Rightarrow h = \mu s = 4,2 \text{ м}$$

*Ответ* $4,2$

**Задача 2 / 2.** Лыжник начинает спуск с холма в точке $A$, не поворачиваясь и не тормозя. Коэффициент трения $\mu = 0,2$. Когда он останавливается в точке $B$, его горизонтальное смещение составляет $s = 35160$;м. Найдите разницу по высоте между точками $A$ и $B$? Скорость лыжника мала, поэтому дополнительным давлением на снег из-за кривизны можно пренебречь. Пренебрегайте также сопротивлением воздуха. Ответ дайте в метрах и округлите до десятых.




*Ответ* 7

**Задача 3 / 1.** Самолет летит строго на восток вдоль экватора Земли на постоянной малой высоте с постоянной скоростью относительно Земли. В самолете груз массой в $m = 1$ кг подвешен на пружинных весах, регистрируемый вес равен $P_1$. Затем самолет летит строго на запад вдоль экватора на той же высоте с той же скоростью, измеренный вес оказался равен $P_2$. Скорость самолета относительно Земли составляет $v = 250$ м/с. Вычислите разницу в измеряемом весе. Ответ выразите в Ньютонах и округлите до сотых.

*Возможное решение*

На самолёт во время полёта действуют две силы - постоянная на протяжении пути сила тяжести и сила центростремительного ускорения, зависящая от скорости самолета относительно вращающейся планеты. Отсюда и возникает разность в фиксируемых весах:

$$P_1 = mg - m\frac{(V-v)^2}{R}$$

$$P_2 = mg - m\frac{(V+v)^2}{R},$$

где $V = \frac{2\pi R}{T}$, $T-$ период обращения Земли вокруг своей оси, $R$ - радиус Земли. Тогда искомая разность равна:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{m}{R}\big((V+v)^2 - (V-v)^2\big) = \frac{4mVv}{R} = \frac{8\pi mRv}{RT} = \frac{8\pi mv}{T} \approx 0{,}07 \text{ Н}$$

*Ответ:* $0{,}07$

**Задача 3 / 2.** Самолет летит строго на восток вдоль экватора Земли на постоянной малой высоте с постоянной скоростью относительно Земли. В самолете груз массой в $m = 1{,}25$ кг подвешен на пружинных весах, регистрируемый вес равен $P_1$. Затем самолет летит строго на запад вдоль экватора на той же высоте с той же скоростью, измеренный вес оказался равен $P_2$. Скорость самолета относительно Земли составляет $v = 240$ м/с. Вычислите разницу в измеряемом весе. Ответ выразите в Ньютонах и округлите до сотых.

*Ответ:* $0{,}09$

**Задача 4 / 1.** Вода с первоначальной температурой $t_0 = 60°C$ подается в отопительную систему жилых домов, а покидает отопительную систему при температуре $t_1 = 40°C$. Оказалось, что мощность тепловых потерь в отапливаемом таким образом доме составила $N = 100$ киловатт. Диаметр труб отопительной системы постоянен по всей ее длине и составляет $D = 100$ мм. Найдите скорость воды в трубах. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot °C$), плотность воды составляет $\rho = 1000$ кг/м$^3$. Ответ дайте в м/с и округлите до сотых.

*Возможное решение*

В течение некоторого времени $\Delta t$ в окружающую среду уходит тепло $Q_1 = N\Delta t$, и в течение этого времени отопительная система должна компенсировать эти потери. Площадь сечения трубы составляет $S = \frac{\pi D^2}{4}$, и если $v$ - скорость потока воды, то объём воды, проходящий через трубу за время $\Delta t$ равен

$$V = Sv\Delta t = \frac{\pi D^2 v \Delta t}{4}$$

Тогда отопительная система способна поддержать тепло

$$Q_2 = cm(t_1 - t_0) = c\rho\frac{\pi D^2 v \Delta t}{4}(t_1 - t_0) = Q_1$$

Отсюда можно получить скорость потока воды в трубах отопительной системы:

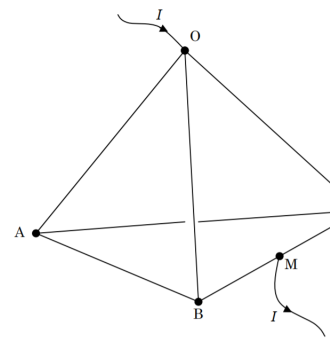
$$v = \frac{4N}{\pi D^2 c\rho(t_1 - t_0)} = 0,15 \text{ м/с}$$

*Ответ:* 0,15

**Задача 4 / 2.** Вода с первоначальной температурой $t_0 = 50°C$ подается в отопительную систему жилых домов, а покидает отопительную систему при температуре $t_1 = 30°C$. Оказалось, что мощность тепловых потерь в отапливаемом таким образом доме составила $N = 120$ киловатт. Диаметр труб отопительной системы постоянен по всей ее длине и составляет $D = 90$ мм. Найдите скорость воды в трубах. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot °C$), плотность воды составляет $\rho = 1000$ кг/м$^3$. Ответ дайте в м/с и округлите до сотых.

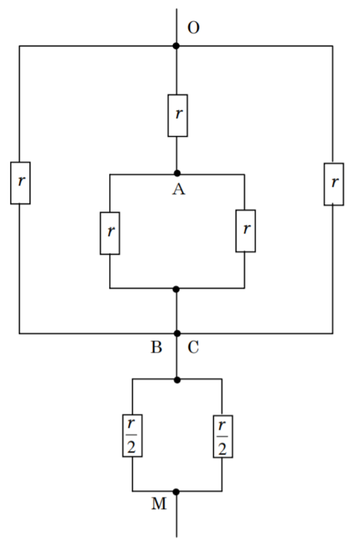
*Ответ:* 0,22

**Задача 5/1.** Из шести стержней одной длины, обладающих одинаковым сопротивлением $r = 4$ Ом, собрана следующая схема (см. рисунок): три стержня соединяют контактами так, чтобы получился треугольник $ABC$. Остальные три стержня соединены в точке $O$, а также с вершинами $A$, $B$ и $C$ соответственно. Точки $O$ и $M$ подсоединены к источнику напряжения. Сопротивление единицы длины стержня считать постоянным, сопротивлением контактов пренебречь. Точка $M$ - середина стержня $BC$. Найдите сопротивление цепи между точками $O$ и $M$. Ответ дайте в Ом и округлите до десятых.




*Возможное решение*

Изобразим эквивалентную схему, после чего посчитаем сопротивление отдельных участков цепи. Обозначим сопротивле-




ние участка цепи между точками $O$ и $B$ (или $C$) как $R_1$, сопротивление участка цепи между точками $M$ и $B$ (или $C$) как $R_2$. Вычислим эти величины:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r + r/2} + \frac{1}{r} \Rightarrow R_1 = \frac{3}{8}r$$

Аналогично,

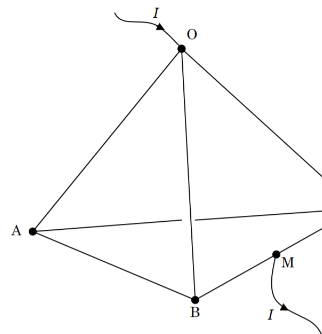
$$R_2 = \frac{r}{4}$$

Тогда общее сопротивление цепи:

$$R = R_1 + R_2 = \frac{5}{8}r = 2,5 \text{ Ом}$$

*Ответ:* $2,5$

**Задача 5/2.** Из шести стержней одной длины, обладающих одинаковым сопротивлением $r$, собрана следующая схема (см. рисунок): три стержня соединяют контактами так, чтобы получился треугольник $ABC$. Остальные три стержня соединены в точке $O$, а также с вершинами $A$, $B$ и $C$ соответственно. Точки $O$ и $M$ подсоединены к источнику напряжения. Сопротивление единицы длины стержня считать постоянным, сопротивлением контактов пренебречь. Точка $M$ - середина стержня $BC$. Найдите сопротивление $r$, если сопротивление цепи между точками $O$ и $M$ равно $4,5$ Ом. Ответ дайте в Ом и округлите до десятых..




*Ответ:* $7,2$

**Задача 6 / 1.**

В прошлом десятилетии изобретатели придумали способ заряжать аккумулятор мобильного телефона при помощи простого преобразователя механической энергии в электрическую, что особенно пригодилось туристам-экстремалам, часто бывающим в походах. Данный механизм помещается в подошву обоих ботинок, и каждый раз, когда человек опирается на нее, происходит преобразование энергии с помощью небольшого электрогенератора. Предположим, что турист имеет массу $m = 75$ кг, и за 1 его шаг подошва ботинка проседает на величину $h = 5$ мм. КПД устройства равно 20%, средняя длина двух последовательных шагов туриста составляет $d = 1,5$ м, подошва проседает на одинаковую величину на протяжении всего пути. Стандартный современный мобильный телефон содержит литий-ионный аккумулятор, который работает на напряжении $U = 3,7$ В, и если он работает на средней силе тока равной $I = 130$ мА, аккумулятор будет функционировать на протяжении $t = 10$ часов. Вычислите дистанцию, которую придется преодолеть туристу, чтобы с помощью вышеописанного механизма полностью зарядить аккумулятор первоначально разряженного мобильного телефона. Ответ дайте в километрах с точностью до десятых.

*Возможное решение*

Найдем энергию, полученную за один шаг, учитывая, что на подошву действует сила тяжести $F = mg$. При проседании подошвы на величину $h$ совершается работа $A_1 = mgh$, от которой поступает электрическая энергия $W_1 = \eta A_1$ для заряда аккумулятора. Энергия, необходимая для полной зарядки аккумулятора, равна произведению средней мощности аккумулятора $P = UI$ и времени $t$ (с): $W_2 = UIt$. Тогда необходимое количество шагов для его сбора составляет

$$n = \frac{W_2}{W_1}$$

Тогда необходимый для полной зарядки аккумулятора путь равен

$$S = n\frac{d}{2} \approx 17,3 \text{ км}$$

*Ответ:* $17,3$

**Задача 6 / 2.**

В прошлом десятилетии изобретатели придумали способ заряжать аккумулятор мобильного телефона при помощи простого преобразователя механической энергии в электрическую, что особенно пригодилось туристам-экстремалам, часто бывающим в походах. Данный механизм помещается в подошву обоих ботинок, и каждый раз, когда человек опирается на нее, происходит преобразование энергии с помощью небольшого электрогенератора. Предположим, что турист имеет массу $m = 65$ кг, и за 1 его шаг подошва ботинка проседает на величину $h = 5$ мм. Средняя длина двух последовательных шагов туриста составляет $d = 1,5$ м, подошва проседает на одинаковую величину на протяжении всего пути. Стандартный современный мобильный телефон содержит литий-ионный аккумулятор, который работает на напряжении $U = 3,7$ В, и если он работает на средней силе тока равной $I = 130$ мА, аккумулятор будет функционировать на протяжении $t = 10$ часов. Рассчитайте КПД аккумулятора, если известно, что турист полностью зарядил аккумулятор первоначально разряженного мобильного телефона, преодолев путь в $S = 82$ километра. Ответ дайте в процентах с точностью до десятых.

*Ответ:* $4,9$

# Отборочный этап. 8 класс

**Задача 1 / 1.** Вода с первоначальной температурой $t_0 = 60°C$ подается в отопительную систему жилых домов, а покидает отопительную систему при температуре $t_1 = 40°C$. Оказалось, что мощность тепловых потерь в отапливаемом таким образом доме составила $N = 100$ киловатт. Диаметр труб отопительной системы постоянен по всей ее длине и составляет $D = 100$ мм. Найдите скорость воды в трубах. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг $\cdot$ $°C$), плотность воды составляет $\rho = 1000$ кг/м$^3$. Ответ дайте в м/с и округлите до сотых.

*Возможное решение*

В течение некоторого времени $\Delta t$ в окружающую среду уходит тепло $Q_1 = N\Delta t$, и в течение этого времени отопительная система должна компенсировать эти потери. Площадь сечения трубы составляет $S = \frac{\pi D^2}{4}$, и если $v$ - скорость потока воды, то объём воды, проходящий через трубу за время $\Delta t$ равен

$$V = Sv\Delta t = \frac{\pi D^2 v\Delta t}{4}$$

Тогда отопительная система способна поддержать тепло

$$Q_2 = cm(t_1 - t_0) = c\rho\frac{\pi D^2 v\Delta t}{4}(t_1 - t_0) = Q_1.$$

Отсюда можно получить скорость потока воды в трубах отопительной системы:

$$v = \frac{4N}{\pi D^2 c\rho(t_1 - t_0)} = 0,15 \text{ м/с}$$

*Ответ:* $0,15$

**Задача 1 / 2.** Вода с первоначальной температурой $t_0 = 50°C$ подается в отопительную систему жилых домов, а покидает отопительную систему при температуре $t_1 = 30°C$. Оказалось, что мощность тепловых потерь в отапливаемом таким образом доме составила $N = 120$ киловатт. Диаметр труб отопительной системы постоянен по всей ее длине и составляет $D = 90$ мм. Найдите скорость воды в трубах. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг $\cdot$ $°C$), плотность воды составляет $\rho = 1000$ кг/м$^3$. Ответ дайте в м/с и округлите до сотых.

*Ответ:* $0,22$

**Задача 2 / 1.** К потолку подвешена пружина с жесткостью $k = 160$ Н/м, к которой, в свою очередь, подвешено несколько одинаковых кубиков из сурьмы с плотностью $\rho_K = 6,7$ г/см$^3$ и длиной ребра 2 см. Данную конструкцию погружают в сосуд с водой таким образом, что часть кубиков целиком находится в воде с плотностью $\rho_B = 1,0$ г/см$^3$, а часть целиком находится в воздухе. Затем количество кубиков увеличивают на один и вновь погружают в воду. Вследствие этого один из кубиков оказывается частично погруженным в воду, а растяжение пружины увеличивается на $\Delta x = 0,3$ см. Определите, на сколько сантиметров этот кубик погрузился в воду. Ответ округлите до десятых.

*Возможное решение*

Опишем баланс сил в системе до и после добавления кубика. Пусть всего имеется $N$ кубиков, $M$ из которых изначально погружены в воду. За $l$ обозначим искомую величину погружения, за $x$ - удлинение пружины при первоначальном погружении кубиков в воду. Тогда до добавления кубика верно:

$$kx = N\rho_K a^3 g - M\rho_B a^3 g$$

После добавления кубика будет верно:

$$k(x + \Delta x) = (N + 1)\rho_K a^3 g - (M\rho_B a^3 g + \rho_B a^2 l g)$$

Вычитая первое уравнение из второго, выразим ответ:

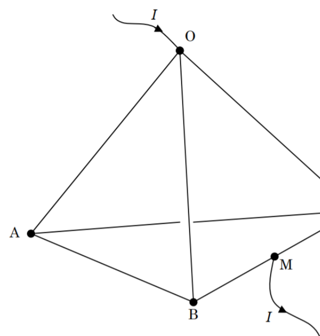
$$k\Delta x = \rho_K a^3 g - \rho_B a^2 l g \Rightarrow l = \frac{\rho_K a^3 g - k\Delta x}{\rho_B a^2 g} = \frac{\rho_K}{\rho_B} a - \frac{k\Delta x}{\rho_B a^2 g} \approx 1,4 \text{ см}$$

*Ответ:* 1,4

**Задача 2 / 2.** К потолку подвешена пружина с жесткостью $k$, на которой подвешены несколько одинаковых кубиков из сурьмы с плотностью $\rho_K = 6,7$ г/см$^3$ и длиной ребра 2 см. Кубики погружают в сосуд с водой таким образом, что часть кубиков целиком находится в воде с плотностью $\rho_B = 1,0$ г/см$^3$, а часть целиком находится в воздухе. Затем количество кубиков увеличивают на два и вновь погружают в воду. Вследствие этого один из кубиков оказывается частично погруженным в воду на величину $l = 0,7$ см, а растяжение пружины увеличивается на $\Delta x = 0,4$ см. Определите жесткость пружины. Ответ дайте в Н/м и округлите до целых.

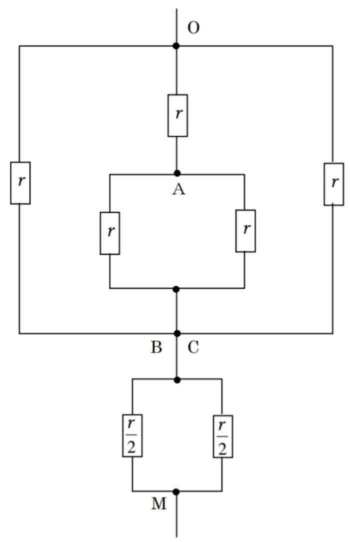
*Ответ:* 221

**Задача 3 / 1.** Из шести стержней одной длины, обладающих одинаковым сопротивлением $r = 4$ Ом, собрана следующая схема (см. рисунок): три стержня соединяют контактами так, чтобы получился треугольник $ABC$. Остальные три стержня соединены в точке $O$, а также с вершинами $A$, $B$ и $C$ соответственно. Точки $O$ и $M$ подсоединены к источнику напряжения. Сопротивление единицы длины стержня считать постоянным, сопротивлением контактов пренебречь. Точка $M$ - середина стержня $BC$. Найдите сопротивление цепи между точками $O$ и $M$. Ответ дайте в Ом и округлите до десятых.




*Возможное решение*

Изобразим эквивалентную схему, после чего посчитаем сопротивление отдельных участков цепи.




Обозначим сопротивление участка цепи между точками $O$ и $B$ (или $C$) как $R_1$, сопротивление участка цепи между точками $M$ и $B$ (или $C$) как $R_2$. Вычислим эти величины:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r + r/2} + \frac{1}{r} \Rightarrow R_1 = \frac{3}{8}r$$

Аналогично,

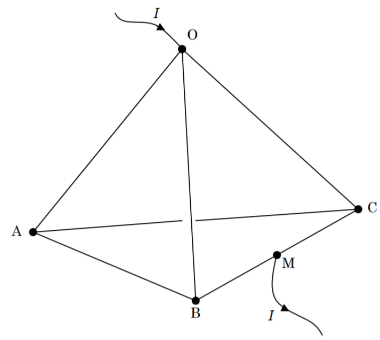
$$R_2 = \frac{r}{4}$$

Тогда общее сопротивление цепи:

$$R = R_1 + R_2 = \frac{5}{8}r = 2,5 \text{ Ом}$$

*Ответ:* $2,5$

**Задача 3 / 2.** Из шести стержней одной длины, обладающих одинаковым сопротивлением $r$, собрана следующая схема (см. рисунок): три стержня соединяют контактами так, чтобы получился треугольник $ABC$. Остальные три стержня соединены в точке $O$, а также с вершинами $A$, $B$ и $C$ соответственно. Точки $O$ и $M$ подсоединены к источнику напряжения. Сопротивление единицы длины стержня считать постоянным, сопротивлением контактов пренебречь. Точка $M$ - середина стержня $BC$. Найдите сопротивление $r$, если сопротивление цепи между точками $O$ и $M$ равно $4,5$ Ом. Ответ дайте в Ом и округлите до десятых.




*Ответ:* $7,2$

**Задача 4 / 1.** Сплав на основе железа содержит гранулярные вкрапления углерода. Плотность сплава без вкраплений составляет $\rho_с = 7000$ кг/м$^3$. Плотность сплава с вкраплениями составляет $\rho_к = 6800$ кг/м$^3$. Плотность углерода в области вкраплений составляет $\rho_у = 2000$ кг/м$^3$. Определите долю объема, которую занимают вкрапления в сплаве. Ответ дайте в процентах и округлите до целых.

*Возможное решение*

По определению плотности

$$\rho_к = \frac{\rho_с V_с + \rho_у V_у}{V}$$

Пользуясь тем, что

$$\frac{V_с}{V} + \frac{V_у}{V} = 1$$

Получаем:

$$\rho_к = \rho_с + (\rho_у - \rho_с)\frac{V_у}{V}$$

$$\frac{V_у}{V} = \frac{\rho_с - \rho_к}{\rho_с - \rho_у} = \frac{7000 - 6800}{7000 - 2000} = 0.04$$

*Ответ:* 4

**Задача 4 / 2.** Сплав на основе железа содержит гранулярные вкрапления неизвестного металла. Плотность сплава без вкраплений составила $\rho_с = 7150$ кг/м$^3$. Плотность сплава с вкраплениями составила $\rho_к = 6910$ кг/м$^3$. Доля объема, которую занимают вкрапления в сплаве, составила $\alpha = 5,5\%$. Определите плотность $\rho_x$ неизвестного металла. Ответ дайте в кг/м$^3$ и округлите до целых.

*Ответ:* 2786

**Задача 5 / 1.** Красная Шапочка выезжает на велосипеде из своего дома к избушке бабушки, расположенной на расстоянии $L$ от дома Шапочки. В то же самое время Волк начинает движение к бабушке из своего логова, удаленного от избушки также на расстояние $L$. Красная Шапочка знает о маршруте Волка: она рассчитала, что, если будет двигаться со своей начальной скоростью, Волк доберется до избушки на 3 минуты раньше. Если же Красная Шапочка будет двигаться с такой скоростью, что каждый километр она будет преодолевать на 1 минуту быстрее, то в итоге она обгонит волка ровно на 1 минуту. Найдите скорость Волка $v_2$, если скорость велосипеда Красной Шапочки равна $v_1 = 12$ км/ч. Ответ выразите в км/ч и округлите до десятых.

*Возможное решение*

Сначала рассчитаем предполагаемую скорость Красной Шапочки для обгона Волка. Поскольку со скоростью $v_1 = 12$ км/ч расстояние в 1 километр Красная Шапочка преодолеет за 5 минут, для сокращения этого времени до 4 минут, ее скорость должна быть увеличена до $v_1' = 15$ км/ч. Тогда можно записать систему уравнений для движения Красной Шапочки и Волка, откуда можно выразить искомую скорость $v_2$:

$$\begin{cases} \frac{L}{v_1} = \frac{L}{v_2} + 3 \\ \frac{L}{v_1'} = \frac{L}{v_2} - 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{4v_1' \cdot v_1}{v_1' + 3v_1} \approx 14,1 \text{ км/ч}$$

*Ответ:* $v_2 = 14,1$ *км/ч*

*Ответ:* 14, 1

**Задача 5 / 2.** Красная Шапочка выезжает на велосипеде из своего дома к избушке бабушки, расположенной на расстоянии $L$ от дома Шапочки. В то же самое время Волк начинает движение к бабушке из своего логова, удаленного от избушки также на расстояние $L$. Красная Шапочка знает о маршруте Волка: она рассчитала, что если будет двигаться со своей начальной скоростью, Волк доберется до избушки на 4 часа раньше. Если же Красная Шапочка будет двигаться с такой скоростью, что каждый километр она будет преодолевать на $k$ секунд быстрее, то в итоге она обгонит волка на 2 часа. Найдите число секунд $k$, определяющее увеличение скорости Шапочки. Скорость Волка $v_2 = 15$ км/ч, скорость велосипеда Красной Шапочки равна $v_1 = 12$ км/ч. Ответ округлите до целых.

*Ответ:* 90

**Задача 1 / 1.** Платина (Pt) и калий (K) имеют плотности 21,5 г/см$^3$ и 0,89 г/см$^3$ соответственно. Какой объем $V_{Pt}$ платины нужно присоединить к $V_K = 10,0$ см$^3$ калия, чтобы полученное объединение могло полностью погрузиться в ртуть (Hg) с плотностью 13,6 г/см$^3$? Игнорируйте любые химические реакции. Ответ выразите в кубических сантиметрах с точностью до целых.

*Возможное решение*

Запишем баланс сил, действующих на объединение платины и калия:

$$\rho_{Hg}(V_{Pt} + V_K)g = \rho_{Pt}V_{Pt}g + \rho_K V_K g$$

Отсюда выразим искомый объём платины:

$$V_{Pt} + V_K = \frac{\rho_{Pt}}{\rho_{Hg}}V_{Pt} + \frac{\rho_K}{\rho_{Hg}}V_K$$

$$0 = (\frac{\rho_{Pt}}{\rho_{Hg}} - 1)V_{Pt} + (\frac{\rho_K}{\rho_{Hg}} - 1)V_K$$

$$V_{Pt} = \frac{\rho_{Hg} - \rho_K}{\rho_{Pt} - \rho_{Hg}} \cdot V_K = 16 \text{ см}^3$$

*Ответ:* 16

**Задача 1 / 2.** Платина (Au) и натрий (Na) имеют плотности 19,3 г/см$^3$ и 0,97 г/см$^3$ соответственно. Какой объем $V_{Au}$ золота нужно присоединить к $V_{Na} = 4,5$ см$^3$ натрия, чтобы полученное объединение могло полностью погрузиться в ртуть (Hg) с плотностью 13,6 г/см$^3$? Игнорируйте любые химические реакции. Ответ выразите в кубических сантиметрах с точностью до целых.

*Ответ:* 10

**Задача 2 / 1.** Сплав на основе железа содержит гранулярные вкрапления углерода. Плотность сплава без вкраплений составляет $\rho_{\text{с}} = 7000$ кг/м$^3$. Плотность сплава с вкраплениями составляет $\rho_{\text{к}} = 6800$ кг/м$^3$. Плотность углерода в области вкраплений составляет $\rho_{\text{у}} = 2000$ кг/м$^3$. Определите долю объема, которую занимают вкрапления в сплаве. Ответ дайте в процентах и округлите до целых.

*Возможное решение*

$$\rho_{\text{к}} = \frac{\rho_{\text{с}} V_{\text{с}} + \rho_{\text{у}} V_{\text{у}}}{V}$$

Пользуясь тем, что

$$\frac{V_{\text{с}}}{V} + \frac{V_{\text{у}}}{V} = 1$$

Получаем:

$$\rho_{\text{к}} = \rho_{\text{с}} + (\rho_{\text{у}} - \rho_{\text{с}}) \frac{V_{\text{у}}}{V}$$

$$\frac{V_{\text{у}}}{V} = \frac{\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{к}}}{\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{у}}} = \frac{7000 - 6800}{7000 - 2000} = 0.04$$

*Ответ:* 4

**Задача 2 / 2.** Сплав на основе железа содержит гранулярные вкрапления неизвестного металла. Плотность сплава без вкраплений составила $\rho_{\text{с}} = 7150$ кг/м$^3$. Плотность сплава с вкраплениями составила $\rho_{\text{к}} = 6910$ кг/м$^3$. Доля объема, которую занимают вкрапления в сплаве, составила $\alpha = 5,5\%$. Определите плотность $\rho_x$ неизвестного металла. Ответ дайте в кг/м$^3$ и округлите до целых.

*Ответ:* 2786

**Задача 3/1** Муравей Михиал двигается по линейке, на которой отмечено $n = 100$ равных интервалов. На каждом интервале скорость движения муравья постоянна, а при перемещении на новый интервал скорость муравья возрастает в $\alpha$, где $\alpha = 1,01$. Найдите среднюю скорость муравья, если скорость его движения на последнем делении есть $v = 1\frac{\text{см}}{\text{с}}$. Ответ выразите в м/с, округлите до тысячных.

*Возможное решение*

По определению, средняя скорость выражается формулой:

$$v_a = \frac{S}{T}$$

Обозначим длину интервала за $\Delta$, тогда $S = n\Delta$. Пусть скорость движения муравья на первом интервале составляет $v_0$. Первый интервал проходится за $t_1 = \frac{\Delta}{v_0}$, второй за $t_2 = \frac{\Delta}{\alpha v_0}$, а последний - за $t_{100} = \frac{\Delta}{\alpha^{99} v_0}$. Таким образом, общее время движения муравья составляет:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 ... + t_{100} = \frac{\Delta}{v_0}(1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^3} + ... + \frac{1}{\alpha^{99}})$$

Получаем следующую сумму:

$$(1 + \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^3} + ... + \frac{1}{\alpha^{99}}) = \frac{1 - (\frac{1}{\alpha})^{100}}{1 - \frac{1}{\alpha}}$$

Таким образом:

$$v_a = \frac{S}{T} = \frac{n\Delta}{\frac{\Delta}{v_0}\left[\frac{1-(\frac{1}{\alpha})^{100}}{1-\frac{1}{\alpha}}\right]}$$

Учитывая, что скорость на последнем интервале есть 0.01 м/с, начальная скорость равна $v_0 = \frac{0.01}{\alpha^{99}} = \frac{0.01}{1.01^{99}}$ Таким образом,

$$v_a = \frac{100\frac{0.01}{1.01^{99}}}{\left[\frac{1-(\frac{1}{1.01})^{100}}{1-\frac{1}{1.01}}\right]}$$

*Ответ 0,006*

**Задача 3/2** Муравей Михиал двигается по линейке, на которой отмечено $n = 50$ равных интервалов. На каждом интервале скорость движения муравья постоянна, а при перемещениии на новый интервал скорость муравья возрастает в $\alpha$, где $\alpha = 1,05$. Найдите среднюю скорость муравья, если скорость его движения на последнем делении есть $v = 1\frac{\text{см}}{\text{с}}$. Ответ выразите в м/с, округлите до тысячных.

*Ответ 0,002*

**Задача 4 / 1.** К потолку подвешена пружина с жесткостью $k = 160$ Н/м, к которой, в свою очередь, подвешено несколько одинаковых кубиков из сурьмы с плотностью $\rho_K = 6,7$ г/см$^3$ и длиной ребра 2 см. Данную конструкцию погружают в сосуд с водой таким образом, что часть кубиков целиком находится в воде с плотностью $\rho_B = 1,0$ г/см$^3$, а часть целиком находится в воздухе. Затем количество кубиков увеличивают на один и вновь погружают в воду. Вследствие этого один из кубиков оказывается частично погруженным в воду, а растяжение пружины увеличивается на $\Delta x = 0,3$ см. Определите, на сколько сантиметров этот кубик погрузился в воду. Ответ округлите до десятых.

*Возможное решение*

Опишем баланс сил в системе до и после добавления кубика. Пусть всего имеется $N$ кубиков, $M$ из которых изначально погружены в воду. За $l$ обозначим искомую величину погружения, за $x$ - удлинение пружины при первоначальном погружении кубиков в воду. Тогда до добавления кубика верно:

$$kx = N\rho_K a^3 g - M\rho_B a^3 g$$

После добавления кубика будет верно:

$$k(x + \Delta x) = (N+1)\rho_K a^3 g - (M\rho_B a^3 g + \rho_B a^2 l g)$$

Вычитая первое уравнение из второго, выразим ответ:

$$k\Delta x = \rho_K a^3 g - \rho_B a^2 l g \Rightarrow l = \frac{\rho_K a^3 g - k\Delta x}{\rho_B a^2 g} = \frac{\rho_K}{\rho_B} a - \frac{k\Delta x}{\rho_B a^2 g} \approx 1,4 \text{ см}$$

*Ответ:* $1,4$

**Задача 4 / 2.** К потолку подвешена пружина с жесткостью $k$, на которой подвешены несколько одинаковых кубиков из сурьмы с плотностью $\rho_K = 6,7$ г/см$^3$ и длиной ребра 2 см. Кубики погружают в сосуд с водой таким образом, что часть кубиков целиком находится в воде с плотностью $\rho_B = 1,0$ г/см$^3$, а часть целиком находится в воздухе. Затем количество кубиков увеличивают на два и вновь погружают в воду. Вследствие этого один из кубиков оказывается частично погруженным в воду на величину $l = 0,7$ см, а растяжение пружины увеличивается на $\Delta x = 0,4$ см. Определите жесткость пружины. Ответ дайте в Н/м и округлите до целых.

*Ответ:* 221

**Задача 5 / 1.** Красная Шапочка выезжает на велосипеде из своего дома к избушке бабушки, расположенной на расстоянии $L$ от дома Шапочки. В то же самое время Волк начинает движение к бабушке из своего логова, удаленного от избушки также на расстояние $L$. Красная Шапочка знает о маршруте Волка: она рассчитала, что, если будет двигаться со своей начальной скоростью, Волк доберется до избушки на 3 минуты раньше. Если же Красная Шапочка будет двигаться с такой скоростью, что каждый километр она будет преодолевать на 1 минуту быстрее, то в итоге она обгонит волка ровно на 1 минуту. Найдите скорость Волка $v_2$, если скорость велосипеда Красной Шапочки равна $v_1 = 12$ км/ч. Ответ выразите в км/ч и округлите до десятых.

*Возможное решение*

Сначала рассчитаем предполагаемую скорость Красной Шапочки для обгона Волка. Поскольку со скоростью $v_1 = 12$ км/ч расстояние в 1 километр Красная Шапочка преодолеет за 5 минут, для сокращения этого времени до 4 минут, ее скорость должна быть увеличена до $v_1' = 15$ км/ч. Тогда можно записать систему уравнений для движения Красной Шапочки и Волка, откуда можно выразить искомую скорость $v_2$:

$$\begin{cases} \frac{L}{v_1} = \frac{L}{v_2} + 3 \\ \frac{L}{v_1'} = \frac{L}{v_2} - 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{4v_1' \cdot v_1}{v_1' + 3v_1} \approx 14,1 \text{ км/ч}$$

*Ответ:* $14,1$

**Задача 5 / 2.** Красная Шапочка выезжает на велосипеде из своего дома к избушке бабушки, расположенной на расстоянии $L$ от дома Шапочки. В то же самое время Волк начинает движение к бабушке из своего логова, удаленного от избушки также на расстояние $L$. Красная Шапочка знает о маршруте Волка: она рассчитала, что если будет двигаться со своей начальной скоростью, Волк доберется до избушки на 4 часа раньше. Если же Красная Шапочка будет двигаться с такой скоростью, что каждый километр она будет преодолевать на $k$ секунд быстрее, то в итоге она обгонит волка на 2 часа. Найдите число секунд $k$, определяющее увеличение скорости Шапочки. Скорость Волка $v_2 = 15$ км/ч, скорость велосипеда Красной Шапочки равна $v_1 = 12$ км/ч. Ответ округлите до целых.

*Ответ:* 90