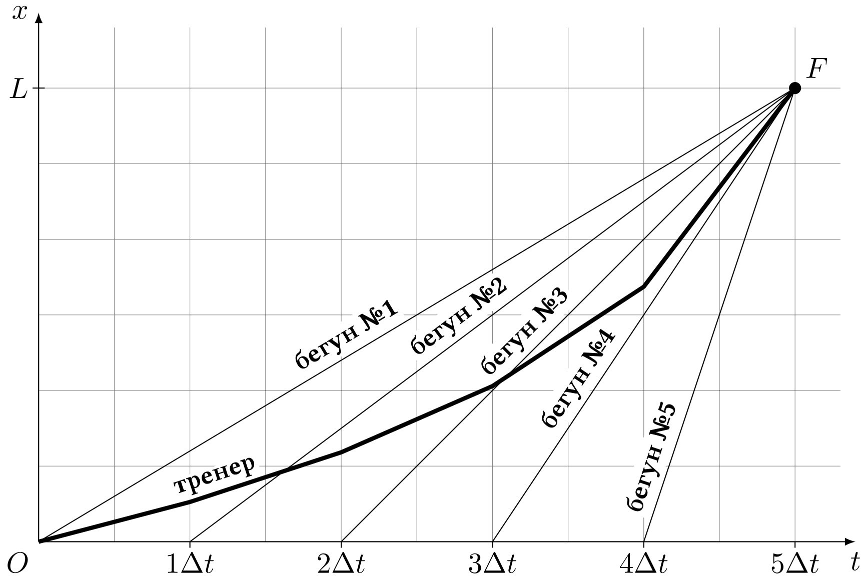
Возможные решения задач. 9 класс

Вариант 1

Задача 1. Бегуны



Обозначим длину дистанции за L. Построим зависимости координат бегунов от времени (см. рис). Точка O соответствует старту первого бегуна и тренера, а точка F — одновременному финишу всех спортсменов. Запишем скорости бегунов:

$$v_1 = \frac{L}{5\Delta t},\ \ v_2 = \frac{L}{4\Delta t},\ \ v_3 = \frac{L}{3\Delta t},\ \ v_4 = \frac{L}{2\Delta t},\ \ v_5 = \frac{L}{\Delta t}. \tag{1}$$

На графике показано, как двигался тренер относительно остальных бегунов. Его скорость в каждый момент времени была в α раз меньше скорости последнего из уже стартовавших бегунов, значит первый промежуток времени Δt он бежал со скоростью $\frac{v_1}{\alpha}$, второй — со скоростью $\frac{v_2}{\alpha}$ и так далее. По условию, тренер пробежал дистанцию L:

$$L = \frac{v_1}{\alpha}\Delta t + \frac{v_2}{\alpha}\Delta t + \frac{v_3}{\alpha}\Delta t + \frac{v_4}{\alpha}\Delta t + \frac{v_5}{\alpha}\Delta t = \frac{L}{5\alpha} + \frac{L}{4\alpha} + \frac{L}{3\alpha} + \frac{L}{2\alpha} + \frac{L}{\alpha}. \tag{2}$$

Откуда мы находим α:

$$\alpha = \frac{1}{5} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{137}{60}. \tag{3}$$

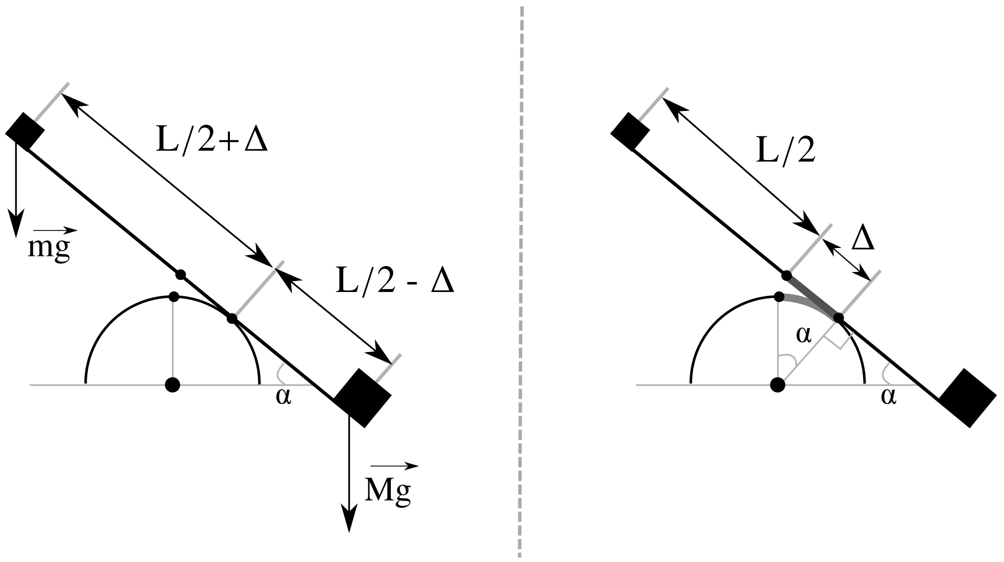
Ответ: $\alpha = \dfrac{137}{60} = 2{,}28.$

Задача 2. Угловые весы

Когда линейку с разными закрепленными грузами ставят так, что ее середина соприкоснется с верхней точкой цилиндра, система не находится в равновесии. По правилу рычага более тяжелый груз (массы M) не может быть уравновешен менее тяжелым (массы m), потому что у обоих сил тяжести плечи равны половине долины линейки ($L/2$). Система будет в равновесии, когда линейка отклонится на определенный угол α, и при этом точка соприкосновения линейки с цилиндром сместится на некоторое расстояние Δ вдоль линейки (см. рис.). Тогда длина отрезка от точки соприкосновения до меньшего груза будет равна $L/2+\Delta$, а для большего — $L/2-\Delta$. По условию линейка лёгкая, то есть ее массу учитывать не нужно, тогда по правилу рычага в равновесии получим

$$\frac{Mg}{mg} = \frac{L/2+\Delta}{L/2-\Delta} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{L/2+\Delta}{L/2-\Delta}, \tag{4}$$

где g — ускорение свободного падения. Для нахождения отношения масс грузов нам осталось найти Δ.



По условию проскальзывания нет, а значит при отклонении линейка не будет проскальзывать в точке соприкосновения с цилиндром. Тогда, вдоль линейки точка соприкосновения переместится на то же расстояние, что и вдоль поверхности цилиндра. Это расстояние равно длине дуги сечения цилиндра, которую легко найти зная из условия угол $\alpha = 18^\circ$

$$\Delta = \frac{\alpha}{180^\circ}\pi r \approx 0{,}314 \text{ см}. \tag{5}$$

Теперь подставим полученное значение Δ в уравнение для отношения масс из (4) и получим ответ

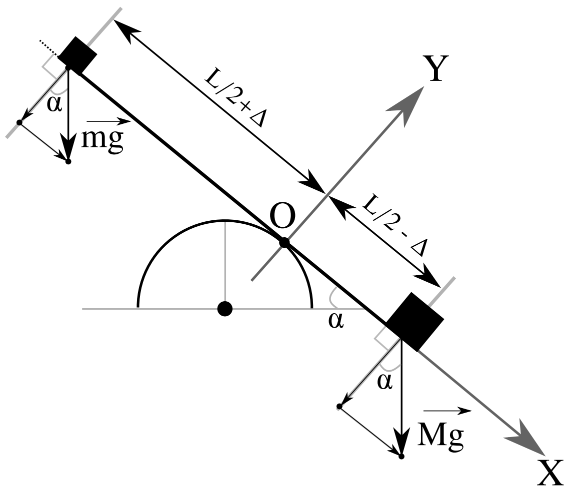
$$\frac{M}{m} = \frac{5+0{,}314}{5-0{,}314} = 1{,}134. \tag{6}$$

<u>**Ответ:**</u> Отношение массы большего к массе меньшего груза равно $1{,}134$. Если найдено отношение массы меньшего к массе большего, то ответ $0{,}882$.

Примечание: Более строго выражение для правила рычага (4) в равновесии легко получить, если ввести ось OX вдоль линейки и ось OY — перпендикулярную ей (см. рис.). Проекции сил тяжести грузов на ось OX действуют вдоль линейки и не могут приводить к ее вращению вокруг точки соприкосновения с цилиндром. Тогда линейку можно рассмотреть как обычный рычаг на который действуют проекции сил тяжести грузов на ось OY, с плечами $L/2 + \Delta$ и $L/2 - \Delta$. По правилу рычага в равновесии приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам

$$\frac{Mg_y}{mg_y} = \frac{L/2 + \Delta}{L/2 - \Delta} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{L/2 + \Delta}{L/2 - \Delta} \tag{7}$$

Это выражение равносильно (4), так как силы тяжести сонаправленные и $\frac{Mg}{mg} = \frac{Mg_y}{mg_y}$.



Задача 3. Котёл

У котла есть 2 режима работы: 1) нагреватель работает постоянно, температура в котле меньше некоторого T_m, 2) температура в котле равна T_m, нагреватель работает на поддержание температуры (непостоянно). Рассмотрим работу котла в первом режиме. Мощность нагревателя P идёт на нагрев воды от температуры T_0 до температуры $T < T_m$. Если обозначить за μ расход горячей воды в единицу времени на одного человека, то можно записать:

$$P = N\mu c(T - T_0), \tag{8}$$

где N — количество людей, одновременно принимающих душ, c — теплоёмкость воды. Выразим T:

$$T(N) = T_0 + \frac{P}{\mu c}\frac{1}{N} = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau}{N}, \tag{9}$$

где τ — некоторая константа, не зависящая от количества людей. Теперь достаточно найти τ, чтобы определить температуру в котле, когда душ принимают 6 человек. Рассмотрим два случая, представленные в условии ($N = 3$ и $N = 7$):

$$T(3) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau_1}{3} = 80^\circ\mathrm{C} \quad \Rightarrow \quad \tau_1 = 210^\circ\mathrm{C}, \tag{10}$$

$$T(7) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau_2}{7} = 60^\circ\mathrm{C} \quad \Rightarrow \quad \tau_2 = 350^\circ\mathrm{C}. \tag{11}$$

$\tau_1 \neq \tau_2$, значит один из случаев соответсвует режиму работы котла, при котором нагреватель работает на поддержание максимальной температуры (непостоянно). Ясно, что это случай $N = 3$, так как ему соответствует бо́льшая температура:

$$T_m = T(3) = 80^\circ\mathrm{C}. \tag{12}$$

Температура в случае $N = 7$ меньше T_m, значит этот случай соответствует режиму работы котла, при котором нагреватель работает постоянно. Следовательно:

$$\tau = \tau_2 = 350^\circ\mathrm{C}. \tag{13}$$

Найдём температуру в котле, когда душ принимают 6 человек, считая, что нагреватель работает постоянно:

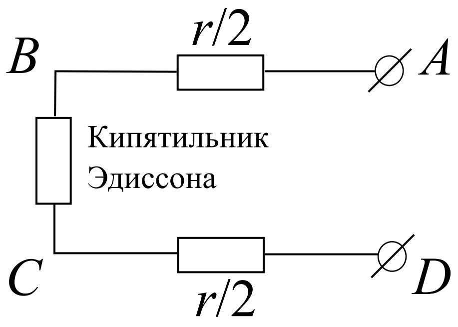
$$T(6) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{350^\circ\mathrm{C}}{6} = 68\tfrac{1}{3}^\circ\mathrm{C}. \tag{14}$$

Это значение меньше T_m, значит нагреватель действительно работает постоянно, и можно пользоваться полученной зависимостью $T(N)$.

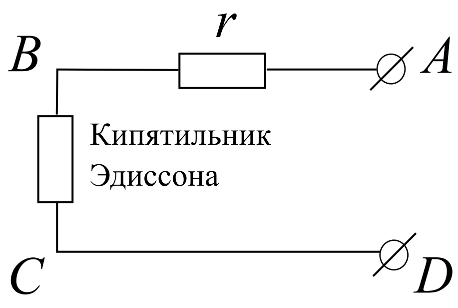
<u>Ответ:</u> когда душ принимают 6 человек, температура в котле равна $68{,}3^\circ\mathrm{C}$.

Задача 4. Чайник на даче

Эквивалентная электрическая схема показана на рисунке. Здесь клеммы AD изображают подключение к электростанции, а отрезок BC соответствует кипятильнику. Кипятильник подключен к станции двумя проводами с равными сопротивлениями (левый рисунок). В тоже время, так как все отрезки цепи подключены последовательно, можно предложить эквивалентную схему (правый рисунок), где провода представлены одним резистором с сопротивлением r равным суммарному сопротивлению проводов — в этом случае напряжение на отрезке CD равну нулю.



или



Из условия следует, что напряжение электростанции $U_{AD} = 120$ В. Обозначим суммарное напряжение на проводах как $U_L = U_{AB} + U_{CD}$. По закону о последовательном соединении, напряжения на всех участках схемы складываются, то есть:

$$U_L + U_{BC} = U_{AD}\ , \text{ или } U_L = U_{AD} - U_{BC}\ , \tag{15}$$

где напряжение на кипятильнике обозначено как $U_{BC} = 100$ В. Данное выражение позволяет найти напряжение на проводах.

Заметим, что из свойств последовательного соединения следует, что токи текущие через провода и кипятильник, равны. Обозначим этот общий ток, как I. Воспользуемся формулой для мощности P, которая выделяется на кипятильнике:

$$P = IU_{BC}\ , \text{ или } I = \frac{P}{U_{BC}}\ . \tag{16}$$

Далее, для определения сопротивления проводов следует воспользоваться законом Ома, так как мы знаем, чему равен ток I и напряжение U_L:

$$r = \frac{U_L}{I} = \frac{U_L U_{BC}}{P} = \frac{(U_0 - U_{BC})U_{BC}}{P} = 2 \text{ Ом}. \tag{17}$$

<u>Ответ:</u> суммарное сопротивление проводов, которыми подключен дом Эдиссона, равно **2 Ома**.

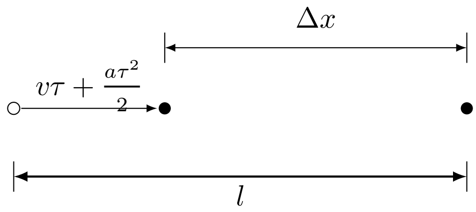
Примечание: сопротивление каждого из проводов равно 1 Ом, если они одинаковые, как это обычно и бывает. Ответ будет правильным в обоих случаях: два провода по 1 Ому или провода с суммарным сопротивлением 2 Ома.

Примечание: Правильное решение также может быть представлено только в виде численных расчетов, но с обоснованием приводимых действий.

Задача 5. Поезд под обстрелом

Будем следить за порядком появления дырок от пуль на поезде. Назовём дырки «последовательными», если они появились на поезде подряд, от двух последовательных выстрелов пулемёта.

Рассмотрим три последовательные дырки и расстояния между ними. Введём ось x слева направо вдоль поезда. По условию, если бы поезд не двигался, то расстояние между всеми парами последовательных дырок было бы одинаковым (обозначим его за l). Но поезд движется. Пусть между выстрелами проходит время τ, за которое поезд (а потому и все готовые дырки) проезжает $v\tau + \frac{a\tau^2}{2}$ (здесь a — проекция ускорения поезда на ось x, а v — скорости):



Из картинки видно, что для последовательных дырок:

$$\Delta x = l - v\tau - \frac{a\tau^2}{2}. \tag{18}$$

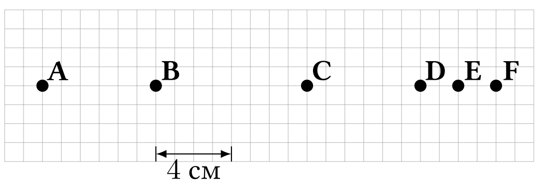
Рассмотрим три последовательные дырки. Обозначим разность координат первой и второй дырки за Δx_1, второй и третьей — за Δx_2, а скорости поезда в моменты появления первой и второй дырки v_1 и v_2 соответственно. Тогда

$$\Delta x_1 = l - v_1\tau - \frac{a\tau^2}{2} \tag{19}$$

$$\Delta x_2 = l - v_2\tau - \frac{a\tau^2}{2} \tag{20}$$

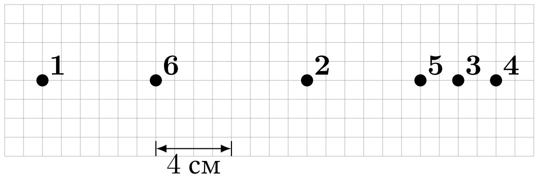
$$\Delta x_1 - \Delta x_2 = (v_2 - v_1)\tau = a\tau^2 \tag{21}$$

Значит, разность координат между последовательными дырками уменьшается каждый раз на одну и ту же величину $a\tau^2$. Однако, три крайних правых отверстия из условия имеют равные расстояния между друг другом, а потому данные нам дырки не могут быть последовательными слева направо. Поэтому в какой-то поезд стал ехать слишком быстро, и пулемёт стал «отставать». Часть дырок было сделано им при движении слева направо относительно поезда, а часть — справа налево. Значит, нам необходимо восстановить порядок, в котором эти отверстия были оставлены пулемётом. Для удобства обозначим дырки так:

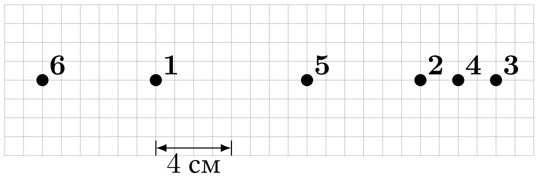


Поймём, в каком порядке могли быть сделаны эти отверстия. Заметим, что D, E не могут быть последовательными (так как между E и F пусто, а в случае последовательных D, E следующая пуля была бы после E, но на расстоянии < 2 кл.). По аналогичной причине не могли быть последовательными A, B. Итак, если E, D не последовательные, то последовательны либо E, F, либо D, F.

1 случай. Последовательны E, F. Какой тогда другой сосед у отверстия E? Либо A, либо B либо C (сосед E не может быть левее A, так как A, B не последовательны). Если A, то $a\tau^2 = 20$ кл., а тогда D быть не может (оно слишком близко). Если B, то $a\tau^2 = 14$ кл., и снова отверстие D не получается. Значит C; тогда $a\tau^2 = 6$ кл. и получается правильная последовательность A-C-E-F-D-B:



2 случай. Последовательны D, F. Какой тогда другой сосед у отверстия D? Либо A, либо B, либо C. Если A, то $a\tau^2 = 16$ кл., а тогда E быть не может (опять же, слишком близко). Если C, то $a\tau^2 = 2$ кл., и справа от F должно быть отверстие на расстоянии двух клеток. Значит B; тогда $a\tau^2 = 6$ кл. и получается правильная последовательность B-D-F-E-C-A:



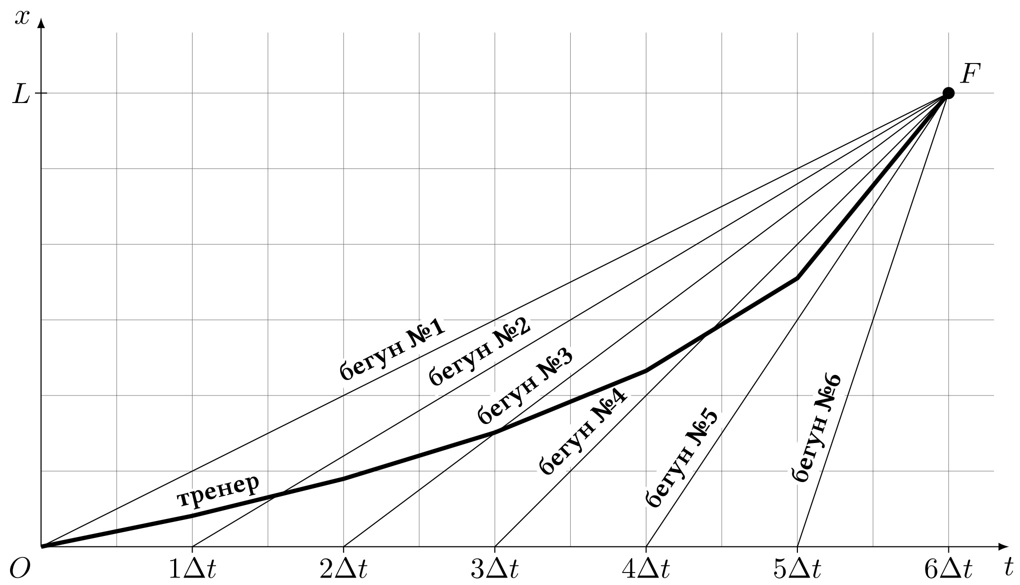
Осталось найти a. По условию, в минуту пулемёт делает 300 выстрелов, а потому $\tau = \frac{60}{300} = 0{,}2с$. Клетка имеет сторону 1 см, а потому $a\tau^2 = 6$ см. Тогда $a = 1{,}5$ м/с^2.

<u>Ответ:</u> Ускорение равно $1{,}5$ м/с^2

Возможные решения задач. 9 класс

Вариант 2

Задача 1. Бегуны



Обозначим длину дистанции за L. Построим зависимости координат бегунов от времени (см. рис). Точка O соответствует старту первого бегуна и тренера, а точка F — одновременному финишу всех спортсменов. Запишем скорости бегунов:

$$v_1 = \frac{L}{6\Delta t},\ \ v_2 = \frac{L}{5\Delta t},\ \ v_3 = \frac{L}{4\Delta t},\ \ v_4 = \frac{L}{3\Delta t},\ \ v_5 = \frac{L}{2\Delta t},\ \ v_6 = \frac{L}{\Delta t}. \tag{22}$$

На графике показано, как двигался тренер относительно остальных бегунов. Его скорость в каждый момент времени была в α раз меньше скорости последнего из уже стартовавших бегунов, значит первый промежуток времени Δt он бежал со скоростью $\frac{v_1}{\alpha}$, второй — со скоростью $\frac{v_2}{\alpha}$ и так далее. По условию, тренер пробежал дистанцию L:

$$L = \frac{v_1}{\alpha}\Delta t + \frac{v_2}{\alpha}\Delta t + \frac{v_3}{\alpha}\Delta t + \frac{v_4}{\alpha}\Delta t + \frac{v_5}{\alpha}\Delta t + \frac{v_6}{\alpha}\Delta t = \frac{L}{6\alpha} + \frac{L}{5\alpha} + \frac{L}{4\alpha} + \frac{L}{3\alpha} + \frac{L}{2\alpha} + \frac{L}{\alpha}. \tag{23}$$

Откуда мы находим α:

$$\alpha = \frac{1}{6} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{49}{20}. \tag{24}$$

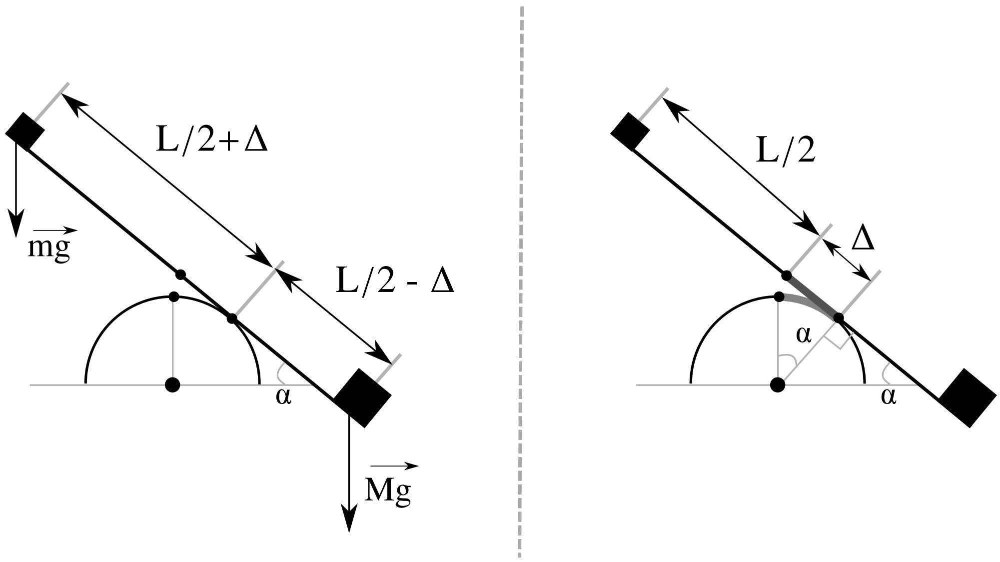
<u>Ответ:</u> $\alpha = \dfrac{49}{20} = 2{,}45.$

Задача 2. Угловые весы

Когда линейку с разными закрепленными грузами ставят так, что ее середина соприкоснется с верхней точкой цилиндра, система не находится в равновесии. По правилу рычага более тяжелый груз (массы M) не может быть уравновешен менее тяжелым (массы m), потому что у обоих сил тяжести плечи равны половине долины линейки ($L/2$). Система будет в равновесии, когда линейка отклонится на определенный угол α, и при этом точка соприкосновения линейки с цилиндром сместится на некоторое расстояние Δ вдоль линейки (см. рис.). Тогда длина отрезка от точки соприкосновения до меньшего груза будет равна $L/2 + \Delta$, а для большего — $L/2 - \Delta$. По условию линейка лёгкая, то есть ее массу учитывать не нужно, тогда по правилу рычага в равновесии получим

$$\frac{Mg}{mg} = \frac{L/2+\Delta}{L/2-\Delta} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{L/2+\Delta}{L/2-\Delta}, \tag{25}$$

где g — ускорение свободного падения. Для нахождения отношения масс грузов нам осталось найти Δ.



По условию проскальзывания нет, а значит при отклонении линейка не будет проскальзывать в точке соприкосновения с цилиндром. Тогда, вдоль линейки точка соприкосновения переместится на то же расстояние, что и вдоль поверхности цилиндра. Это расстояние равно длине дуги сечения цилиндра, которую легко найти зная которую легко найти зная из условия угол $\alpha = 24^\circ$:

$$\Delta = \frac{\alpha}{180^\circ}\pi r \approx 0{,}419\ \text{см}. \tag{26}$$

Теперь подставим полученное значение Δ в уравнение для отношения масс из (25) и получим ответ

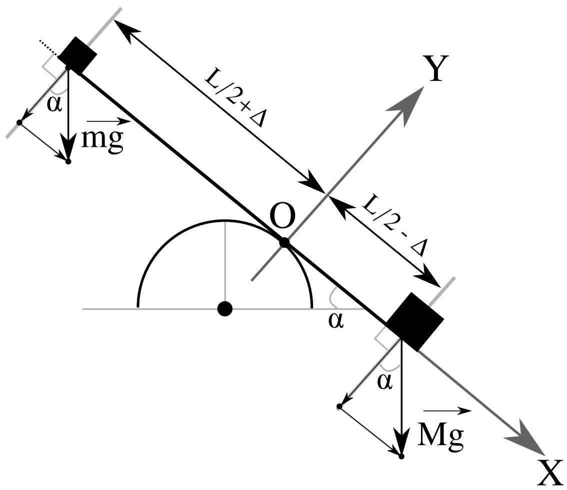
$$\frac{M}{m} = \frac{5+0{,}419}{5-0{,}419} = 1{,}183. \tag{27}$$

<u>**Ответ:**</u> Отношение массы большего к массе меньшего груза равно $1{,}183$. Если найдено отношение массы меньшего к массе большего, то ответ $0{,}845$.

Примечание: Более строго выражение для правила рычага (25) в равновесии легко получить, если ввести ось OX вдоль линейки и ось OY — перпендикулярную ей (см. рис.). Проекции сил тяжести грузов на ось OX действуют вдоль линейки и не могут приводить к ее вращению вокруг точки соприкосновения с цилиндром. Тогда линейку можно рассмотреть как обычный рычаг на который действуют проекции сил тяжести грузов на ось OY, с плечами $L/2 + \Delta$ и $L/2 - \Delta$. По правилу рычага в равновесии приложенные к нему силы обратно пропорциональны их плечам

$$\frac{Mg_y}{mg_y} = \frac{L/2 + \Delta}{L/2 - \Delta} \Rightarrow \frac{M}{m} = \frac{L/2 + \Delta}{L/2 - \Delta} \tag{28}$$

Это выражение равносильно (25), так как силы тяжести сонаправленные и $\frac{Mg}{mg} = \frac{Mg_y}{mg_y}$.



Задача 3. Котёл

У котла есть 2 режима работы: 1) нагреватель работает постоянно, температура в котле меньше некоторого T_m, 2) температура в котле равна T_m, нагреватель работает на поддержание температуры (непостоянно). Рассмотрим работу котла в первом режиме. Мощность нагревателя P идёт на нагрев воды от температуры T_0 до температуры $T < T_m$. Если обозначить за μ расход горячей воды в единицу времени на одного человека, то можно записать:

$$P = N\mu c(T - T_0), \tag{29}$$

где N — количество людей, одновременно принимающих душ, c — теплоёмкость воды. Выразим T:

$$T(N) = T_0 + \frac{P}{\mu c}\frac{1}{N} = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau}{N}, \tag{30}$$

где τ — некоторая константа, не зависящая от количества людей. Теперь достаточно найти τ, чтобы определить температуру в котле, когда душ принимают 6 человек. Рассмотрим два случая, представленные в условии ($N = 3$ и $N = 8$):

$$T(3) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau_1}{3} = 80^\circ\mathrm{C} \quad\Rightarrow\quad \tau_1 = 210^\circ\mathrm{C}, \tag{31}$$

$$T(8) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{\tau_2}{8} = 60^\circ\mathrm{C} \quad\Rightarrow\quad \tau_2 = 400^\circ\mathrm{C}. \tag{32}$$

$\tau_1 \neq \tau_2$, значит один из случаев соответсвует режиму работы котла, при котором нагреватель работает на поддержание максимальной температуры (непостоянно). Ясно, что это случай $N = 3$, так как ему соответствует бóльшая температура:

$$T_m = T(3) = 80^\circ\mathrm{C}. \tag{33}$$

Температура в случае $N = 8$ меньше T_m, значит этот случай соответствует режиму работы котла, при котором нагреватель работает постоянно. Следовательно:

$$\tau = \tau_2 = 400^\circ\mathrm{C}. \tag{34}$$

Найдём температуру в котле, когда душ принимают 6 человек, считая, что нагреватель работает постоянно:

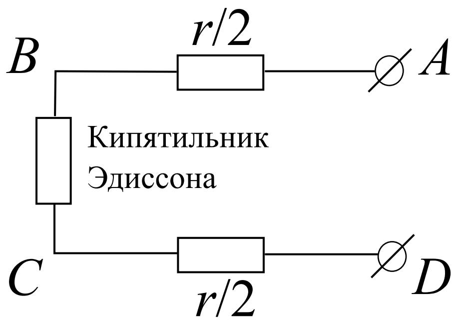
$$T(6) = 10^\circ\mathrm{C} + \frac{400^\circ\mathrm{C}}{6} = 76\tfrac{2}{3}^\circ\mathrm{C}. \tag{35}$$

Это значение меньше T_m, значит нагреватель действительно работает постоянно, и можно пользоваться полученной зависимостью $T(N)$.

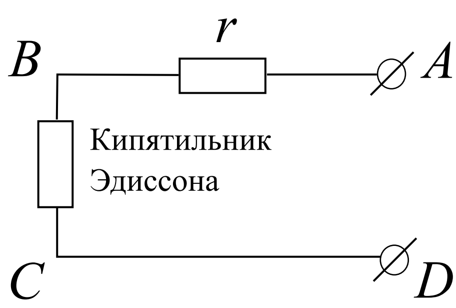
Ответ: когда душ принимают 6 человек, температура в котле равна $76{,}7^\circ\mathrm{C}$.

Задача 4. Чайник на даче

Эквивалентная электрическая схема показана на рисунке. Здесь клеммы AD изображают подключение к электростанции, а отрезок BC соответствует кипятильнику. Кипятильник подключен к станции двумя проводами с равными сопротивлениями (левый рисунок). В тоже время, так как все отрезки цепи подключены последовательно, можно предложить эквивалентную схему (правый рисунок), где провода представлены одним резистором с сопротивлением r равным суммарному сопротивлению проводов — в этом случае напряжение на отрезке CD равну нулю.



или



Из условия следует, что напряжение электростанции $U_{AD} = 115$ В. Обозначим суммарное напряжение на проводах как $U_L = U_{AB}+U_{CD}$. По закону о последовательном соединении, напряжения на всех участках схемы складываются, то есть:

$$U_L + U_{BC} = U_{AD}\text{ , или } U_L = U_{AD} - U_{BC}\text{ ,} \tag{36}$$

где напряжение на кипятильнике обозначено как $U_{BC} = 100$ В. Данное выражение позволяет найти напряжение на проводах.

Заметим, что из свойств последовательного соединения следует, что токи текущие через провода и кипятильник, равны. Обозначим этот общий ток, как I. Воспользуемся формулой для мощности P, которая выделяется на кипятильнике:

$$P = IU_{BC}\text{ , или } I = \frac{P}{U_{BC}}\text{ .} \tag{37}$$

Далее, для определения сопротивления проводов следует воспользоваться законом Ома, так как мы знаем, чему равен ток I и напряжение U_L:

$$r = \frac{U_L}{I} = \frac{U_L U_{BC}}{P} = \frac{(U_0 - U_{BC})U_{BC}}{P} = 3\text{ Ом.} \tag{38}$$

<u>**Ответ:**</u> суммарное сопротивление проводов, которыми подключен дом Эдиссона, равно **3 Ома**.

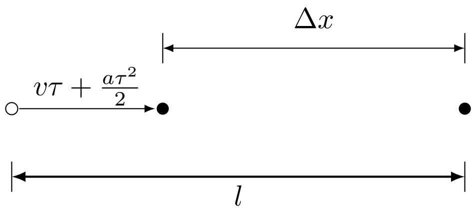
Примечание: сопротивление каждого из проводов равно 1.5 Ома, если они одинаковые, как это обычно и бывает. Ответ будет правильным в обоих случаях: два провода по 1.5 Ома или провода с суммарным сопротивлением 3 Ома.

Примечание: Правильное решение также может быть представлено только в виде численных расчетов, но с обоснованием приводимых действий.

Задача 5. Поезд под обстрелом

Будем следить за порядком появления дырок от пуль на поезде. Назовём дырки «последовательными», если они появились на поезде подряд, от двух последовательных выстрелов пулемёта.

Рассмотрим три последовательные дырки и расстояния между ними. Введём ось x слева направо вдоль поезда. По условию, если бы поезд не двигался, то расстояние между всеми парами последовательных дырок было бы одинаковым (обозначим его за l). Но поезд движется. Пусть между выстрелами проходит время τ, за которое поезд (а потому и все готовые дырки) проезжает $v\tau + \frac{a\tau^2}{2}$ (здесь a — проекция ускорения поезда на ось x, а v — скорости):



Из картинки видно, что для последовательных дырок:

$$\Delta x = l - v\tau - \frac{a\tau^2}{2}. \tag{39}$$

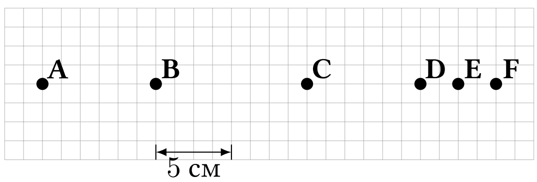
Рассмотрим три последовательные дырки. Обозначим разность координат первой и второй дырки за Δx_1, второй и третьей — за Δx_2, а скорости поезда в моменты появления первой и второй дырки v_1 и v_2 соответственно. Тогда

$$\Delta x_1 = l - v_1\tau - \frac{a\tau^2}{2} \tag{40}$$

$$\Delta x_2 = l - v_2\tau - \frac{a\tau^2}{2} \tag{41}$$

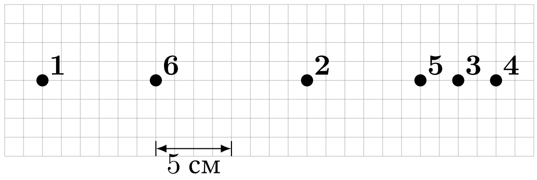
$$\Delta x_1 - \Delta x_2 = (v_2 - v_1)\tau = a\tau^2 \tag{42}$$

Значит, разность координат между последовательными дырками уменьшается каждый раз на одну и ту же величину $a\tau^2$. Однако, три крайних правых отверстия из условия имеют равные расстояния между друг другом, а потому данные нам дырки не могут быть последовательными слева направо. Поэтому в какой-то поезд стал ехать слишком быстро, и пулемёт стал «отставать». Часть дырок было сделано им при движении слева направо относительно поезда, а часть — справа налево. Значит, нам необходимо восстановить порядок, в котором эти отверстия были оставлены пулемётом. Для удобства обозначим дырки так:

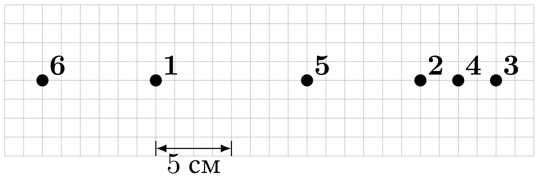


Поймём, в каком порядке могли быть сделаны эти отверстия. Заметим, что D, E не могут быть последовательными (так как между E и F пусто, а в случае последовательных D, E следующая пуля была бы после E, но на расстоянии < 2 кл.). По аналогичной причине не могли быть последовательными A, B. Итак, если E, D не последовательные, то последовательны либо E, F, либо D, F.

1 случай. Последовательны E, F. Какой тогда другой сосед у отверстия E? Либо A, либо B либо C (сосед E не может быть левее A, так как A, B не последовательны). Если A, то $a\tau^2 = 20$ кл., а тогда D быть не может (оно слишком близко). Если B, то $a\tau^2 = 14$ кл., и снова отверстие D не получается. Значит C; тогда $a\tau^2 = 6$ кл. и получается правильная последовательность A-C-E-F-D-B:



2 случай. Последовательны D, F. Какой тогда другой сосед у отверстия D? Либо A, либо B, либо C. Если A, то $a\tau^2 = 16$ кл., а тогда E быть не может (опять же, слишком близко). Если C, то $a\tau^2 = 2$ кл., и справа от F должно быть отверстие на расстоянии двух клеток. Значит B; тогда $a\tau^2 = 6$ кл. и получается правильная последовательность B-D-F-E-C-A:



Осталось найти a. По условию, в минуту пулемёт делает 300 выстрелов, а потому $\tau = \frac{60}{300} = 0{,}2c$. Клетка имеет сторону 1,25 см, а потому $a\tau^2 = 7{,}5$ см. Тогда $a = 1{,}875$ м/с^2.

<u>Ответ:</u> Ускорение равно $1{,}88$ м/с^2