5 мм и длиной 6 см наполовину погружена в вертикальном положении в большой сосуд с водой. С какой силой нужно удерживать трубку, чтобы она не утонула? Плотность стекла вдвое больше плотности воды. Считать, что стекло полностью смачивается водой, коэффициент поверхностного натяжения воды 0,07 Н/м.

Р.Александров

Ф1821. Плоский конденсатор емкостью C с воздушным диэлектриком состоит из двух больших пластин, расположенных очень близко друг к другу. Одна из пластин не заряжена, другая несет заряд Q. Соединим пластины проводником, имеющим большое сопротивление R. Оцените количество теплоты, которое выделится в проводнике за большое время.

А.Повторов

Ф1822. К источнику переменного напряжения подключили последовательно амперметр и два «черных ящика», в каждом из которых может находиться резистор, конденсатор или катушка индуктивности. Переключили «ящики» из последовательного соединения в параллельное – показание амперметра осталось прежним. Начнем теперь изменять частоту источника – показания амперметра при этом будут вначале уменьшаться, а потом увеличиваться. Во сколько раз нужно изменить частоту, чтобы показания амперметра вернулись к первоначальному значению? Элементы внутри ящиков считайте идеальными.

А.Зильберман

Решения задач М1786–М1795, Ф1803–Ф1807

М1786. *На плоскости отмечено шесть точек, никакие три из которых не лежат на одной прямой, причем все попарные расстояния между ними различны. Докажите, что среди треугольников с вершинами в этих точках найдутся два треугольника с общей стороной такой, что для одного эта сторона является наибольшей, а для другого – наименьшей.*

Сначала сформулируем и докажем следующую лемму.

Лемма Рамсея. *Среди любых шести человек найдутся либо трое попарно знакомых между собой, либо трое попарно незнакомых*.

Вот ее несложное доказательство. Пусть A – один из шести человек. Тогда среди остальных пяти найдутся либо трое с ним знакомых, либо – трое с ним незнакомых. Пусть, например, B, C, D знакомы с A. Если среди них найдутся двое знакомых друг с другом, то вместе с A они образуют тройку попарно знакомых. Если же все трое незнакомы друг с другом, то они дадут искомую тройку попарно незнакомых людей. Аналогично разбирается случай, когда B, C, D не знакомы с A.

Теперь решаем задачу. Все шесть точек соединим всевозможными отрезками. Соединяющий две точки отрезок покрасим красным, если он является наименьшей стороной некоторого треугольника, и синим в противном случае. Так как синий треугольник невозможен, то существует, в силу леммы Рамсея, красный; возьмем его наибольшую сторону. Она и будет наибольшей в одном и наименьшей в другом треугольниках.

С.Рукшин

М1787*. *Пусть p и q – натуральные числа, большие 1. Известно, что $q^3 - 1$ делится на p, а $p - 1$ делится на q. Докажите, что $p = q^{3/2} + 1$ или $p = q^2 + q + 1$.*

Будем рассуждать так.

Имеем $q^3 - 1 = pk$ для некоторого $k \ge 1$. Так как $p \equiv 1 (\bmod q)$, то $k \equiv -1 (\bmod q)$, т.е. $k = lq - 1$ для некоторого $l \ge 1$. Из равенства $p = \left(q^3 - 1\right) / (lq - 1)$ следует, что $l < q^2$, а также то, что числа $q^2 - l$ и $q - l^2$ делятся на $lq - 1$. Предположим теперь, что $p \ne q^{3/2} + 1$ (в частности, $l \ne q^{1/2}$). Если $1 < l < q$, $l \ne q^{1/2}$, то $0 < \left|q - l^2\right| < lq - 1$ и, следовательно, делимость $q - l^2$ на $lq - 1$ невозможна. Если же $q \le l < q^2$, то $0 < q^2 - l < lq - 1$ и невозможна делимость $q^2 - l$ на $lq - 1$. Таким образом, $l = 1$ и $p = q^2 + q + 1$. Этим все доказано.

Н.Осипов

М1788. *В треугольнике ABC точка I – центр вписанной окружности, A', B', C' – точки ее касания со сторонами BC, CA, AB (рис.1). Прямые AA' и BB' пересекаются в точке P, AC и $A'C'$ – в точке M, BC и $B'C'$ – в точке N. Докажите, что прямые IP и MN перпендикулярны.*

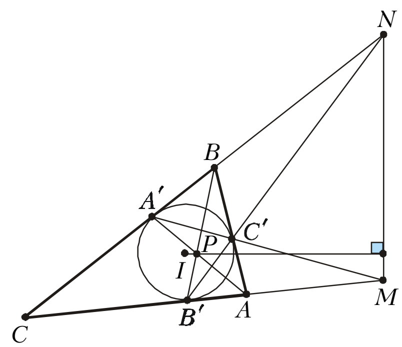


Рис.1

Построим на отрезках IA и IA' как на диаметрах окружности (рис.2). Отличная от I точка N' их пересечения будет основанием перпендикуляра, опущенного из I на AA', а прямая IN' проходит через N, так как IN' – общая хорда этих двух окружностей, BC – общая касательная первой из них и вписанной окружности треугольника, $B'C'$ – общая хорда второй и вписанной окружностей. Из подобия

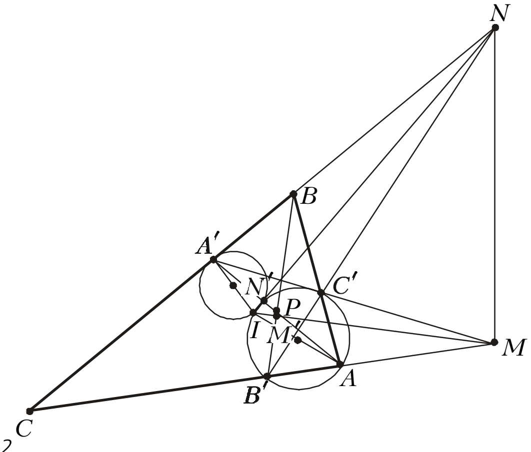


Рис.2

прямоугольных треугольников INA' и $IA'N'$ получаем $IN \cdot IN' = r^2$, где r – радиус вписанной окружности. Аналогично получаем, что прямая IM перпендикулярна BB', и для точки их пересечения M': $IM \cdot IM' = r^2$. Следовательно, треугольник $IM'N'$ подобен треугольнику INM и вписан в окружность с диаметром IP. Поэтому

$$\angle M'IP + \angle INM = \angle M'N'P + \angle IN'M' = 90^\circ.$$

Это мы и хотели доказать.

А.Заславский

М1789. *а) Из ста гирек с массами 1 г, 2 г, 3 г, ..., 100 г выбирается набор в 50 гирек, общая масса которых равна общей массе оставшихся. При этом никакие две гирьки набора не различаются на 50 г. Докажите, что в наборе найдутся две гирьки, общая масса которых равна 101 г.*

б) Из двухсот гирек с массами 1 г, 2 г, 3 г, ..., 200 г выделяется набор в 100 гирек, общая масса которых равна массе оставшихся. При этом никакие две гирьки набора не различаются на 100 г и не дают вместе 201 г. Докажите, что 50 минимальных гирек набора составляют вместе 2525 г.

а) Все 100 гирек можно разбить на пары, в которых массы отличаются на 50 г. Из каждой пары одна гирька попала в набор, другая – осталась вне набора. В силу равновесия тех и других, в набор попали 25 гирек, массы которых не превосходят 50 г, и еще 25 гирек, массы которые превышают 50 г.

Разобьем 100 гирек на новые пары. В каждую пару входят гирьки с общей массой 101 г. Предположим, что только одна гирька из каждой новой пары попала в набор. Тогда, в силу вышеизложенного, 25 гирек набора являлись минимальными в своих парах, а еще 25 – максимальными в своих парах.

Откуда следует (подумайте, почему!), что все нечетные числа от 1 до 99 можно разделить на две группы по 25 штук с равными суммами. Но 25 нечетных чисел не могут давать в сумме четное число 1250.

Значит, найдется пара гирек в наборе с общей массой 101 г.

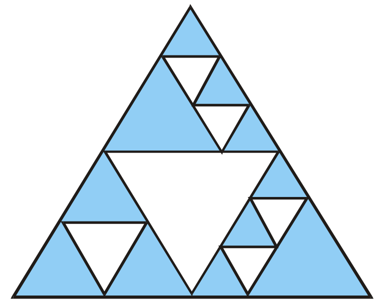
б) Рассуждая, как в начале предыдущего пункта, мы можем заключить, что масса каждой из 50 минимальных гирек набора не превосходит 100 г, а остальные 50 гирек из набора по массе больше 100 г.

Пусть m – масса какой-либо из 50 минимальных гирек набора. Гирька с массой $m + 100$, по условию, не принадлежат набору. Тогда гирька с массой $101 - m$ обязана принадлежать набору, в противном случае среди оставшихся гирек имелись бы две (с массами $m + 100$ и $101 - m$), общая масса которых 201 г, что невозможно.

Делаем вывод: 50 минимальных гирек набора распадаются на 25 пар, общая масса каждой из которых равна 101 г. Значит, общая масса всех таких гирек 2525 г.

В.Произволов

М1790. *Имеются в некотором количестве равносторонние треугольники, у каждого из которых одна сторона желтая, другая красная, а третья синяя. Можно прикладывать треугольники друг к другу одноцветными сторонами или участками одноцветных сторон. Таким образом составлен большой равносторонний треугольник Δ. Докажите, что суммарная длина участков границы треугольника Δ каждого из трех цветов одна и та же.*



Все треугольники, составляющие равносторонний треугольник Δ, окрасим в серый и белый цвета в шахматном порядке. Пусть при этом треугольники, примыкающие к границе треугольника Δ, имеют серую окраску (см. рисунок).

Совместная граница всех белых и серых треугольников на одну треть окрашена в каждый из трех цветов (желтый, красный или синий), поскольку она является суммарной границей всех белых треугольников.

Вычтя эту границу из суммарной границы всех серых треугольников, получаем границу треугольника Δ. Значит, граница треугольника Δ на одну треть окрашена в каждый из трех цветов.

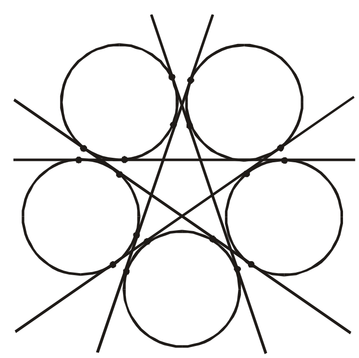
С.Волченков, В.Произволов

М1791. *а) На плоскости расположены 5 окружностей, любые четыре из которых имеют общую касательную. Обязательно ли все 5 окружностей имеют общую касательную?*

б) На плоскости расположены n окружностей, любые 5 из которых имеют общую касательную. Докажите, что все n окружностей имеют общую касательную.

а) **Ответ:** не обязательно.

На рисунке показаны 5 одинаковых окружностей, центры которых являются вершинами правильного пятиугольника. Каждые четыре из них имеют общую касательную (такие касательные образуют правильную пятиконечную звезду), но все пять, очевидно, общей касательной не имеют.



б) Для разбора базового случая $n = 6$ нам потребуется почти очевидное вспомогательное утверждение.

Лемма. *Пять точек на окружности, каждые четыре из которых являются вершинами какой-либо трапеции, представляют собой вершины правильного пятиугольника.*

Доказательство леммы без труда сводится к тому, что пятиугольник, вписанный в окружность, у которого каждая сторона параллельна какой-либо диагонали, является правильным.

Так как $n = 6$, то найдутся шесть касательных, каждая из которых касается соответствующей пятерки окружностей. Докажем, что среди этих касательных найдутся две совпадающие, а это будет означать, что нашлась общая касательная для всех шести окружностей.

Если предположить на время, что все шесть касательных различны, то можно сделать несколько справедливых замечаний.

1°. Четыре касательные (две внешних и две внутренних) для всякой пары из шести окружностей принадлежат шестерке касательных.

При этом на каждой из двух окружностей четыре точки касания являются вершинами трапеции.

2°. Каждой окружности касаются пять из шести касательных. Значит, на всякой окружности из пяти точек касания каждые четыре являются вершинами трапеции.

3°. В силу леммы, пять точек касания на всякой окружности являются вершинами правильного пятиугольника.

Теперь из шести окружностей возьмем ту, у которой радиус наибольший (или одну из таких, если их несколько), пусть это будет окружность C. Общие касательные окружности C и еще какой-либо окружности дают на окружности C четыре точки касания, которые не могут быть вершинами правильного пятиугольника, поскольку все четыре принадлежат одной половинке окружности C.

Далее пустимся по волнам математической индукции. Из предположения, что утверждение задачи справедливо для какого-либо $n \ge 6$, выведем его справедливость для $n + 1$.

Имеем $n + 1$ окружностей, каждые пять из которых имеют общую касательную. В силу предположения индукции, каждые n из них имеют общую касательную. Таких касательных будет $n + 1$. Покажем, что все они не могут быть различными, а это будет означать, что для всех $n + 1$ окружностей нашлась общая касательная.

Возьмем пару из наших окружностей. Они принадлежат $n - 1$ группам по n окружностей в каждой. Значит, $n - 1 \ge 5$ касательных касаются этой пары. Но у пары окружностей только четыре различных общих касательных. Утверждение доказано.

В.Произволов

М1792. *В компании из $2n + 1$ человек для любых n человек найдется отличный от них человек, знакомый с каждым из них. Докажите, что в этой компании есть человек, знающий всех.*

Докажем, что в этой компании есть $n + 1$ попарно знакомых. Очевидно, что есть двое знакомых, и если есть k попарно знакомых (где $k \le n$), то по условию найдется отличный от них человек, знакомый со всеми этими k людьми. Отсюда следует, что найдутся $n + 2$ попарно знакомых $A_1, \ldots, A_{n+1}$.

Рассмотрим остальных n человек. По условию, существует отличный от них человек A_i, знающий их всех. Но тогда A_i знаком со всеми.

С.Берлов

М1793*. *В магическом квадрате $n \times n$, составленном из чисел 1, 2, …, n^2, центры любых двух клеток соединили вектором в направлении от большего числа к меньшему. Докажите, что сумма всех полученных векторов равна нулю. (Магическим называется клетчатый квадрат, в клетках которого записаны числа так, что суммы чисел во всех его строках и столбцах равны.)*

Достаточно доказать, что сумма S горизонтальных проекций векторов, соединяющих центры клеток с бо́льшим числом с центрами клеток с меньшим числом, равна нулю. Аналогичными рассуждениями доказывается, что сумма вертикальных проекций векторов также равна нулю, откуда следует утверждение задачи.

Примем длину стороны клетки за 1, за положительное направление горизонтальной оси выберем направление слева направо. Будем перемещать числа внутри строк (при этом в одну клетку могут попадать несколько чисел) и следить за изменением суммы S проекций векторов. Заметим вначале, что сумма чисел в столбце магического квадрата составляет $1/n$ от суммы всех чисел, т.е. она равна $\frac{n\left(n^2+1\right)}{2}$. В клетку с числом k входит $n^2 - k$ и выходит $k - 1$ векторов. Следовательно, если мы передвинем k на клетку влево, то сумма S меняется на $(k-1)-\left(n^2-k\right)=2k-1-n^2$. Последовательно передвинем n чисел $a_1, a_2, \ldots, a_n$, которые стояли в одном столбце, на одну клетку влево. При этом сумма S меняется на

$$\left(2a_1-1-n^2\right)+\left(2a_2-1-n^2\right)+\ldots+\left(2a_n-1-n^2\right)=$$

$$=2\left(a_1+a_2+\ldots+a_n\right)-n-n^3=n\left(n^2+1\right)-n-n^3=0.$$

Таким образом, последовательно переместив числа каждого столбца в самый левый столбец, получим, что сумма S не изменилась. Но в конце сумма S стала равна нулю, поскольку проекции всех векторов стали нулевыми. Значит, и в начале $S = 0$.

И.Богданов

М1794. *На прямой выбрано 100 множеств $A_1, A_2, \ldots, A_{100}$, каждое из которых является объединением 100 попарно непересекающихся отрезков. Докажите, что пересечение множеств $A_1, A_2, \ldots, A_{100}$ является объединением не более 9901 попарно непересекающихся отрезков. (Точка также считается отрезком.)*

Докажем лемму.

Лемма. *Пусть множества A и B на прямой являются объединениями m и n отрезков соответственно. Тогда $A \cap B$ – объединение не более $m + n - 1$ отрезков.*

Доказательство. Ясно, что $A \cap B$ – тоже объединение отрезков. Пусть их количество равно k. Концы отрезков $A \cap B$ являются концами отрезков A или B. Следовательно, рассматривая концы отрезков $A \cap B$, получаем

$$2k \le 2m + 2n. \qquad (*)$$

Но при этом самый левый конец отрезка из всех концов A или B либо не принадлежит $A \cap B$, либо входит и в концы A и в концы B. Значит, правую часть $(*)$ можно уменьшить на 1. Аналогично, рассматривая самый правый конец A или B, мы уменьшаем правую часть $(*)$ еще на 1. Тогда

$$2k \le 2m + 2n - 2,$$

т.е.

$$k \le m + n - 1.$$

Теперь решим задачу. Пересекая A_1 последовательно с

$A_2, A_3, \ldots, A_{100}$, мы увидим, что количество отрезков в пересечении будет не более $100 + 100 - 1 = 199$, $199 + 100 - 1 = 298$, …, $9802 + 100 - 1 = 9901$, что и требовалось доказать.

Р.Карасев

М1795. *На сфере S определена непрерывная функция $y = f(X)$, $X \in S$. Докажите, что найдется такое значение y_0, которое функция f принимает на каждой большой окружности сферы S.*
(Окружность на сфере является большой, если ее центр совпадает с центром сферы.)

От семейства больших окружностей $\{C_\alpha\}$ сферы S перейдем к семейству отрезков $\{J_\alpha\}$ на прямой, где J_α – область значений функции f на окружности C_α. Так как всякая пара больших окружностей C_α и C_β на сфере пересекается, то пересечение отрезков J_α и J_β тоже не пусто.

Далее применим одномерную теорему Хелли: всякое семейство попарно пересекающихся отрезков на прямой имеет непустое пересечение.

Любая точка $y_0 \in \bigcap\limits_\alpha J_\alpha$ будет тем значением, которое функция f принимает на каждой большой окружности сферы S.

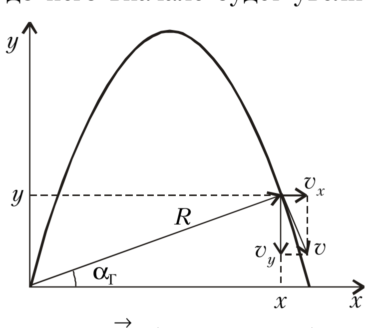
Осталось обосновать одномерную теорему Хелли. Для случая конечного семейства отрезков достаточно взять точку, которая является самым правым из левых концов попарно пересекающихся отрезков. Эта точка принадлежит всем отрезкам семейства.

Для случая бесконечного семейства попарно пересекающихся отрезков достаточно взять точку, которая является верхней гранью (а таковая существует!) всех левых концов отрезков семейства; эта точка принадлежит всем отрезкам семейства.

В.Произволов

Ф1803. *Под каким углом к горизонту следует бросить камень, чтобы расстояние от него до точки бросания в течение полета все время возрастало? Камень бросают с небольшой скоростью, сопротивлением воздуха можно пренебречь.*

Если бросить камень почти вертикально, то расстояние до него вначале будет увеличиваться, а затем начнет уменьшаться. Ясно, что нужно найти «граничное» значение угла бросания $\alpha_г$. Ясно также, что «подозрительная» точка траектории находится на спадающем ее участке. В этой точке вектор скорости $\vec{v}$ перпендикулярен радиусу-вектору $\vec{R}$ (см. рисунок). Тогда



$$\frac{y}{x} = \frac{v_x}{-v_y}, \text{ или } \frac{v_0 t \sin\alpha_г - gt^2/2}{v_0 t \cos\alpha_г} = \frac{v_0 \cos\alpha_г}{gt - v_0 \sin\alpha_г}.$$

Отсюда получаем квадратное уравнение:

$$t^2 - \frac{3v_0 \sin\alpha_г}{g} t + \frac{2v_0^2}{g^2} = 0.$$

У этого уравнения есть корень при условии, что дискриминант $D \geq 0$. Тогда условие задачи будет выполнено, если это уравнение не имеет корней, т.е. если

$$\frac{9v_0^2 \sin^2\alpha_г}{g^2} - \frac{8v_0^2}{g^2} \leq 0.$$

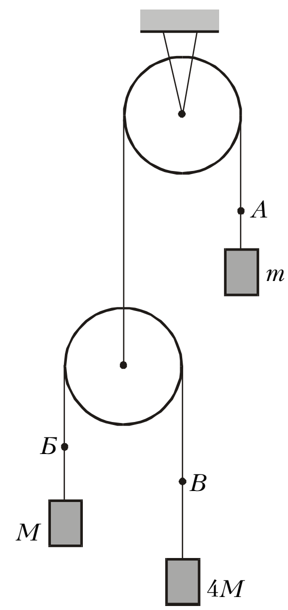
Для граничного угла находим

$$\sin\alpha_г = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}.$$

Если $\alpha < \alpha_г = \arcsin\frac{2\sqrt{2}}{3} = 70{,}5^\circ$, то все хорошо.

З.Рафаилов

Ф1804. *Грузы, массы которых M и 4M, при помощи легкой нерастяжимой нити подвешены на очень легком подвижном блоке. Еще один кусок такой же нити переброшен через неподвижный блок, к одному концу этой нити прикреплен подвижный блок, к другому – груз массой m. При каких значениях m один из грузов может оставаться неподвижным после того, как тела перестанут удерживать?*



Рассмотрим все три возможности.

Чтобы груз массой m мог быть неподвижным, нужно выполнение условия (см. рисунок)

$$T_Б = T_В = 0{,}5T_A = 0{,}5mg.$$

Подвижный блок в этом случае неподвижен, следовательно

$$\frac{T_Б - Mg}{M} = \frac{4Mg - T_В}{4M}, \text{ или } \frac{0{,}5m - M}{M} = \frac{4M - 0{,}5m}{4M}.$$

Отсюда находим

$$m = \frac{16}{5}M.$$

Чтобы груз массой M мог быть неподвижен, нужно, чтобы выполнялись условия

$$T_Б = T_В = Mg,\ T_A = 2Mg.$$

При этом подвижный блок едет вниз с ускорением $(T_A - mg)/m$, а ускорение груза массой $4M$ должно быть вдвое больше:

$$\frac{4Mg - Mg}{4M} = 2\frac{2Mg - mg}{m},$$

откуда получаем

$$m = \frac{16}{11}M.$$

Ситуация, когда груз массой $4M$ был бы неподвижным, нереальна – ускорение груза массой M при этом оказалось бы равным $(4Mg - Mg)/M = 3g$, а груз массой m должен был бы падать с ускорением $1{,}5g > g$, что невозможно. Кстати, если просто решить соответствующие уравнения, то для отношения m/M получается отрицательное значение.

А.Блоков

Ф1805. *В сосуде объемом 1 л находится моль азота при давлении 1 атм. Азот медленно откачивают, поддерживая температуру сосуда неизменной. Какую массу газа придется откачать к тому моменту, когда давление в сосуде упадет вдвое?*

Из условия задачи ясно, что почти весь азот находится в жидком состоянии, и только небольшая его часть– это насыщенный пар (азота, а не воды!). Из справочника находим, что температура кипения азота при нормальном атмосферном давлении равна −196 °С = 77 К. Масса азота, создающая давление 10^5 Па при этой температуре, равна

$$m = \frac{MpV}{RT} = \frac{28 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{8{,}3 \cdot 77}\text{ г} = 4{,}4\text{ г}.$$

Для того чтобы давление упало вдвое, нужно «откачать» всю жидкость (она, конечно, испаряется при откачивании паров азота) и оставить в сосуде половину подсчитанной массы, т.е. 2,2 г.
Итак, откачать нужно 28 г − 2,2 г ≈ 26 г.

Д.Александров

Ф1806. *К батарейке подключены два очень длинных одинаковых проводника, расположенных параллельно друг другу. Между проводниками включено огромное количество одинаковых вольтметров, как показано на рисунке 1 (все образованные проводами «треугольники» одинаковы). Первый из вольтметров показывает 6,02 В, второй показывает 5,97 В. Считая показания приборов точными, найдите показания следующих двух вольтметров. Во сколько раз изменится ток, потребляемый всей цепью от батарейки, если второй, четвертый, шестой, и т.д. вольтметры отключить?*

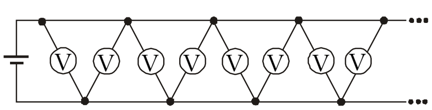


Рис.1

Эта задача легко сводится к очень известной проблеме «бесконечной» цепочки, состоящей из простых звеньев $r - R$, где r – сопротивление куска проводника между точками подключения соседних вольтметров, а R – сопротивление вольтметра.

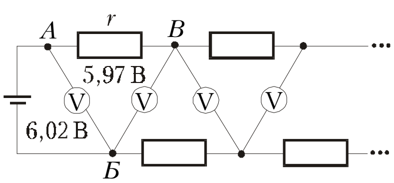


Рис.2

Обозначим сопротивление всей цепи, нарисованной справа от точек A и $Б$ (рис.2), буквой Z. Тогда

$$r + \frac{RZ}{R+Z} = Z,\ \text{откуда}\ Z = 0{,}5r + \sqrt{0{,}25r^2 + rR}\,.$$

Понятно, что абсолютных значений сопротивлений мы не узнаем, но если положить $r = 1$ Ом, то тогда $Z =$ = 120,4 Ом, а R = 14376 Ом. Это следует из анализа подключения одного звена $r - R$ к цепи $ВГ$, сопротивление которой тоже равно Z (рис.3). Если обозначить $\alpha = U_2/U_1 = 5{,}97/6{,}02$, то

$$r = Z(1-\alpha)\ \text{и}\ R = Z\frac{\alpha}{1-\alpha}.$$

При r = 1 Ом отсюда и получаются значения для R и Z.

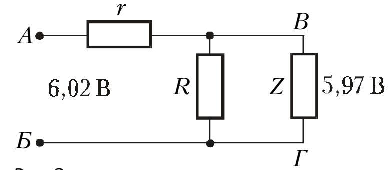


Рис.3

Ясно теперь, что $U_3 = \alpha U_2 = 5{,}92$ В и $U_4 = \alpha U_3 = 5{,}87$ В. Если убрать второй, четвертый и т.д. вольтметры, то получим цепь из звеньев $2r - R$, и $Z^* \approx \sqrt{2}Z$. Тогда

$$I^* \approx I/\sqrt{2}\,.$$

А.Зильберман

Ф1807. *Проводящий шар заряжают некоторым зарядом Q и при помощи длинной и очень тонкой проволочки соединяют с незаряженным проводящим шаром втрое меньшего радиуса, расположенным очень далеко. Максимальное значение силы тока оказывается при этом равным I_0. Каким будет это значение в другом опыте – когда вначале каждый из зарядов первого и второго шара равен Q? Сопротивление проволочки мало.*

Длинная и очень тонкая проволочка при протекании тока создает вокруг себя магнитное поле, обладающее энергией. Можно рассмотреть эту проволочку как элемент цепи с некоторой индуктивностью L. Максимальный ток через проволочку определяется условием равенства потенциалов шаров (ЭДС индукции равна нулю). Найдем заряды при $\varphi_1 = \varphi_2$:

$$k\frac{Q-q}{R} = k\frac{q}{R/3},\ q = \frac{Q}{4},\ Q_1 = \frac{3}{4}Q,\ Q_2 = \frac{1}{4}Q,$$

где q—заряд, перешедший с первого шара на второй, Q_1 и Q_2 – заряды шаров. Согласно закону сохранения энергии,

$$k\frac{Q^2}{2R} = k\frac{(3Q/4)^2}{2R} + k\frac{(Q/4)^2}{2R/3} + \frac{LI_0^2}{2},$$

отсюда

$$I_0^2 = \frac{kQ^2}{4LR}.$$

Во втором случае

$$k\frac{Q+q_1}{R} = k\frac{Q-q_1}{R/3},\ q_1 = \frac{Q}{2},\ Q_3 = \frac{3}{2}Q,\ Q_4 = \frac{1}{2}Q,$$

где q_1 – новый перешедший заряд, а Q_3 и Q_4 – новые заряды шаров. По закону сохранения энергии,

$$k\frac{Q^2}{2R} + k\frac{Q^2}{2R/3} = k\frac{(3Q/2)^2}{2R} + k\frac{(Q/2)^2}{2R/3} + \frac{LI_1^2}{2},$$

откуда

$$I_1^2 = \frac{kQ^2}{LR}.$$

Тогда максимальное значение силы тока в проволочке во втором опыте будет равно

$$I_1 = 2I_0.$$

А.Шаров