

рис. 1

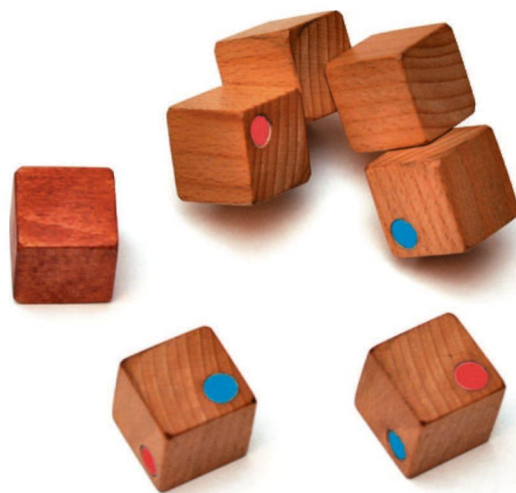


рис. 2

## БРИЛЛИАНТ В ОПРАВЕ

Эта головоломка состоит из 19 кубиков одного размера, из них 7 – обычные деревянные кубики, а вот остальные 12 имеют по два магнита, расположенных на разных гранях. Центр каждого магнита делит диагональ грани в отношении 1:3. На *рисунке 1* показаны два типа кубиков с магнитами на смежных гранях. Они почти одинаковые, единственное отличие – магниты установлены разными полюсами наружу (из-за этого кубик одного типа является зеркальным отражением кубика второго типа). В наборе по три таких кубика. Еще у 6 кубиков магниты расположены на противоположных гранях, причем на максимальном удалении друг от друга. Желаящим изготовить такой набор в домашних условиях придется затратить определенные усилия, но они с лихвой окупятся удовольствием от разгадывания не одной, а сразу нескольких головоломок! Если задания покажутся слишком сложными, рекомендуем прочитать статью А.Белова «Самозаклинивающиеся структуры» в «Кванте» №1 за 2009 год.

*(Продолжение – на странице 27 внутри журнала)*



рис. 3



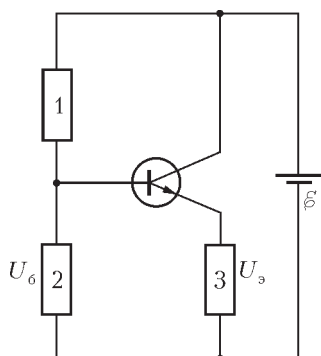


Рис. 2

Обозначим (рис.2) напряжение (ЭДС) батарейки  $\varepsilon$ , сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = 100 \text{ кОм} = R_6$ ,  $R_3 = 10 \text{ кОм} = R_3$ , потенциал базы  $U_6$ , потенциал эмиттера  $U_3$ . Ток эмиттера равен

$$I_3 = \frac{U_3}{R_3} = 0,21 \text{ мА}.$$

Ток базы есть разница токов резисторов  $R_1$  и  $R_2$ :

$$I_6 = \frac{\varepsilon - 2U_6}{R_6} = 0,006 \text{ мА}.$$

Ток эмиттера складывается (согласно второму правилу Кирхгофа) из тока базы и тока коллектора, поэтому

$$I_k = I_3 - I_6 = \frac{U_3}{R_3} - \frac{\varepsilon - 2U_6}{R_6} = 0,204 \text{ мА}.$$

Искомое отношение токов коллектора и базы равно

$$\frac{I_k}{I_6} = 34.$$

**Ф2203.** Из одинаковых тонких проволочек спаяли кубик – проволочки являются его ребрами. К максимально удаленным двум вершинам кубика подключили источник, который обеспечивает протекание заданного тока во внешней цепи («источник тока»), и вычислили магнитную индукцию поля этих проволочек в центре кубика. Во сколько раз изменится это поле после перерезания одной из проволочек? При решении считайте, что токи остальных ребер после перерезания не меняются (вообще-то это неверно!).

Поле в центре кубика увеличится в бесконечное число раз. Действительно, токи всех (целых еще) проволочек кубика создавали в его центре нулевое магнитное поле. После перерезания какой-либо из проволочек поле в центре кубика не будет равно нулю. При этом оно будет максимальным, если перерезана проволочка, конец

которой соединен с одной из вершин кубика, подключенных к батарейке.

**Ф2204.** Одна часть катушки индуктивности содержит 200 витков, намотанных на стержень из феррита – вещества с большой магнитной проницаемостью. В нашем случае это стержень длиной 10 см и диаметром 8 мм, магнитная проницаемость которого равна 1000 (бывает и в несколько раз больше или меньше, но так была устроена магнитная антенна моего первого радиоприемника). Длина намотки составляет 2 см. Вторая часть катушки содержит 20 витков, эта часть намотана на бумажный цилиндр, который можно передвигать по ферритовому стержню, меняя расстояние между частями катушки. Части катушки соединяют последовательно. Оцените, во сколько раз можно изменять индуктивность, передвигая по стержню «малую» катушку.

Есть два варианта последовательного подключения частей такой катушки. В первом случае токи, протекающие по виткам катушек, создают на оси стержня магнитные поля одного направления, во втором случае – поля противоположных направлений. Если две части катушки придвинуты друг к другу вплотную, то они имеют максимальный коэффициент взаимной индукции. В этой ситуации можно считать, что индуктивность катушки пропорциональна квадрату числа витков. В первом случае  $L_1 \sim 200^2$ , во втором –  $L_2 \sim 180^2$ . Если же малая катушка удалена достаточно далеко от конца ферритового стержня, то катушки имеют малую взаимную индукцию и могут рассматриваться как независимые. Тогда общая индуктивность катушки  $L \sim (200^2 + 20^2)$ . Отношение максимального значения индуктивности к минимальному значению индуктивности получается больше для второго способа подключения катушек. Это отношение равно

$$k = \frac{200^2 + 20^2}{180^2} \approx 1,25.$$

## КОЛЛЕКЦИЯ ГОЛОВЛОМОК

### Бриллиант в оправе

(Начало см. на 2-й странице обложки)

#### Задание 1

Заблокируйте один обычный кубик шестью кубиками с магнитами на смежных гранях. При этом кубик должен быть так зажат со всех сторон, чтобы его нельзя было не только вынуть, но даже просто пошевелить, не потревожив остальные кубики. Комплект деталей для этого задания изображен на обложке на рисунке 2.

#### Задание 2

Добавьте два кубика, имеющие магниты на противоположных гранях, и попробуйте заблокировать ими два обычных кубика.

#### Задание 3

Добавьте еще один кубик и постарайтесь заблокировать три обычных кубика.

#### Задание 4

Используя все магнитные кубики, заблокируйте семь обычных кубиков (см. на обложке рис.3).

#### Задание 5

Попробуйте подобрать комбинации кубиков с магнитами, чтобы зажать 4, 5 и 6 обычных кубиков. Существуют ли разные способы сделать это?

К.Гребнев