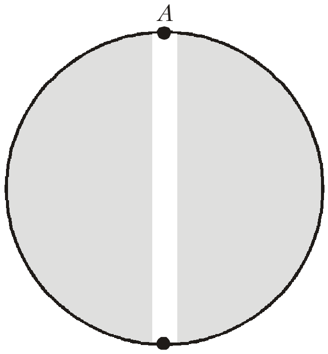

Рис. 3

долетает до точки B и начинает падать обратно, опять долетает до точки A и начинает падать к точке B, и так далее. Как найти период таких колебаний?

Фактически, эту задачу мы уже решили. Движение камня в туннеле можно рассматривать, как движение проекции точки, вращающейся вокруг Земли у ее поверхности, например спутника на круговой орбите вблизи Земли. Поэтому частота колебаний камня в туннеле равна угловой частоте вращения спутника вокруг Земли. Так как центростремительное ускорение спутника $a = \omega^2 R$ (расстояние от спутника до поверхности Земли $h \ll R$) и, с другой стороны, $a = F/m$, то угловая частота равна

$$\omega = \sqrt{\frac{a}{R}} = \sqrt{\frac{F}{mR}} = \sqrt{G\frac{4\pi\rho mR}{3mR}} = \sqrt{G\frac{4\pi\rho}{3}}.$$

Период колебаний, следовательно, равен

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}.$$

Отметим, что эта формула определяет и период колебаний тел в туннеле, проведенном через Землю в любом направлении (не обязательно через центр). Это следует из приведенного выше утверждения о том, что уравнение Ньютона остается справедливым, если входящие в него векторные величины заменить их проекциями на любое направление. Однако можно провести доказательство и непосредственно, заметив, что хорда во столько же раз меньше диаметра, во сколько проекция силы на направление хорды меньше самой силы.

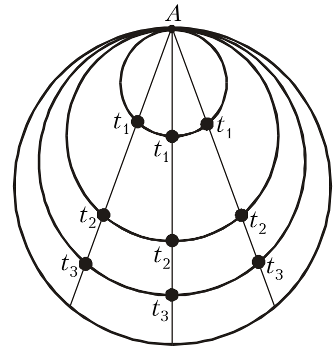

Рис. 4

Тот же период будет характеризовать и движение точки по подземному круговому туннелю с центром в центре Земли.

Теперь вы, наверное, сами можете показать, что если одновременно уронить несколько тел в разные туннели, исходящие из одной точки A (рис.4), то в любой момент времени t_1, t_2, ... они будут находиться на окружности, проходящей через точку A.

Преобразование электрических цепей

А.ЗИЛЬБЕРМАН

В этой статье рассказывается о методе, позволяющем упрощать сложные задачи по расчету электрических цепей.

Что мы понимаем под «преобразованием цепи»? Предположим, что у нас есть сложная схема из резисторов, имеющая множество выводов и подключенная к источникам. Заменим эту схему другой, но с тем же числом выводов, причем так, чтобы сопротивления между двумя любыми выводами у новой схемы были такими же, как у старой. Ясно, что источники «ничего не узнают» об этой замене и токи, потребляемые схемой, останутся прежними. Но найти эти токи, возможно, окажется проще.

Итак, если мы хотим подсчитать токи в сложной схеме, ее можно заменить более простой эквивалентной схемой. При этом токи внутри заменяемой части меняются. Поэтому так поступать можно только с той частью схемы, которая нас непосредственно не интересует.

Опубликовано в «Кванте» №3 за 1971 год.

С подобными заменами вы, конечно же, встречались. Пусть, например, в схеме два сопротивления[1] r_1 и r_2 включены последовательно. Их мы можем заменить одним, равным по величине сумме $r_1 + r_2$. Если же два сопротивления включены параллельно, то их также можно заменить одним, величина которого равна $\frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$. Это – простейшие примеры преобразования цепей. Мы же остановимся на более сложных схемах.

Посмотрим, как преобразуются друг в друга схемы, имеющие по три вывода, – «звезда» и «треугольник» (рис.1).

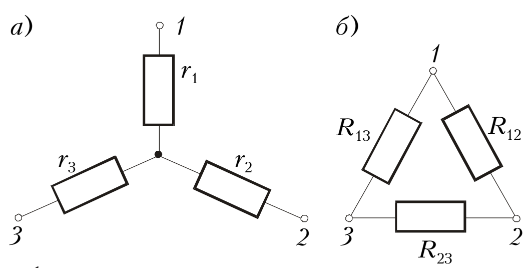

Рис. 1

Немного непривычные обозначения на рисунке 1,*б* очень удобны – индексы показывают, между какими точками включено сопротивление. Например, сопротивление R_{13} включено между точками *1* и *3* и т.д.

Если мы хотим заменить одну из этих схем другой, нужно получить такие соотношения между r и R, чтобы сопротивления между любыми точками были для обеих схем одинаковы.

В схеме «звезда» (см. рис.1, *а*) сопротивление между

[1] *Здесь и далее более правильно говорить «два резистора с сопротивлениями r_1 и r_2». (Прим. ред.)*