



ISSN 2074-5303

научно-практический журнал

ФИЗИКА

для школьников

2 2011

- Юбилей первого в истории пилотируемого полета в космос
- Никола Тесла – ученый и инженер
- XX конференция «Потенциал»

ТРИБОЭЛЕКТРИЧЕСТВО И УНИПОЛЯРНАЯ ИНДУКЦИЯ

В. Л. Рыппо,
г. Юбилейный
А. А. Орлов,
г. Москва



В статье рассмотрена чрезвычайно интересная проблема, обсуждение которой, как правило, обойдено в учебниках физики – поведение сыпучих сред и применение к ним законов физики. Описанные ниже опыты позволяют исследовать хорошо знакомые законы электростатики, но наблюдательный экспериментатор сможет установить для себя и новые интересные факты

При прохождении сыпучих сред – сухо-го просеянного песка, стеклошариков размером от 60 до 500 микрон, микросфер тех же размеров, титановых шариков и других порошков – наблюдаются интересные электростатические явления, связанные с трибоэлектрическими эф-

фектами. Трибоэлектричеством (от греч. *tribos* — трение) называют явление возникновения электрических зарядов при трении. Наблюдать это явление можно при взаимном трении двух тел. Причем телами могут быть и диэлектрики, и полупроводники или металлы различного или одинакового химического состава, но разной плотности. Трибоэлектричество возникает при трении металлов о диэлектрики, при трении двух одинаковых диэлектриков, при трении жидких диэлектриков друг о друга или о поверхность твердых тел и др. В результате электризуются оба тела, возникающие заряды одинаковы по величине и противоположны по знаку.

Ниже описаны несколько демонстрационных экспериментов, которые позволяют наблюдать возникновение трибоэлектричества.

Опыт 1. Изучение закона Кулона

На рисунке 1 схематически представлено устройство для демонстрации закона Кулона и тех сил, которые возникают при взаимодействии электростатически заряженных тел. Устройство содержит бункер для сыпучей среды, например песка (1), стеклянные трубки, соединенные с бунке-

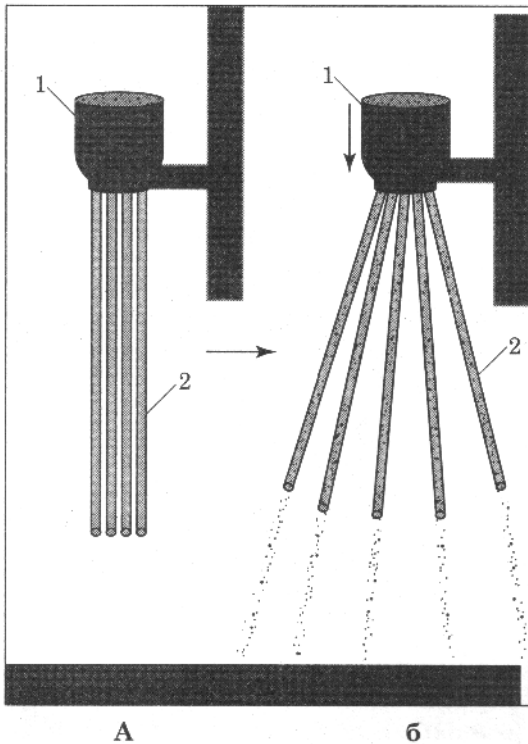


Рис. 1

ром 1 эластичными трубками (2). На рисунке 1а показано положение трубок до прохождения по ним песка, а на рисунке 1б – после.

Реальная действующая установка (рис. 2) состоит из девяти стеклянных трубок длиной 1,5 метра, с внешним диаметром 8 мм и массой примерно 100 грамм каждая, которые соединены с бункером посредством эластичных трубок небольшой длины (равномерно расположены по периметру бункера (рис. 1 в)). При засыпке сыпучей среды в бункер, последняя проходит через трубки и свободно истекает из них. В результате трения между песком и стенками трубок происходит зарядка трубок электричеством. Получив значительный заряд электричества, трубки воздействуют друг на друга, рас-

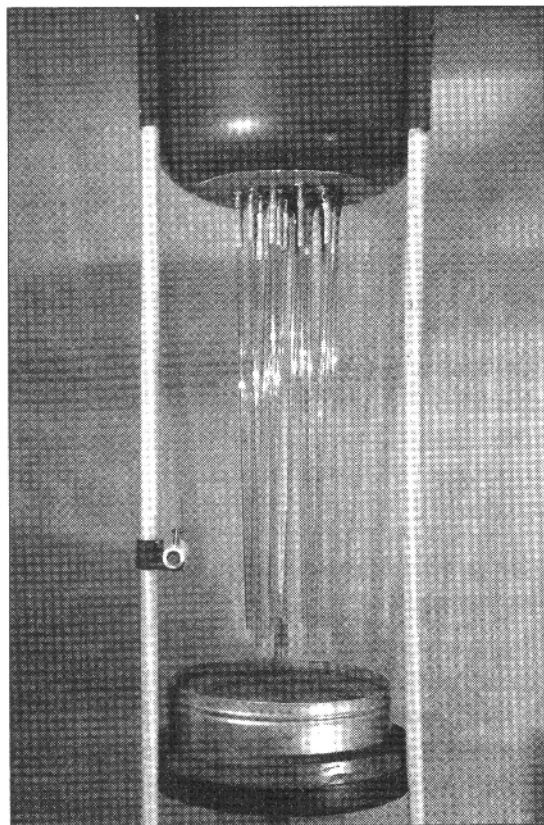


Рис. 2

ходятся и выстраиваются в пространстве в виде конусообразного пучка. Внешне это напоминает поведение широко известного демонстрационного устройства, называемого «Султаном». Основным отличием является то, что демонстрируются более значительные силовые взаимодействия. В опыте наблюдалось расхождение нижних концов трубок на расстояние от 20 до 60 сантиметров.

Опыт 2. Влияние трибоэлектричества на магнитную стрелку

Еще один интересный физический эффект можно наблюдать с использованием устройства, представленного на рисунке 3.

Здесь показаны бункер для сыпучей среды (1), соединенный со стеклянной трубкой (2), подставка (3), закрепленная на трубке (2); магнитная стрелка (4), закрепленная на оси, параллельной трубке. В ходе опытов установлено, что при тече-

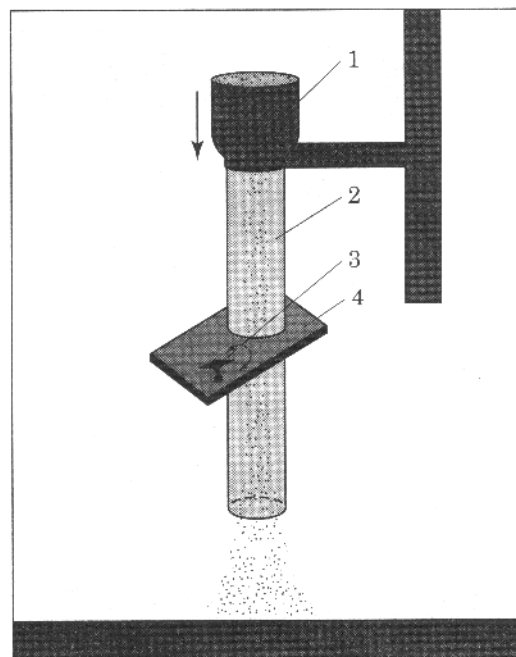


Рис. 3

нии сыпучей среды по трубке, стрелка приводится во вращательное движение. На рисунке 4 представлена установка для демонстрации данного опыта.

Частично этот эффект можно объяснить тем, что при трении сыпучей среды о стекло, трубка электризуется. Ее электрическое поле индуцирует заряд противоположного знака на ближнем конце магнитной стрелки и начинает его притягивать к себе путем разворота стрелки. Конец стрелки при повороте достигает положения, наиболее близкого к трубке. Далее стрелка по инерции продолжает вращение, так как одновременно находится под воздействием магнитного поля Земли. Эффект, наблюдаемые в этом опыте называется эффектом униполярной индукции, который был сформулирован величайшим физиком и математиком прошлого века Анри Пуанкаре (1854–1912) на основе опыта Майкла Фарадея, выполненного 1821 г.: «В числе

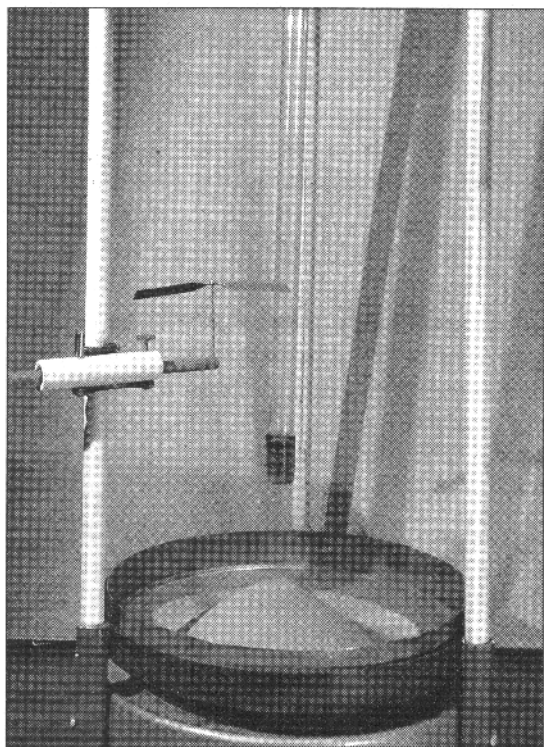


Рис. 4

электродинамических опытов наиболее курьезными являются те, в которых оказалось возможным осуществить непрерывное вращение (они иногда называются униполярной индукцией). Пусть у нас имеется магнит, способный вращаться вокруг своей оси; ток сначала проходит по неподвижной проволоке, затем вступает в магнит через один из полюсов, проходит через половину длины магнита, выходит через скользящий контакт и возвращается в неподвижную проволоку. В этом случае магнит получает непрерывное вращательное движение, никогда не достигая положения равновесия» [1].

Особенностью опыта с вращающейся магнитной стрелкой является то, что единственным электропроводящим элементом в данном опыте выступает магнитная стрелка, а также тот факт, что в эксперименте не применяется значительное количество ртути (как в опыте Фарадея) [2], что важно для школьных демонстраций. Дополнительно можно отметить, что опыты с применением потоков сыпучей среды хорошо воспринимаются учащимися.

Для тех, кого заинтересовала проблема, рекомендуем другие работы автора, в которых представлены логические, дискретно-аналоговые и силовые элементы автоматики, использующие в качестве рабочего тела сыпучую среду:

Рыппо В. Компьютер на песке // Техника молодежи. – 2005. – № 7. – С. 28-31.

Рыппо В. Третья ветвь кибернетики // Техника молодежи. – 2006. – № 5. – С. 36.

Рыппо В. Компьютер на песке // Техника молодежи. – 2007. – № 11. – С. 17.

Литература

1. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1990. – С. 181.
2. Путилов К. А. Курс физики. – М., 1954. – С. 294.