

### Факультативно. Электробезопасность (продолжение).

Птичка на проводе.

Высоковольтная линия электропередачи. Выше напряжение — меньше ток, меньше квадратичные по току потери в проводах. Напряжение пробоя:  $E = 30 \text{ кВ/см}$ .

Шипение высоковольтных проводов — коронный разряд. Обрыв высоковольтного провода, шаговое напряжение.

Искровой разряд. Молния. Гроза.



В грозу опасно стоять на открытом месте; опасно купаться в озере, тем более — в море; опасно стоять под деревом.

Шаровая молния — плазмOID.

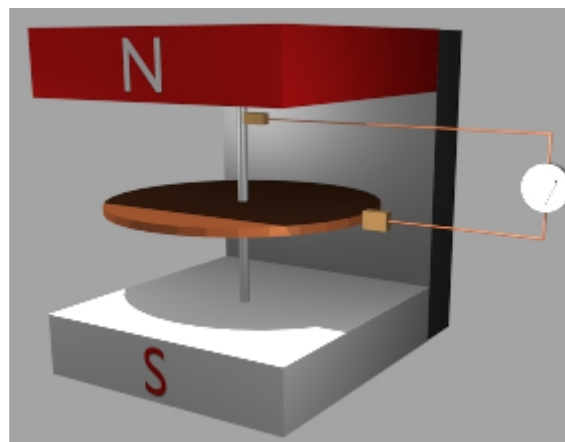


### **Факультативно. Электрические наводки.**

Емкостная и индуктивная наводка.

### **Факультативно. Униполярный электродвигатель.**

Проводящий диск, постоянное магнитное поле, параллельное оси вращения диска, один электрический контакт на оси диска, второй электрический контакт у края диска. Между контактами по радиусу диска пропускают ток. Сила Ампера  $d\vec{F} = \frac{I}{c} [d\vec{l}, \vec{B}]$ , действующая на ток в магнитном поле, вращает диск.



### **Факультативно. Электродвигатель постоянного тока.**

Электродвигатель постоянного тока состоит из неподвижной статорной обмотки, которую можно заменить постоянным магнитом, и из нескольких

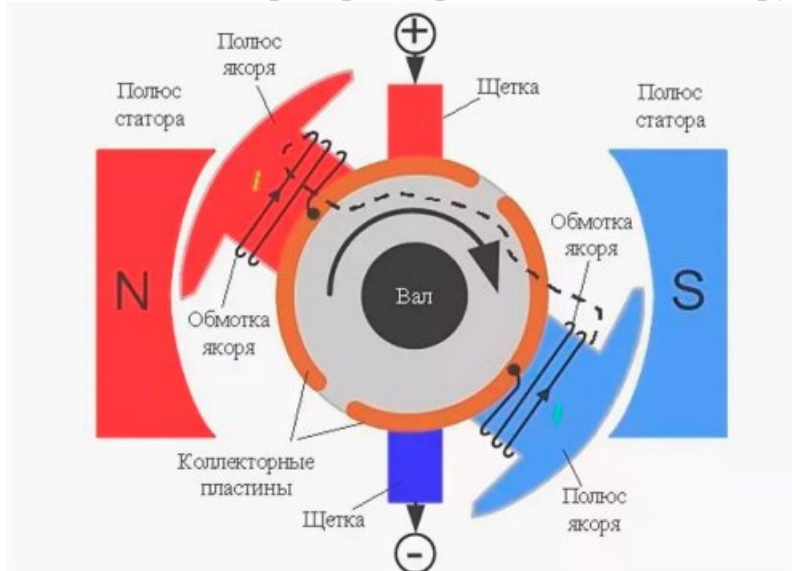
обмоток, закрепленных на роторе двигателя. На роторные обмотки со стороны неподвижного источника постоянного напряжения подается ток через щеточно-коллекторный узел. Магнитное поле статорной обмотки направлено перпендикулярно оси вращения ротора. Магнитный дипольный момент  $\vec{m} = \frac{I}{c} \vec{S}$ , где  $\vec{S}$  — вектор площадки, каждой роторной обмотки с током также направлен перпендикулярно оси вращения ротора.

Рисунки по этому вопросу взяты из Интернета:

<https://samelectrik.ru/chto-takoe-kollekturnyj-dvigatel-postoyannogo-toka.html>



Щеточно-коллекторный узел состоит из коллектора (набора медных контактов, расположенных на роторе) и угольных щёток (скользящих контактов, расположенных вне ротора и прижатых к коллектору).

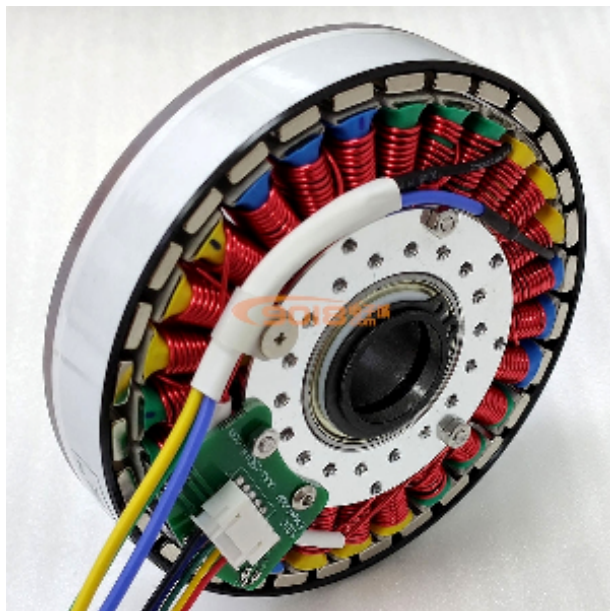


Если бы на роторе была одна обмотка с постоянным током, то дипольный момент этой рамки с током вместе с ротором стремился бы повернуться вдоль магнитного поля для минимизации энергии магнитного диполя в магнитном поле  $W = -(\vec{m}, \vec{B})$ . Рамка с током повернулась бы и остановилась. Но, когда рамка с током приближается к положению устойчивого равновесия, скользящие контакты отсоединяются от этой рамки и подсоединяются к следующей рамке

(следующей обмотке ротора), для которой момент сил близок к максимальному значению. И вращение ротора продолжается.

### **Факультативно. Вентильные электродвигатели.**

Современные двигатели постоянного тока — вентильные электродвигатели. В простейшем вентильном электродвигателе постоянного тока на роторе закреплен постоянный магнит, полюса которого направлены перпендикулярно оси вращения ротора. Две статорные обмотки подключаются к источнику постоянного напряжения по очереди с помощью электронных ключей — вентилей, образуя в области ротора вращающееся магнитное поле, направленное перпендикулярно оси вращения ротора. Какую именно из статорных обмоток нужно подключить в данный момент времени, и в какую сторону нужно пустить ток через эту обмотку определяется положением ротора. То есть скорость вращения магнитного поля статора подстраивается под скорость вращения ротора. Положение ротора определяется по направлению магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом вращающегося ротора.



<https://aliexpress.ru/item/4001196970364.html>

### **Факультативно. Движение заряженной частицы в магнитном поле.**

Заряд в электрическом поле движется с постоянным ускорением. В качестве примера можно привести движение электронов в электронном пучке между отклоняющими пластинами электроннолучевой трубки осциллографа.

В магнитном поле заряд движется с постоянной скоростью вдоль магнитного поля и движется с постоянным модулем скорости по окружности в плоскости перпендикулярной магнитному полю. В результате заряд движется по спирали.

$$m \frac{V^2}{R} = \frac{e}{c} VB \quad \Rightarrow \quad \Omega = \frac{eB}{mc} \text{ — так называемая циклотронная частота,}$$

в системе СИ:  $\Omega = \frac{eB}{m}$ .

Магнитные ловушки для заряженных частиц. Заряженные частицы отражаются от области большого магнитного поля. Дело в том, что при движении в магнитном поле сохраняется кинетическая энергия частицы. Если скорость частицы поперек магнитного поля возрастает, то соответственно убывает скорость вдоль магнитного поля. При достаточной величине магнитного поля эта скорость обращается в ноль, а затем меняет знак. Удержание плазмы от контакта со стенками. Управляемый термоядерный синтез.

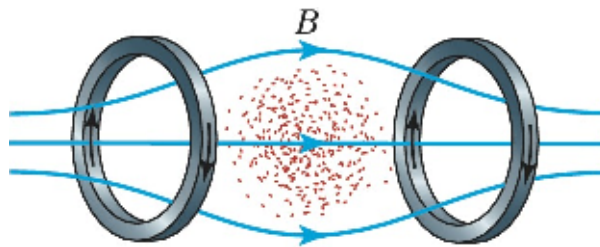


Рисунок из Большой российской энциклопедии.