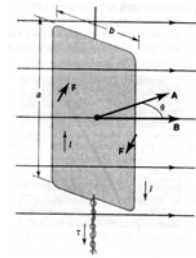


Урок №2 (17.01.2007)

Рамка с током в магнитном поле.

1. Виток с током в магнитном поле.

Рассмотрим проволочный виток, по которому течет ток I , помещенный в магнитное поле, как показано на рисунке. На стороны, длиной b , действуют равные силы вверх и вниз, по одной прямой. На боковые стороны действуют одинаковые по величине и направленные противоположно силы \vec{F} , но они лежат в разных плоскостях.



$$\vec{F} = I\vec{a} \times \vec{B} \text{ — сила Ампера.}$$

Плечо каждой силы равно $\frac{b}{2} \sin \theta$. Результирующий момент равен

$M = 2IaB \frac{b}{2} \sin \theta = IaBb \sin \theta$. Если рамка состоит из N витков, то, обозначая через S площадь рамки, получим $M = NISB \sin \theta$.

Величину $\vec{\mu} = NIS\vec{n}$ называют *магнитным дипольным моментом*. Тогда момент сил, действующих на рамку с током можно записать в виде $\vec{M} = \vec{\mu} \times \vec{B}$.

Несмотря на то, что формула выведена для прямоугольного витка с током, она верна для рамки любой формы.

Вспомним, что электрический диполь в электрическом поле имеет момент $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$, где $|\vec{p}| = Q \cdot l$.

Как и электрический диполь в электрическом поле, магнитный диполь в магнитном поле обладает потенциальной энергией. Можно показать, что эта энергия равна $U_M = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$ (для электрического диполя $U_E = -\vec{p} \cdot \vec{E}$).

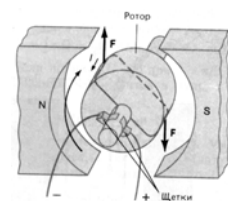
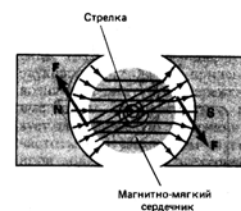
2. Гальванометр, электродвигатель, громкоговоритель...

Для гальванометра магнитному моменту, создаваемому током $M = NISB \sin \theta$, противодействует пружинка создающая момент

$M = k\phi$, где ϕ — угол отклонения стрелки. $\phi = \frac{NISB \sin \theta}{k}$. Хо-

чется, чтобы угол отклонения стрелки не зависел от угла θ , поэтому делают такие хитрые магниты: поле в зазоре везде перпендикулярно катушке.

Электродвигатель выглядит так, как показано на рисунке, а как он работает — очевидно.



3. Задача

Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $0,2$

$Tл$ под углом 60° к линиям магнитной индукции. Сколько полных оборотов сделает электрон, сместившись вдоль линий поля на расстояние 2 см. Начальная скорость электрона 10 Мм/с. Заряд электрона $q = 1,9 \cdot 10^{-19}$ Кл, масса электрона $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг. Силой тяжести, действующей на электрон пренебречь.