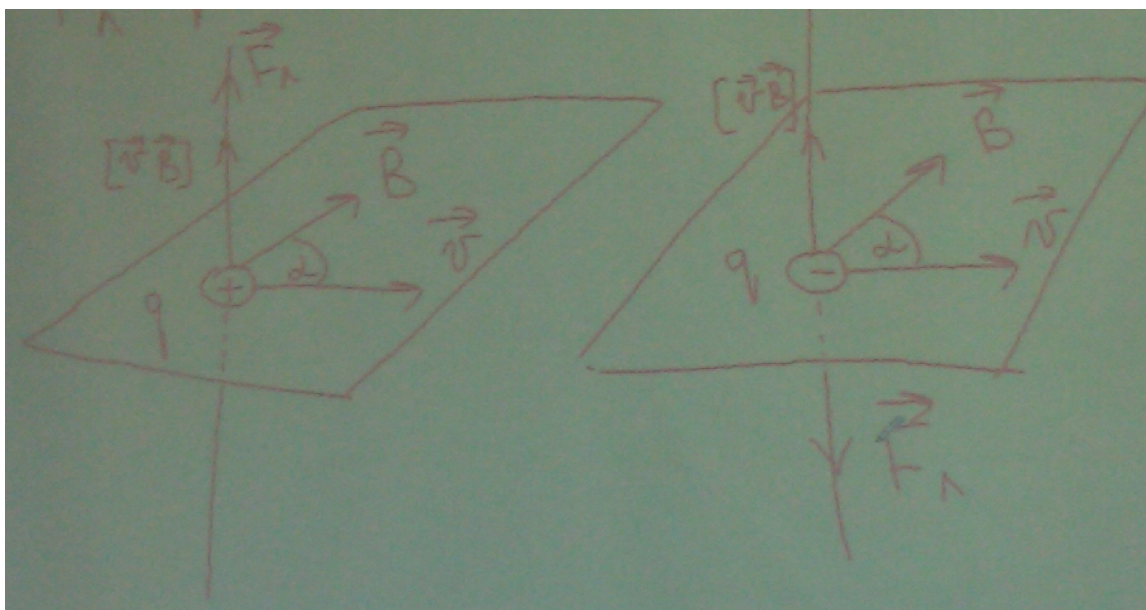


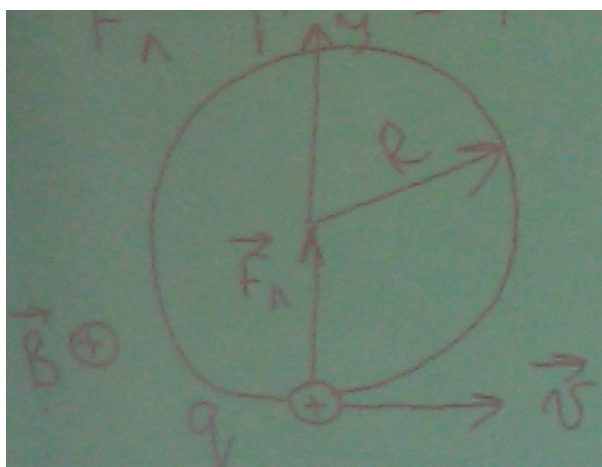
Сила Лоренца

Это сила, действующая на движущийся заряд, со стороны магнитного поля.

$$\vec{F}_L = q[\vec{v} \vec{B}] \quad , \quad F = qVB \sin \alpha$$



Движение заряженной частицы в магнитном поле



Установим характер её движения.

$$\vec{F}_L = m \vec{a} \quad F_L = m a_n$$

$$q = \text{const}$$

$$m = \text{const}$$

$$B = \text{const}$$

$$V = \text{const}$$

$$R = \text{const}$$

(сила Лоренца не совершает работу)

$$t = \frac{2\pi R}{V}$$

Возникновение силы Лоренца обусловлено V_{\perp}

$$qV_{\perp}B = \frac{mV_{\perp}^2}{R}$$

$$T = \frac{2\pi R}{V_{\perp}}$$

Из-за наличия V_{\parallel} частицы, как говорят, дрейфуют вдоль B , в результате частица движется по винтовой линии или спирали.

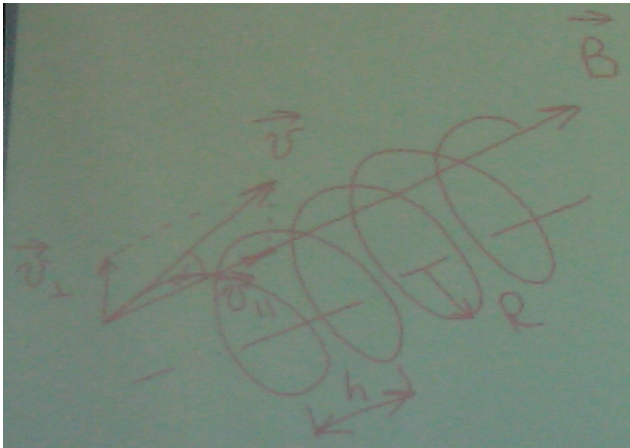
$$h = V_{\parallel} T$$

$$V_{\perp} = V \sin \alpha \quad , \quad V_{\parallel} = V \cos \alpha$$

$$V = \sqrt{V_{\perp}^2 + V_{\parallel}^2}$$

Сила ампера

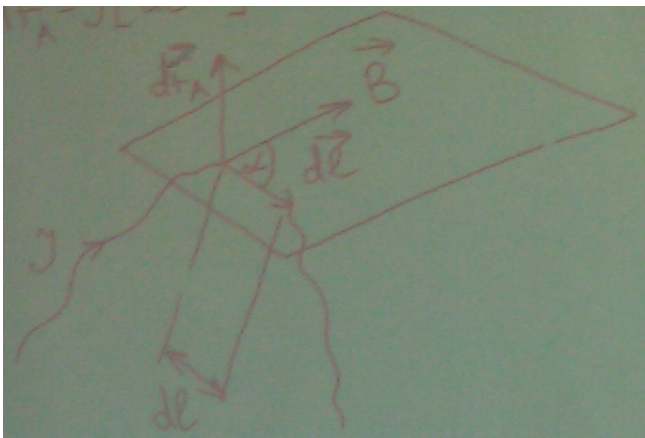
Сила ампера - это сила, действующая на провод с током со стороны магнитного поля.



$d\vec{F}_l = I[d\vec{l} \times \vec{B}]$ - это выражение можно получить как теоретически так и экспериментально.

Контур с током в магнитном поле

В однородном магнитном поле находится плоский контур с током.



$$\begin{aligned} dF_1 &= I dl_1 B \sin \alpha_1 \\ dF_1 &= I B dy \\ dF_2 &= I dl_2 B \sin \alpha_2, \quad dl_2 \sin \alpha_2 = dy \\ dF_1 &= dF_2 = dF = I B dy \end{aligned}$$

То есть на контур действует, как говорят, пара сил.

$$dN = dFx = I B dy x$$

dN - момент пары сил

$dy x = dS$ - площадь полоски

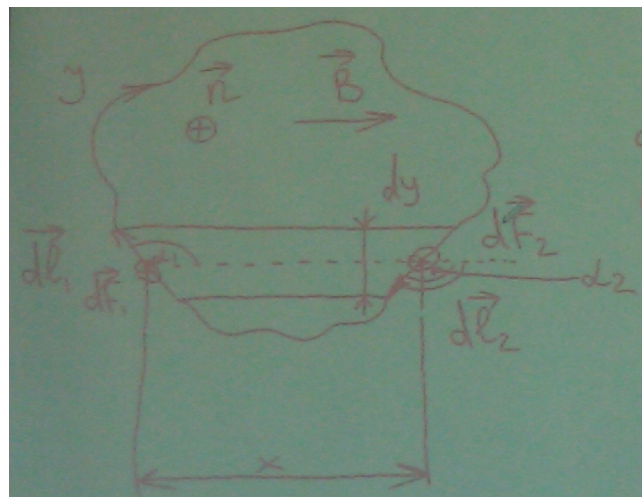
$$dN = I B dS; \quad d\vec{N} = I[\vec{n} \times \vec{B}] dS$$

$$\vec{N} = \int_S I[\vec{n} \times \vec{B}] dS = I[\vec{n} \times \vec{B}] \int_S dS = I[\vec{n} \times \vec{B}] S$$

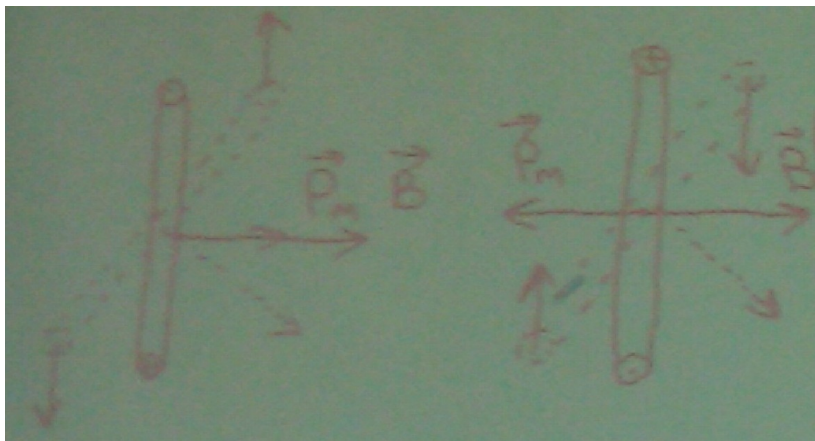
$$\vec{N} = [I S \vec{n} \times \vec{B}]$$

$$\vec{N} = [\vec{P} \times \vec{E}]$$

$$\boxed{\vec{P}_m = I S \vec{n}}, \quad \boxed{\vec{N} = [\vec{P}_m \times \vec{B}]}, \quad \boxed{P_m = I S}$$



$$N = P_m B \sin \alpha$$



Энергия контура с током в магнитном поле

На контур действует вращающий момент, контур поворачивается, при этом совершается работа, то есть контур обладает потенциальной энергией.

$$dA = N d\alpha$$

$$dA = dW_n$$

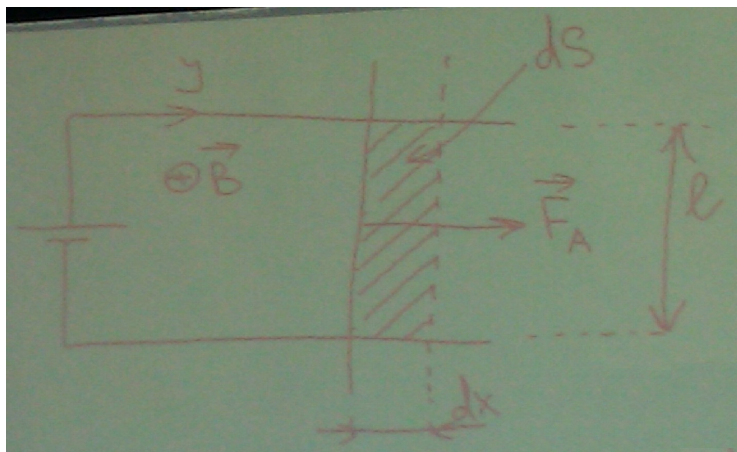
$$dW = N d\alpha = P_m B \sin \alpha d\alpha$$

$$A = W = \int P_m B \sin \alpha d\alpha$$

$$W = -P_m B \cos \alpha + \text{const}, \quad \text{const} = 0$$

$$\boxed{W = -P_m B \cos \alpha}, \quad \boxed{W = -\vec{P}_m \vec{B}} \text{ - потенциальная энергия контура с током в магнитном поле}$$

Работа перемещения проводника с током в магнитном поле



$$F_A = I l B$$

Под действием F_A перемычка смещается на dx

$$dA = F_A dx = I l B dx$$

$$l dx = dS$$

$$dA = I B dS$$

$$B_n = B = \text{const}$$

$$B_n dS = d\Phi$$

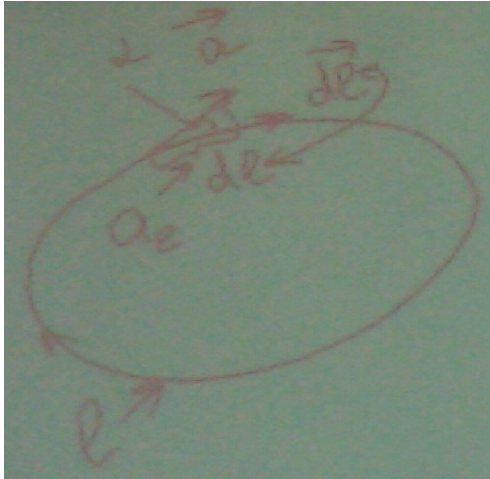
$$dA = I d\Phi$$

$$\int_1^2 dA = \int_1^2 I d\Phi$$

$$\boxed{A_{12} = A = I(\Phi_2 - \Phi_1)}$$

Вот так рассчитывается работа перемещения тока в магнитном поле.

Теорема о циркуляции вектора \vec{B}



$$a_e = a \cos \alpha$$

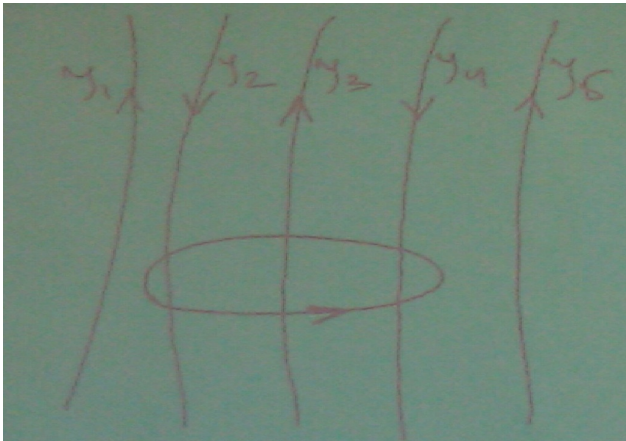
Под циркуляцией вектора \vec{a} по контуру l , принимается интеграл $\oint_l a_e dl$

Можно вывести теорему о циркуляции вектора \vec{B} :

$$\oint_l B_e dl = \mu_0 \sum I_k$$

Циркуляция вектора \vec{B} по произвольно замкнутому контуру, равна алгебраической сумме токов, охватываемых этим контуром, умноженную на магнитную постоянную.

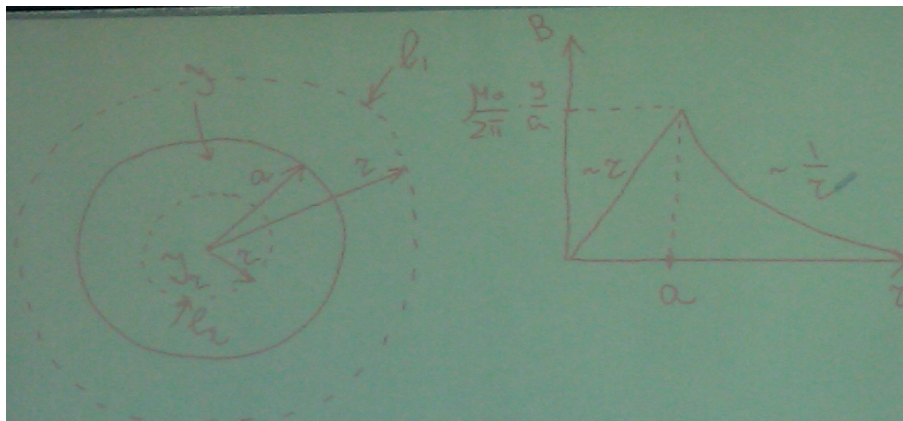
Ток берётся со знаком +, если направление обхода контура связано с направлением тока, правилом правого винта, и со знаком -, в противном случае.



$$B = \mu_0 H, \quad \oint_l \mu_0 H_l dl = \mu_0 \sum I_k$$

$$\oint_l B_e dl = \mu_0 (-I_2 + I_3 - I_4)$$

Индукция магнитного поля бесконечного прямого провода с током



Во всех точках l_1 , \vec{B} направлены по касательной, при этом, $B_l = B = \text{const}$, поэтому теорема о циркуляции $B l_1 = \mu_0 I \Rightarrow B 2\pi r = \mu I$, $B 2\pi r = \mu_0 I_r$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad r \geq a$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}, \quad r = a$$

$$J = \frac{I}{\pi a^2} = \frac{I_r}{\pi r^2}$$

$$I_r = I \frac{r^2}{a^2}$$

$$B 2\pi r = \mu_0 I \frac{r^2}{a^2} \Rightarrow B = \frac{\mu}{2} \frac{\pi \cdot I r}{a^2}$$