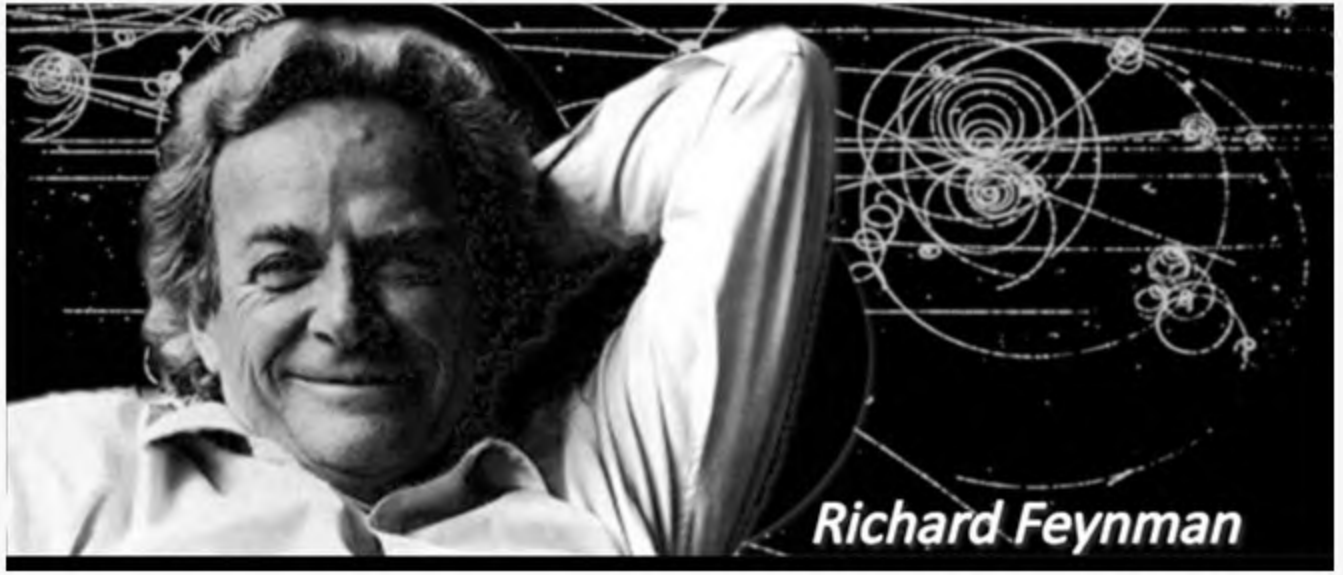
Fundamentals of Physics II

Faculty of Physics-Kharazmi University

Dr. Faramarz Kanjouri

دانشگاه خوارزمی



اگر همواره مانند گذشته بیندیشید، همیشه همان چیزهایی را
به‌دست می‌آورید که تا کنون کسب کرده‌اید

فاینمن

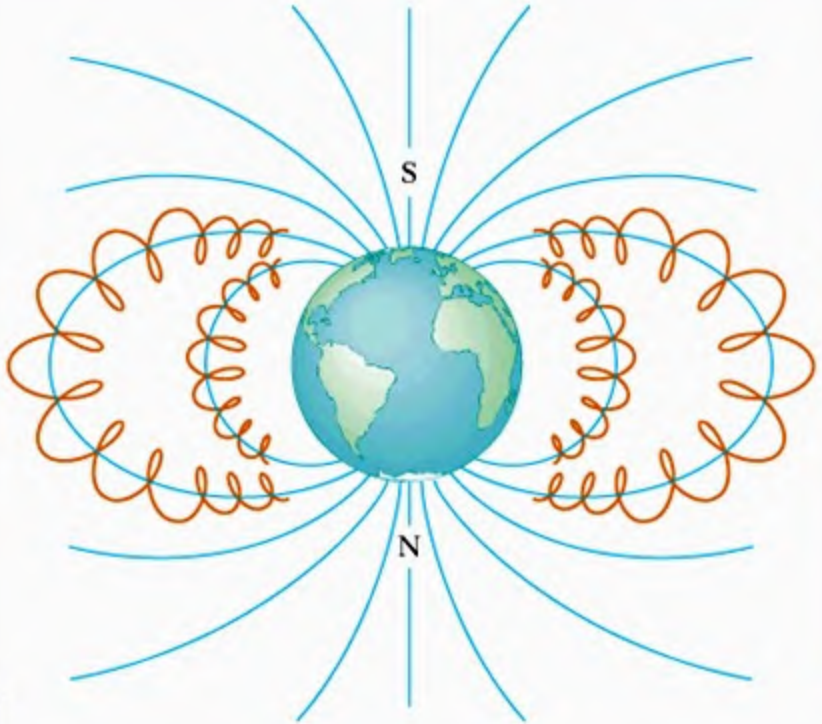
درس بیست و نهم

میدان مغناطیسی- بخش ۲

Magnetic Field-Part2

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} = 0$$

نیروی مغناطیسی بر سرعت عمود است. بنابر این این نیرو بر روی ذره کاری انجام نمی‌دهد:

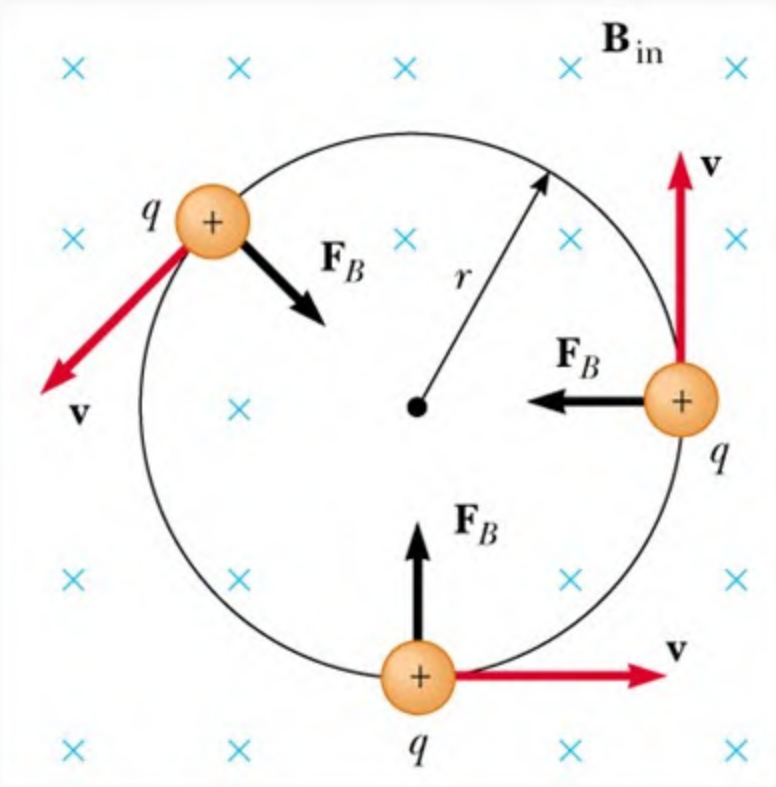


در حالت کلی حرکت یک ذره در میدان مغناطیسی پیچیده است (مانند حرکت ذرات کیهانی پر انرژی در میدان مغناطیسی زمین). در این جا حرکت در میدان مغناطیسی یکنواخت را بررسی می کنیم

$$\vec{F} = m\vec{a} \qquad |q|\,\mathrm{v}B = m\frac{\mathrm{v}^2}{r}$$

$$r = \frac{m\mathrm{v}}{|q|B} = \frac{p}{|q|B}$$

$$\omega = \frac{\mathrm{v}}{r} = \frac{|q|B}{m}$$

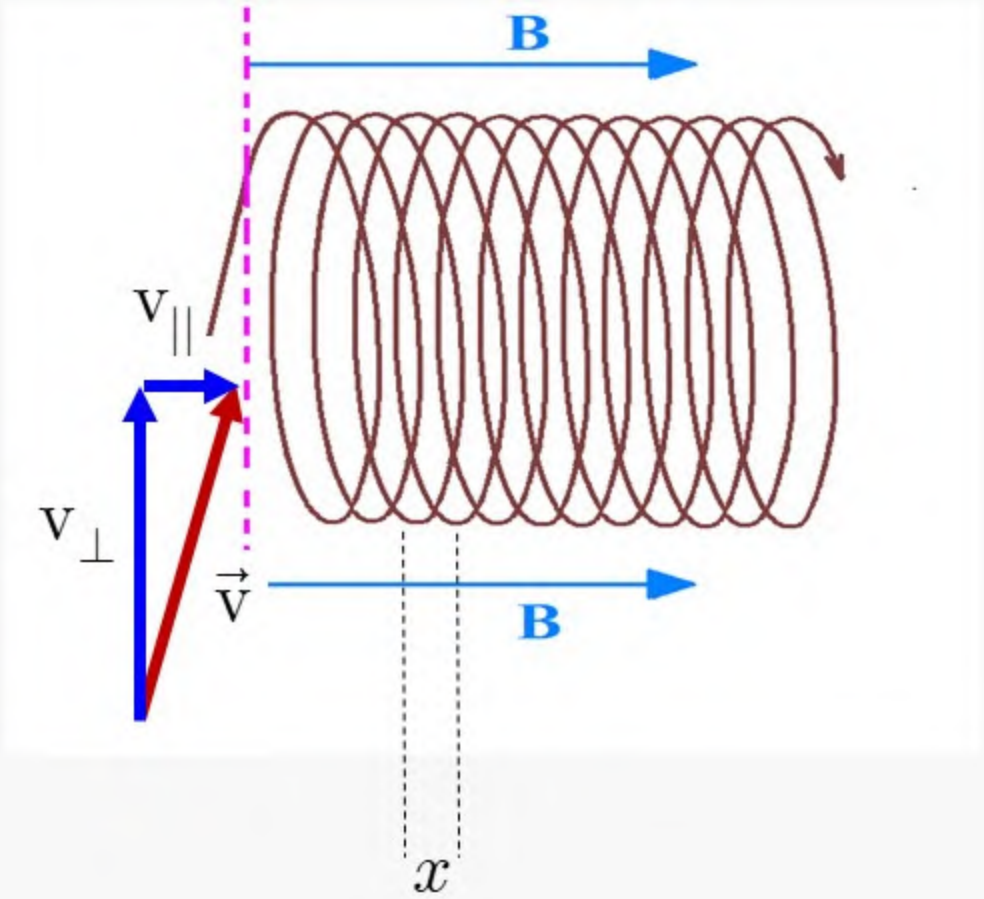


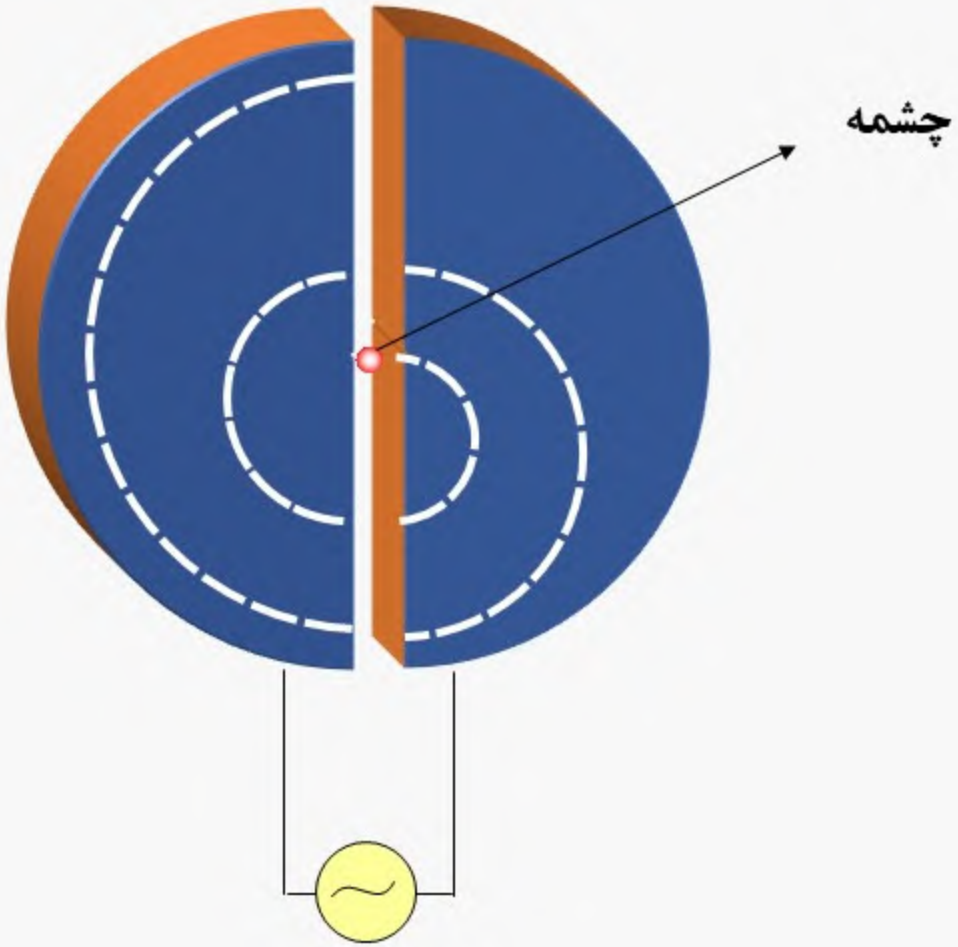
$$f = \frac{|q|B}{2\pi m}$$ فرکانس سیکلوترونی

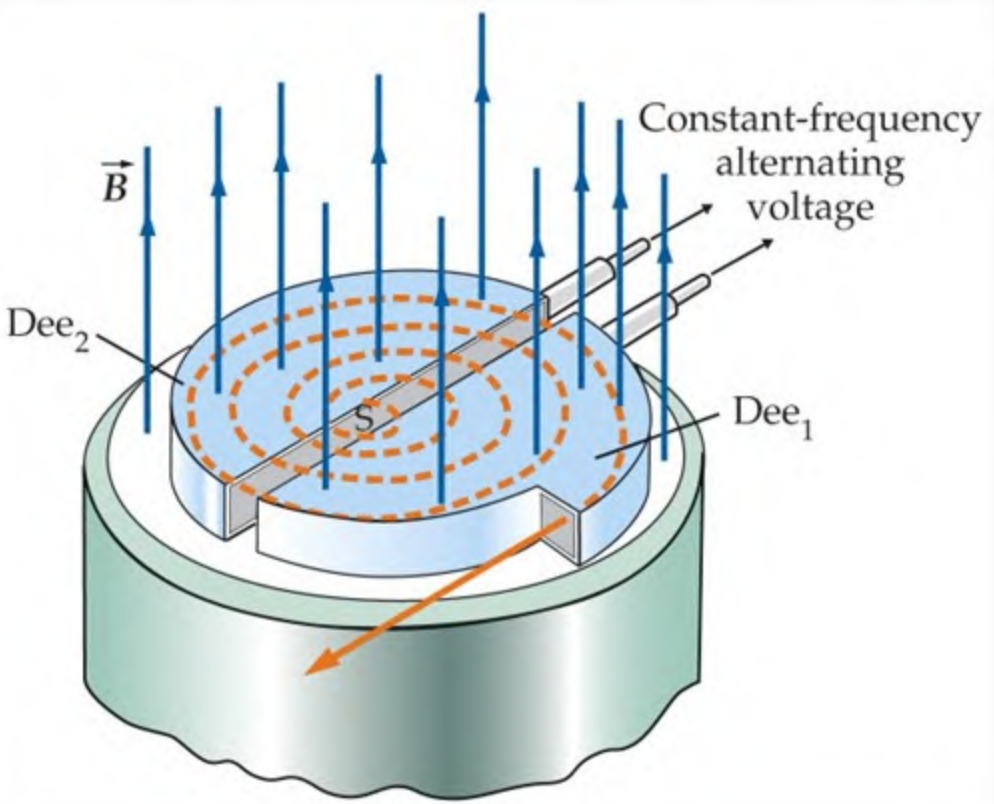
$$R = \frac{m v_{\perp}}{|q| B}$$

$$f = \frac{|q| B}{2\pi m}$$

$$x = v_{||} T = \frac{v_{||}}{f} = \frac{2\pi m v_{||}}{|q| B}$$




چشمه
ولتاژ متناوب

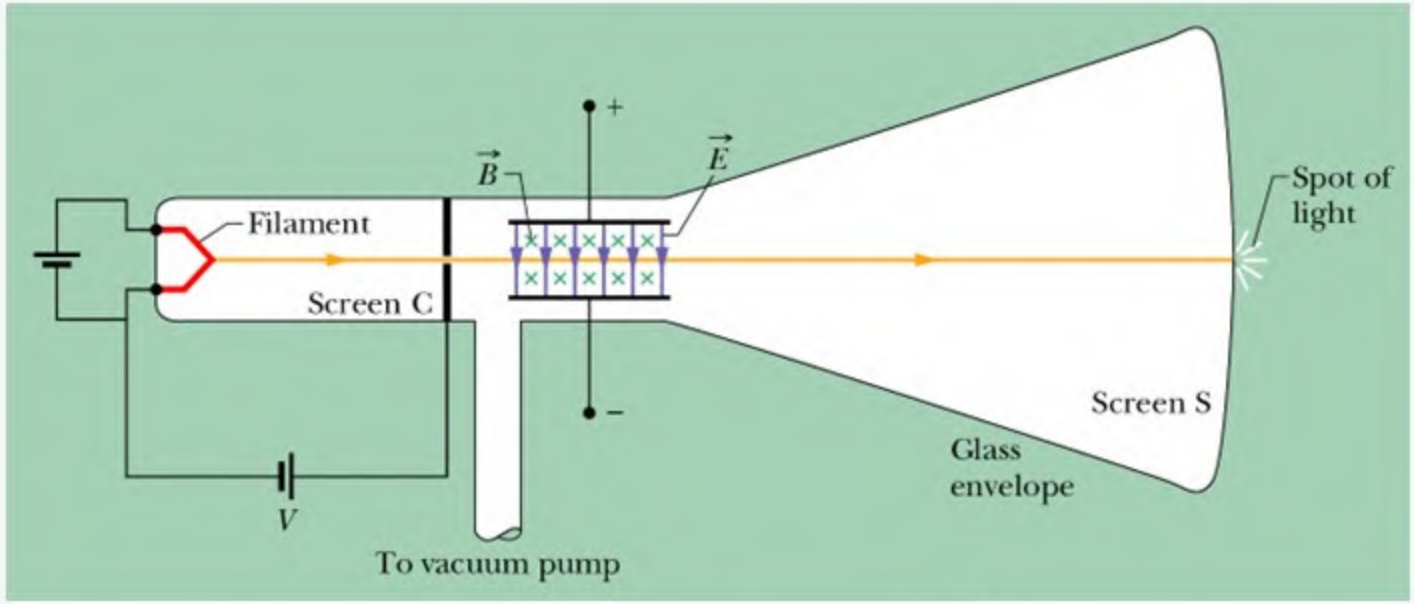

Constant-frequency
alternating
voltage
$\vec{B}$
Dee_2
Dee_1
S

$$\frac{1}{2}m\mathrm{v}^2 = eV$$

$$\mathrm{v} = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

$$F_c = eE$$

$$F_m = e\mathrm{v}B$$

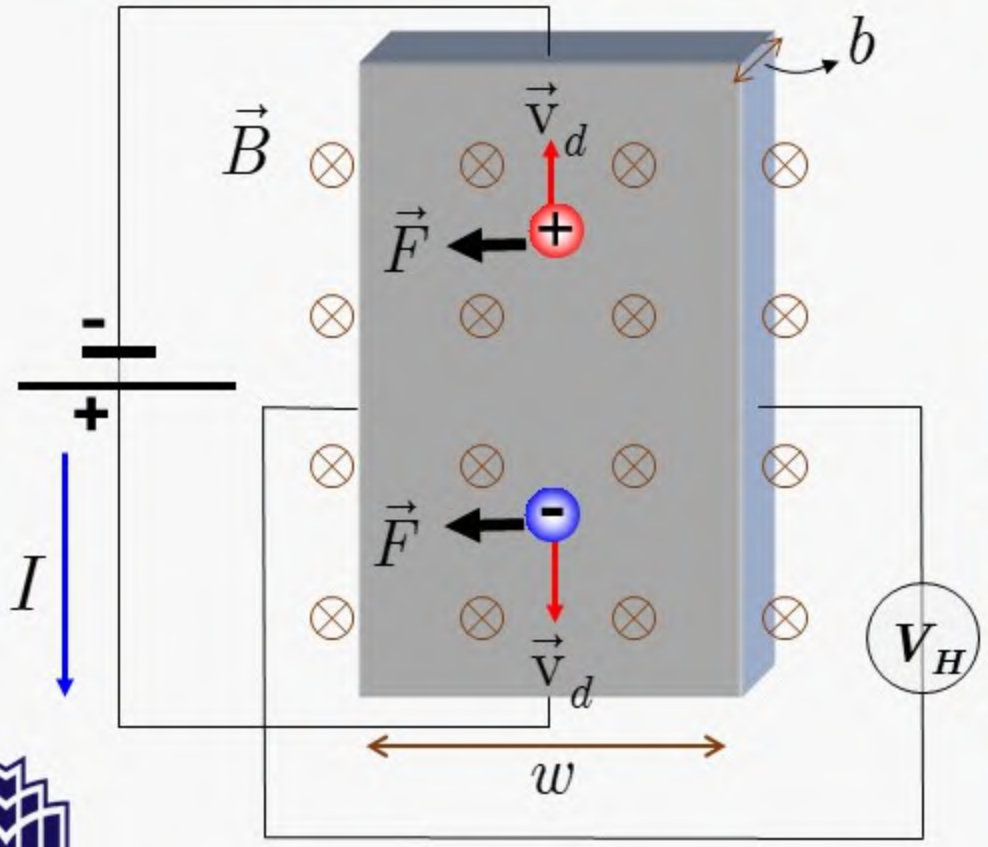


$$\frac{e}{m} = \frac{E^2}{2VB^2}$$

$$F_c = F_m \Rightarrow \mathrm{v} = \frac{E}{B}$$

$$\frac{e}{m} = 1.75881962 \times 10^{11} \quad \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{kg}}$$

در سال ۱۸۷۹ (بیست سال قبل از کشف الکترون) « ادوین هال» (در سن ۲۴ سالگی وقتی دانشجوی کارشناسی ارشد در دانشگاه جان هاپکینز بود) آزمایشی را انجام داد که با آن می‌توان **نوع حامل‌های بار الکتریکی** را در یک رسانا و هم‌چنین **چگالی آن‌ها** را تعیین کرد.



در حالت تعادل:

$$q\vec{E}_H + q\vec{v}_d \times \vec{B} = 0$$

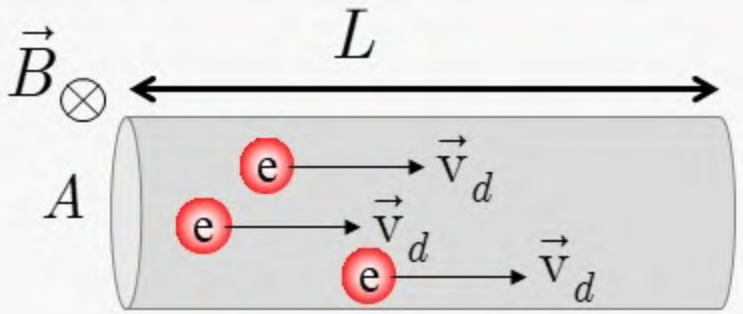
$$\vec{E}_H = -\vec{v}_d \times \vec{B} \qquad E_H = v_d B \qquad v_d = \frac{J}{nc}$$

$$\Delta V_H = E_H w = \frac{J}{ne} Bw, \qquad J = \frac{I}{wb}$$

$$n = \frac{IB}{eb\Delta V_H}$$

با اندازه گیری اختلاف پتانسیل هال می‌توان چگالی حامل‌ها را حساب کرد.

ماده	$n(10^{28}\ 1/m^3)$	علامت پتانسیل هال	تعداد حامل‌ها به ازای هر اتم
Na	2.5	–	0.99
K	1.5	–	1.1
Cu	11	–	1.3
Ag	7.4	–	1.3
Al	21	–	3.5
Sb	0.31	–	0.09
Be	2.6	+	2.2
Zn	19	+	2.9
Si (خالص)	$1.5*10^{-12}$	–	$3*10^{-13}$
Si(ناخالصی نوع n)	10^{-7}	–	$2*10^{-8}$



$$\vec{F}_1 = e\vec{v}_d \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i$$

$$\vec{F} = Ne\vec{v}_d \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = nALe\vec{v}_d \times \vec{B}$$

$$I = (nev_d)A$$

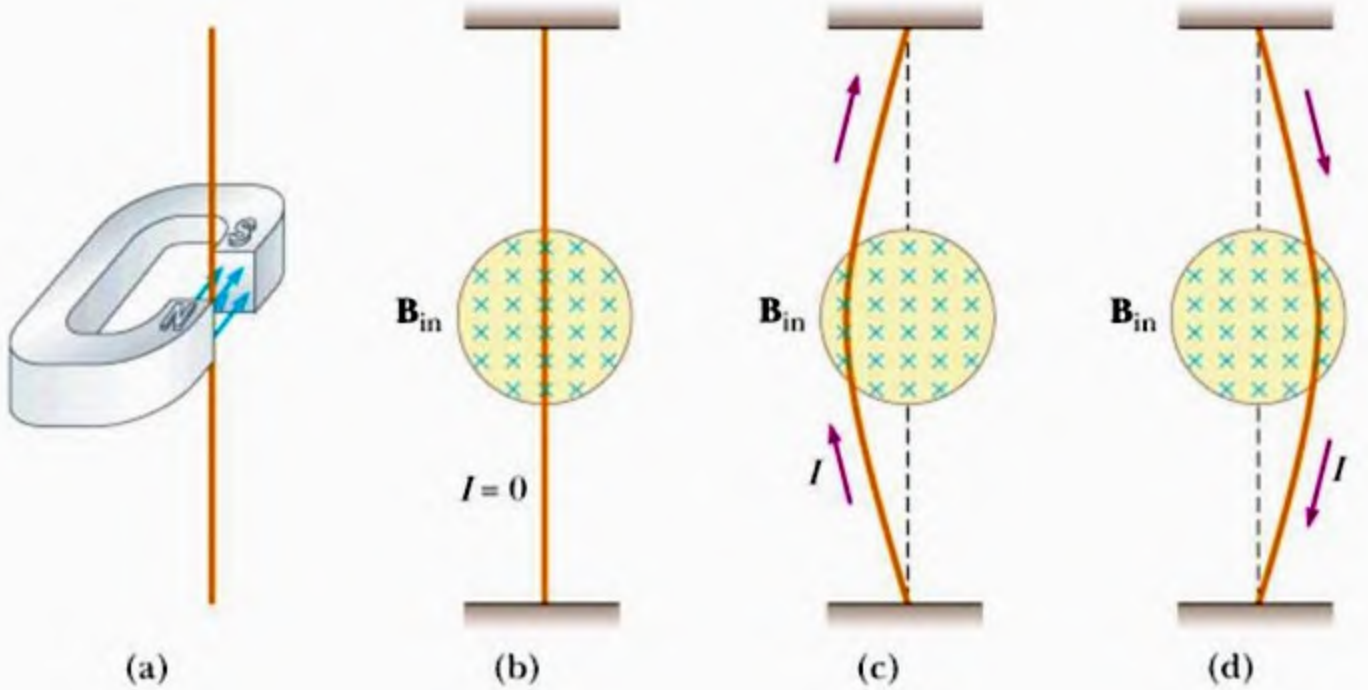
اگر بردار $\vec{L}$ برداری باشد که اندازه‌ی آن طول سیم و جهت آن، جهت سرعت بارهای الکتریکی باشد، می‌توان نوشت:

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$$

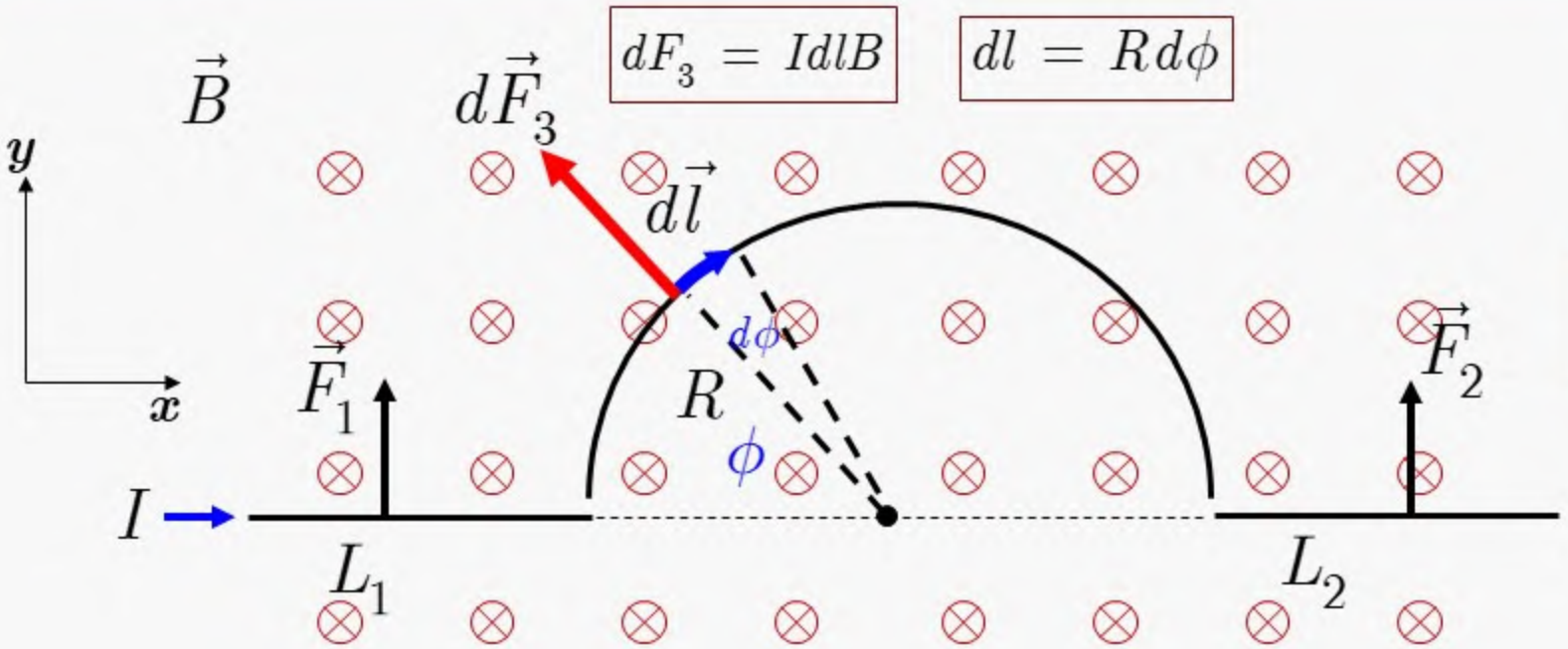
نتیجه‌ی فوق برای وقتی است که سیم راست و میدان مغناطیسی یکنواخت باشد. در حالت کلی سیم را به صورت قطعات خیلی کوچک در نظر می‌گیرم؛ نیروی وارد بر هر قطعه را به دست می‌آوریم و نهایتا انتگرال می‌گیریم:

$$\vec{F} = \int I d\vec{l} \times \vec{B}$$

Serway, Physics for Scientists and Engineers, 5/e
Figure 29.6



Harcourt, Inc.



$$F_1 = IL_1B$$

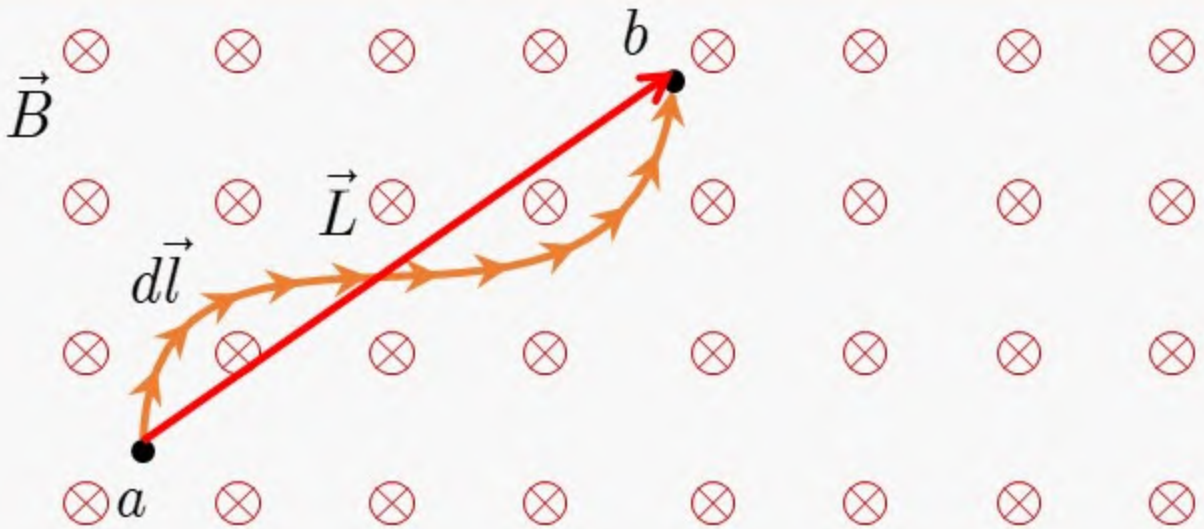
$$F_2 = IL_2B$$

$$\vec{F}_3 = \int d\vec{F}_3 = \int Id\vec{l} \times \vec{B}$$

$$F_{3x} = \int dF_3 \cos\phi = \int_0^{\pi} IRB\cos\phi d\phi = 0$$

$$F_{3y} = \int dF_3 \sin\phi = \int_0^{\pi} IRB\sin\phi d\phi = I(2R)B$$

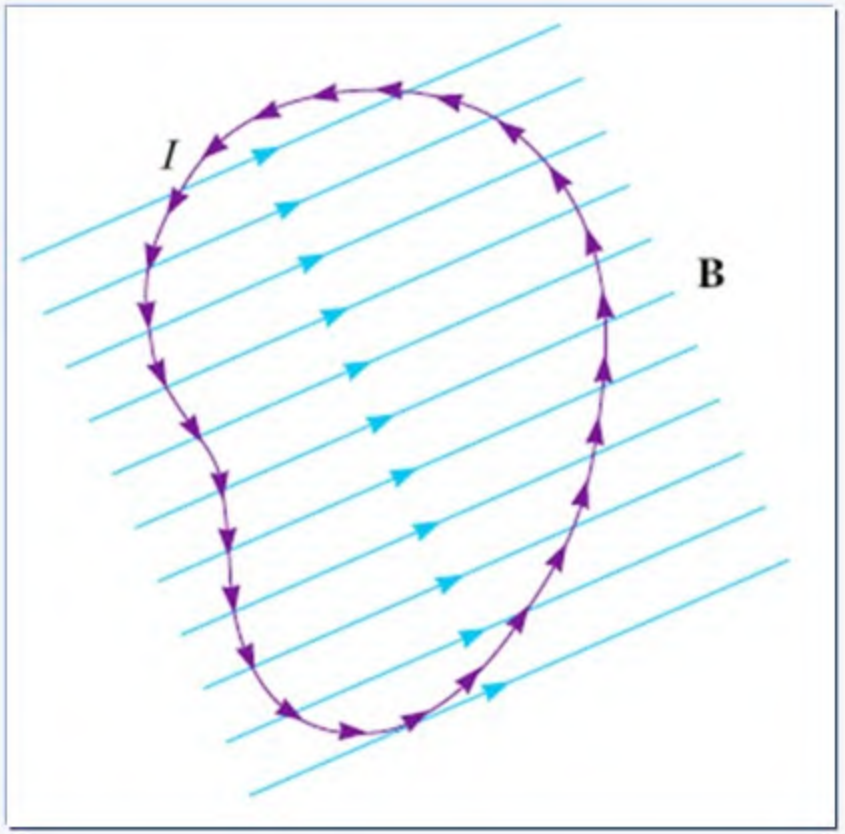
$$\vec{F} = IB\left(L_1 + L_2 + 2R\right)\hat{j}$$



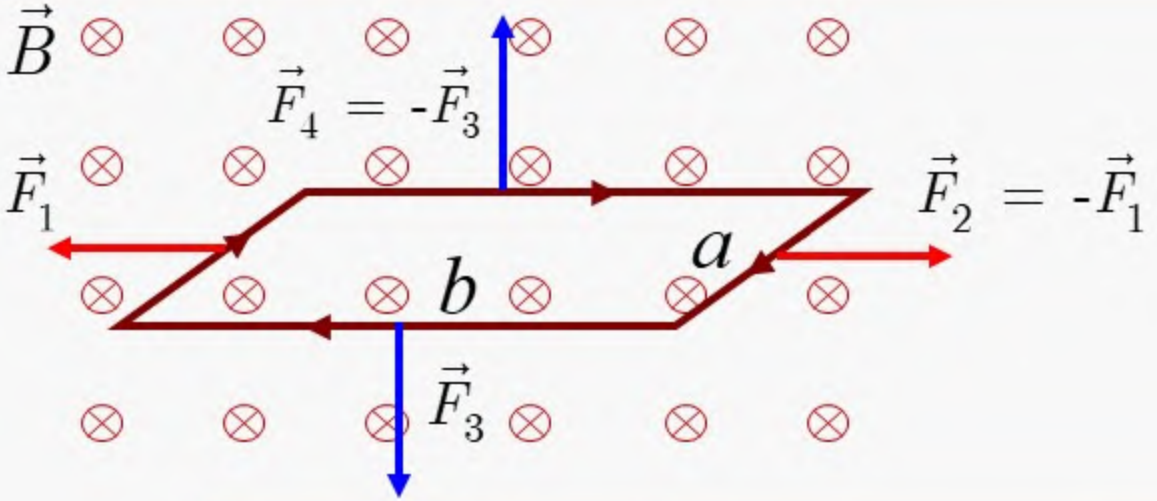
$$\vec{F} = I\int_a^b d\vec{l} \times \vec{B}$$

$$\vec{F} = I\left(\int_a^b d\vec{l}\right) \times \vec{B}$$

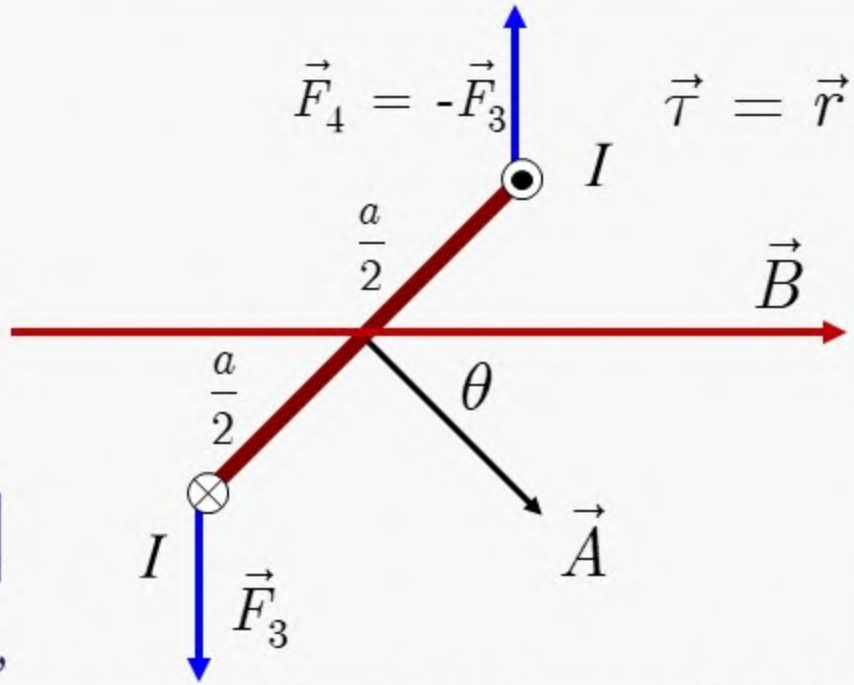
$$\boxed{\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}}$$



$$\vec{F} = I\left(\oint d\vec{l}\right) \times \vec{B} = 0$$



$$F_1 = F_2 = IaB$$
$$F_3 = F_4 = IbB$$
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$$



$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau_1 = \tau_2 = \frac{a}{2} IbB \sin\theta$$

$$\tau = IabB \sin\theta = IAB \sin\theta$$

$$\vec{\tau} = I\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = NI\vec{A} \times \vec{B}$$

اگر حلقه دارای N دور سیم باشد:

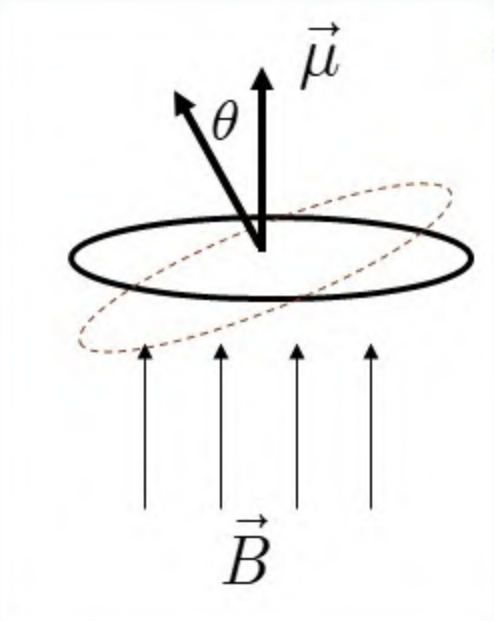
گشتاور دو قطبی مغناطیسی برای حلقه‌ی جریانی با N دور سیم به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\vec{\mu} = NI\vec{A}$$

یکای اندازه گیری آن در دستگاه SI : A-m^2

بنابر این گشتاور نیروی وارد بر یک حلقه‌ی جریان در میدان مغناطیسی خارجی برابر است با:

$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

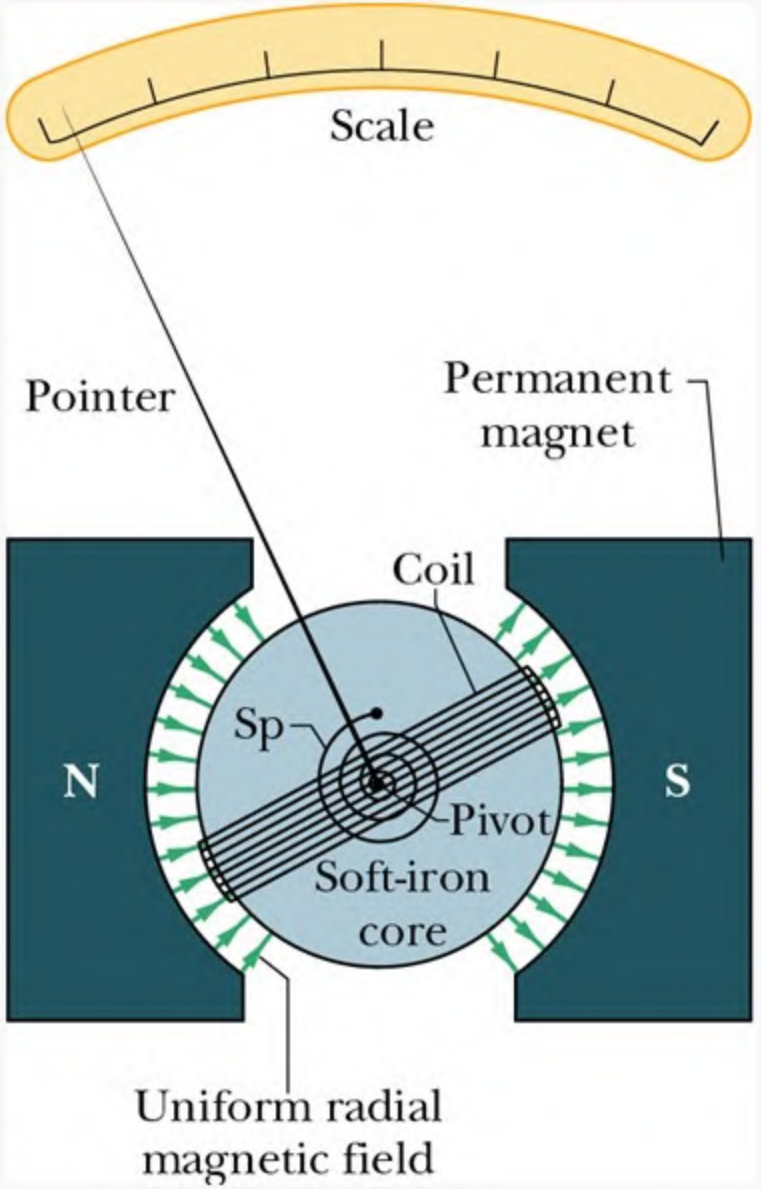


انرژی پتانسیل برابر است با کار انجام شده برای چرخش دوقطبی در میدان مغناطیسی

$$U = \int dW = \int \tau d\theta$$

$$\Delta U = \int_{\theta_0}^{\theta} \mu B \sin\theta d\theta = -\mu B\left(\cos\theta - \cos\theta_0\right)$$

$$if \quad \theta_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow U = -\mu B\cos\theta = -\vec{\mu}.\vec{B}$$



اساس کار گالوانومتر مبتنی بر گشتاور نیروی وارد بر یک حلقه‌ی جریان در میدان مغناطیسی است

شاد و مهربان باشید