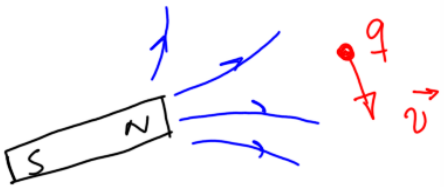
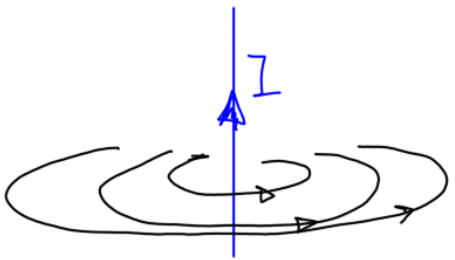
بسم الله الرحمن الرحیم

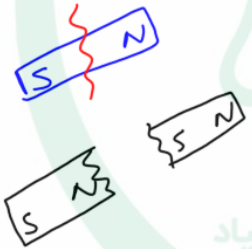
مغناطیس



* به بار ساکن در میدان مغناطیسی نیرو وارد نمی‌شود

* جریان الکتریکی (بار الکتریکی متحرک) میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند.

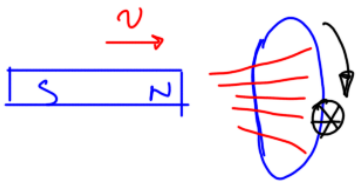




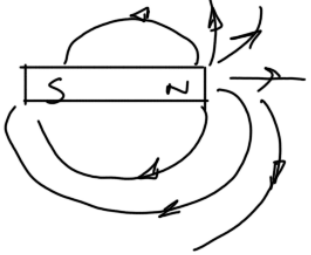
* تک قطبی مغناطیسی نداریم

* میدان مغناطیسی متغیر با زمان، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند.

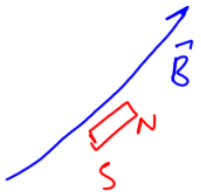
پی مثبت
پژوهشگاه مجازی المپیاد
pimosbat.ir



* میدان الکتریکی متغیر با زمان، میدان مغناطیسی تولید می‌کند.



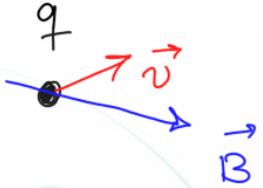
واحد میدان مغناطیسی: تسلا (T)



$\vec{B} = 1{,}0\ T\ \hat{z}$

↑ ↑ ↑ ↑

* قانون نیروی لورنتس



$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

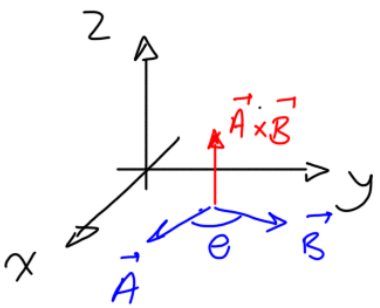
ضرب خارجی دو بردار

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$$

$$\vec{A} \times \vec{A} = 0$$

$$\vec{A} \times (\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A} \times \vec{B} + \vec{A} \times \vec{C}$$

$$(\vec{A} + \vec{B}) \times \vec{C} = \vec{A} \times \vec{C} + \vec{B} \times \vec{C}$$



$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}|\,|\vec{B}| \sin\theta$$

$$\vec{A} = A_x \hat{x} + A_y \hat{y} + A_z \hat{z}$$

$$\vec{B} = B_x \hat{x} + B_y \hat{y} + B_z \hat{z}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = \hat{x}(A_y B_z - A_z B_y) + \hat{y}(A_z B_x - A_x B_z) + \hat{z}(A_x B_y - A_y B_x)$$

دانش‌سرای مجازی المپیاد
nmosbat.ir

نیروی مغناطیسی

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

* معمولاً فرض می‌کنیم میدان $\vec{B}$ ثابت و یکنواخت است

در طول زمان تغییر نکند — در نقاط مختلف فضا تغییر نکند

$$\vec{B}(\vec{r}, t) \longrightarrow \vec{B}$$

۱) حرکت بارها در نیروی مغناطیسی
- دایره‌ای
- مارپیچی
- در حضور میدان دیگر: حرکت چرخ‌زاد
- سیکلوترون

۲) نیروی وارد بر سیم‌های حامل جریان

۳) گشتاور وارد بر حلقه‌های جریان

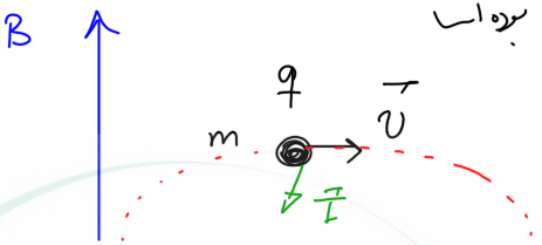
۴) کار نیروی مغناطیسی $W = 0$

۵) اثر هال

پی‌مثبت
دانش‌سرای مجازی المپیاد
pimosbat.ir

فرض: سرعت اولیه عمود بر $\vec{B}$ بوده است

* مثال:



$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

$$F = qvB$$

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

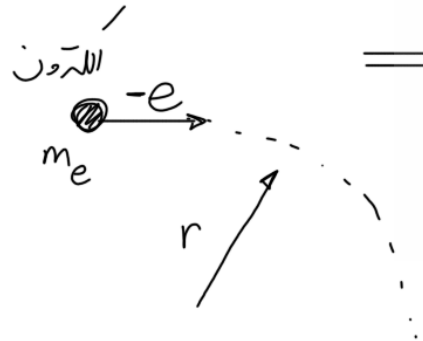
$$\boxed{mv = qBr}$$ رابطه سیکلوترون

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$$

زمان نوسان $$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

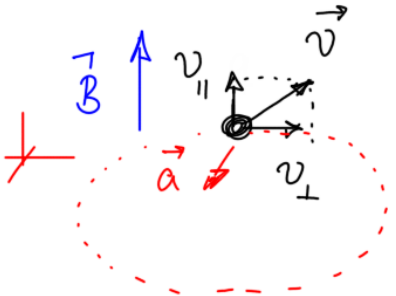
پرتوی کاتدی



$$\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$$

پی‌مثبت
دانش‌سرای مجازی المپیاد
pimosbat.ir

A



* حرکت مارپیچی ذره باردار در میدان مغناطیسی ثابت / یکنواخت

$$\vec{v} = \vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp}$$

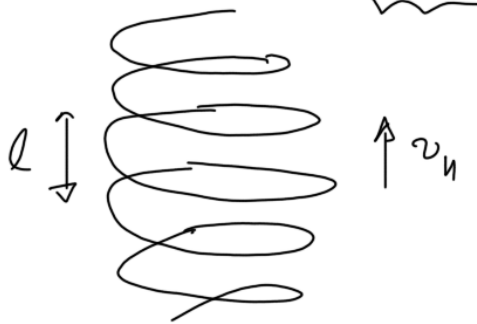
$$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q(\vec{v}_{\parallel} + \vec{v}_{\perp}) \times \vec{B} = q(\vec{v}_{\parallel} \times \vec{B} + \vec{v}_{\perp} \times \vec{B}) = q\vec{v}_{\perp} \times \vec{B}$$

صفر

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_B}{m}$$

$$mv_{\perp} = qBr$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{qB}$$



$$v_{\parallel} T = l = \frac{2\pi m}{qB} v_{\parallel}$$

$\vec{a}$ عمود بر $\vec{v}_{\parallel}$ است ⟹ $v_{\parallel}$ در طول زمان ثابت است

$\vec{a}$ مؤلفه z ندارد ⟹ مؤلفه z سرعت ثابت است

$$\vec{a} = a_x \hat{x} + a_y \hat{y} + a_z \hat{z}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt}$$

اگر بردار شتاب مؤلفه x نداشته باشد ⟹ $a_x = 0$ ⟹ $v_x =$ ثابت

آنگاه مؤلفه x سرعت، ثابت خواهد بود

پی‌مثبت
دانش‌سرای مجازی المپیاد
pimosbat.ir

به ذره‌ای با بار مثبت که در جهت $+x$ حرکت می‌کند، نیروی مغناطیسی در جهت $+z$ وارد می‌شود.

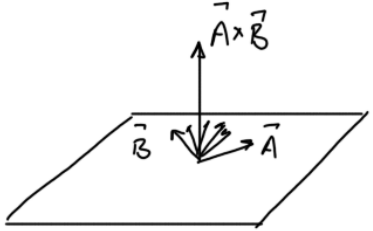
الف) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $+y$ است.

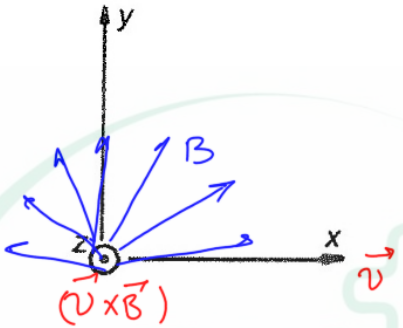
ب) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $-y$ است.

ج) میدان مغناطیسی الزاماً در جهت $+z$ است.

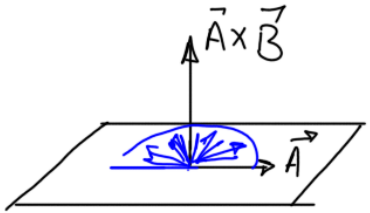
د) جهت میدان مغناطیسی را نمی‌توان یافت. ✓

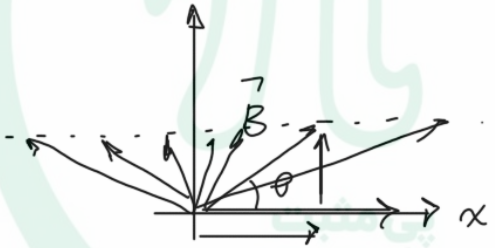
$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$





$|\vec{F}| = qvB\sin\theta$





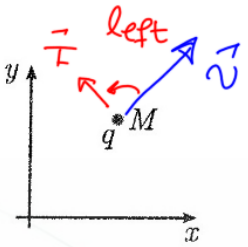
پی‌مصباح
دانش‌سرای مجازی المپیاد
pimosbat.ir

$$\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{v}\times\vec{B}) = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right)$$

نیروی الکترومغناطیسی

قانون نیروی لورنتس

بار نقطه‌ای مثبت q در نقطهٔ M قرار دارد. تا زمانی که بار q ساکن است نیرویی به آن وارد نمی‌شود و هر گاه آن را در صفحهٔ xy حرکت دهیم به سمت چپ خود منحرف می‌شود. کدام گزینه در مورد میدان‌ها در نقطهٔ M درست است؟



$\vec{E} = 0$

الف) میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت داخل است. ✓

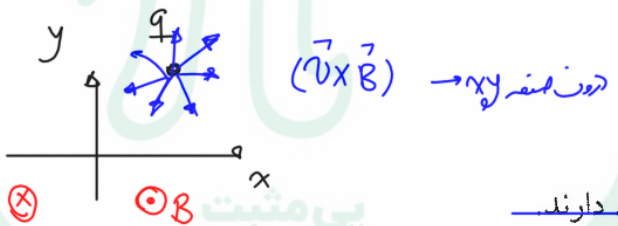
ب) میدان مغناطیسی عمود بر صفحهٔ شکل و به سمت خارج است.

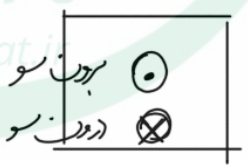
~~ج) میدان الکتریکی در جهت $+y$ است.~~

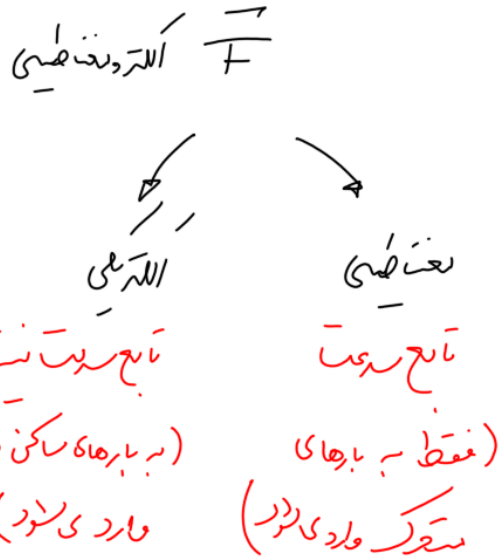
~~د) میدان الکتریکی در جهت $-x$ است.~~

ه) میدان مغناطیسی در جهت $-x$ است.

~~و) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم وجود دارند.~~



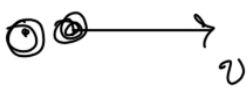


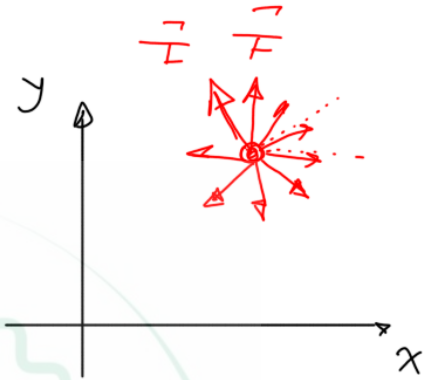


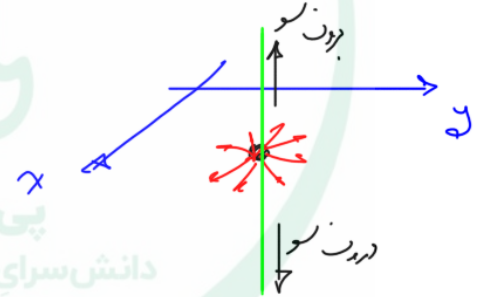
پی‌مثبت
دانش‌سرای مجازی
pimosbat.ir

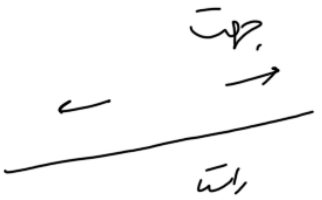
$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

نیروی مغناطیسی محرک در میدان مغناطیسی









پی‌مثبت
دانش‌سرای مجازی المپیاد
pimosbat.ir