

فصل ۱)

** معادله حالت گاز :

$$PV = nRT$$

(ترمودینامیک)

- توضیح : در این رابطه (n) از تقسیم جرم گاز (m) به جرم مولکولی گاز (M) بدست می آید یعنی: «.....
- ** رابطه گرمایی مبادله شده در فرآیند هم حجم ($\Delta V = 0$): «.....
- ** رابطه گرمایی مبادله شده در فرآیند هم فشار ($\Delta P = 0$): «.....

C_{mp}	C_{mv}	مثال برای نوع گاز	برای گازهای تک اتمی
$5/2 R$	$3/2 R$	He , Ar	برای گازهای دو اتمی
$7/2 R$	$5/2 R$	H_2, O_2	برای گازهای سه اتمی
$9/2 R$	$7/2 R$	CO_2, NH_3	برای گازهای سه اتمی

جدول مقادیر ظرفیت گرمایی مولی در حجم

ثابت (C_{mp}) و فشار ثابت (C_{mv}) :

واحدهای اندازه گیری (در SI)	نام	نام کمیت
پاسکال (Pa)	P	فشار گاز
مترمکعب (m^3)	V	حجم گاز
مول (mol)	n	مقدار گاز بر حسب مول (mol)
همیشه ثابت و = $(j/mol \cdot K)^{1/3} 14$ است	R	ثابت گازها
در معادله حالت گاز ($PV = nRT$) حتما باید به کلوین (K) باشد	T	دما گاز
ژول (j)	Q	گرمایی مبادله شده بین سیستم و محیط
ژول بر مول درجه کلوین (j/mol · K)	C_{mv}	ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت
ژول بر مول درجه کلوین (j/mol · K)	C_{mp}	ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت

$$W = -P \cdot \Delta V$$

** محاسبه کار انجام شده بر روی سیستم در یک فرآیند هم فشار (p ثابت) :

تذکر: در رابطه فوق منظور از W مقدار کار انجام شده از محیط بر روی سیستم ،

و' W کار سیستم بر روی محیط می باشد؛ بنابراین می توان در تراکم و (+W) و (-W) است.

انبساط گاز (سیستم) اینگونه آنها را تعیین علامت نمود:

$$\Delta U = Q + W$$

** رابطه قانون اول ترمودینامیک :

تذکر: دقت کنیم که در رابطه فوق Q خالص مقدار گرمایی است که سیستم دریافت می کند؛ و برابر است با

قدر مطلق تفاصل گرمایی گرفته شده از منبع گرم (Q_H) و گرمایی داده شده به منبع سرد (Q_C) بدست می آید یعنی:

$$|W| = Q_H - Q_C$$

** رابطه قانون اول ترمودینامیک برای چرخه ی ماشین های گرمایی :

درا این رابطه Q_H گرمایی گرفته شده توسط ماشین از سوختن سوخت می باشد، که مقداری از آن را بصورتکار W و مقداری دیگر را بصورت گرما به محیط پس میدهد Q_C .

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H}$$

** رابطه محاسبه بازده ماشین گرمایی (η) :

نسبت کار انجام شده توسط ماشین به گرمایی که از سوختن، سوخت میگیرد نشانده باند ی ماشین است.

** محاسبه بیشترین مقدار بازده یک ماشین گرمایی (رابطه سعدی کارنو): «.....

در این رابطه T_C دمای منبع سرد و T_H دمای منبع گرم می باشد و ماشین گرمایی بین این دو دما کار می کند.

$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$$

** رابطه قانون اول ترمودینامیک برای چرخه ی یخچال :

یعنی گرمایی که یخچال (یا کولر گازی) از پشت وسیله به منبع گرم (Q_H (هوای بیرون) پس میدهد، از مجموع گرماییگرفته شده از داخل یخچال Q_C و کاری که توسط موتور آن انجام میشود (که آن هم به گرما تبدیل میشود) تشکیل شده.

** رابطه ضریب عملکرد یخچال (K): «.....

(1) در یک چرخه چون گاز دوباره به وضعیت اولیه خود برمی گردد «.....

(2) در فرآیند هم حجم چون ($\Delta V = 0$) است واز طرفی ($W = -P \Delta V$) بنابراین «.....

$$K = \frac{Q_C}{W}$$

(۳) در فرآیند هم دما چون ($\Delta T = 0$) است و از طرفی انرژی درونی گاز فقط تابع دمای گاز است، پس ($\Delta U = 0$) (مسیر AB و CD شکل زیر)

(۴) در فرآیندهای هم دما و هم فشار: هنگام تراکم، گازگرما از دست می‌دهد (Q منفی) است، (مسیر CD شکل زیر)

هنگام انبساط، گازگرما می‌گیرد (Q مثبت) است، (مسیر AB شکل زیر)

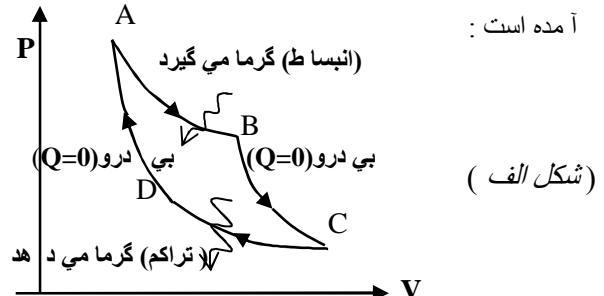
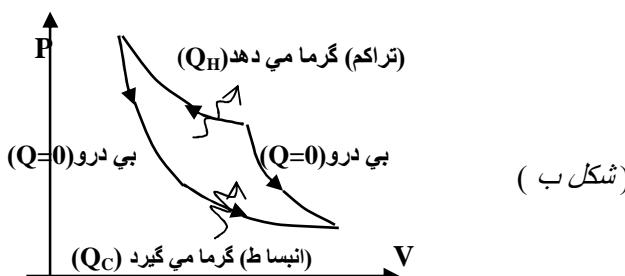
(۵) در فرآیند بی دررو (Q = 0) است، بنابراین با توجه به قانون اول ترمودینامیک ($\Delta U = Q + W$) (دراین فرآیند Q = DA و BC) (مسیر BC و DA شکل زیر)

(۶) چرخه‌ی ماشین گرمایی بصورت ساعتگرد (شکل الف) و چرخه‌ی یخچالی بصورت پاد ساعتگرد (شکل ب) است.

(۷) در مقایسه با هم نمودار همدما شبکه کمتر و نمودار بی درود شبیب بیشتری دارد.

(۸) سطح محصور داخل چرخه برابر کار انجام شده است. (شکل کار انجام می‌دهد) که در ماشین گرمایی علامت آن منفی (W-) چون گاز بر روی محیط کار انجام می‌دهد و در یخچال علامت آن مثبت (W+) است چون محیط بر روی گاز کار انجام می‌دهد.

تعدادی از نکات فوق در چرخه‌ی ماشین گرمایی شکل زیر (چرخه کارنو) چگونگی تبادل گرما در چرخه‌ی یخچالی، شکل زیر آمده است:



تبديل واحد های مورد نیاز :
 $+273$ (درجه کلوین K) $\times 10^{-3}$ (متر مکعب m^3) و (سانتی گراد $^{\circ}C$) و (پاسکال pa) و (لیتر lit) $\times 10^5$ (اتمسفر at)

فصل ۲

(الکتریسیته ساکن)

$$\mathbf{F} = k \frac{\mathbf{q}_1 \mathbf{q}_2}{r^2}$$

$$q_2 \rightarrow F \quad F' \leftarrow q_1$$

$$F'$$

$$q_1$$

$$F$$

$$q_2$$

$$F$$

$$q_1$$

$$F'$$

$$q_2$$

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0}$$

$$q \quad +q_0 \quad \rightarrow F$$

** رابطه قانون کولن (نیروی الکتریکی بین دو بار):

نیروهای F و F' عمل و عکس العمل هم هستند بنابراین مساوی و در خلاف جهت هم اثر می‌کنند یعنی: ($F = F'$)

** رابطه شدت میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا (E):

تعريف کمی میدان " مقدار نیروی وارد بر بار مثبت آزمون (q_0) در هر نقطه شدت میدان را نشان میدهد ".....

تذکر مهم: در رابطه بالا میدان الکتریکی E توسط بار الکتریکی q ایجاد شده و بزرگی میدان در مکان با ربع

به کمک اندازه گیری نیروی وارد به این بار (بار q_0) بدست می‌آید (شکل مقابل):

** شدت میدان الکتریکی ناشی از بار q در فاصله r از آن :

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

تذکر: با توجه به تعریف میدان، "جهت میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا هم جهت است با نیروی وارد بر بار مثبت آزمون "

بنابراین نتیجه می‌شود: (جهت میدان اطراف بار مثبت به طرف بیرون بار و جهت میدان اطراف یک بار منفی بطرف داخل بار الکتریکی می‌باشد)

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

** رابطه چگالی سطحی بار (σ): بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی رسانا را چگالی سطحی بار می‌گویند.....

توضیح: "توزيع بار در جسم رسانا روی سطح خارجی و در نقاط نوک تیز متراکم تر است، اما در جسم نارسانا با در محل

ایجاد بار ساکن می‌ماند" در رابطه A مساحت جسم رسانا؛ و تبدیل واحد (سانتمترمربع cm^2) $\times 10^{-4}$ مترمربع m^2 است.

** انرژی پتانسیل الکتریکی (ΔU): کار انجام شده برای جابه جایی جسم بردار باعث افزایش و یا کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی بار می‌شود که مقدار این

$$W = F.d \cos \alpha \quad F = E q \quad \Delta U = E q d \cos \alpha$$

تغیرات از رابطه مقابله می‌شود و در حالت‌های مختلف کم و یا زیاد می‌شود:

اگر حرکت بار مثبت (+) خلاف جهت میدان الکتریکی و یا حرکت بار منفی در جهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی و یا حرکت بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

اگر حرکت بار افزایش می‌باشد.....

اگر حرکت بار مثبت (+) درجهت میدان الکتریکی باشد.....

اگر حرکت بار کاهش می‌باشد.....

<p

* رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی (ΔV):

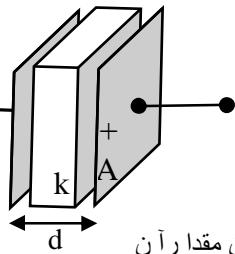
$$\Delta V_{(A,B)} = \frac{\Delta U}{q}$$

در شکل مقابل برای جایه جایی با رالکتریکی (+q) از نقطه A تا B مقدار W کارا نجام شده باعث تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار به اندازه (ΔU) میشود بنابراین میتوانیم اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دونقطه را از رابطه مقابله است آوریم:

$$C = \frac{q}{V}$$

$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V}$$

$$C = \frac{A}{k\epsilon_0 d}$$



- ۱) بزرگی سطح صفحات (A)
- ۲) فاصله بین صفحات (d)
- ۳) دی الکتریک (عایق) بین صفحات (k)

ظرفیت خازن فقط به سه روپر و عامل بستگی دارد و تغییر ولتاژ و یا تغییر بار هیچ تاثیری بر ظرفیت خازن ندارد.

تذکر:

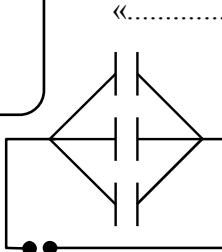
دراین رابطه k بزرگی دی الکتریک بستگی به جنس عایق بین دو صفحه دارد؛ که کمترین مقدار آن مربوط به خلاء ($k=1$)، و بیشترین مقدار آن مربوط به دی الکتریک آب است که $k \approx 82$ میباشد.

* رابطه ظرفیت خازن (C):

$$E = \frac{V}{d}$$

$$U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{q^2}{2C}$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$



موازی (انشعابی)

* رابطه ظرفیت معادل (C_T) در مدارهای:

تذکر مهم:

۱) در مدار موازی (V) برای همه خازنها یکسان و:

$$q_T = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$

۲) در مدار متواالی (q) برای همه خازنها یکسان و:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

* چند رابطه مفید برای حل سریع تر مسائل:

ظرفیت معادل دو خازن متواالی از تقسیم، حاصل ضرب ظرفیتها به حاصل جمع ظرفیت آنها بدست می آید:

اگر دو خازن به ظرفیتهای (C_1 و C_2) به ترتیب با ولتاژ های (V_1 و V_2) شارژ شده باشند، و سپس صفحات شناس را با هم تماش دهیم، اتصال آنها از نوع موازی است و اختلاف پتانسیل بین صفحات آنها بعد از تماش ('V) می نامیم که در دو حالت از رابطه مقابله بدست می آید: (اگر صفحات همنام به هم متصل شود رابطه را با علامت (+) واگر صفحات نا همنام بهم متصل شوند را برابه را با علامت (-) به کار می بردیم)

پادآوری تبدیل واحدهای موردنیاز و مقدار پیشوندها:

$$\begin{aligned} \text{میلی متر (mm)} & \xleftarrow{\times 10^{-3}} \text{متر (m)} \\ \text{سانتیمترمربع (Cm}^2) & \xleftarrow{\times 10^{-4}} \text{مترمربع (m}^2) \\ 10^{-6} \text{ میکرو (\mu)} & \text{.....} \\ 10^{-9} \text{ نانو (n)} & \text{.....} \\ 10^{-12} \text{ پیکو (p)} & \text{.....} \end{aligned}$$

نام کمیت	نماد	واحد اندازه گیری در (SI)
شدت میدان الکتریکی	E	نیوتون بر کولن (N/C)
ضریب قانون کولن	k	ثابت و برابر = $9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$
چگالی سطحی بار	σ	کولن بر مترمربع (C/m^2)
مساحت صفحه رسانا	A	متر مربع (m^2)
ظرفیت خازن	C	فاراد (F)
ضریب گذردهی الکتریکی خلاء	ϵ_0	ثابت و برابر = $8.85 \times 10^{-12} \text{ (C}^2/\text{N.m}^2)$

فصل (۳)

(جريان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم)

$$q = It$$

** رابطه شدت جریان الکتریکی (I) : $I = q/t$ یا

$$V = RI$$

** رابطه قانون اهم ، برای محاسبه مقاومت الکتریکی (R) : $R = V/I$ یا

** عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی رسانا : مقاومت یک رسانا به سه عامل بستگی دارد ؛

$$R = \rho \frac{l}{A}$$



(1) طول رسانا (l)

(2) مساحت سطح مقطع آن (A)

(3) مقاومت ویژه رسانا (ρ)

** رابطه ای برای کدکاری مقاومتها :

به کمک نوارهای رنگی که روی مقاومتها ثبت شده می‌توانیم بزرگی مقاومت را بدست آوریم به این صورت که هر رنگ معرف یک عدد است و پس از خواندن آنها در رابطه مقابل مقدارگذاری می‌کنیم :

$$R = ab \times 10^n$$

(a) رنگ اول، رقم اول
(b) رنگ دوم، رقم دوم
رنگ چهارم، معرف درصد خطای
رنگ سوم، بزرگی توان ۱۰

$$\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

$$R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$$

** اثر دما بر مقاومت الکتریکی و مقاومت ویژه رسانا :

تغیرات مقاومت ویژه یک رسانا رابطه مستقیم با دمای آن دارد .

تغیرات مقاومت الکتریکی یک رسانا رابطه مستقیم با دمای آن دارد .

$$(E = q \cdot V)$$

و

** روابط محاسبه انرژی الکتریکی (E) :

$$(P = R I^2)$$

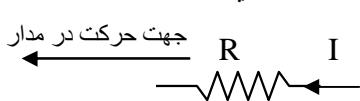
** روابط توان الکتریکی (P) :

$$\epsilon = \frac{U}{q}$$

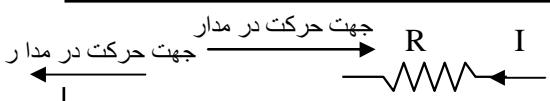
** رابطه نیروی حرکه مولد (ε) : با توجه به تعریف " انرژی که مولد به واحد بار الکتریکی (یعنی یک کولن)

می‌دهد تا در مدار شارش کند نیروی حرکه مولد نامیده می‌شود " رابطه چنین می‌شود :

** محاسبه ی اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه از مدار: برای این منظور باید طبق دستورالعمل های زیر عمل نمود؛



الف) هرگاه روی مدار در جهت جریان از مقاومت R یا r عبور کنیم ، بعلت افت پتانسیل مقدار پتانسیل به اندازه ϵ (R) و ϵ (Ir) کاهش می‌باشد .



ب) هرگاه روی مدار در خلاف جهت جریان از مقاومت R یا r عبور کنیم

مقدار پتانسیل به اندازه ϵ (R+Ir) و ϵ (+Ir) افزایش می‌باشد .

(+) روی مدار هنگام گذراز مولد اگر از پایانه (-) به طرف پایانه (+) در حرکت باشیم ؛ پتانسیل به اندازه ϵ افزایش می‌شود .

(-) بدون توجه به جهت جریان اگر از پایانه (+) به طرف پایانه (-) در حرکت باشیم ؛ پتانسیل به اندازه ϵ کاهش می‌شود .

** محاسبة شدت جریان در مدار تک حلقه:

در این رابطه علامت (\pm) برای نیروی حرکه؛ در صورت کسر را می‌توانیم با توجه به نکته (۲) در بالا تعیین علامت نمود.

$$I = \frac{\epsilon_1 \pm \epsilon_2 \pm \epsilon_3 \pm \dots}{(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + r_1 + r_2 + r_3 + \dots)}$$

$$I = \frac{\sum \epsilon}{(\sum R + \sum r)}$$

** محاسبة شدت جریان در مدار چند حلقه:

اگر مداری (n) حلقه داشته باشد به کمک دستورالعمل های بالا باید برای هر حلقه معادله ای نوشته و سپس معادله های را در دستگا قرار داده و با مقدار گذاری برای کمیت های معلوم می‌توان مجھولات را که همان شدت جریان ها هستند محاسبه کرد .

** رابطه توان مفید و توان تلف شده:

(توان تلف شده) - (توان تولید شده) = (توان مفید)

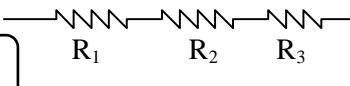
$$P = \epsilon I - rI^2$$

در مولد ها بعلت وجود مقاومت درونی در هنگام خروج جریان از آنها مقداری از توان تولید شده ی اولیه (P = ϵI) به صورت گرما در مقاومت درونی تلف (rI^2) میشود، بنا براین:

** روشهای به هم بستن مقاومت ها :

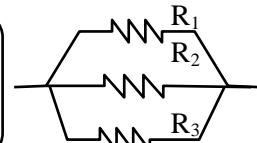
مقاومتها هم مثل خازنها به دوروش موازی و متواالی بهم متصل میشوند، روابط محاسبه مقاومت معادل از لحاظ شکل ظاهري عكس روابط خازنها است:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



سری(متواالی)

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$



موازی (انشعابی)

1) در مدار متواالی شدت جریان عبوری (I) از همه مقاومتها یکسان و:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

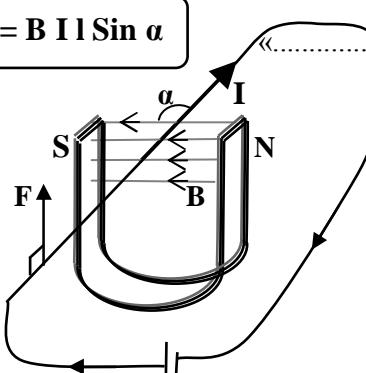
2) در مدار موازی اختلاف پتانسیل همه مقاومتها یکسان، روابط بین شدت جریان بصورت زیر است:

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

فصل ۱۶

(معناطیس)

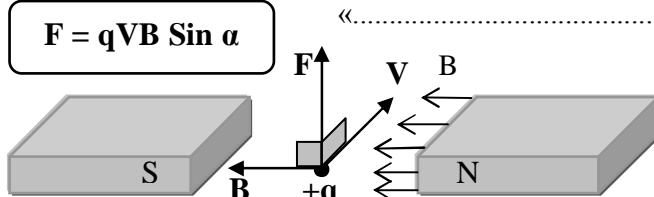
$$F = B I l \sin \alpha$$

به سیم حامل جریان الکتریکی که از داخل خطوط میدان مغناطیسی عبور کند نیرویی برابر با مقدار مقابل وارد میشود (در این رابطه (α) زاویه بین راستای خطوط میدان مغناطیسی (B) و راستای جریان داخل سیم (I) است).

تعیین جهت نیروی وارد بر سیم از قاعده ی دست راست میباشد؛ چهارانگشت دست راست در جهت جریان داخل سیم طوری قرار می دهیم که هنگام خم شدن چهارانگشت درجهت خطوط میدان قرار گیرند ، در این وضعیت انگشت شست جهت نیروی وارد به سیم را نشان می دهد.

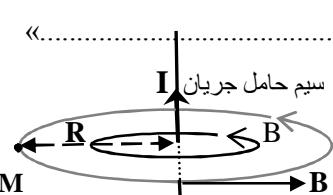
نتیجه: اگر سیم بر راستای خطوط میدان عمود باشند ($\alpha = 90^\circ$) نیرو بیشینه مقدار و برابر با ($F_{\max} = BIl$) است.
اگر سیم در راستای خطوط میدان باشد ($\alpha = 0$ یا 180°) نیرویی به سیم وارد نمی شود ($F = 0$).

$$F = qVB \sin \alpha$$

** نیروی وارد بر ذره ی باردار متحرک (q) در میدان مغناطیسی:
اگر بارا لکتریکی (q) با سرعت (V) در میدان مغناطیسی (B) حرکت کند از طرف میدان نیرویی به بزرگی (F) به ذره وارد میشود که مقدار آن از رابطه مقابل بدست می آید.

تعیین جهت نیروی وارد بر بار (+) هم مثل تعیین جهت نیروی وارد بر سیم است با این تفاوت که جهت حرکت بار (V) ، را به جای جهت جریان در سیم در نظر گیریم و اگر بار منفی باشد ، جهت تعیین شده برای بار (+) را بر عکس میکنیم.

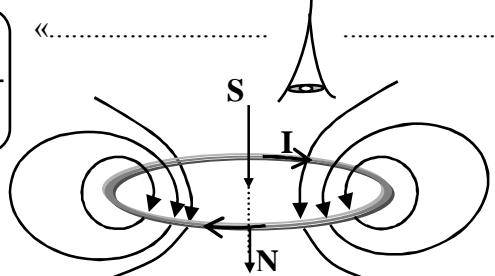
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$$



خطوط میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط سیم حامل جریان به شکل دایره های هم مرکزا است که تراکم خطوط با دور شدن از سیم کم میشود. به عنوان مثال بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه M از سیم از رابطه مقابل محاسبه می شود

تعیین جهت میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان به این صورت است که ؛ اگر سیم حامل جریان را بگونه در دست بگیریم که انگشت شست جهت جریان را نشان دهد ، در این حال جهت خم شدن چهارانگشت ، جهت خطوط میدان را نشان میدهد.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2 R}$$

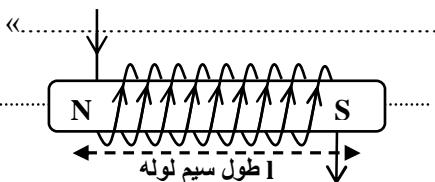
** میدان مغناطیسی ناشی از پیچه در مرکز آن :
پیچه، از تعدادی حلقه ی هم مرکز که روی هم پیچیده شده است تشکیل میشود؛ هنگام عبور جریان (I) از این پیچه میدان مغناطیسی به بزرگی (B) در وسط آن ایجاد میشود (شعاع پیچه R بر حسب متر است).

برای تعیین جهت میدان در پیچه میتوانیم از همان روش تعیین جهت میدان در اطراف سیم؛ برای یک قطعه از پیچه استفاده کرد و یا اگر ناظری:

جهت جریان در حلقه را ساعتگرد (جهت حرکت عقربه های ساعت) ببیند؛ میدان مغناطیسی از جهت نگاه اورون سو \otimes است،

و اگر شخص جهت جریان را پاد ساعتگرد (خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت) ببیند؛ جهت میدان مغناطیسی برون سو \odot خواهد بود.

$$B = \frac{\mu_0 N}{l}$$



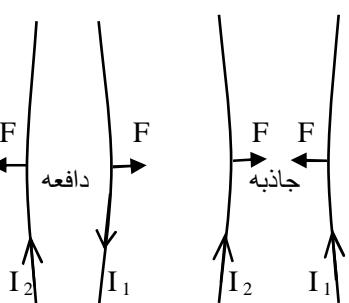
* رابطه میدان مغناطیسی ناشی از سیم لوله :

در این رابطه (B) بزرگی میدان مغناطیسی در وسط سیم لوله روی محور آن میباشد که با (1) طول سیم لوله نسبت معکوس دارد یعنی اگر تعداد (N)

حلقه در طول کمتری (متراکم تر) پیچیده شود میدان قویتری ایجاد میکند. برای تعیین جهت میدان در سیم لوله میتوانیم از همان روش مورد استفاده از حلقه استفاده کنیم. تذکر: شبیه ترین میدان مغناطیسی به آهن ریای تیغه ای؛ توست سیم لوله ایجاد می شود.

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2 \pi R}$$

در رابطه فوق R فاصله دو سیم از هم ، و (1) طولی از سیم که نیرو به آن اثر می کند می باشد.



چون دو سیم حامل جریان درا طراف خود میدان مغناطیسی ایجاد میکنند ، در هنگام نزدیک شدن دو سیم به هم میدانهای مغناطیسی به هم تاثیر گذاشته و باعث ایجاد نیرو از طرف هر سیم به سیم دیگر میشود ؛ بزرگی این نیرو از قطبی هایشان مقدار کمی خاصیت مغناطیسی از خود نشان میدهد مثل : آلمینیم ، منگنز ، پلاتین و ... نوع جاذبه و درصورتیکه جریانها در دو سیم خلاف جهت هم باشند نیروی بین دو سیم از نوع دافعه خواهد شد .

* انواع مواد مغناطیسی :

۱) مواد دیا مغناطیسی : اینگونه مواد به هیچ عنوان و در هیچ شرایطی خاصیت مغناطیسی پیدا نمی کنند مثل : چوب ، پلاستیک ، و ...

۲) مواد پارا مغناطیسی : این موادر حالت عادی خاصیت مغناطیسی ندارند و اگر در میدان مغناطیسی قوی قرار گیرند؛ بعلت هم جهت شدن تعدادی از دو قطبی هایشان مقدار کمی خاصیت مغناطیسی از خود نشان میدهد مثل : آلمینیم ، منگنز ، پلاتین و ...

۳) مواد فرو مغناطیسی : این نوع از مواد مغناطیسی از بخش های کوچکی به نام حوزه مغناطیسی تشکیل شده اند و نسبت به دو نوع دیگر مواد مغناطیسی از خاصیت مغناطیسی شدیدی برخوردار هستند. مواد فرو مغناطیس خود به دو دسته (نرم و سخت) تقسیم میشود:

الف) حوزه های مغناطیسی در مواد فرو مغناطیس نرم هنگام قرار گرفتن در میدان مغناطیسی به سرعت و به راحتی در کنار هم چرخش نموده و هم جهت با خطوط میدان می شوند، و پس از خروج از میدان مغناطیسی هم به سرعت به حالت اولیه خود بر میگردند بطور خلاصه یعنی ؛ به سرعت

آهنربا شده و به سرعت نیز این خاصیت را از دست می دهد مثل : آهن ، نیکل ، کبالت (خلاص)

ب) حوزه ها در مواد فرومغناطیس سخت در هنگام قرار گرفتن در میدان مغناطیسی به سختی در مجاورت هم چرخش نموده و به کندی باهم همجهت می شوند یعنی دیر آهنربا شده و دیر هم این خاصیت را از دست میدهد مثل آلیاژ هایی از آهن، نیکل و کبالت مثلا فولاد که ترکیب آهن و کربن است.

فصل ۵

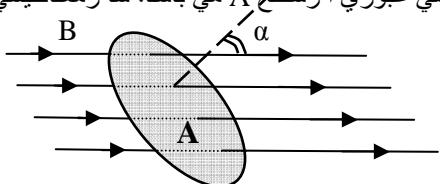
(القای الکترومغناطیس)

$$\Phi = BA \cos(\alpha)$$

«.....

* رابطه شار مغناطیسی (Φ) :

شا رمغناطیسی کمیتی نرده ای است بر حسب (Wb) که نشان دهنده مقدار خطوط میدان مغناطیسی عبوری از سطح A می باشد؛ شار مغناطیسی بستگی به سه عامل (1) بزرگی میدان (B) بر حسب تسلی روبرو دارد: (2) بزرگی سطح (A) بر حسب مترمربع



۳) توجه داشته باشیم که زاویه (α) زاویه ی خط عمود بر سطح و راستای خطوط میدان است بنابراین می توانیم نتیجه مهم زیر را بگیریم :

نتیجه: اگر سطح A عمود به خطوط میدان باشد ($\Phi_{max} = BA$) شا ریشه ترین مقدار میشود.

اگر سطح A بر راستای خطوط میدان باشد (یعنی $\alpha = 90^\circ$) شار صفر میشود ($\Phi = 0$)

$$\epsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

«.....

* رابطه قانون القای فارادی:

بنابراین قانون : " هنگام تغییر شار مغناطیسی ($\Delta\Phi$) عبوری از هر مدار بسته ای، نیروی حرکه ای، (ϵ) در آن القای میشود؛ که بزرگی این نیروی حرکه با آنگ تغییرات شار متناسب است "

در این رابطه (ϵ) بزرگی نیروی حرکه القایی در مدار بر حسب ولت است ، و (N) تعداد حلقه های مدار بسته است .

منفی جلو رابطه ی فارادی ، مربوط به تعیین جهت نیروی حرکه القایی (قانون لنز) یا همان تعیین جهت جریان القایی ایجاد شده در مدار میباشد.

قانون لنز : همانطور که در مطلب قبلی اشاره شد قانون اهم برای تعیین جهت جریان القایی در مدار بسته استفاده میشود بنا به این قانون " جریان القایی در مدار بسته بگونه ای ایجاد می شود که با عامل بوجود آورنده مخالفت کند "

تذکر: منظور از عامل بوجود آورنده ی نیرو محركه، ممکن است هر کدام از سه عامل زیر باشد:

$\epsilon = -N \frac{\Delta \{BA \cos(\alpha)\}}{\Delta t}$	I	$\begin{cases} \text{اگر بزرگی میدان مغناطیسی تغییرات داشته باشد } (\Delta B \neq 0) \\ \text{و سطح مدار ثابت و بدون چرخش } (\Delta A = 0 \text{ و } \Delta \alpha = 0) \end{cases}$	$\epsilon = -NA \cdot \cos(\alpha) \frac{\Delta B}{\Delta t}$
	2	$\begin{cases} \text{اگر مساحت پیچه تغییر کند } (\Delta A \neq 0) \\ \text{و در مکان پیچه بدون چرخش } (\Delta B = 0 \text{ و } \Delta \alpha = 0) \end{cases}$	$\epsilon = -N \cdot B \cdot \cos(\alpha) \frac{\Delta A}{\Delta t}$
	3	$\begin{cases} \text{اگر پیچه در میدان چرخش کند یعنی } (\Delta \alpha \neq 0) \\ \text{و بزرگی میدان مغناطیسی ثابت باشد } (\Delta B = 0 \text{ و } \Delta A = 0) \end{cases}$	$\epsilon = -N \cdot B \cdot A \frac{\Delta \cos(\alpha)}{\Delta t}$

** محاسبه جریان القایی :

اگر مقاومت الکتریکی پیچه ای که در آن جریان القایی ایجاد شده است R باشد
به کمک رابطه قانون اهم و رابطه نیروی محركه القایی خواهیم داشت :

$$I = \frac{\epsilon}{R} = -\frac{N}{R} \frac{d\phi}{dt}$$

«.....

** رابطه نیروی محركه خود القایی (ϵ_L) :

در مداری که شا مل سیم لوله باشد تغییرات جریان بطور ناگهانی و آنی روی نمی دهد مثلا در هنگام وصل کلید متذکر زمانی کوتاه لازم است تا جریان به بیشینه مقدار خود برسد و همانطور هنگام قطع کلید، طی مدت زمانی کوتاه جریان به صفر می رسد.

علت؛ اینست که: " هنگام تغییر مقدار جریان عبوری از یک سیم‌لوه (یا پیچه) بعلت تغییرات شا مغناطیسی در آن، نیروی محركه ای ایجاد میشود که با عامل تغییر جریان مخالفت می کند؛ به این نیروی محركه ای ایجاد شده نیروی محركه خود القایی گفته میشود "

بزرگی نیرو محركه ای خود القایی (ϵ_L) با آهنگ تغییرات جریان و ضریب خود القایی پیچه (L) متناسب است: ».....

** ضریب خود القایی پیچه (L) :

در این رابطه N تعداد حلقه های پیچه، A بزرگی سطح مقطع پیچه بر حسب مترمربع، 1 طول پیچه بر حسب متر، k ضریبی است که به جنس هسته پیچه بستگی دارد و با آن ضریب تراوایی نسبی مغناطیسی هسته میگویند مثلاً برای پیچه ی بدون هسته باید ($L = k \times 4\pi \times 10^{-7} \times \mu_0$) قرار دهیم، μ_0 از مقادیر ثابت است ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$).

** رابطه انرژی ذخیره شده در لاقاگر (U) :

بخشی از انرژی مولد در میدان مغناطیسی سیم‌لوه ذخیره میشود و از رابطه مقابل مقدار آن محاسبه میشود: ».....

** روابط نیروی محركه و شدت جریان متناوب :

در مولدهای صنعتی که جریان متناوب تولید میکنند پیچه ای با مساحت (A) ثابت در میدان مغناطیسی (B) یکنواخت چرخش میکند ($\Delta \alpha \neq 0$) یعنی از سه عامل مؤثر بر شار مغناطیسی و نیرو محركه زاویه ی قاب سیم پیچ شده با خطوط میدان مرتبا در حال تغییر است بنابراین می توان نوشت:

$$\left. \begin{array}{l} \varphi = AB \cos(\alpha) \\ \alpha = \omega t \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \varphi = AB \cos(\omega t) \\ \omega \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \epsilon = -N \frac{d\varphi}{dt} = -N \cdot B \cdot A \frac{d(\cos \omega t)}{dt} \end{array} \right\}$$

از رابطه چنین نتیجه میشود که با مشتق گرفتن ازتابع ($\cos \omega t$) نسبت به زمان، تابع نیروی محركه ای القایی یک تابع سینوسی خواهد شد؛ بنابراین بیشترین مقدار نیروی محركه زمانی است که $\sin \omega t = 1$ پس نتیجه میگیریم:

$$\left. \begin{array}{l} \epsilon = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin \omega t \\ \epsilon_m = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \end{array} \right\} \quad \left. \begin{array}{l} \epsilon = \epsilon_m \sin \omega t \\ I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{\epsilon_m}{R} \sin \omega t \\ I = I_m \sin \omega t \end{array} \right\}$$

دانش آموزان عزیز توجه کنید که مطالب آورده شده را بین چند صفحه کاملاً خلاصه شده است، بنابراین بهتر است بعد خواندن کتاب و حل مثالهای کافی، از مطالب این مجموعه برای مرور سریع کتاب و یادآوری رابطه ها استفاده کنید. (پذیرای نظرات شما عزیزان هستیم)

آذوهای افزایی شماست