

فصل ۱

(ترموديناميك)

$$PV = nRT$$

**** معادله حالت گاز :** «.....»

$$Q = nC_{mp}\Delta T$$

$$Q = nC_{mv}\Delta T$$

توضیح : در این رابطه (n) از تقسیم جرم گاز (m) به جرم مولکولي گاز (M) بدست مي آيد يعني: «.....»
**** رابطه گرمای مبادله شده در فرآیند هم حجم (ΔV=0) :** «.....»
**** رابطه گرمای مبادله شده در فرآیند هم فشار (ΔP=0) :** «.....»

C _{mp}	C _{mv}	مثال برای نوع گاز
5/2 R	3/2 R	He , Ar
7/2 R	5/2 R	H ₂ , O ₂
9/2 R	7/2 R	CO ₂ , NH ₃

جدول مقادير ظرفیت گرمای مولی در حجم ثابت (C_{mv}) و فشار ثابت (C_{mp}) :

نام کمیت	نماد	واحدهای اندازه گیری (در SI)
فشار گاز	P	پاسکال (Pa)
حجم گاز	V	مترمکعب (m ³)
مقدار گاز بر حسب مول (mol)	n	مول (mol)
ثابت گازها	R	همیشه ثابت و = (۸/۳۱۴ j/mol.°K)
دماي گاز	T	در معادله حالت گاز (PV = nRT) حتما باید به کلون (°K) باشد
گرمای مبادله شده بین سیستم و محیط	Q	ژول (j)
ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت	C _{mv}	ژول بر مول درجه کلون (j/mol.°K)
ظرفیت گرمایی مولی در حجم ثابت	C _{mp}	ژول بر مول درجه کلون (j/mol.°K)

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

**** 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 انبساط گاز (سیستم) اینگونه آنها را تعیین علامت نمود :
 در تراکم گاز «-----» (+W) و (-W') است .
 در انبساط گاز «-----» (-W) و (+W') است .

$$\Delta U = Q + W$$

**** 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 تفاضل گرمای گرفته شده از منبع گرم (Q_H) و گرمای داده شده به منبع سرد (Q_C) بدست می آید یعنی:
 $Q = |Q_H| - |Q_C|$

$$|W| = Q_H - |Q_C|$$

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

در این رابطه Q_H گرمای گرفته شده توسط ماشین از سوختن سوخت می باشد، که مقداری از آن را بصورت کار 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 نشاندهنده بازده ی ماشین است .

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

**** محاسبه بیشترین مقدار بازده یك ماشین گرمای (رابطه سعدي کارنو) :** «.....»

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

$$|Q_H| = Q_C + W$$

**** رابطه قانون اول ترمودینامیک برای چرخه ی یخچال :** «.....»

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

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

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

نکات مهم : ۱) در یک چرخه چون گاز دوباره به وضعیت اولیه خود بر می گردد «.....» (ΔU = 0)

۲) در فرآیند هم حجم چون (ΔV=0) است و از طرفی (W = -PΔV) بنابراین «.....» (W = 0)

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

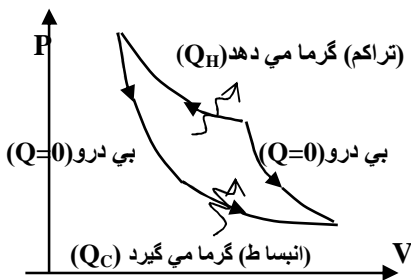
(۴) در فرآیندهای هم دما و هم فشار: } - هنگام تراکم، گازگرما از دست می دهد $(Q منفی)$ است، (مسیر CD شکل زیر)
 هنگام انبساط، گازگرما می گیرد $(Q مثبت)$ است، (مسیر AB شکل زیر)

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

(۶) چرخه ی ماشین گرمایی بصورت ساعتگرد (شکل الف) و چرخه ی یخچالی بصورت پاد ساعتگرد (شکل ب) است.
 (۷) در مقایسه با هم نمودار همدما شیب کمتر و نمودار بی دررو در شیب بیشتری دارد.

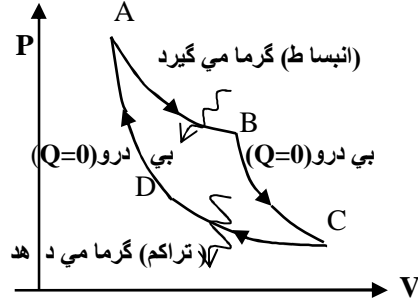
(۸) سطح محصور داخل چرخه برابر کار انجام شده است. (سطح محصور $= |W|$) } که در ماشین گرمایی علامت آن منفی $(-W)$ چون گاز بر روی محیط کار انجام می دهد
 و در یخچال علامت آن مثبت $(+W)$ است چون محیط بر روی گاز کار انجام می دهد.

چگونگی تبادل گرما در چرخه ی یخچالی، شکل زیر آمده است:



(شکل ب)

تعدادی از نکات فوق در چرخه ی ماشین گرمایی شکل زیر (چرخه کارنو) آمده است:



(شکل الف)

تبدیل واحد های مورد نیاز:

(at) $\times 10^5$ (پاسکال pa) و (لیتر lit) $\times 10^{-3}$ (متر مکعب m^3) و (سانتی گراد $^{\circ}C$) $+273$ (درجه کلین $^{\circ}K$)

فصل ۲

(الکتروستاتیک ساکن)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

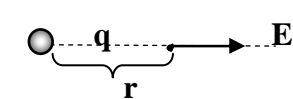
** رابطه قانون کولن (نیروی الکتریکی بین دو بار):
 نیروهای F و F' عمل و عکس العمل هم هستند بنابراین مساوی و در خلاف جهت هم اثر میکنند یعنی: $(F = F')$

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

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

تعریف 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 بار q_0 به کمک اندازه گیری نیروی وارد به این بار (بار q_0) بدست می آید (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 می باشد))

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

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

توضیح: "توزیع بار در جسم رسانا روی سطح خارجی و در نقاط نوک تیز تراکم تر است، اما در جسم نارسا نا بار در محل ایجاد بار ساکن می ماند" در رابطه A مساحت جسم رسانا؛ و تبدیل واحد (سانتیمتر مربع cm^2 $\times 10^{-4}$ متر مربع m^2) است.

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

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha \quad F = Eq \quad \Delta U = Eqd \cdot \cos \alpha$$

تغییرات از رابطه مقابل محاسبه میشود و در حالت های مختلف کم و یا زیاد می شود:

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

**** را بطة اختلاف پتانسيل الكتريكي (ΔV):**

درشكل مقابل براي جابه جايي با الكتريكي (+q) از نقطه A تا B مقدار W كارا انجام شده باعث تغييرانرژی پتانسيل الكتريكي باربه اندازه (ΔU) ميشود بنابراین ميتوا نیم اختلاف پتانسيل الكتريكي بين دونقطه را از رابطه مقابل بدست آوريم :.....»

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

(خطوط ميدان E)

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

**** رابطه خازن :** ظرفيت خازن برابر است با نسبت بار ذخيره شده در خازن به اختلاف پتانسيل دو صفحه آن

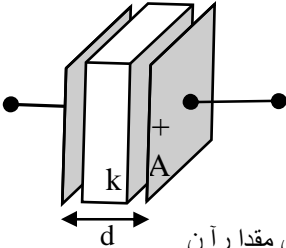
$$C = \frac{\Delta q}{\Delta V}$$

نکته مهم: در این تغییر اختلاف پتانسيل بين دو صفحه فقط موجب افزایش و يا کاهش بارخازن مي شود و هیچ تاثيري بر ظرفيت خازن ندارد بنابراین وقتی ازتغيير اختلاف پتانسيل ويا تغيير بارخازن صحبت ميشود

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

بهبتر است رابطه را به شکل روبرو استفاده كنيم :.....»

**** را بطة ظرفيت خازن (C) :**



ظرفيت خازن فقط به سه روبرو عامل بستگي دارد و تغيير ولتاژ ويا تغيير بار هیچ تاثيري بر ظرفيت خازن ندارند.

(۱) بزرگي سطح صفحات (A)
(۲) فاصله بين صفحات (d)
(۳) دي الكتريك (عابق) بين صفحات (k)

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

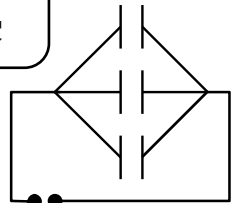
تذکر: در این رابطه k بزرگي دي الكتريك بستگي به جنس عابق بين دو صفحه دارد؛ که کمترین مقدار آن مربوط به خلاء (k=1)، و بیشترین مقدار آن مربوط به دي الكتريك آب است که k ≈ 82 مييا شد.

**** رابطه بزرگي ميدان الكتريكي بين دو صفحه خازن :**.....»

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

**** روابط انرژی ذخيره شده در خازنها (U):**.....»

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



**** رابطه ظرفيت معادل (C_T) در مدارهاي موازي (اشعاعي) :**

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



(۱) در مدار موازي (V) براي همه خازنها يكسان و:

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

(۲) در مدار متوالي (q) براي همه خازنها يكسان و:

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

(سري متوالي)

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

**** چند رابطه مفيد براي حل سريع تر مسائل :**

ظرفيت معادل دو خازن متوالي از تقسيم، حاصلضرب ظرفيتها به حاصل جمع ظرفيت آنها بدست مي آيد :.....»

$$V' = \frac{C_1 V_1 \pm C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

اگر دوخازن به ظرفيتهاي (C₁ و C₂) به ترتيب با ولتاژهاي (V₁ و V₂) شارژ شده باشند، و سپس صفحا نشان را با هم تماس دهيم، اتصال آنها از نوع موازي است و اختلاف پتانسيل بين صفحات آنها بعد از تماس (V') مي ناميم که در دو حالت از رابطه مقابل بدست مي آيد: (اگر صفحات همنام به هم متصل شود رابطه را با علامت (+) و اگر صفحات نا همنام بهم متصل شوند رابطه را با علامت (-) به كار مي بريم)

يادآوری تبدیل واحدهای مورد نیاز و مقدار پیشنهادها:

ميلي متر (mm)	$\times 10^{-3}$	متر (m)
سانتيمتر مربع (Cm ²)	$\times 10^{-4}$	مترمربع (m ²)
ميكرو (μ)	10^{-6}	«.....»
نانو (n)	10^{-9}	«.....»
پيكو (p)	10^{-12}	«.....»

نام كميت	نماد	واحد اندازه گيري در (SI)
شدت ميدان الكتريكي	E	نيوتن بر كولن (N/C)
ضريب قانون كولن	k	ثابت و برابر $9 \times 10^9 (N.m^2/C^2)$
چگالي سطحي بار	σ	كولن بر مترمربع (C/m ²)
مساحت صفحه رسانا	A	متر مربع (m ²)
ظرفيت خازن	C	فاراد (F)
ضريب گذردهي الكتريكي خلاء	ε ₀	ثابت و برابر $8.85 \times 10^{-12} (C^2/N.m^2)$

(جريان الكتریکي و مدارهاي جريان مستقيم)

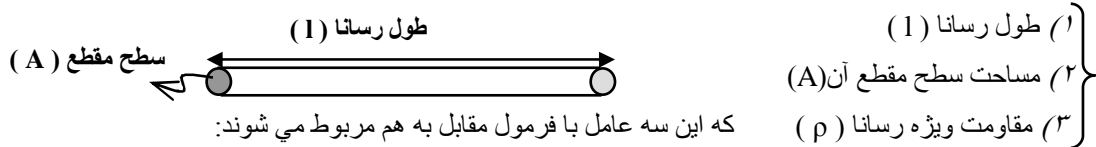
$$q = I t$$

** رابطه شدت جريان الكتریکي (I) : « (I = q / t) يا «.....»

$$V = RI$$

** رابطه قانون اهم ، براي محاسبه مقاومت الكتریکي (R) : « (R = V / I) يا «.....»

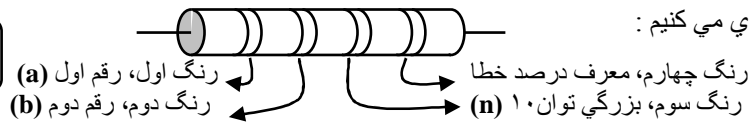
$$R = \rho \frac{l}{A}$$



** رابطه اي براي كندگاري مقاومتها:

به كمك نوارهاي رنگي كه روي مقاومتها ثبت شده مي توانيم بزرگي مقاومت را بدست آوريم به اين صورت كه هر رنگ معرف يك عدد است و پس از خواندن آنها در رابطه مقابل مقدارگذاري مي كنيم :

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



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

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

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

تغییرات مقاومت ویژه يك رسانا رابطه مستقیم با دماي آن دارد
تغییرات مقاومت الكتریکي يك رسانا رابطه مستقیم با دماي آن دارد

$$E = R I^2 t \quad \text{و} \quad E = q \cdot V$$

** روابط محاسبه انرژي الكتریکي (E) : «.....»

$$(P = RI^2) \quad \text{و} \quad (P = VI) \quad \text{و} \quad (P = \frac{V^2}{R})$$

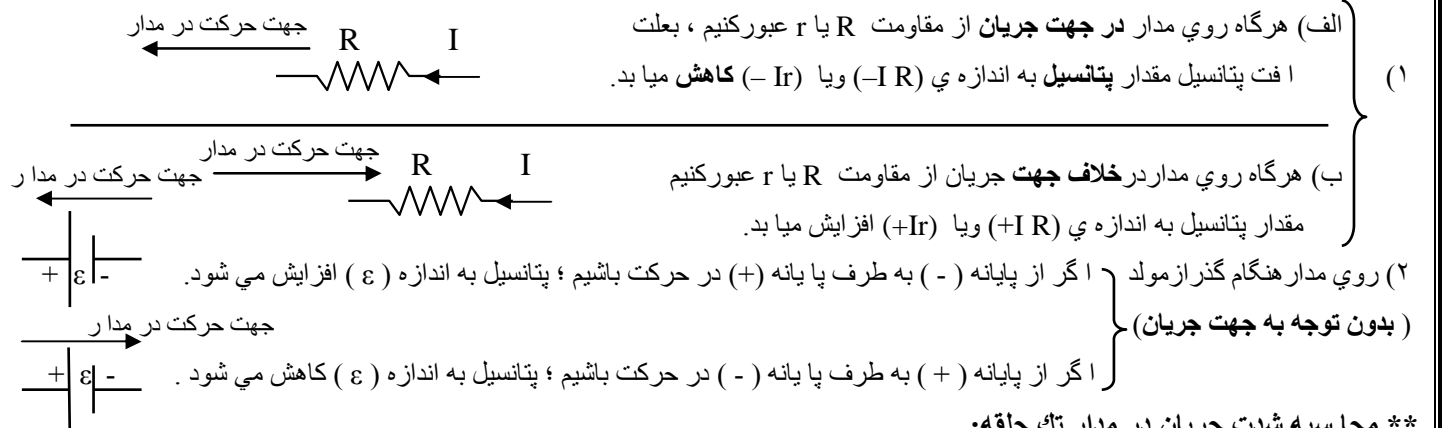
** روابط توان الكتریکي (P) : «.....»

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

** رابطه نيروي محرکه مولد (ε) : با توجه به تعريف " انرژي كه مولد به واحد بار الكتریکي (يعني يك كولن)

مي دهد تا در مدار شارش كند نيروي محرکه مولد نامیده مي شود " رابطه چنين ميشود :

** محاسبه ي اختلاف پتانسيل الكتریکي بين دو نقطه از مدار: براي اين منظور بايد طبق دستور العمل هاي زير عمل نمود:



** محاسبه شدت جريان در مدار تك حلقه:

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

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

در اين رابطه علامت (±) براي نيروي محرکه؛ در صورت كسر را مي توانيم با توجه به نکته (۲) در بالا تعيين علامت نمود.

** محاسبه شدت جريان در مدار چند حلقه:

اگر مداري (n) حلقه داشته باشد به كمك دستور العمل هاي بالا بايد براي هر حلقه معادله اي نوشت و سپس معادله هاي را در دستگا قرار داده وبا مقدارگذاري براي كميت هاي معلوم مي توان مجهولات را كه همان شدت جريان ها هستند محاسبه كرد .

**** رابطه توان مفيد و توان تلف شده:**

(توان تلف شده) - (توان توليد شده) = (توان مفيد)

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

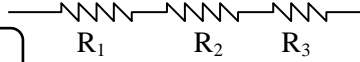
درمولدها بعلت وجود مقاومت دروني در هنگام خروج جريان از آنها مقداري از توان توليد شده ي اوليه ($P = \epsilon I$) به صورت گرما درمقاومت دروني تلف (rI^2) ميشود، بنا براین:

**** روشهاي به هم بستن مقاومت ها :**

مقاومتهاهم مثل خازنها به دوروش موازي ومتوالي بهم متصل ميشوند، وروابط محاسبه مقاومت معادل از لحاظ شكل ظاهري عكس روابط خازنها است:

(تذکر مهم)

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



سري (متوالي)

۱) در مدار متوالي شدت جريان عبوري (I) از همه

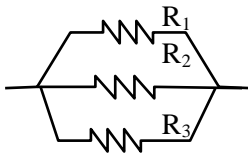
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

۲) در مدار موازي اختلاف پتانسيل همه مقاومتها يکسان،

وروابط بين شدت جريان بصورت زير است:

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

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

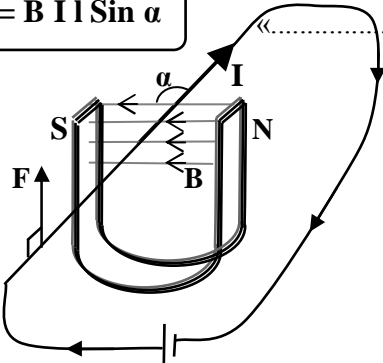


موازي (انشعابي)

فصل ۴

(مغناطيس)

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



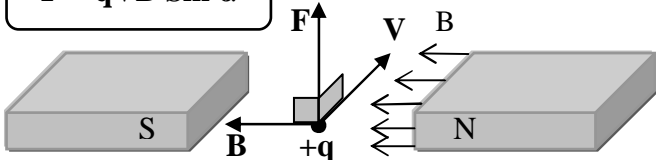
**** رابطه محاسبه بزرگي نيروي وارد بر سيم حامل جريان (F):**

به سيم حامل جريان الكتريكي كه از داخل خطوط ميدان مغناطيسي عبور كند نيروي برابر با مقدار مقابل وارد ميشود (در اين رابطه (α) زاويه بين راستاي خطوط ميدان مغناطيسي (B) و راستاي جريان داخل سيم (I) است).

تعيين جهت نيروي وارد بر سيم از قاعده ي دست راست ميشود؛ چهار انگشت دست راست در جهت جريان داخل سيم طوري قرار مي دهيم كه هنگام خم شدن چهار انگشت در جهت خطوط ميدان قرار گيرند، در اين وضعيت انگشت شست جهت نيروي وارد به سيم را نشان مي دهد.

نتيجه: اگر سيم بر راستاي خطوط ميدان عمود باشند ($\alpha = 90^\circ$)..... نيرو بيشينه مقدار و برابر با ($F_{max} = B I l$) است. اگر سيم در راستاي خطوط ميدان باشد ($\alpha = 0$ يا $\alpha = 180$)..... نيروي به سيم وارد نمي شود ($F = 0$).

$$F = q v B \sin \alpha$$

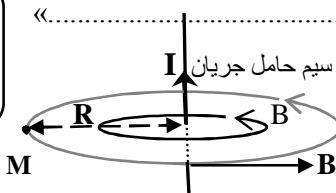


**** نيروي وارد بر ذره ي باردار متحرك (q) در ميدان مغناطيسي:**

اگر بار الكتريكي (q) با سرعت (v) در ميدان مغناطيسي (B) حرکت كند از طرف ميدان نيروي به بزرگي (F) به ذره وارد ميشود كه مقدار آن از رابطه مقابل بدست مي آيد.

تعيين جهت نيروي وارد بر بار (+) هم مثل تعيين جهت نيروي وارد بر سيم است با اين تفاوت كه جهت حرکت بار (v)، را به جاي جهت جريان در سيم در نظر گيريم و اگر بار منفي باشد، جهت تعيين شده براي بار (+) را بر عكس ميكنيم.

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

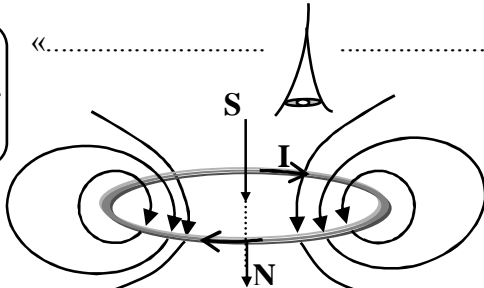


**** ميدان مغناطيسي ناشي از يك سيم راست:**

خطوط ميدان مغناطيسي ايجاد شده توسط سيم حامل جريان به شكل دايره هاي هم مركزا است كه تراكم خطوط با دور شدن از سيم كم ميشود. به عنوان مثال بزرگي ميدان مغناطيسي در نقطه M به فاصله R از سيم از رابطه مقابل محاسبه مي شود

تعيين جهت ميدان مغناطيسي در اطراف سيم حامل جريان به اين صورت است كه؛ اگر سيم حامل جريان را بگونه در دست بگيريم كه انگشت شست جهت جريان را نشان دهد، در اين حال جهت خم شدن چهار انگشت، جهت خطوط ميدان را نشان ميدهد.

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



**** ميدان مغناطيسي ناشي از پيچه در مركز آن:**

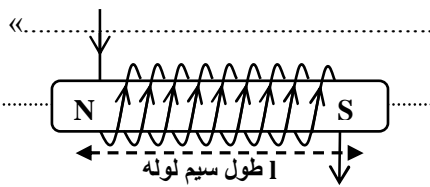
پيچه، از تعدادي حلقه ي هم مركزه روي هم پيچيده شده است تشكيل ميشود؛ هنگام عبور جريان (I) از اين پيچه ميدان مغناطيسي به بزرگي (B) در وسط آن ايجاد ميشود (شعاع پيچه R بر حسب متر است).

مدرس: مسعود رهنمون

براي تعيين جهت ميدان در پيچه ميتوانيم از همان روش تعيين جهت ميدان در اطراف سيم؛ براي يك قطعه از پيچه استفاده كرد و يا اگر ناظري:

- جهت جريان در حلقه را ساعتگرد (جهت حرکت عقربه هاي ساعت) ببيند؛ ميدان مغناطيسي از جهت نگاه ا و درون سو \otimes است،
- و اگر شخص جهت جريان را پاد ساعتگرد (خلاف جهت حرکت عقربه هاي ساعت) ببيند؛ جهت ميدان مغناطيسي برون سو \odot خواهد بود.

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

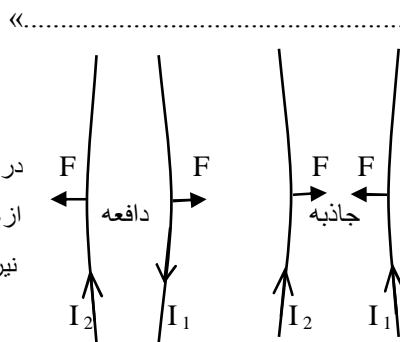


**رابطه ميدان مغناطيسي ناشي از سيم لوله :

در اين رابطه (B) بزرگي ميدان مغناطيسي در وسط سيم لوله روي محور آن مي باشد که با (I) طول سيم لوله نسبت معکوس دارد يعني اگر تعداد (N)

حلقه در طول کمتری (مترکمتر) پيچيده شود ميدان قويتري ايجاد ميکند. براي تعيين جهت ميدان در سيم لوله ميتوانيم از همان روش مورد استفاده از حلقه استفاده کنيم. **تذکر:** شبیه ترین ميدان مغناطيسي به آهن رباي تيغه اي ؛ توسط سيم لوله ايجاد مي شود .

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



در رابطه فوق R فاصله دو سيم از هم ، و (I) طولی از سيم که نیرو به آن اثر مي کند مي باشد .

** نيروي بين سيم هاي حامل جريان :

چون دو سيم حامل جريان در اطراف خود ميدان مغناطيسي ايجاد ميکنند ، در هنگام نزديک شدن دو سيم به هم ميدانهاي مغناطيسي به هم تاثير گذاشته و باعث ايجاد نيرو از طرف هر سيم به سيم ديگر ميشود ؛ بزرگي اين نيرو از رابطه مقابل و جهت نيرو، در صورت هم جهت بودن جريانات در سيم ، از نوع جاذبه و در صورتیکه جريانات در دو سيم خلاف جهت هم باشند نيروي بين دو سيم از نوع دافعه خواهد شد .

** انواع مواد مغناطيسي :

- مواد ديا مغناطيس : اينگونه مواد به هيچ عنوان و در هيچ شرايطي خاصيت مغناطيسي پيدا نمي کنند مثل : چوب ، پلاستيك ، و ...
- مواد پارا مغناطيس : اين مواد در حالت عادي خاصيت مغناطيسي ندارند و اگر در ميدان مغناطيسي قوي قرار گيرند ؛ بعلت هم جهت شدن تعدادي از دو قطبي هایشان مقدار کمی خاصيت مغناطيسي از خود نشان ميدهند مثل : آلومينيم ، منگنز ، پلاتين و ...
- مواد فرو مغناطيس : اين نوع از مواد مغناطيسي از بخشهاي کوچکی به نام حوزه مغناطيسي تشکيل شده اند و نسبت به دو نوع ديگر مواد مغناطيسي از خاصيت مغناطيسي شدیدی برخوردار هستند. مواد فرو مغناطيس خود به دو دسته (نرم و سخت) تقسيم ميشود:
 - الف) حوزه هاي مغناطيسي در مواد فرو مغناطيس نرم هنگام قرار گرفتن در ميدان مغناطيسي به سرعت و به راحتی در کنار هم چرخش نموده و هم جهت با خطوط ميدان مي شوند، و پس از خروج از ميدان مغناطيسي هم به سرعت به حالت اوليه خود بر ميگردند بطور خلاصه يعني ؛ به سرعت آهنربا شده و به سرعت نيز اين خاصيت را از دست مي دهند مثل : آهن ، نیکل ، کبالت (خالص)
 - ب) حوزه ها در مواد فرو مغناطيس سخت در هنگام قرار گرفتن در ميدان مغناطيسي به سختي در مجاورت هم چرخش نموده و به کندی با هم همجهت مي شوند يعني دير آهنربا شده و دير هم اين خاصيت را از دست ميدهند مثل آلياژهاي از آهن، نیکل و کبالت مثلا فولاد که ترکيب آهن و کربن است.

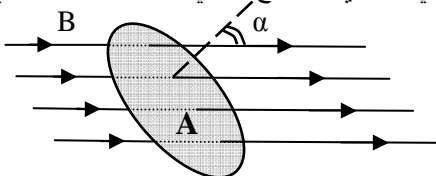
فصل ۵

(القاي اکترومغناطيس)

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

** رابطه شار مغناطيسي (ϕ) :

شار مغناطيسي کميتي نرده اي است بر حسب (و بر Wb) که نشان دهنده ي مقدار خطوط ميدان مغناطيسي عبوري از سطح A مي باشد؛ شار مغناطيسي بستگي به سه عامل



- (۱) بزرگي ميدان (B) بر حسب تسلا
- (۲) بزرگي سطح (A) بر حسب مترمربع
- (۳) توجه داشته باشيم که زاويه (α) زاويه ي خط عمود بر سطح و راستاي خطوط ميدان است بنا بر اين مي توانيم نتيجه مهم زير را بگيريم :

نتيجه : } اگر سطح A عمود به خطوط ميدان باشد (يعني $\alpha = 0$ و $\cos \alpha = 1$) شار بيشتري مقدار ميشود ($\phi_{max} = BA$)
 } اگر سطح A بر راستاي خطوط ميدان باشد (يعني $\alpha = 90$ و $\cos \alpha = 0$) شار صفر ميشود ($\phi = 0$)

$$\epsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

** رابطه قانون فارادي :

بنا به اين قانون : " هنگام تغيير شار مغناطيسي ($\Delta \phi$) عبوري از هر مدار بسته اي، نيروي محرکه اي (ϵ) در آن القا ميشود؛ که بزرگي اين نيروي محرکه با آهنگ تغييرات شار متناسب است " در اين رابطه (ϵ) بزرگي نيروي محرکه القايي در مدار بر حسب ولت است ، و (N) تعداد حلقه هاي مدار بسته است .

منفي جلو رابطه ي فارادي ، مربوط به تعيين جهت نيروي محرکه القايي (قانون لنز) يا همان تعيين جهت جريان القايي ايجاد شده در مدار مي باشد .

قانون لنز : همانطور که در مطلب قبلي اشاره شد قانون اهم براي تعيين جهت جريان القا يي در مدار بسته استفاده ميشود بنا به اين قانون " جريان القا يي در مدار بسته بگونه اي ايجاد مي شود که با عامل بوجود آورنده مخالفت کند " تذکر: منظور از عامل بوجود آورنده ي نيرو محرکه، ممکن است هر کدام از سه عامل زیر باشد:

$\varepsilon = -N \frac{\Delta \{BA \cos(\alpha)\}}{\Delta t}$	1)	اگر بزرگي ميدان مغناطيسي تغييرات داشته باشد ($\Delta B \neq 0$) و سطح مدار ثابت و بدون چرخش ($\Delta \alpha = 0$ و $\Delta A = 0$)	$\varepsilon = -NA \cdot \cos(\alpha) \frac{\Delta B}{\Delta t}$
	2)	اگر مساحت پيچه تغير کند ($\Delta A \neq 0$) و در مکان پيچه بدون چرخش بزرگي ميدان مغناطيسي ثابت بماند ($\Delta B = 0$ و $\Delta \alpha = 0$)	$\varepsilon = -N \cdot B \cdot \cos(\alpha) \frac{\Delta A}{\Delta t}$
	3)	اگر پيچه در ميدان چرخش کند يعني ($\Delta \alpha \neq 0$) و بزرگي ميدان مغناطيسي و سطح پيچه ثابت بمانند ($\Delta B = 0$ و $\Delta A = 0$)	$\varepsilon = -N \cdot B \cdot A \frac{\Delta \cos(\alpha)}{\Delta t}$

**** محاسبه جريان القا يي :**

اگر مقاومت الكتريكي پيچه اي که در آن جريان القا يي ايجاد شده است R باشد

به کمک رابطه قانون اهم و رابطه نيروي محرکه القا يي خواهيم داشت : «.....»

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

**** رابطه نيروي محرکه خود القا يي (ε_L) :**

در مداري که شامل سيم لوله باشد تغييرات جريان بطور ناگهاني و آن ي روي نمي دهد مثلا در هنگام وصل کلید مدت زما ني کوتاه لازم است تا جريان به بيشينه مقدار خود برسد و همينطور هنگام قطع کلید ، طي مدت زما ني کوتاه جريان به صفر مي رسد.

علت؛ اينست که: " هنگام تغيير مقدار جريان عبوري از يك سيم لوله (يا پيچه) بعثت تغييرات شار مغناطيسي در آن، نيروي محرکه اي ايجاد ميشود که با عامل تغيير جريان مخالفت مي کند؛ به اين نيروي محرکه ي

ايجاد شده نيروي محرکه خود القا يي گفته ميشود "

بزرگي نيرو محرکه ي خود القا يي (ε_L) با آهنگ تغييرات جريان و ضريب خود القا يي پيچه (L) متناسب است: «.....»

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt}$$

**** ضريب خود القا يي پيچه (L) :**

در رابطه روبرو نشان ميدهد که اين کميت کاملا بستگي به شکل و نوع پيچه دارد ؛ «.....»
در اين رابطه N تعداد حلقه هاي پيچه ، A بزرگي سطح مقطع پيچه بر حسب مترمربع ، l طول پيچه بر حسب متر، k ضريبي است که به جنس هسته ي پيچه بستگي دارد و با N ضريب تراوايي نسبي مغناطيسي هسته ميگويند مثلا براي پيچه ي بدون هسته بايد (k = 1) خلاء قرار دهيم ، μ_0 از مقادير ثابت است ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$).

$$L = k \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$$

**** رابطه انرژي ذخيره شده در القاگر (U) :**

بخشي از انرژي مولد در ميدان مغناطيسي سيم لوله ذخيره ميشود و از رابطه مقابل مقدار آن محاسبه ميشود: «.....»

$$U = \frac{1}{2} L I^2$$

**** روابط نيروي محرکه و شدت جريان متناوب :**

در مولدهاي صنعتي که جريان متناوب توليد ميکنند پيچه اي با مساحت (A) ثابت در ميدان مغناطيسي (B) يکواخت چرخش ميکند ($\Delta \alpha \neq 0$) يعني از سه عامل مؤثر بر شار مغناطيسي و نيرو محرکه زاويه ي قاب سيم پيچ شده با خطوط ميدان مرتبا در حال تغيير است بنا بر اين مي توان نوشت :

$$\left. \begin{aligned} \phi &= AB \cos(\alpha) \\ \alpha &= \omega t \end{aligned} \right\} \phi = AB \cos(\omega t) \rightarrow \left\{ \begin{aligned} \varepsilon &= -N \frac{d\phi}{dt} = -N \cdot B \cdot A \frac{d(\cos \omega t)}{dt} \end{aligned} \right.$$

از رابطه چنين نتيجه ميشود که با مشتق گرفتن از تابع $\cos(\omega t)$ نسبت به زمان، تابع نيروي محرکه ي القا يي يك تابع سينوسي خواهد شد؛
 $\varepsilon = N B A \omega \sin \omega t$ بنا بر اين بيشترين مقدار نيروي محرکه زما ني است که $\sin \omega t = 1$ پس نتيجه ميگيريم :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= N B A \omega \sin \omega t \\ \varepsilon_m & \text{ (ماکزيمم مقدار نيرو محرکه)} \end{aligned} \right\} \varepsilon = \varepsilon_m \sin \omega t \quad \text{و} \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_m}{R} \sin \omega t \quad I = I_m \sin \omega t$$

دانش آموزان عزيز توجه کنيد که مطالب آورده شده در اين چند صفحه کاملا خلاصه شده است، بنا بر اين بهتر است بعد خواندن کتاب و حل مثالهاي کافي؛ از مطالب اين مجموعه براي مرور سريع کتاب و يادآور ي رابطه ها استفاده کنيد. (پذيراي نظرات شما عزيزان هستيم)