

فصل ۱

(ترموديناميك)

$$PV = nRT$$

**** معادله حالت گاز :** «.....»

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

توضيح : در اين رابطه (n) از تقسيم جرم گاز (m) به جرم مولكولي گاز (M) بدست مي آيد يعني: «.....»
**** رابطه گرمائي مبادله شده در فرآيند هم حجم (ΔV=0) :** «.....»

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

**** رابطه گرمائي مبادله شده در فرآيند هم فشار (ΔP=0) :** «.....»

C _{mp}	C _{mv}	مثال براي 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 ظرفيت گرمائي مولئي در حجم ثابت (C_{mv}) و فشار ثابت (C_{mp}) :

نام كميت	نماد	واحدهاي اندازه گيري (در SI)
فشار گاز	P	پاسكال (Pa)
حجم گاز	V	مترمكعب (m ³)
مقدار گاز بر حسب مول (mol)	n	مول (mol)
ثابت گازها	R	هميشه ثابت و (j/mol.°K) = ۸/۳۱۴ است
دمائي گاز	T	در معادله حالت گاز (PV = nRT) حتما بايد به كلوين (°K) باشد
گرمائي مبادله شده بين سيستم و محيط	Q	ژول (j)
ظرفيت گرمائي مولئي در حجم ثابت	C _{mv}	ژول بر مول درجه كلوين (j/mol.°K)
ظرفيت گرمائي مولئي در حجم ثابت	C _{mp}	ژول بر مول درجه كلوين (j/mol.°K)

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

**** محاسبه كار انجام شده برروي سيستم در يك فرآيند هم فشار (p ثابت) :** «.....»

تذکر: در رابطه فوق منظور از W مقدار كار انجام شده از محيط برروي سيستم ،

و W' كار سيستم برروي محيط مي باشد؛ بنابراین مي توان در تراكم و در انبساط گاز (سيستم) اينگونه آنها را تعيين علامت نمود :
 در تراكم گاز «-----» (+W) و (-W') است .
 در انبساط گاز «-----» (-W) و (+W') است .

$$\Delta U = Q + W$$

**** رابطه قانون اول ترموديناميك :** «.....»

تذکر: دقت كنيم كه در رابطه فوق Q خالص مقدار گرمائي است كه سيستم دريافت مي كند ؛ و برابر است با

قدر مطلق تفاضل گرمائي گرفته شده از منبع گرم (Q_H) و گرمائي داده شده به منبع سرد (Q_C) بدست مي آيد يعني:
 $Q = |Q_H| - |Q_C|$

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

**** رابطه قانون اول ترموديناميك براي چرخه ي ماشين هاي گرمائي :** «.....»

در اين رابطه Q_H گرمائي گرفته شده توسط ماشين از سوختن سوخت مي باشد، كه مقداري از آن را بصورت كار W و مقداري ديگر را بصورت گرما به محيط پس ميدهد Q_C.

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

**** رابطه محاسبه بازده ماشين گرمائي (η) :** «.....»

نسبت كار انجام شده توسط ماشين به گرمائي كه از سوختن، سوخت ميگيرد نشاندهنده بازده ي ماشين است .

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

**** محاسبه بيشترين مقدار بازده يك ماشين گرمائي (رابطه سعدي كارنو) :** «.....»

در اين رابطه T_C دمائي منبع سرد و T_H دمائي منبع گرم مي باشد و ماشين گرمائي بين اين دو دمائي كار مي كند.

$$|Q_H| = Q_C + W$$

**** رابطه قانون اول ترموديناميك براي چرخه ي يخچال :** «.....»

يعني گرمائي كه يخچال (يا كولرگازي) از پشت وسيله به منبع گرم Q_H (هواي بيرون) پس ميدهد ، از مجموع گرمائي گرفته شده از داخل يخچال Q_C و كاري كه توسط موتور آن انجام ميشود (كه آن هم به گرما تبديل ميشود) تشكيل شده.

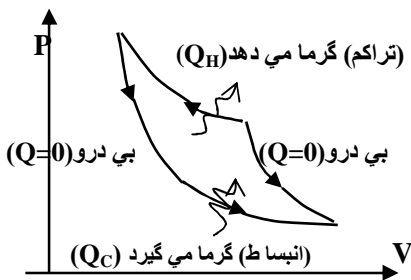
$$K = \frac{Q_C}{W}$$

**** رابطه ضريب عملکرد يخچال (K) :** «.....»

نكات مهم : ۱) در يك چرخه چون گاز دوباره به وضعيت اوليه خود برمي گردد «.....» (ΔU = 0)
 ۲) در فرآيند هم حجم چون (ΔV=0) است و از طرفي (W = -PΔV) بنابراین «.....» (W = 0)

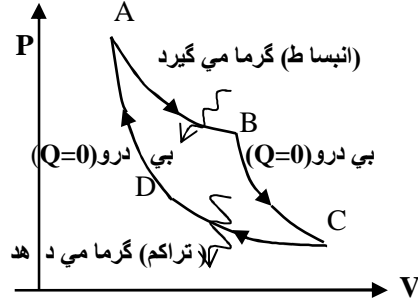
- ۳) در فرآيند هم دما چون $(\Delta T = 0)$ است و از طرفي انرژي دروني گاز فقط تابع دماي گاز است، پس $(\Delta U = 0)$ (مسير AB و CD شكل زير)
- ۴) در فرآيندهاي هم دما و هم فشار: } هنگام تراكم ، گازگرما از دست مي دهد (Q منفي) است ، (مسير CD شكل زير)
 هنگام انبساط ، گازگرما مي گيرد (Q مثبت) است ، (مسير AB شكل زير)
- ۵) در فرآيند بي دررو $(Q = 0)$ است، بنابراین با توجه به قانون اول ترموديناميك $(\Delta U = Q + W)$ در اين فرآيند $(\Delta U = Q)$ (مسير BC و DA)
- ۶) چرخه ي ماشين گرمائي بصورت ساعتگرد (شكل الف) و چرخه ي يخچالي بصورت پاد ساعتگرد (شكل ب) است .
- ۷) در مقايسه با هم نمودار همدما شيب کمتر و نمودار بي دررودر شيب بيشتري دارد.
- ۸) سطح محصور داخل چرخه برابر کار انجام شده است. (سطح محصور $= |W|$) و در يخچال علامت آن مثبت $(+W)$ است چون محيط بر روي گاز کار انجام مي دهد .

چگونگي تبادل گرما در چرخه ي يخچالي ، شكل زير آمده است :



(شكل ب)

تعدادي از نکات فوق در چرخه ي ماشين گرمائي شكل زير (چرخه کارنو) آمده است :



(شكل الف)

تبدیل واحد هاي مورد نیاز :

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

فصل ۲

(الکتريسيته ساکن)

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

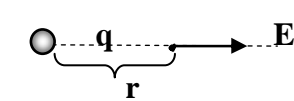
** رابطه قانون کولن (نيروي الکتريکي بين دو بار): $q_2 \xrightarrow{F} \dots \xrightarrow{F'} q_1$
 نيروهاي F و F' عمل و عکس العمل هم هستند بنابراین مساوي و در خلاف جهت هم اثر ميکنند يعني: $(F = F')$

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

** را بطة شدت ميدان الکتريکي در يك نقطه از فضا (E) :

تعريف کمي ميدان " مقدار نيروي وارد بر بار مثبت آز مون $(+q_0)$ در هر نقطه شدت ميدان را نشان ميدهد ".....

تذکر مهم : در رابطه بالا ميدان الکتريکي E توسط بار الکتريکي q ايجاد شده و بزرگي ميدان در مکان بار q_0 به کمک اندازه گيري نيروي وارد به اين بار (بار q_0) بدست مي آيد (شکل مقابل):



** شدت ميدان الکتريکي ناشي از بار q در فاصله r از آن :

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

تذکر : با توجه به تعريف ميدان، " جهت ميدان الکتريکي در هر نقطه از فضا هم جهت است با نيروي وارد بر بار مثبت آز مون "

بنا بر اين نتيجه ميشود: ((جهت ميدان اطراف بار مثبت به طرف بيرون بار و جهت ميدان اطراف يك بار منفي بطرف داخل بار الکتريکي مي باشد))

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

** رابطه چگالي سطحي بار (σ) : بار الکتريکي موجود در واحد سطح خارجي رسانا را چگالي سطحي بار مي گویند

توضيح : " توزيع بار در جسم رسانا روي سطح خارجي و در نقاط نوک تيز تراکم تر است ، اما در جسم نارسانا بار در محل ايجاد بار ساکن مي ماند " در رابطه A مساحت جسم رسانا ؛ و تبدیل واحد (سانتيمتر مربع cm^2) $\times 10^{-4}$ متر مربع m^2) است.

** انرژي پتانسيل الکتريکي (ΔU) : کار انجام شده براي جابه جايي جسم بار دار باعث افزايش و يا کاهش انرژي پتانسيل الکتريکي بار ميشود که مقدار اين

تغییرات از رابطه مقابل محاسبه ميشود و در حالتهاي مختلف کم و يا زياد مي شود: $W = F \cdot d \cdot \cos \alpha$ $F = Eq$ $\Delta U = Eqd \cdot \cos \alpha$

- اگر حرکت بار مثبت (+) خلاف جهت ميدان الکتريکي و يا حرکت بار منفي در جهت ميدان الکتريکي باشد.....
- اگر حرکت بار مثبت (+) در جهت ميدان الکتريکي و يا حرکت بار منفي در خلاف جهت ميدان الکتريکي 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

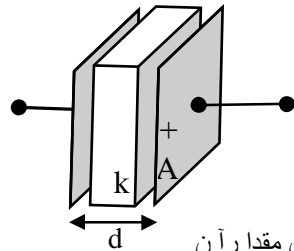
نکته مهم: در اين تغييرا اختلاف پتانسيل بين دو صفحه فقط موجب افزايش و يا کاهش بارخازن مي شود و هيچ

تاثيري بر ظرفيت خازن ندارد بنابراین وقتي از تغيير اختلاف پتانسيل و يا تغيير بارخازن صحبت ميشود

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

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

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



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

ظرفيت خازن فقط به سه روبرو عامل بستگي دارد و تغييرولتاژ و يا تغيير بار هيچ تاثيري بر ظرفيت خازن ندارند.

**** را بطة ظرفيت خازن (C) :**

تذکر: در اين رابطه (k بزرگي دي الكتريك) بستگي به جنس عابق بين دو صفحه دارد؛ كه كمترين مقدار آن

مربوط به خلاء (k=1) ، و بيشتريين مقدار آن مربوط به دي الكتريك آب است كه $k \approx 82$ مي باشد.

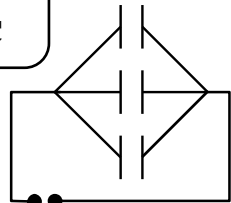
$$E = \frac{V}{d}$$

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

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

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

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



موازي (ا نشعابي)

**** رابطه ظرفيت معادل (C_T) در مدارهاي**

تذکر مهم :

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

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

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



سري (متوالي)

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

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

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

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

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 كه 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)

يادآوري تبديل واحدهاي موردنياز و مقدار پيشوندها:

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 $8.85 \times 10^{-12} (C^2/N.m^2)$

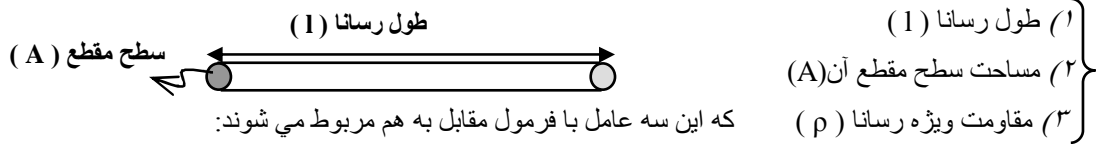
$$q = I t$$

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

$$V = RI$$

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

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

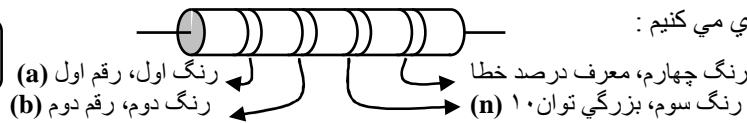


که این سه عامل با فرمول مقابل به هم مربوط می شوند:

** 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 :

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

تغییرات مقاومت ویژه يك رسانا رابطه مستقیم با دماي آن دارد

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

تغییرات مقاومت الكتریکي يك رسانا رابطه مستقیم با دماي آن دارد

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

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

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

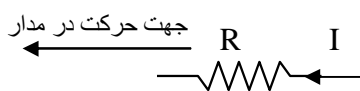
** روابط توان الكتریکي (P) : «.....»

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

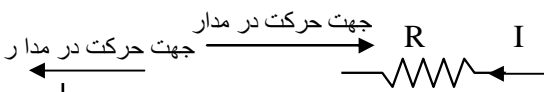
** رابطه نيروي محرکه مولد (ε) : با توجه به تعريف " انرژي كه مولد به واحد بار الكتریکي (يعني يك كولن)

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:



(الف) هرگاه روي مدار در جهت جريان از مقاومت R يا r عبور كنيم ، بعلت افت پتانسيل مقدار پتانسيل به اندازه ي (- I R) و يا (- I r) کاهش ميابد .



(ب) هرگاه روي مدار در خلاف جهت جريان از مقاومت R يا r عبور كنيم مقدار پتانسيل به اندازه ي (+ I R) و يا (+ I r) افزايش ميابد .

(۲) روي مدار هنگام گذر از مولد { اگر از پايانه (-) به طرف پايانه (+) در حرکت باشيم ؛ پتانسيل به اندازه (ε) افزايش مي شود .
(بدون توجه به جهت جريان) { اگر از پايانه (+) به طرف پايانه (-) در حرکت باشيم ؛ پتانسيل به اندازه (ε) کاهش مي شود .

** محاسبه شدت جريان در مدار تك حلقه:

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

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 مقدار گذاري 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)

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

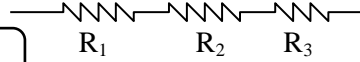
درمولدها بعلت وجود مقاومت دروني در هنگام خروج جريان از آنها مقداري از توان توليد شده ي اوليه ($P = \epsilon I$) به صورت گرما درمقاومت دروني تلف (rI^2) ميشود، بنا براین:

**** 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

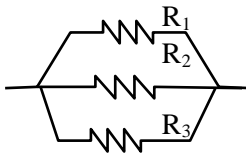
$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

۲) در مدار موازي اختلاف پتانسيل همه مقاومتها يکسان،

وروابط بين شدت جريان بصورت زير است:

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

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

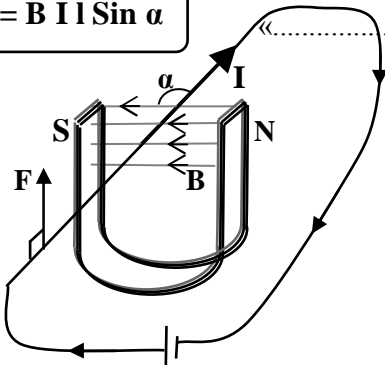


موازي (انشعابي)

فصل ۴

(مغناطيس)

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



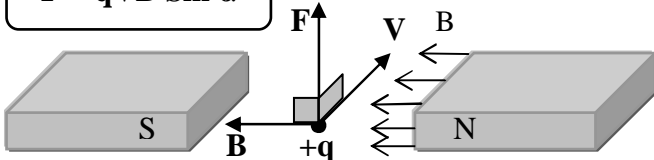
**** رابطه محاسبه بزرگي نيروي وارد بر سيم حامل جريان (F) :**

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 ($F = 0$).

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

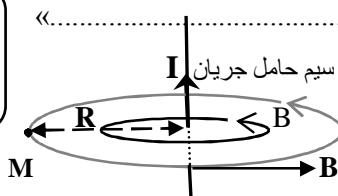


**** نيروي وارد بر ذره ي باردار متحرك (q) در ميدان مغناطيسي :**

اگر بار لكتريكي (q) با سرعت (v) در ميدان مغناطيسي (B) حركت 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 حركت 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.

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

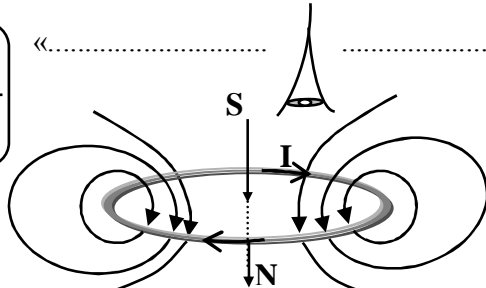


**** ميدان مغناطيسي ناشي از يك سيم راست :**

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.

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



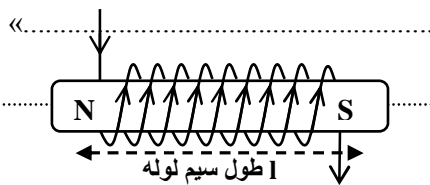
**** ميدان مغناطيسي ناشي از پيچه در مركز آن :**

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).

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.

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

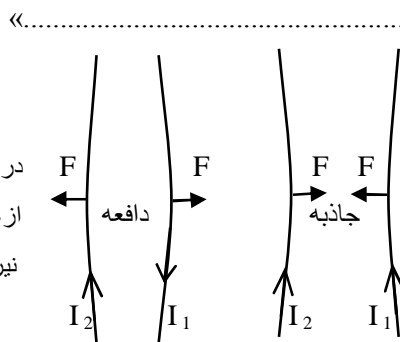


** رابطه ميدان مغناطيسي ناشي از سيم لوله :

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 ربايي 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 :

- ۱) مواد ديا مغناطيس : اينگونه مواد به هيچ عنوان و در هيچ شرايطي خاصيت مغناطيسي پيدا نمي کنند مثل : چوب ، پلاستيك، و ...
 - ۲) 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 ...
 - ۳) 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 دیر آهنربا شده و دیر هم اين خاصيت را از دست ميدهند مثل آلياژهايي از آهن، نیکل و کبالت مثلا فولاد که ترکيب آهن و کربن است.

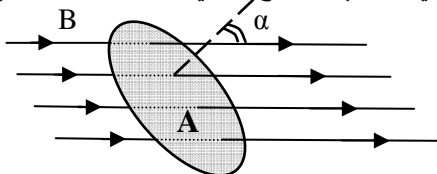
فصل ۵

(القاي اکترومغناطيس)

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

** رابطه شار مغناطيسي (ϕ) :

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



بستگی 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 ($\phi = 0$)

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

** 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 پيشينه 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 "

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

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

**** 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) يکنواخت 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 بيشتري مقدار نيروي محرکه زماني 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)