

دانش آموزان عزيز توجه كنيد كه مطالب آورده شده در اين چند صفحه، كاملاً خلاصه شده است، بنا بر اين بهتر است بعد خواندن كتاب و

حل مثالهاي كافي، از مطالب اين مجموعه براي مرور سريع كتاب و ياد آوري روابط استفاده نماييد

\*\* ( پذيراي نظرات شما عزيزان هستيم ) \*\* " آرزوی ما سرافرازی شماست " فرماني

### فصل اول « 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: .....

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

\*\* رابطه گرمای مبادله شده در فرآيند هم فشار (ΔP=0) : .....

C <sub>mp</sub>	C <sub>mv</sub>	مثال براي نوع گاز
5/2 R	3/2 R	He , Ar
7/2 R	5/2 R	H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
9/2 R	7/2 R	Co <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>

جدول مقادير ظرفيت گرمای مولی درجه ثابت (C<sub>mv</sub>) و فشار ثابت (C<sub>mp</sub>) :

نام كميت	نماد	واحدهاي اندازه گيري (در SI)
فشار گاز	P	پاسكال (Pa)
حجم گاز	V	مترمكعب (m <sup>3</sup> )
مقدار گاز بر حسب مول (mol)	n	مول (mol)
ثابت گازها	R	هميشه ثابت و (j/mol.oK) = ۸/۳۱۴ است
دماي گاز	T	در معادله حالت گاز (PV = nRT) حتماً بايد به كلوين (oK) باشد
گرمای مبادله شده بين سيستم و محيط	Q	ژول (j)
ظرفيت گرمایي مولی در حجم ثابت	C <sub>mv</sub>	ژول برمول درجه كلوين (j/mol.oK)
ظرفيت گرمایي مولی در حجم ثابت	C <sub>mp</sub>	ژول برمول درجه كلوين (j/mol.oK)

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

\*\* محاسبه کار انجام شده بر روی سيستم در يك فرآيند هم فشار (p ثابت) : .....

تذکر: در رابطه فوق منظور از W مقدار کار انجام شده از محيط بر روی سيستم ،

و 'W کار سيستم بر روی محيط مي باشد؛ بنابراین مي توان در تراکم و انبساط گاز (سيستم) اينگونه آنها را تعيين علامت نمود :  
 در تراکم 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 گرمایي است كه سيستم دريافت مي كند ؛ و برابر است با

قدر مطلق تفاضل گرمای گرفته شده از منبع گرم (Q<sub>H</sub>) و گرمای داده شده به منبع سرد (Q<sub>C</sub>) بدست مي آيد يعني: Q = |Q<sub>H</sub> - Q<sub>C</sub>|

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

\*\* رابطه قانون اول ترموديناميك براي چرخه ي ماشين هاي گرمایي : .....

در اين رابطه Q<sub>H</sub> گرمای گرفته شده توسط ماشين از سوختن سوخت مي باشد، كه مقداري از آن را بصورت کار W و مقداري ديگر را بصورت گرما به محيط پس ميدهد Q<sub>C</sub>.

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

\*\* رابطه محاسبه بازده ماشين گرمایي (η) : .....

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

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

\*\* محاسبه بيشتريين 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 دما 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 بر مي گردد ..... « (  $\Delta U = 0$  )

( ۲ ) در فرآيند هم حجم چون (  $\Delta V = 0$  ) است و از طرفي (  $W = -P\Delta V$  ) بنا بر اين ..... « (  $W = 0$  )

( ۳ ) در فرآيند هم دما چون (  $\Delta T = 0$  ) است و از طرفي انرژي دروني گاز فقط تابع دمائي گاز است ، پس (  $\Delta U = 0$  ) ( مسير AB و CD شكل زير )

( ۴ ) در فرآيندهاي هم دما و هم فشار : — هنگام تراكم ، گاز گرما از دست مي دهد (  $Q$  منفي ) است ، ( مسير CD شكل زير )  
— هنگام انبساط ، گاز گرما مي گيرد (  $Q$  مثبت ) است ، ( مسير AB شكل زير )

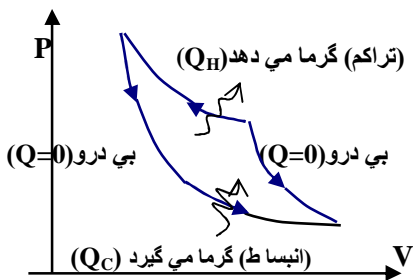
( ۵ ) در فرآيند بي دررو (  $Q = 0$  ) است ، بنا بر اين با توجه به قانون اول ترموديناميك (  $\Delta U = Q + W$  ) در اين فرآيند (  $\Delta U = Q$  ) ( مسير BC و DA )

( 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 همدمما شيب كمتر و نمودار بي دررو در شيب بيشتري دارد .

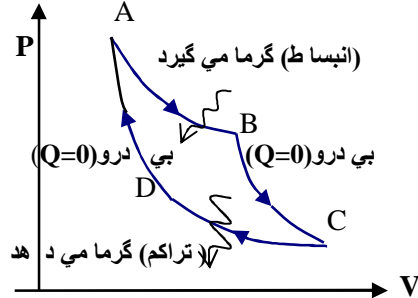
( ۸ ) **سطح محصور داخل چرخه برابر كار انجام شده است .** ( سطح محصور =  $|W|$  ) و در يخچال علامت آن مثبت (  $+W$  ) است چون محيط برروي گاز كار انجام مي دهد .  
و در ماشين گرمائي علامت آن منفي (  $-W$  ) است چون گاز برروي محيط كار انجام مي دهد .

— چگونه تبديل گرما در چرخه ي يخچالي ، شكل زير آمده است :



( شكل ب )

— تعدادي از نكات فوق در چرخه ي ماشين گرمائي شكل زير ( چرخه كارنو ) آمده است :



( شكل الف )

— تبديل واحد هاي مورد نياز :

( ۱ اتمسفر )  $\times 10^5$  ( پاسكال pa ) و ( ليتر lit )  $\times 10^{-3}$  ( متر مكعب  $m^3$  ) و ( سانتي گراد  $^{\circ}C$  )  $+273$  ( درجه كلوين  $^{\circ}K$  )

### فصل دوم « الكتريسيته ساكن »

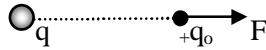
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

\*\* رابطه قانون كولن ( نيروي الكتريري بين دو بار ) :  
نيروهاي  $F$  و  $F'$  عمل و عكس العمل هم هستند بنا بر اين مساوي و در خلاف جهت هم اثر ميكنند يعني : (  $F = F'$  )

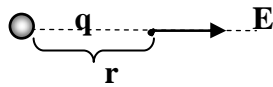
$$E = \frac{F}{q_0}$$

\*\* رابطه شدت ميدان الكتريري در يك نقطه از فضا ( E ) :  
تعريف كمي ميدان " مقدار نيروي وارد بر بار مثبت آزمون (  $+q_0$  ) در هر نقطه شدت ميدان را نشان ميدهد " .....

**تذکر مهم :** در رابطه قبل 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 ( $q_0$ ) بدست می آید ( شکل مقابل):



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



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

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

بنا بر این 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 ( $\sigma$ ):** 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 متمرکز 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.

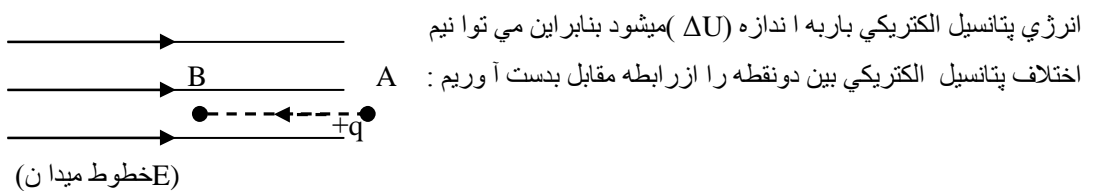
**\*\* انرژی پتانسیل الکتریکی ( $\Delta U$ ):** کار انجام شده برای جابه جایی جسم باردار باعث افزایش و یا کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی بار میشود که مقدار این

تغییرات از رابطه مقابل محاسبه میشود و در حالت های مختلف کم و یا زیاد می شود:  $W = F \cdot d \cos \alpha$   $F = Eq$   $\Delta U = Eqd \cos \alpha$

اگر حرکت بار مثبت (+) خلاف جهت میدان الکتریکی و یا حرکت بار منفی در جهت میدان الکتریکی باشد ... - - - < انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش میابد .  
اگر حرکت بار مثبت (+) در جهت میدان الکتریکی و یا حرکت بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی باشد ... - - - < انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاهش میابد .

**\*\* رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی ( $\Delta V$ ):** در شکل مقابل برای جابه جایی بار الکتریکی (+q) از نقطه A تا B مقدار W کار انجام شده باعث تغییر

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



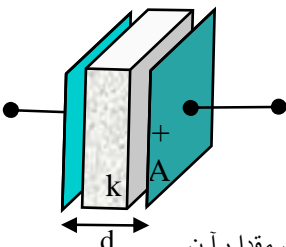
$$C = \frac{q}{V}$$

**\*\* رابطه خازن :** ظرفیت خازن برابر است با نسبت بار ذخیره شده در خازن به اختلاف پتانسیل دو صفحه آن «.....»

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

**نکته مهم:** در خازن تغییر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه فقط موجب افزایش و یا کاهش بار خازن می شود و هیچ تاثیری بر ظرفیت خازن ندارد بنابراین وقتی از تغییر اختلاف پتانسیل و یا تغییر بار خازن صحبت می شود بهتر است رابطه را به شکل روبرو استفاده کنیم : «.....»

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



**\*\* رابطه ظرفیت خازن (C) :**

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

(1) بزرگی سطح صفحات (A)  
(2) فاصله بین صفحات (d)  
(3) دی الکتریک (عایق) بین صفحات (k)

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

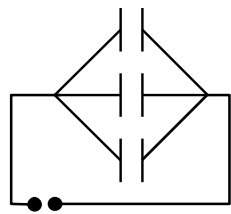
**تذکر:** در این رابطه (k بزرگی دی الکتریک) بستگی به جنس عایق بین دو صفحه دارد؛ که کمترین مقدار آن مربوط به خلاء ( $k=1$ ) ، و بیشترین مقدار آن مربوط به دی الکتریک آب است که  $k \approx 82$  می باشد.

**\*\* رابطه بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن :** «.....»

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

**\*\* روابط انرژی ذخیره شده در خازنها (U):** «.....»

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

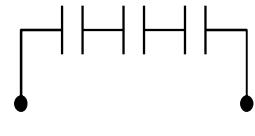


\*\* رابطه ظرفيت معادل (C<sub>T</sub>) در مدارهاي موازي (ا نشعابي) تذکره مهم :

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:

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

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

\*\* 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 دو خازن به ظرفيتهاي (C<sub>2</sub> و C<sub>1</sub>) به ترتيب با ولتاژهاي (V<sub>2</sub> و V<sub>1</sub>) شارژ شده باشند، و سپس صفحه 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 کار مي بريم

يادآوري تبديل واحدهاي موردنياز و مقدار پيشوندها:

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

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

**فصل سوم « جريان الكتريكي و مدارهاي جريان مستقيم »**

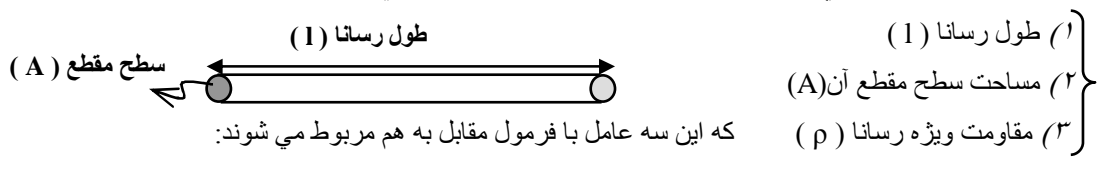
$$q = I \cdot t$$

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

$$V = RI$$

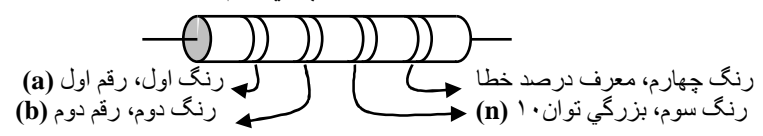
\*\* رابطه قانون اهم، براي محاسبه مقاومت الكتريكي (R) : ..... « (R = V/I) يا ..... »

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



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

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



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

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

\*\* اثر دما بر مقاومت الكتريكي و مقاومت ويژه رسانا :  
مقاومت ويژه و مقاومت الكتريكي يك رسانا با دما طبق روابط مقابل مربوط مي شوند :.....»

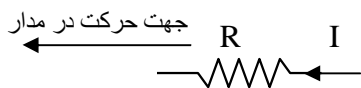
\*\* روابط محاسبه انرژي الكتريكي ( E ): .....:  $E = R I^2 t$  و  $E = q \cdot V$

\*\* روابط توان الكتريكي ( P ): .....:  $P = R I^2$  و  $P = VI$  و  $P = \frac{V^2}{R}$

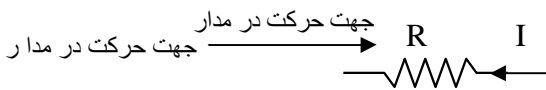
$$\varepsilon = \frac{U}{q}$$

\*\* رابطه نيروي محرکه مولد (  $\varepsilon$  ): با توجه به تعريف " انرژي که مولد به واحد بار الكتريكي ( يعني يك کولن ) مي دهد تا در مدار شارش کند نيروي محرکه مولد ناميده مي شود " رابطه چنين ميشود: .....

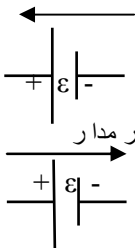
\*\* محاسبه ي اختلاف پتانسيل ا لکتريکي بين دو نقطه از مدار: براي اين منظور بايد طبق دستورالعمل هاي زير عمل نمود؛



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



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



( 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 تک حلقه:

$$I = \frac{\varepsilon_1 \pm \varepsilon_2 \pm \varepsilon_3 \pm \dots}{(R_1 + R_2 + R_3 + \dots + r_1 + r_2 + r_3 + \dots)}$$

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

در اين رابطه علامت ( ± ) براي نيروي محرکه؛ در صورت کسر 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 کمک دستورالعمل هاي بالا بايد براي هر حلقه معادله اي نوشت و سپس معادله هاي را درستگا قرار داده وبا مقدار گذاري براي کميت هاي معلوم مي توان مجهولات را که همان شدت جريان ها هستند محاسبه کرد .

\*\* رابطه توان مفيد و توان تلف شده:

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

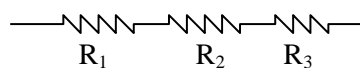
$$P = \varepsilon I - r I^2$$

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

\*\* روشهاي به هم بستن مقاومت ها : مقاومت هاهم مثل خازنها به دوروش موازي ومتوالي بهم متصل ميشوند، و روابط محاسبه مقاومت معادل

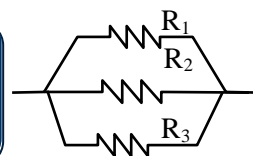
از لحاظ شکل ظاهري عکس روابط خازنها است:

( تذکر مهم )



سري (متوالي)

( ۱ ) در مدار متوالي شدت جريان عبوري ( I ) از همه مقاومتها يکسان و:  $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$



موازي ( انشعابي )

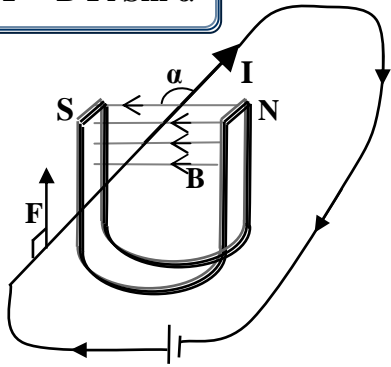
( ۲ ) در مدار موازي اختلاف پتانسيل همه مقاومتها يکسان، و روابط بين شدت جريان بصورت زير است:

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

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

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

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



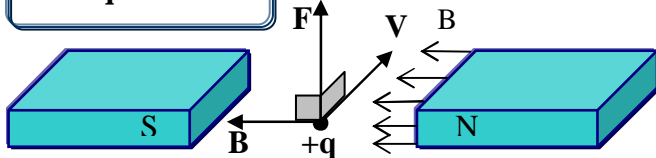
\* رابطه محاسبه بزرگي نيروي وارد بر سيم حامل جريان (F): «.....»

به سيم حامل جريان الكتريكي كه از داخل خطوط ميدان مغناطيسي عبور كند نيروي برابر با مقدار مقابل وارد ميشود ( در اين رابطه (alpha) 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 ميآيد؛ 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 = 90^0)..... 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 ) .

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

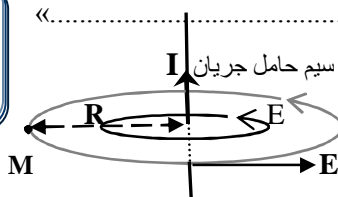


\* نيروي وارد بر ذره ي باردار متحرك (q) در ميدان مغناطيسي: «.....»

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

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

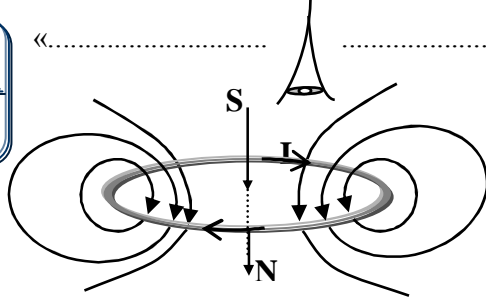


\* ميدان مغناطيسي ناشي از يك سيم راست: «.....»

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 ).

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 × است ،  
 و اگر شصت جهت جريان را پاد ساعتگرد ( خلاف جهت حرکت عقربه هاي ساعت ) ببيند؛ جهت ميدان مغناطيسي برون سو ⊙ خواهد بود .

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

\* ميدان مغناطيسي ناشي از سيم لوله : در اين رابطه (B) بزرگي ميدان مغناطيسي در وسط سيم لوله روي

محور آن مي باشد كه با (l) طول سيم وله نسبت معكوس دارد يعني اگر تعداد (N) حلقه در طول كمتر ( متر كم تر ) پيچيده شود ميدان قوي تري ايجاد مي كند. براي تعيين جهت ميدان در سيم لوله ميتوانيم از همان روش مورد استفاده از حلقه استفاده كنيم.

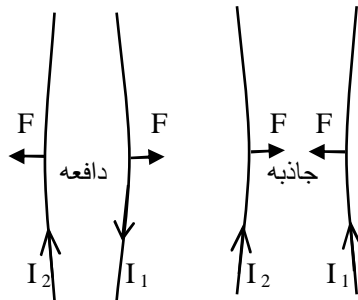
تذکر: شبیه ترین میدان مغناطيسي به آهن رباي تيغه اي؛ توسط سيم لوله ايجاد ميشود .



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

\*\* نيروي بين سيم هاي حامل جريان :

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



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 صورت نیکه 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 نیز اين خاصيت را از دست مي دهند مثل : آهن ، نیکل ، کبالت ( خالص )

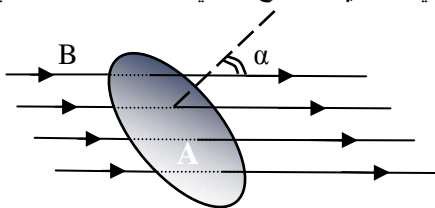
( ب ) حوزه ها در مواد فرو مغناطيس سخت در هنگام قرار گرفتن در ميدان مغناطيسي به سختي در مجاورت هم چرخش نموده و به کندی باهم همجهت ميشوند يعني دیر آهنربا شده و دیر هم اين خاصيت را از دست ميدهند مثل آلياژهاي از آهن ، نیکل و کبالت مثلا فولاد که ترکيب آهن و کربن است .

### فصل چهارم « القاي الکترومغناطيس »

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

\*\* رابطه شار مغناطيسي (  $\Phi$  ) :

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 روبرو دارد :  
 ( ۱ ) بزرگي ميدان ( B ) بر حسب تسلا  
 ( ۲ ) بزرگي سطح ( A ) بر حسب مترمربع  
 ( ۳ ) توجه داشته باشيم که زاويه  $(\alpha)$  زاويه ي خط عمود بر سطح و راستاي خطوط ميدان است بنابراین مي توانيم نتيجه مهم زیر را بگيريم :

نتيجه :  
 - اگر سطح  $A$  عمود به خطوط ميدان باشد ( يعني  $\alpha = 0$  و  $\cos \alpha = 1$  ) شار بيشترين مقدار ميشود ..... (  $\Phi_{max} = BA$  )  
 - اگر سطح  $A$  در 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 (  $\varepsilon$  ) در آن القا ميشود ؛ که بزرگي اين نيروي محرکه با آهنگ تغييرات شار متناسب است " در اين رابطه (  $\varepsilon$  ) 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 ميما شد .  
**قانون لنز :** همانطور که در مطلب قبلي اشاره شد قانون اهم براي تعيين جهت جريان القايي در مدار بسته استفاده ميشود بنا به اين قانون " جريان القايي 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 $\Delta A = 0$ )	$\varepsilon = -N.A.\cos(\alpha) \frac{\Delta B}{\Delta t}$
	2 )	اگر مساحت پيچه تغير کند ( $\Delta A \neq 0$ ) و درمکان پيچه بدون چرخش بزرگي ميدان مغناطيسي ثابت بماند ( $\Delta B = 0$ و $\Delta \alpha = 0$ )	$\varepsilon = -N.B.\cos(\alpha) \frac{\Delta A}{\Delta t}$
	3 )	اگر پيچه درميدان چرخش کند يعني ( $\Delta \alpha \neq 0$ ) و بزرگي ميدان مغناطيسي و سطح پيچه ثابت بماند ( $\Delta B = 0$ و $\Delta A = 0$ )	$\varepsilon = -N.B.A \frac{\Delta \cos(\alpha)}{\Delta t}$

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

**\*\* محاسبه جريان القايي :**

اگر مقاومت الكتريكي پيچه اي كه در آن جريان القايي ايجاد شده است R باشد  
به كمك رابطه قانون اهم و رابطه نيروي محرکه القايي خواهيم داشت : «.....»

**\*\* رابطه نيروي محرکه خود القايي (  $\varepsilon_L$  ) :**

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

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

علت؛ اينست كه: " هنگام تغيير مقدار جريان عبوري از يك سيم لوله ( يا پيچه ) بعلت تغييرات شا رمغناطيسي در آن،  
نيروي محرکه اي ايجاد ميشود كه با عامل تغيير جريان مخالفت مي كند؛ به اين نيروي محرکه ي  
ايجاد شده نيروي محرکه خود القايي گفته ميشود "

بزرگي نيرو محرکه ي خود القايي (  $\varepsilon_L$  ) با آهنگ تغييرات جريان و ضريب خود القايي پيچه (L) متناسب است: «.....»

**\*\* ضريب خود القايي پيچه (L) :**

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

در رابطه روبرو نشان ميدهد كه اين كميت كاملا بستگي به شكل 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 كه به جنس هسته ي پيچه بستگي دارد و بآن ضريب تراوايي نسبي مغناطيسي هسته ميگويند مثلا  
براي پيچه ي بدون هسته بايد ( k = 1 ) خلاء قرار دهيم ،  $\mu_0$  از مقادير ثابت است (  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  ).

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

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

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

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

در مولدهاي صنعتي كه جريان متناوب توليد ميكنند پيچه اي با مساحت ( A ) ثابت درميدان مغناطيسي ( B ) يکواخت چرخش ميكند (  $\Delta \alpha \neq 0$  ) 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 بنابر اين مي توان نوشت :

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

از رابطه چنين نتيجه ميشود كه با مشتق گرفتن از تابع  $\cos(\omega t)$  نسبت به زمان، تابع نيروي محرکه ي القايي يك تابع سينوسي خواهد شد؛  
 $\varepsilon = N B A \omega \sin \omega t$  بنابر اين بيشترين مقدار نيروي محرکه زماني است كه  $\sin \omega t = 1$  پس نتيجه ميگيريم :

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= N B A \omega \sin \omega t \\ \varepsilon_m &= N B A \omega \end{aligned} \right\} \varepsilon = \varepsilon_m \sin \omega t$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon_m}{R} \sin \omega t \quad I = I_m \sin \omega t$$