telegram.me/irandaneshnovin

موسسه ایران دانش نوین

رویای خودت شو...

@IranDaneshNovin

@Iran_Danesh_Novin

برای دانلود بقیه ی جزوات با کلیک روی لینک های زیر به سایت

یا کانال های ما در تلگرام و سروش سر بزنید:

www.IDNovin.com

https://telegram.me/irandaneshnovin

http://sapp.ir/iran_danesh_novin

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

فیزیک ۳ – سال سوم دبیرستان

فصل ۱: ترمودینامیک فیزیک سال سوم دبیرستان – رشته ریاضی

☜ متغیرهای ترمودینامیکی: کمیتهای ماکروسکوپیک که حالت دستگاه را می‌توان بر حسب آنها توصیف کرد.

☜ معادله حالت یک دستگاه: برای یک گاز سه کمیت T, P, V به هم وابسته هستند، رابطهٔ بین این سه کمیت را معادله حالت گاز می‌نامیم.

☜ فرآیند ترمودینامیکی: تحول و تغییر حالت یک دستگاه ترمودینامیکی از یک حالت به حالت دیگر را فرآیند ترمودینامیکی می‌گوییم.

گاز کامل: آزمایشات نشان می‌دهند هنگامی که گازها رقیق‌اند یعنی چگالی آنها بسیار کم است و ذرات بر یکدیگر نیرویی وارد نمی‌کنند معادله حالت گاز مستقل از نوع گاز است. که به چنین

گازی، گاز کامل می‌گوییم. قابل اثبات است که برای چنین گازهایی می‌توانیم چنین بنویسیم:

$$\Rightarrow \frac{PV}{T} \propto n \Rightarrow PV = nRT$$

برای گاز کامل $\frac{PV}{T}$ مقدار ثابت $=$ مقدار گاز بر حسب مول است، R ثابت گازها و برابر $8/314 \frac{J}{mol.K}$، T دمای گاز بر حسب کلوین، P فشار گاز بر حسب پاسکال، V حجم گاز بر حسب متر مکعبمول گاز یا تعداد مولکول گرم‌های گاز از رابطه‌های زیر نیز قابل محاسبه است:

$$n = \frac{N}{N_a}$$

(N تعداد مولکول‌های گاز و $N_a = 6/02 \times 10^{23}$)

$$n = \frac{m}{M}$$

(M جرم مولکولی گاز و m جرم گاز)

نکته: هر گاه مقداری گاز کامل در طی یک فرآیند ترمودینامیکی از حالت ۱ به حالت ۲ برود و متغیرهای گاز کامل را در حالت اول با n_1, T_1, V_1, P_1 نمایش دهیم و در حالت دوم با n_2, T_2, V_2, P_2 نمایش دهیم داریم:

$$\left.\begin{matrix} P_1V_1 = n_1RT_1 \\ P_2V_2 = n_2RT_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{T_1}{T_2}$$

هنگام استفاده از این معادله لازم است P_2, P_1 با یک واحد مهم نیست با چه واحدی باشد و V_2, V_1 هر دو با یک واحد ولی T_2, T_1 الزاماً بر حسب کلوین می‌باشد.

نکته: گازهای کامل را می‌توان به گازی تک اتمی (مانند Ar, He) و دواتمی (مانند H_2, O_2, N_2) و سه اتمی و بیشتر (مانند NH_3, CO_2) تقسیم نمود و قابل اثبات است که برای هر یک داریم:

تغییر انرژی درونی گازهای تک اتمی:
$$\left.\begin{matrix} \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \\ U_2 - U_1 = \frac{3}{2}nR(T_2 - T_1) \end{matrix}\right\}$$

تغییر انرژی درونی گازهای دو اتمی:
$$\left.\begin{matrix} \Delta U = \frac{5}{2}nR\Delta T \\ U_2 - U_1 = \frac{5}{2}nR(T_2 - T_1) \end{matrix}\right\}$$

تغییر انرژی درونی گازهای سه اتمی و بیشتر:
$$\left.\begin{matrix} \Delta U = \frac{7}{2}nR\Delta T \\ U_2 - U_1 = \frac{7}{2}nR(T_2 - T_1) \end{matrix}\right\}$$

نکته: چون انرژی درونی گاز کامل تابع دمای مطلق گاز است بنابراین هر گاه در طی یک فرآیند دمای گاز تغییر نکند (مانند فرآیند هم دما) تغییرات انرژی درونی گاز صفر است و اگر دما افزایش یابد انرژی درونی افزایش یافته و اگر دما کاهش یابد انرژی درونی نیز کاهش یافته است. یعنی:

تعیین علامت تغییرات انرژی درونی گاز کامل به کمک تغییرات دما و تعیین علامت کار به کمک تغییرات حجم گاز کامل

$$\left.\begin{matrix} \Delta T > 0 \Leftrightarrow \Delta U > 0 \\ \Delta T = 0 \Leftrightarrow \Delta U = 0 \\ \Delta T < 0 \Leftrightarrow \Delta U < 0 \end{matrix}\right\} \text{ و } \left\{\begin{matrix} \Delta V > 0 \Leftrightarrow W < 0 \\ \Delta V = 0 \Leftrightarrow W = 0 \\ \Delta V < 0 \Leftrightarrow W > 0 \end{matrix}\right.$$

☜ چرخه: یک چرخه (یا سیکل) مجموع چند فرآیند ترمودینامیکی است که در پایان چرخه دستگاه، به حالت اولیه‌ی

خود بر گردد.

نکته: چون در هر چرخه دستگاه به حالت اولیه خود برمی‌گردد بنابراین $\Delta T = 0$ بوده و در نتیجه تغییرات انرژی درونی دستگاه در طی یک چرخه صفر است یعنی: $\Delta U_t = 0$

قانون اول ترمودینامیک: تغییر انرژی درونی دستگاه برابر است با جمع جبری گرمایی که دستگاه دریافت می‌کند و کاری که بر روی آن انجام شود: $\Delta U = W + Q$ (در این رابطه علامت W و Q مهم است.)

☜ قانون اول ترمودینامیک در فرآیند هم حجم: طبق تعریف قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\left.\begin{matrix} \Delta U = W + Q \\ W_V = 0 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta U_V = Q_V$$

می‌توانیم رابطه‌ی فوق را به صورت زیر دسته‌بندی نماییم:

$$\left.\begin{matrix} C_{MV} = \frac{3}{2}R \Rightarrow \Delta U_V = Q_V = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}V\Delta P \\ C_{MV} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \Delta U_V = Q_V = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}V\Delta P \\ C_{MV} = \frac{7}{2}R \Rightarrow \Delta U_V = Q_V = \frac{7}{2}nR\Delta T = \frac{7}{2}V\Delta P \end{matrix}\right\}$$

قانون اول ترمودینامیک در فرآیند هم فشار: در فرآیند هم فشار مبادله‌ی انرژی به هر دو صورت کار و گرما می‌باشد بنابراین قانون اول ترمودینامیک چنین می‌شود:

$$\left.\begin{matrix} \Delta U_P = W_P + Q_P \\ W_P = -P\Delta V \\ Q_P = nC_{MP}\Delta T \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta U_P = nC_{MP}\Delta T - P\Delta V \xrightarrow{V = \frac{nRT}{P}} \Delta U_P = nC_{MP}\Delta T - nR\Delta T$$

$$\Rightarrow \left\{\begin{matrix} C_{MP} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \Delta U_P = \frac{5}{2}nR\Delta T - P\Delta V = \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}P\Delta V \\ C_{MP} = \frac{7}{2}R \Rightarrow \Delta U_P = \frac{7}{2}nR\Delta T - P\Delta V = \frac{5}{2}nR\Delta T = \frac{5}{2}P\Delta V \\ C_{MP} = \frac{9}{2}R \Rightarrow \Delta U_P = \frac{9}{2}nR\Delta T - P\Delta V = \frac{7}{2}nR\Delta T = \frac{7}{2}P\Delta V \end{matrix}\right.$$

قانون اول ترمودینامیک برای فرآیند همدما:

چون در طی فرآیند هم دما $\Delta T = 0$ است پس برای دستگاه شامل گاز کامل که انرژی درونی تابع دمای مطلق گاز است باید $\Delta U = 0$ باشد بنابراین داریم:

$$\Delta T = 0 \Rightarrow \Delta U_T = 0 \Rightarrow W_T + Q_T = 0 \Rightarrow W_T = -Q_T \quad , \quad |W_T| = |Q_T|$$

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۳

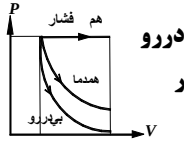
بنابراین در طی فرآیند هم دما اندازه ی کار و گرما برابر و قرینه هستند.

قانون اول ترمودینامیک برای فرآیند بی‌دررو:در طی فرآیند بین دستگاه و محیط تبادل گرما نداریم $(Q=0)$ و باید دستگاه عایق‌بندی باشد.

قانون اول ترمودینامیک در فرآیند بی‌دررو چنین می‌شود:

$$Q=0 \Rightarrow \Delta U = W$$

مقایسه فرآیند همدما و هم فشار و بی‌دررو در انبساط یک گاز کامل:هر گاه مقدار معینی گاز کامل را جداگانه با فرآیندهای هم فشار و هم دما و بی دررو از V_1 به V_2 منبسط کنیم و نمودار هر سه فرآیند را در دستگاه مختصات $(P-V)$ رسم کنیم مانند شکل بالا می‌شود .



	W	Q	ΔU
هم فشار	—	+	+
همدما	—	+	0
بی‌دررو	—	0	—

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۴

در هرسه فرآیند کار منفی است و در فرآیند بی دررو $Q=0$ ولی در فرآیند هم دما و هم فشار گرما مثبت است. و داریم :

(در فرآیند بی‌دررو هر سه کمیت V و T و P تغییر می‌کند)

$$\Delta U_P > 0 \ , \ \Delta U_T = 0 \ , \ \Delta U < 0 \quad \text{بی دررو}$$

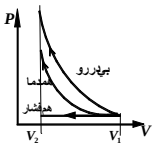
$$W_P < W_T < W \quad \text{بی دررو} \ 0 >$$

$$|W_P| < |W_T| < |W| \quad \text{بی دررو}$$

$$|\Delta P_T| < |\Delta P| \quad \text{بی دررو} \Rightarrow \Delta V = \Delta V_T \quad \text{بی دررو}$$

مقایسه فرآیند همدما و هم فشار و بی‌دررو در تراکم یک گاز کامل:

هر گاه مقدار معینی گاز کامل را جداگانه با فرآیندهای هم فشار و هم دما و بی دررو از V_1 به V_2 تراکم کنیم و نمودار هر سه فرآیند را در دستگاه مختصات $(P-V)$ رسم کنیم مانند شکل بالا می‌شود .در هرسه فرآیند کار منفی است و در فرآیند بی دررو $Q=0$ ولی در فرآیند هم دما و هم فشار گرما منفی است.



خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۵

ماشین گرمایی:دستگاهی که گرما را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. مانند: ماشین بخار، موتورهای بنزینی یا گازوئیلی، موتور جت، توربین بخار

بازده ماشین گرمایی:

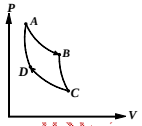
$$\Delta U = Q_H - |Q_C| - |W| = 0 \Rightarrow |W| = Q_H - |Q_C|$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_C|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H} < 1$$

قانون دوم ترمودینامیکی به بیان ماشین گرمایی: ممکن نیست دستگاه چرخه‌ای را بپیماید که در حین آن مقداری گرما را از منبع گرم جذب و تمام آن را به کار تبدل کند.

بنابراین در ماشین گرمایی می‌توان گفت:

$$Q_H > |W| \ , \ Q_C \neq 0 \ , \ \eta < 1$$



چرخه کارنو: بیشترین بازده ماشین گرمایی برای چرخه کارنو است که شامل گاز کاملی است که دو فرآیند هم دما و دو فرآیند بی‌دررو را طی می‌کند.

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۶

دو فرآیند $(A-B)$ و $(C-D)$ همدما و دو فرآیند $(B-C)$ و $(D-A)$ بی‌دررو می‌باشد.

بازده چرخه کارنو:

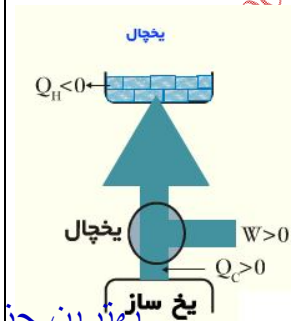
$$\eta_{max} = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$$

دمای منبع گرم: $T_H (= T_A = T_B)$

دمای منبع سرد : $T_C (= T_C = T_D)$

$$\eta_{max} = \frac{|W|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_C|}{Q_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H} \Rightarrow \frac{Q_H}{W} = \frac{T_H}{T_H - T_C}$$

یخچال(ماشین سرمازا) :یک ماشین گرمایی که در جهت عکس کار می‌کند. در یخچال گرما از جسم سرد گرفته و به جسم گرم منتقل می‌شود. قانون اول ترمودینامیکی برای یخچال به



خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۷

صورت مقابل است:

$$\Delta U = -|Q_H| + Q_C + W = 0 \Rightarrow |Q_H| = Q_C + W$$

ضریب عملکرد یخچال:بهترین یخچال، یخچالی است که با انجام کار کمتر گرمای بیشتری را از درون یخچال از مواد سردشدنی بگیرد و به بیرون منتقل می‌کند. (Q_C گرمایی که از اجسام درون یخچال گرفته و Q_H گرمایی که به محیط داده می‌شود):

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C}$$

$$|Q_H| = \frac{(K+1)}{K} Q_C$$

توان یخچال : $P = \frac{W}{t} = \frac{Q_C}{K.t}$

$$Q_C = K.W$$

نکته: هر چه ضریب عملکرد یخچال بیشتر باشد، استفاده از آن مقرون به صرفه تر است.

قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی:

گرما به خودی خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود (یعنی در یخچال $W \neq 0$)

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۶۸

نکته: قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی بیان می‌کند که : ممکن نیست دستگاه چرخه‌ای را بپیماید که در حین آن مقداری گرما را از منبع گرم جذب و تمام آن را به کار تبدل کند. بنابراین در ماشین گرمایی زمانی این قانون نقض می‌شود که حداقل یکی از روابط زیر صحیح نباشد :

$$Q_H > |W| \ , \ |Q_C| > 0 \ , \ \eta < 1$$

نکته: قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچال بیان می‌کند که : گرما به خودی خود از جسم سرد به جسم گرم منتقل نمی‌شود.

بنابراین در یخچال زمانی این قانون نقض می‌شود که حداقل یکی از روابط مقابل برقرار نباشد:

$$|Q_H| > Q_C \ , \ W > 0$$

@irandaneshnovin :بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی

telegram.me/irandaneshnovin

فصل دوم : الکتریسیته ساکن فیزیک سال سوم دبیرستان

بار الکتریکی کمیتی کوانتومی است

کوچکترین بار مستقلی که می‌تواند وجود داشته باشد بار یک الکترون و یا یک پروتون است که مقدار آن را با e نشان می‌دهیم بنابراین بار الکتریکی کمیتی ناپیوسته و گسسته است که در اصطلاح به آن کمیت کوانتوم می‌گوییم.

بار هر جسم مضرب صحیح از مقدار پایه یعنی e است و مقدار بار پایه برابر است با:

بار پایه $\pm e = \pm 1/6\times10^{-19}C$

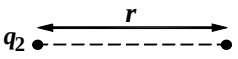
بارالکتریکی $q = \pm ne \qquad n = 0,1,2,3,4,...$

نکته:اگر n الکترون از جسم A به جسم B منتقل شود بار جسم A برابر $+ne$ و بار الکتریکی جسم B برابر $-ne$ خواهد شد.

قانون کولن:

نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای q_2 و q_1 که به فاصلهٔ r از یکدیگر ساکن میباشند با حاصل ضرب بارها نسبت مستقیم و با مجذور فاصله آنها نسبت عکس دارد. این نیرو کمیتی برداری است و سه مشخصه این بردار عبارتند از:

۱- بزرگی نیرو: آزمایش نشان می‌دهد بزرگی نیرو طبق قانون کولن از رابطه زیر بدست می‌آید:



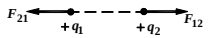
$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

که q_2 و q_1 بارهای نقطه‌ای بوده و بر حسب کولن می‌باشند و r فاصله دو بار بر حسب متر و F نیروی الکتریکی بین دو بار بر حسب نیوتن می‌باشد. (هنگام جایگذاری علامت بار ها را قرار نداده و فقط بزرگی آنها قرار گیرد.) $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \approx 9\times10^9 (\frac{N.m^2}{C^2})$

$\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12}(\frac{C^2}{N.m^2})$ ضریب گذر دهی خلا است.

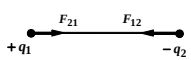
۲- راستای نیرو:

در امتداد خط واصل بین دو بار



۳- سوی نیرو:

به کمک قانون بنیادی الکتروستاتیک، بارهای غیر همنام یکدیگر جذب و بارهای همنام یکدیگر را دفع می‌کنند.



مطابق شکل:

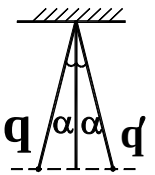
F_{12} بر بار q_1 طبق قانون سوم نیوتن این دو نیرو عمل و عکس‌العمل هستند پس همواره با یکدیگر برابر و در خلاف جهت یکدیگرند و

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

گاهی نیروی کولنی بین دو بار الکتریکی با یکدیگر مقایسه می‌شوند که می‌توانیم در این حالت نسبت دو نیرو را به صورت زیر بنویسیم:

$$\frac{F_{AB}}{F_{CD}} = (\frac{q_A q_B}{q_C q_D})(\frac{r_{CD}}{r_{AB}})^2$$

نکته : هر گاه مطابق شکل دو آونگ الکتریکی که هر دو از یک نقطه آویخته شده‌اند زا در نظر بگیریم .اگر جرم دو گلوله آونگ‌ها برابر باشند و گلوله‌ها دارای بار همنام باشند یکدیگر را دفع می‌کنند. ومطابق شکل زاویه‌ی انحراف هر نخ با امتداد قائم (α) برابر است.اگر بار گلوله‌ها برابر نباشد نیز این مطاب صحیح است.و در این حالت داریم :



$$\tan\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{Kq_1 q_2}{r^2 . mg}$$

میدان الکتریکی:

در فضای اطراف هر بار الکتریکی خاصیتی وجود دارد که اگر یک بار الکتریکی دیگر در این فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می‌شود. به این خاصیت میدان الکتریکی می‌گوییم.

رابطه میدان الکتریکی:

میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا برابر است با: نیروی وارد بر یکای بار مثبت در آن نقطه، که آن را با علامت $\vec{E}$ نمایش داده و یکای آن در SI بر حسب $\frac{N}{C}$ است. (q_0 یکای بار الکتریکی مثبت است که به آن بار آزمون می‌گوییم):

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

$\vec{E}$ کمیتی برداری است که مشخصه‌های این بردار عبارتند از:

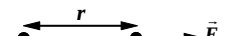
۱- اندازه و بزرگی میدان الکتریکی در هر نقطه برابر است با:

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

۲- راستای میدان در هر نقطه در راستای نیروی وارد بر بار q_0 در آن نقطه است.

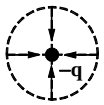
۳- سوی میدان درهر نقطه هم سو با نیرویی است که از طرف بار به بار آزمون وارد می‌شود.

میدان الکتریکی ناشی از بار نقطه‌ای:

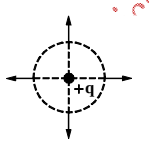


هرگاه بار الکتریکی نقطه‌ای q را در نظر بگیریم و میدان الکتریکی را در فاصله r از بار بخواهیم باید بار فرضی q_0 را در نقطه مورد نظر قرار دهیم و سپس میدان الکتریکی را به دست آوریم که چنین می‌شود:

$$E_A = \frac{F}{q_0} = \frac{K\frac{qq_0}{r^2}}{q_0} \Rightarrow E_A = K\frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\times\frac{q}{r^2}$$



که E کمیتی برداری است و بزرگی آن از رابطه بالا بدست می‌آید و راستای آن روی خطی است که از بار q به نقطه A وصل می‌شود و سوی آن با توجه به علامت بار q تعیین می‌شود. اگر بار q مثبت باشد بردار $\vec{E}$ به طرف خارج و اگر بار q منفی باشد بردار $\vec{E}$ به طرف بار q خواهد بود. (مطابق



@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی:

telegram.me/irandaneshnovin

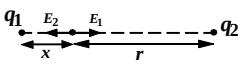
شکل‌های مقابل) در این شکل‌ها دیده می‌شود که میدان الکتریکی در تمام نقاط بر روی یک کره به شعاع دلخواه r که بار در مرکز کره باشد برابر است و راستای میدان در هر نقطه در راستای شعاع کره است و اگر بار الکتریکی مثبت باشد از کره خارج و اگر بار الکتریکی منفی باشد به کره داخل می‌شود.

: هرگاه میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای q_A و q_B را به ترتیب با E_A و E_B نمایش دهیم نسبت این میدان‌ها چنین می‌شود:

$$\frac{E_A}{E_B}=(\frac{q_A}{q_B})(\frac{r_B}{r_A})^2$$

طبق رابطهٔ $\vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$، هرگاه بار مثبت q در میدان الکتریکی E قرار گیرد نیروی وارد بر آن هم جهت با میدان است و اگر بار q منفی باشد نیروی وارد بر آن در خلاف جهت میدان است.

نکته: هرگاه دو بار نقطه‌ای



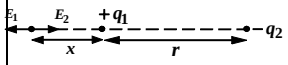
همنام در نظر بگیریم می‌توان نقطه‌ای را تعیین کرد که میدان

الکتریکی برآیند ناشی از دوبار در آن نقطه صفر باشد. این نقطه روی خط واصل دوبار و نزدیکتر خواهد بود. و رابطه آن چنین است:

$(|q_1|<|q_2|)$

$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{q_1}{x^2}=\frac{q_2}{(r-x)^2}\Rightarrow x=\frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}+1}$$

نکته: هرگاه در نکته بالا دو بار غیر همنام باشند، نقطه‌ای که میدان برآیند صفر می شود روی خط واصل، خارج دوبار و نزدیکتر به بار کوچکتر خواهد بود که رابطه آن چنین می‌شود: $(|q_1|<|q_2|)$



$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{q_1}{x^2}=\frac{q_2}{(r-x)^2}\Rightarrow x=\frac{r}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}}-1}$$

☜خطوط میدان الکتریکی:

برای تجسم میدان الکتریکی در فضا می‌توان از خطوط فرضی بنام خطوط میدان الکتریکی استفاده کنیم که این خطوط طبق قواعد خاص رسم می‌شوند. ویژگی این خطوط عبارتند از:

۱– تراکم خطوط اندازه میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. بنابراین هرجا میدان قویتر باشد خطوط میدان به هم نزدیکتر و هر جا میدان ضعیفتر شود فاصله خطوط هم از هم بیشتر می‌شود.

۲– مماس بر این خطوط در هر نقطه راستای میدان را در آن نقطه نشان می‌دهد.

۳– سوی خطوط در هر نقطه، سوی میدان را در آن نقطه نشان می‌دهد.

۴– چون در هر نقطه یک بردار برآیند برای میدان الکتریکی داریم بنابراین از هر نقطه فقط یک میدان می‌گذرد و خطوط میدان الکتریکی هیچگاه یکدیگر را قطع نمی‌کنند

۵– خطوط میدان از بارهای مثبت خارج و به بارهای منفی وارد می‌شوند.

۶– خطوط میدان الکتریکی یک مسیر بسته را تشکیل نمی‌دهند بلکه این خطوط دارای ابتداء و انتها می باشند.

۷– خطوط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود هستند.

۸– خطوط میدان بر سطح هم پتانسل عمود هستند.

☜اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه:

برابر است با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت وقتی یکای بار از نقطه اول تا نقطه دوم جابجا می‌شود.

$V_2-V_1=\frac{U_2-U_1}{q}$ یا $\Delta V=\frac{\Delta U}{q}$ (U بر حسب ژول و q برحسب کولن و V بر حسب ولت)

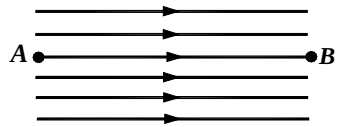
☜تعریف دیگر برای پتانسیل الکتریکی:

اختلاف الکتریکی بین دو نقطه A و B برابر است با: منفی کاری که میدان الکتریکی در جابجایی واحد بار مثبت از نقطه A

تا نقطه B انجام می‌دهد. بنابراین اگر بار q_0 از نقطه A به نقطه B جابجا شود و کاری که میدان الکتریکی در این جابجایی انجام می‌دهد، برابر W باشد، خواهیم داشت:

$$V_A-V_B=-\frac{W}{q_0}=\frac{U_A-U_B}{q_0}$$

نکته :هرگاه از نقطهٔ A به نقطهٔ B در جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می یابد. یعنی:



$$V_A>V_B$$

نکته: هرگاه از نقطهٔ B به نقطهٔ A در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کنیم پتانسیل افزایش می‌یابد یعنی: $V_A>V_B$

نکته: هرگاه بار الکتریکی $(+q)$ در جهت میدان حرکت کند از انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده در آن کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت خطوط میدان حرکت کند انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده در آن افزایش می‌یابد.

نکته: هرگاه بار الکتریکی $(-q)$ در جهت میدان حرکت کند انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده در آن افزایش می یابد و اگر در خلاف جهت خطوط میدان حرکت کند انرژی پتانسیل الکتریکی ذخیره شده در آن کاهش می‌یابد.

☜سطح هم پتانسیل:مکان هندسی نقاطی که پتانسیل یکسان دارند تشکیل شکلی می‌دهند که به آن سطح هم پتانسیل می‌گوییم.

☜خطوط میدان الکتریکی بر سطح هم پتانسیل عمود است:

☜سطح یک رسانا یک سطح هم پتانسیل است:

نکته:هرگاه دو جسم رسانا را به یکدیگر تماس دهیم هر دوجسم هم پتانسیل می‌شوند.

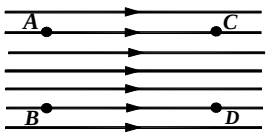
میدان الکتریکی درون جسم رسانا صفر است

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

میدان الکتریکی یکنواخت:

هرگاه اندازه و جهت میدان الکتریکی تمام نقاط قسمتی از فضا ثابت باشد به آن میدان الکتریکی یکنواخت می‌گوییم. در این حالت تراکم خطوط در تمام نقاط یکسان و خطوط میدان هم‌جهت هستند.



برای ایجاد چنین میدانی می‌توان از دو صفحه رسانا موازی، با بارهای الکتریکی مساوی ولی مخالف استفاده نمود(خازن) که بجز لبه‌های دو صفحه میدان در درون فضای دو صفحه یکنواخت است.

برای چنین میدانی می‌توان رابطهٔ زیر را بنویسیم:

$$V_A > V_C \quad V_C = V_D \qquad V_A = V_B$$

$$\left\langle E = \frac{V}{d} = \frac{F}{q} \right\rangle \qquad E_A = E_B = E_C = E_D$$

چگالی سطحی بار الکتریکی:

بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامند.

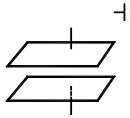
اگر بار الکتریکی جسم رسانا برابر q و مساحت خارجی آن برابر A باشد چگالی سطحی بار را با علامت σ(سیگما) نمایش داده و برابر است با: $\sigma = \frac{q}{A}$ (یکای آن بر حسب $\frac{C}{m^2}$ است)

نکته۸۰: در اجسام کروی که سطح خارجی آن متقارن است بار الکتریکی اضافی در سطح خارجی بطور یکنواخت توزیع وپخش می‌شود. بنابراین چگالی سطحی در همه جا یکسان است مانند اجسام رسانای کروی شکل. ولی اگر سطح خارجی جسم متقارن نباشد چگالی سطحی در نقاط مختلف برابر نیست و آزمایش نشان می‌دهد که در مکان‌های برجسته و نوک تیز بار با فاصله کمتر نسبت به مکان‌های پهن‌تر قرار می‌گیرند.

خازن:

خازن وسیله الکتریکی است که برای ذخیره کردن بار الکتریکی به مقدار کم استفاده می شود و ساختمان آن از دو جسم رسانا و عایقی بین این دو جسم تشکیل شده است و علامت آن در مدارهای الکتریکی به صورت شکل زیر است.

خازن مسطح:



این نوع خازن از دو صفحه رسانا موازی که به فاصله کمی از یکدیگر قرار دارند و بین آنها مادهٔ عایقی که به آن دی الکتریکمی‌گوییم تشکیل شده است.

ظرفیت خازن:

نسبت بار الکتریکی ذخیره شده به اختلاف پتانسیل دو صفحه آن است. آن را با علامت C نمایش میدهیم و یکای آن برحسب فاراد است.

$$C(F) = \frac{q(c)}{V(V)}$$

نکته: ظرفیت خازن از مشخصات ساختمانی آن خازن است و به بار یا اختلاف پتانسیل میان صفحات آن بستگی ندارد یعنی هرگاه خازنی را به اختلاف پتانسیل V_1 وصل کنیم بار q_1 و هرگاه خازن به اختلاف پتانسیل V_2 وصل کنیم بار q_2 در آن ذخیره می‌شود که داریم:

$$C = \frac{q_1}{V_1} = \frac{q_2}{V_2}$$: برای هر خازن این نسبت مقدار ثابتی است.

تعریف یک فاراد: یک فاراد ظرفیت خازنی است که هرگاه اختلاف پتانسیل میان صفحات آن یک ولت باشد بار الکتریکی یک کولن روی هر صفحه ذخیره شود.

عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن مسطح:

اگر مساحت مشترک صفحه‌های خازن که روبروی یکدیگر قرار دارند با A و فاصله دو صفحه از یکدیگر را با d نمایش دهیم و دی الکتریکی با جنس مشخص بکار ببریم که ضریب دی الکتریک آن K باشد می‌توانیم بنویسیم:

$$\left.\begin{array}{l} C \alpha A \\ C \alpha \frac{1}{d} \\ C \alpha K \end{array}\right\} \Rightarrow C = K\varepsilon_\circ \frac{A}{d}$$

هوا $K = 1$

نکته: مقایسه بین دو خازن تخت:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{K_2}{K_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2}$$

وجود ماده‌ی دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود

فرو شکست خازن: هرگاه ولتاژ دو سر خازن بسیار افزایش یابد دی الکتریک موقتاً رسانا می‌شود. در نتیجه با ایجاد جرقه بین دو صفحه خازن تخلیه می‌شود. به این پدیده فروشکست دی الکتریک می‌گوییم. که باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک جامد و سوختن خازن می‌شود

انرژی ذخیره شده در خازن:

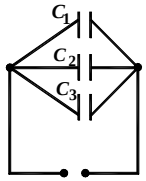
برای پر شدن یک خازن همواره مقداری انرژی مصرف می‌شود که این انرژی در خازن ذخیره می‌شود.

کل انرژی ذخیره شده در خازن برابر است با:

$$U = \bar{V}q = \frac{1}{2}Vq \Rightarrow U = \frac{1}{2}Vq = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{q^2}{2C}$$

به هم بستن خازن‌ها:

الف) به هم بستن موازی خازنها:



هرگاه صفحات هر خازن به دو نقطه از یک مدار بسته شود اتصال خازنها موازی است در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر خازنها با هم برابر است و برای این حالت می‌توانیم نکات زیر را بگوییم

نکته: اختلاف پتانسیل دو سر تمام خازنها با یکدیگر برابر است: $V_t = V_1 = V_2 = \cdots$

نکته: بار الکتریکی ذخیره شده در کل مجموعه برابر است با حاصل جمع بار الکتریکی هر یک از خازنها:

@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی

telegram.me/irandaneshnovin

$$q_t = q_1 + q_2 + \dots$$

نکته: ظرفیت خازن معادل برابر مجموع ظرفیت هر یک از خازنها است. زیرا:

$$C_t V_t = C_1 V_1 + C_2 V_2 + \dots \Rightarrow C_t = C_1 + C_2 + \dots = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

نکته: ظرفیت خازن معادل از تک تک ظرفیت هر یک از خازنها بزرگتر است.

$$C_t > C_1 \ , \ C_t > C_2 \ , \dots$$

نکته: نسبت بار الکتریکی هر خازن به ظرفیتش برای تمام خازنها برابراست. یعنی:

$$V_t = V_1 \Rightarrow \frac{q_t}{C_t} = \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2} = \dots$$

نکته: نسبت انرژی ذخیره شده در هر خازن به ظرفیتش برای تمام خازنها برابر است.

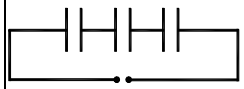
$$\frac{U_t}{C_t} = \frac{U_1}{C_1} = \frac{U_2}{C_2} = \dots$$

نکته: نسبت انرژی ذخیره شده در هر خازن به بار الکتریکی ذخیره شده در آن خازن برابر است:

$$\frac{U_t}{q_t} = \frac{U_1}{q_1} = \frac{U_2}{q_2} = \dots$$

☜ب) به هم بستن متوالی خازنها: (اتصال سری)

هرگاه چند خازن مطابق شکل به دنبال هم وصل شوند به آن اتصال خازن متوالی می‌گوییم. در این حالت تنها صفحه اول و صفحه دوم خازن آخر به باتری متصل است و از مولد بار الکتریکی دریافت می‌کند و صفحات دیگر از طریق القای الکتریکی دارای بار الکتریکی می‌شوند بنابراین اندازه بار الکتریکی همه خازنها برابر است و برای این حالت می‌توان نکات زیر را بگوییم:



نکته: بار الکتریکی ذخیره شده در تمام خازنها برابر است.

$$q_t = q_1 = q_2 = \dots$$

نکته: اختلاف پتانسیل دو سر خازن معادل برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از خازنها

$$V_t = V_1 + V_2 + \dots$$

نکته: وارون ظرفیت معادل، برابر مجموع وارون ظرفیت خازنها است:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{1}{C_i}\right)$$

نکته: ظرفیت خازن معادل از ظرفیت هر یک ار خازن‌ها کوچکتر است.

$$C_t < C_1 \ , \ C_t < C_2 \ , \dots$$

نکته: حاصل ضرب اختلاف پتانسیل در ظرفیت هر خازن برای تمام خازنها برابر است:

$$C_t V_t = C_1 V_1 = C_2 V_2 + \dots$$

نکته: حاصل ضرب انرژی ذخیره شده در هر خازن در ظرفیتش برای تمام خازن برابر است:

$$U_t C_t = U_1 C_1 = U_2 C_2 + \dots$$

نکته: حاصل تقسیم انرژی هر خازن به اختلاف پتانسیلش برای تمام خازنها برابر است

$$\frac{U_t}{V_t} = \frac{U_1}{V_1} = \frac{U_2}{V_2} = \dots$$

نکته: هرگاه دو خازن را بطور متوالی به هم وصل کنیم می‌توانیم چنین بنویسیم:

$$C_t = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow \begin{cases} C_1 V_1 = C_t V_t \Rightarrow V_1 = \dfrac{C_1 V_t}{C_1 + C_2} \\ C_2 V_2 = C_t V_t \Rightarrow V_2 = \dfrac{C_2 V_t}{C_1 + C_2} \end{cases}$$

☜اتصال دو خازن به یکدیگر:

هرگاه دو خازن را به یکدیگر وصل کنیم و دیگر هیچ عضوی دیگر در مدار نباشد اتصال دو خازن موازی خواهد بود و برای آن می‌توان سه حالت زیر را در نظر گرفت.

☜الف) اتصال یک خازن پر با یک خازن خالی:

هرگاه یک خازن پر به ظرفیت C_1 و بار q_1 و ولتاژ V_1 را با یک خازن خالی C_2 وصل می‌کنیم مقداری بار از خازن C_1 به

خازن C_2 منتقل می‌شود و بار خازن‌ها به ترتیب q_1' و q_2' خواهد شد و داریم:

$$\Rightarrow q_1 = q_1' + q_2' \rightarrow C_1 V_1 = (C_1 + C_2) V \Rightarrow \frac{C_1 + C_2}{C_1} = \frac{V_1}{V}$$

بعد از اتصال $q_t = q_t'$ قبل از اتصال

$$C_t = C_1 + C_2$$

ولتاژ دو سر هر خازن بعد از اتصال $V = \dfrac{q_t}{C_t} = \dfrac{q_1}{C_1 + C_2} = \dfrac{C_1 V_1}{C_1 + C_2}$

☜ب) اتصال دو خازن پر با صفحات همنام به یکدیگر:

اگر دو خازن C_1 و C_2 که ولتاژ انها V_1 و V_2 و دارای بارهای q_1 و q_2 باشند. را به گونه‌ای به هم وصل کنیم و صفحات مثبت خازنها بهم و صفحات منفی آنها بهم وصل شوند این اتصال موازی خواهد بود و بعد از اتصال ولتاژ دو سر خازنها با هم برابر و به v می‌رسد و بار خازنها q_1' و q_2' خواهد شد و می‌توانیم چنین بنویسیم:

بعد از اتصال: $q_t = q_t' \Rightarrow q_1 + q_2 = q_1' + q_2'$

$$C_t = C_1 + C_2$$

ولتاژ دو سر هر خازن بعد از اتصال $V = \dfrac{q_t}{C_t} = \dfrac{q_1 + q_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$

بار هر خازن قبل از اتصال: $q_1 = C_1 V_1$ و $q_2 = C_2 V_2$

بار هر خازن بعد از اتصال: $q_1' = C_1 V$ و $q_2' = C_2 V$

☜ج) اتصال دو خازن پر با صفحات غیر همنام به یکدیگر:

اگر در حالت ب صفحات غیر همنام بهم وصل شوند بار کل بعد از اتصال کاهش یافته و خازنها موازی می‌شوند و ولتاژ دو سر هر دو خازن به v خواهد رسید.

بعد از اتصال: $q_t = |q_1 - q_2| = q_1' + q_2'$

$$C_t = C_1 + C_2$$

ولتاژ دو سر هر خازن بعد از اتصال $V = \dfrac{q_t}{C_t} = \dfrac{|q_1 - q_2|}{C_1 + C_2} = \dfrac{|C_1 V_1 - C_2 V_2|}{C_1 + C_2}$

نکته: اگر خازنی به مولد متصل و باردار شود و سپس از باتری جدا شود بار الکتریکی آن ثابت می‌ماند و با تغییر مشخصات ساختمانی خازن (K, A, d)، ظرفیت تغییر کرده و اختلاف پتانسیل دو سر خازن به نسبت عکس تغییر می‌کند و داریم:

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{V_2}{V_1}=\frac{U_2}{U_1} \quad \text{و} \quad q_1=q_2$$

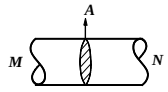
نکته: تا زمانی که خازنی به مولد متصل است اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است و با تغییر مشخصات خازن (K,A,d) ظرفیت تغییر کرده و بار به نسبت متناسب با ظرفیت تغییر می‌کند.

$$V_1=V_2$$

$$\frac{C_2}{C_1}=\frac{q_2}{q_1}=\frac{U_2}{U_1}$$

فصل ۳ : مدار های جریان مستقیم فیزیک ۳ سال سوم

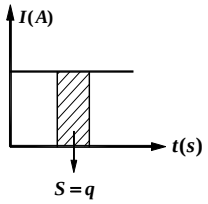
شدت جریان متوسط: بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط گویند.



و رابطه ی آن چنین است: $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$

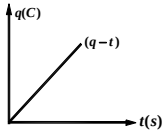
شدت جریان لحظه‌ای: شدت جریان متوسطی است که بازهٔ زمانی آن بسیار کوچک باشد. که این تعبیر مشتق است یعنی $I=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{dq}{dt}$ شدت جریان لحظه‌ای یعنی شدت جریان لحظه‌ای آهنگ شارش بار از هر مقطع مدار است.

جریان مستقیم (dc): اگر در تمام بازه های زمانی شدت جریان لحظه‌ای با شدت جریان متوسط برابر باشند به آن جریان مستقیم می‌گوئیم برای



این جریان داریم: $q=It$

نمودارهای جریان الکتریکی ــ زمان $(I-t)$ و بار الکتریکی شارش شده از یک مقطع فرض بر حسب زمان $(q-t)$ به صورت شکل‌های مقابل است.



نکته: سطح محصور بین نمودار $(I-t)$ با محور زمان‌ها در هر بازه زمانی دلخواه برابر با بارشارش شده در همان بازه‌ی زمان از یک مقطع رسانا است.

نکته:شیب نمودار $(q-t)$ در جریان مستقیم مقدار ثابتی بوده و برابر باشدت جریان الکتریکی است.

نکته:هرگاه تعداد الکترون‌های شارش شده توسط جریان الکتریی ثابت جاری در یک سیم را بخواهیم می‌توانیم به روش زیر عمل کنیم:

$$\left.\begin{aligned} q&=It\\ q&=ne\end{aligned}\right\}\Rightarrow ne=It$$

بار ذخیره شده در باتری : بیشینه بار الکتریکی ذخیره شده در باتری می باشد که واحد آن آمپر بر ساعت است که در رابطه $q=It$ باید I بر حسب آمپر و t بر حسب ساعت و q بر حسب آمپر ساعت باشد.

مدار الکتریکی: برای برقرا جریان الکتریکی، باید بار الکتریکی در یک مسیر بسته شارش نماید. به این مسیر بسته مدار الکتریکی می‌گوئیم اجزاء اصلی یک مدار الکتریکی شامل:

منبع انرژی الکتریکی (مولد یا باتری)۲– مصرف‌کننده‌ی انرژی الکتریی (مقاومت الکتریکی)۳– سیم‌های واصل بین مولد و مقاومت: که فرض می‌کنیم این سیم‌ها بدون مقاومت هستند. مدارهای الکتریکی می‌توانند شامل اجزاء دیگر مانند: آمپرسنج، ولت سنج ، فیوز، کلید، گالوانومتر، دیود وغیره باشند که با برخی

از آنها نیز در ادامه بحث آشنا می‌شویم.

قانون اهم: نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانای فلزی به شدت جریانی که از آن می‌گذرد، در دمای ثابت، مقدار ثابتی است. به این نسبت مقاومت الکتریکی رسانا می‌گوئیم و آن را با علامت R نمایش داده و یکای آن در SI اهم (Ω) است:

$$R=\frac{V}{I}$$

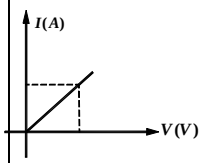
تعریف یک اهم (یکای مقاومت الکتریکی در SI):یک اهم مقاومت رسانایی است که وقتی اختلاف پتانسیل دو سر آن یک ولت باشد، جریانی به شدت یک آمپر از آن بگذرد.

رسانای اهمی:هر رسانایی که از قانون اهم پیرویکند را رسانای اهمی می‌گوئیم و برخی از رساناها هستند که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند مانند دیود که در پیش دانشگاهی رشته ریاضی با آنها آشنا می‌شوید.

نمودار جریان الکتریکی نسبت به اختلاف پتانسیل دو سر یک

رسانای اهمی:

طبق رابطه یک عدد ثابت $R=\frac{V}{I}=$ هرگاه نمودار $(I-V)$ یک رسانای اهمی را رسم کنیم یک خط مایل می‌شود که شیب این نمودار $\frac{I}{V}=\frac{1}{R}=$ شیب نمودار است.



عوامل مؤثر در مقاومت رساناهای فلزی: مقاومت یک رسانای فلزی به چهار عامل زیر بستگی دارد.

۱– طول رسانا $(R\propto L)$ ۲– سطح مقطع رسانا $(R\propto\frac{1}{A})$ ۳– جنس رسانا که آن را با مقاومت ویژه نمایش می دهیم $(R\propto\rho)$ ۴– دمای رسانا مقاومت یک رسانا تابع حجم رسانا نیست

نکته۴:اگر چه مقاومت یک رسانا با جریان و ولتاژ دو سر آن تعریف می .

@pysics_school نمازی سعید مهندس
بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

شود ولی به آن دو بستگی ندارد.

برای یک رسانای فلزی می‌توانیم نمودارهای زیر را در دمای ثابت رسم کنیم.

در دمای ثابت مقاومت الکتریکی یک رسانا برابر است با:

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

رابطه ی مقایسه ی دو مقاومت فلزی: برای مقایسه دو مقاومت فلزی در دماهای ثابت داریم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

$$A\alpha D^2 \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times (\frac{D_1}{D_2})^2$$

تغییر طول رسانا در حجم و جرم ثابت: اگر در حجم ثابت طول رسانا را تغییر دهیم بین طول و سطح مقطع رسانا می توانیم چنین بنویسیم:

$$A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

چنانچه سیمی را با ثابت ماندن حجم بکشیم تا طولش n برابر شود، سطح مقطع آن $\frac{1}{n}$ برابر شده و مقاومتش n^2 برابر می‌شود. زیرا:

$$L_2 = nL_1 \Rightarrow V_2 = V_1 \Rightarrow A_2 L_2 = A_1 L_1 \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{n}$$

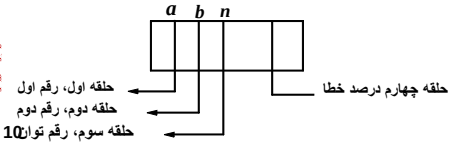
$$\frac{R_2}{R_1} = (\frac{\rho_2}{\rho_1})(\frac{L_A}{L_B})(\frac{L_2}{L_1})(\frac{A_1}{A_2}) = 1 \times n \times n = n^2 \Rightarrow R_2 = n^2 R_1$$

اثر دما بر مقاومت رساناهای فلزی: هر ماده مقاومت ویژه‌ی الکتریکی مخصوص به خود را دارد و هر چه مقاومت الکتریکی یک جسم کمتر باشد آن جسم رسانای الکتریکی بهتری است. افزایش دما مقاومت ویژه رسانا را افزایش می‌دهد $(\alpha > 0)$ ولی در

نیمرسانا هر چه دما افزایش یابد مقاومت ویژه الکتریکی کاهش می‌یابد. رابطه مقاومت ویژه با تغییرات دما چنین است:

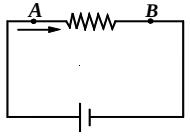
$$\begin{cases} \rho_2 = \rho_1[1+\alpha(\theta_2 - \theta_1)] \\ \Delta\rho = \rho_1 \alpha \Delta\theta \end{cases} \quad \text{و} \quad \begin{cases} R_2 = R_1(1+\alpha\Delta\theta) \\ \Delta R = R_1 \alpha \Delta\theta \end{cases}$$

کد گذاری مقاومت‌ها: برای تشخیص مقدار مقاومت‌های کربنی که در قطعات الکتریکی به کار می‌روند از حلقه‌های رنگی استفاده می‌شود و هر رنگ را به عدد خاصی نسبت می‌دهد که معمولاً از ۴ حلقه روی هر مقاومت استفاده می‌شود. به روش زیر می‌توان مقاومت یک رسانا را تشخیص داد. $\mathrm{R} = \overline{ab} \times 10^{n}$



رئوستا: برای تنظیم و کنترل جریان در یک مدار از مقاومت متغیر یا رئوستا استفاده می شود.

افت پتانسیل در مقاومت:



اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت داشته باشیم در رسانا یک میدان الکتریکی بوجود می‌آید که باعث شارش بار می شود و اگر در جهت جریان از روی مقاومت عبور کنیم در آن افت پتانسیل ایجاد خواهد شد. یعنی:

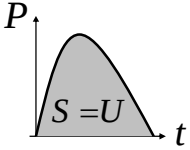
$$V_A - V_B = IR \quad , \quad V_B - V_A = -IR$$

انرژی مصرفی در یک مقاومت:

$$W = U = qV = RI^2 t = V\ I\ t = \frac{V^2}{R} t$$

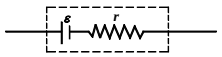
توان الکتریکی مصرف شده در یک مقاومت:

$$P = \frac{U}{t} = \frac{qV}{t} \Rightarrow P = I^2 R = \frac{V^2}{R} = VI$$



سطح محصور در نمودار توان الکتریکی – زمان برابر انرژی مصرف شده در مقاومت است.

مولد: مولد در مدار به عنوان یک منبع تأمین کننده انرژی محسوب می‌شود و با دادن انرژی به بارهای الکتریکی، امکان شارش آنها و جریان الکتریکی را فراهم می‌آورد. هر مولد دارای نیروی محرکه ε بر حسب ولت و مقاومت درونی r بر حسب اهم می باشد.



نیروی محرکه‌ی مولد: انرژی که مولد به واحد بار الکتریکی (یعنی یک کولن) می‌دهد تا در مدار شارش نماید. یعنی اگر انرژی U را به بار q بدهد تا از پایانه مثبت به پایانه منفی منتقل شود داریم: یعنی:

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

مقاومت درونی مولد: هر مولد دارای مقاومتی است که به آن مقاومت درونی مولد می گوییم و آن را با علامت r نشان داده و یکای آن بر حسب اهم است.

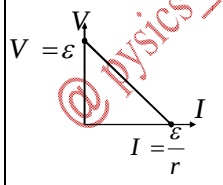
رابطه ی اختلاف پتانسیل دو سر مولد

$$V = \varepsilon - Ir$$

در رابطه Ir افت پتانسیل دو سر مولد است و آن مقدار انرژی است که در یک مولد در اثر عبور جریان تلف می شود می باشد.

نکته: در دو صورت اختلاف پتانسیل دو سر مولد با نیروی محرکه ی آن برابر است. ۱– جریانی از مولد عبور نکند. ۲– مقاومت درونی مولد برابر صفر باشد. که در این دو حالت Ir برابر صفر خواهد شد.

رسم نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان:



اگر نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسبشدت جریان عبور از آن رسم شود به صورت مقابلی شود که شیب

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin

telegram.me/irandaneshnovin

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۰۵

نمودار برابر r − است.

توان مولد : اگر از یک مولد جریان عبور کند داریم:

$P_t = \varepsilon I$: توان تولید شده در مولد

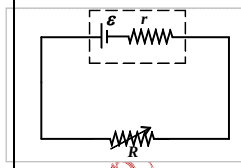
$P_r = I^2 r$: توان تلف شده در مولد

و درنتیجه توان مفید و بازده مولد برابر است با:

$P = P_t - p_r = \varepsilon I - I^2 r = V I$: توان الکتریکی مفید مولد

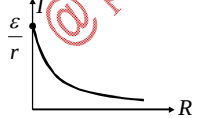
$R_a = \frac{P}{P_t} = \frac{\varepsilon - Ir}{\varepsilon} = \frac{V}{\varepsilon}$: بازده مولد

چند نکته مهم برای مدار مقابل :



در مدار مقابل اگر مقاومت رئوستا از صفر تا بی نهایت تغییر کند میتوان نکات زیر را بررسی کرد:

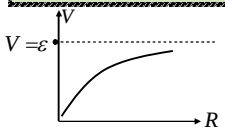
۱– نمودار جریان الکتریکی مدار بر حسب تغییرات R



۲– نمودار ولتاژ دو سر مقاومت بر

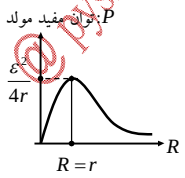
خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۰۶

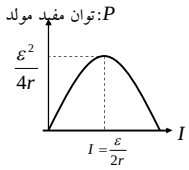
حسب R چنین می شود:



۳– در این مدار وقتی توان مفید بیشنه است که $R = r$ باشد که در این صورت جریان مدار $I = \varepsilon / 2r$ بوده و توان مفید ماکزیمم می شود و برابر $P_{Max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$: توان مفید ماکزیمم و تونان کل برابر $\frac{\varepsilon^2}{2r}$ و بازده برابر ۵۰ درصد بوده و ولتاژ دو سر مولد برابر $V = \frac{\varepsilon}{2}$ می شود.

نمودار توان مفید بر حسب جریان و بر حسب R به شکل های زیر می شود:





خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۰۷

هرگاه R=r باشد توان مفید مولد ماکزیمم بوده هرگاه مقاومت خارجی طوری تغییر کند که از مقاومت درونی دور شود توان مفید مولد کاهش و اگر مقاومت خارجی به مقاومت درونی نزدیک شود توان مفید مولد افزایش می یابد.

مدار تک حلقه: یک مدار الکتریکی که قسمت‌های مختلف آن باسیمهای رابط (که بدون مقاومت فرض می‌شوند) به طور متوالی به دنبال یکدیگر بسته شده‌اند و شدت جریان در تمام قسمت‌های مدار یکسان است را مدار تک حلقه می‌نامند. در این گونه مدارها برای تعداد مقاومت‌ها و تعداد باتریها محدودیتی قایل نمی‌شویم و رابط بین کمیت‌های الکتریکی رابا توجه به نکات زیر می‌نویسیم.۱– جریان در تمام قسمت‌های مدار یکسان است (طبق اصل پایستاری بار الکتریکی)۲– یک جهت اختیاری برای جریان الکتریکی در مدار تعیین می‌کنیم.۳– اگر در جهت جریان حرکت کنیم و مدار را یک دور کامل بزنیم باید مجموع اختلاف پتانسیل‌ها صفر شود (طبق

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۰۸

اصل پایستاری انرژی) در این حالت برای هر مقاومت $IR -$ اضافه می‌کنیم و برای هر مولد $(\varepsilon - Ir)$ و برای هر ضد محرکه $(-\varepsilon - Ir)$ اضافه می‌کنیم.۴– اگر در خلاف جهت جریان حرکت کنیم و مدار را یک دور کامل بزنیم هر یک از قسمت‌های فوق در مرحله۲ را در (-1) ضرب می‌کنیم.۵– هرگاه جهت فرضی جریان صحیح باشد مقداری که برای I به دست می‌آید مثبت ولی اگر جهت جریان صحیح نباشد مقدار به دست آمده منفی می‌شود که بزرگی I صحیح است فقط باید جهت جریان را معکوس کنیم.

دو دستوالعمل مهم برای محاسبه اختلاف پتانسیل هر جزء از مدار:

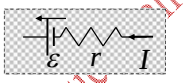
۱– هرگاه در مدار در جهت جریان از روی مقاومت R (r) عبور کنیم

پتانسیل به اندزه IR- , (Ir-) تغییر می کند و اگر در خلاف جهت جریان از روی مقاومت عبور کنیم پتانسیل به اندازه IR+ , (Ir+) تغییر می کند.

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۰۹

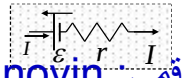
۲– هرگاه از مولد عبور کنیم (بدون توجه به جهت جریان) در صورتیکه از پایانه منفی به پایانه مثبت برویم پتانسیل به اندازه $+\varepsilon$ تغییر می کند و اگر از پایانه مثبت به پایانه منفی برویم پتانسیل به اندازه $-\varepsilon$ تغییر می کند.

اجزای یک مدار تک حلقه : در یک مدار تک حلقه سه جزء اصلی داریم : ۱– مقاومت R (r) ۲– مولد با نیروی محرکه : هرگاه جهت نیروی محرکه با جهت جریان هم جهت باشد یعنی جریان از قطب مثبت آن خارج شود آن مولد را محرک می گوییم و این مولد دهنده ی انرژی به مدار است.



مولد با نیروی محرک
$V = \varepsilon - Ir$

۳– مولد ضد محرک (گیرنده – ضد محرک) ک اگر جهت نیروی محرکه در خلاف جهت جریان باشد یعنی جهت جریان از قطب منفی خارج می شود که به آن ضد محرک یا گیرنده می گوئیم



مولد گیرنده با نیروی ضد محرک
$V = \varepsilon' + Ir$

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۱۰

رابطهٔ شدت جریان الکتریکی برای مدارهای تک حلقه: ابتدا برای جریان جهتی دلخواه (ساعتگرد یا پادساعتگرد) انتخاب می‌کنیم.

سپس هر مولدی که نیروی محرکه‌ی آن هم جهت با جریان باشد را نیروی محرکه ε نامیده و هر مولدی که نیروی محرکه‌اش بر خلاف جهت جریان باشد ضد محرکه، می‌نامیم و می‌توانیم رابطه زیر را بنویسیم:

$$I = \frac{\Sigma\varepsilon(\text{محرکه}) - \Sigma\varepsilon'(\text{ضد محرکه})}{\Sigma R + \Sigma r}$$:جریان در مدار تک حلقه

اختلاف پتانسیل میان دو نقطه از مدار: بعد از تعیین جریان برای محاسبه اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار، از نقطه اول روی مدار و در جهت دلخواه شروع به حرکت می‌کنیم، پتانسیل آن نقطه را نوشته و از هر جزء مدار که عبور می‌کنیم با توجه به توضیحات بالا تغییرهای پتانسیل اضافه می‌کنیم تا به نقطه دوم

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه‌های تک رقمی: @irandaneshnovin

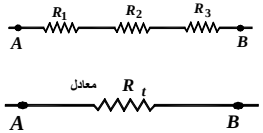
telegram.me/irandaneshnovin

برسیم و حاصل را مساوی پتانسیل نقطه دوم قرار می‌دهیم. و بعد از جایگذاری معلومات اختلاف پتانسیل میان دو نقطه به دست می‌آید.

به هم بستن مقاومت‌ها: به دو صورت ساده می‌توانیم مقاومت رابه یکدیگر وصل کنیم که عبارتند از اتصال متوالی مقاومت‌ها و اتصال موازی مقاومت. در هر حالت می‌توان یک مقاومت معادل به جای تمام مقاومت‌ها قرار داد.

مقاومت معادل: مقاومت معادل چند مقاومت در یک مدار مقاومتی است که اگر به جای آنها در مدار قرار گیرد و به همان اختلاف پتانسیل وصل شود شدت جریانی که از آن می‌گذرد برابر شدت جریانی باشد که از مجموعه مقاومت‌ها می‌گذرد.

اتصال متوالی مقاومت‌ها:



با توجه به مطالب کتاب درسی:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

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

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

چند نکته در اتصال متوالی مقاومت‌ها: ۱- مقاومتی که از دیگر مقاومت‌ها بزرگتر باشد اختلاف پتانسل دو سر آن از همه بزرگتر است. ۲- مقاومت بزرگتر، دارای توان الکتریکی مصرفی و انرژی الکتریکی مصرفی بزرگتری است. (در زمان مساوی) ۳- هرگاه n مقاومت مساوی به طور متوالی به هم متصل شوند، مقاومت معادل برابر $R_t = nR$ می‌شود در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر تمام مقاومت‌ها برابر و توان الکتریکی مصرفی تمام مقاومت‌ها برابر است. ۴- چون جریان‌ها در تمام مقاومت‌ها برابر است در نتیجه نسبت اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت به مقاومت آن برای تمام مقاومت‌ها برابر است. یعنی:

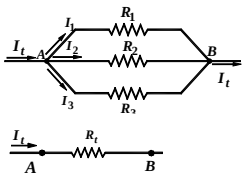
$$I_1 = I_2 = \dots \Rightarrow \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \dots = \frac{V_t}{R_t}$$

۵- توان مصرفی مقاومت تقسیم بر مقاومت برای تمام مقاومت‌ها برابر است یعنی:

$$I_1 = I_2 = \dots \Rightarrow \frac{P_1}{R_1} = \frac{P_2}{R_2} = \dots = \frac{P_t}{R_t}$$

اتصال موازی مقاومت‌ها:

با توجه به مطالب کتاب درسی



۱) $V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$

۲) $I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$

۳) $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \dots$

چند نکته برای اتصال موازی مقاومت‌ها:

۱- مقاومت بزرگتر دارای شدت جریان کوچکتر است.

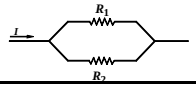
۲- برای دو شاخه نسبت شدت جریان‌ها با مقاومت رابطه عکس دارد.

۳- به نقطه A و B که جریان تقسیم می‌شود گره می‌گوئیم:

$$V_1 = V_2 = \dots \Rightarrow \begin{cases} \frac{I_1}{R_2} = \frac{I_2}{R_1} & \text{یا} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \\ I_1 R_1 = I_2 R_2 = \dots = I_t R_t \end{cases}$$

۴- مقاومت بزرگتر توان الکتریکی مصرفی کوچکتری دارد.

۵- نسبت توان الکتریکی دو شاخه دلخواه به صورت مقابل است:

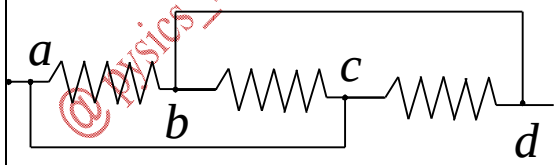


$$V_1 = V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

۶- هرگاه دو مقاومت داشته باشیم چنین می‌نویسیم:

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \text{و} \quad R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

۸- اگر یک سیم بدون مقاومت الکتریکی که دو نقطه از مدارزی با به یکدیگر وصل می کند در مدار باشد می‌توان نتیجه گرفت که پتانسیل دو سر این سیم برابر است و می توان آن دو نقطه را روی هم قرار داد و با رسم مجدد شکل مدار را ساده تر کرد. مثلاً در شکل زیر به شکل زیر دقت کنید: نقاط a ,c هم پتانسیل و نقاط b,d نیز هم پتانسیل بوده پس اژر مجدداً شکل را رسم کنسد سه مقاومت موازی خواهند بود.

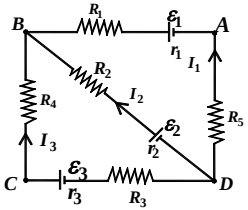


آمپرسنج : آمپرسنج وسیله ای است که شدت جریان هر قطعه از مدار را اندازه گیری می کند.

و باید با آن قطعه به صورت متوالی وصل شود. و علامت آن —(A)— است. یک آمپرسنج مناسب آمپرسنجی است که مقاومت درونی آن بس یار ناچیز باشد و آمپرسنج ایده آل مقاومتش صفر است.آمپرسنج باید به صورت متوالی در مدار قرار گیرد ولی اگر به اشتباه به صورت موازی وصل شود آن محل اتصال کوتاه شده و احتمالاً آمپرسنج خواهد سوخت.

ولت سنج : ولت سنج وسیله ای است ولتاژ دو سر مدار را اندازه بگیرد و باید با آن دو نقطه موازی باشد یک ولت سنج مناسب دارای مقاومت بسیار بزرگ است. مقاومت یک ولت ایده آل بی نهایت است.ولت سنج باید به صورت موازی در مدار قرار گیرد ولی اگر ولت سنج به صورت متوالی در مدار قرار گیرد به علت مقاومت زیاد مانع عبور جریان از مدار شده و جریان صفر می شود. ینعی شاخه ای که در آن ولت سنج است جریانش صفر است.

مدارهای چند حلقه: به مدارهایی که بیش از یک حلقه دارند، مدارهای چند حلقه یا انشعابی می‌گویند که برخلاف مدارهای تک حلقه‌ای، در این



گونه مدارها از هر حلقه شدت جریان متفاوتی می‌گذرد. به عنوان مثال شکل مقابل را از هرحلقه شدت جریان متفاوتی می‌گذرد. به عنوان مثال شکل مقابل را در نظر بگیرید: یک مدار چند حلقه می‌باشد برای چنین مدارهایی می‌توانیم تعاریف زیر را نیز بیان کنیم.

گره: محل اتصال حداقل سه سیم به یکدیگر را گره می‌نامیم. (و یا نقطه‌ای که بیش از دو عنصر الکتریکی به آن وصل شده باشد) که در شکل مقابل دو گره داریم که عبارتند از: B و D

@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی

telegram.me/irandaneshnovin

شاخه:قسمتی از مدار که جریان در آن قسمت در کلیه اجزاء یکسان است که هر شاخه بین دو گره واقع است و نکته مهم آنکه به تعداد شاخه‌ها در یک مدار جریان الکتریکی داریم به عنوان مثال در شکل بالا سه حلقه مستقل داریم که عبارتند از: DAB و شاخه DB و شاخه DAB

حلقه:هر مسیر بسته که از شاخه‌ها تشکیل شده باشد را حلقه می‌گوئیم که البته این مسیرهای بسته نباید تکراری باشند که در شکل بالا سه حلقه مستقل داریم که عبارتند از: حلقه $DCBD$ و حلقه $DBAD$ و حلقه $DABCD$

برای حل مدارها انشعابی از دو قانون زیر کمک می‌گیریم.

قانون شدت جریان‌ها:جمع جریان‌هایی که به گره نزدیک می‌شوند برابراست با جمع جریان هایی که از گره دور می‌شوند یعنی برای هر گره مجموع جبری شدت جریانها برابر صفر است.

$\Sigma I = 0$ برای هر گره

قانون ولتاژها:مجموع جبری ولتاژ در یک حلقه بسته برابر صفر

است. یعنی $\sum V = 0$

نکته۱:اگر در مداری n گره وجود داشته باشد قانون جریانها برای $(n-1)$ گره را می‌توان به کار برد.

نکته۲:در حل مسائل مدارهای چند حلقه با به کار بردن دو قانون جریانها و ولتاژها باید به تعداد مجهولهای مسئله معادله نوشت و آنها را حل کنیم.

فصل ۴ : مغناطیس — فیزیک سال سوم دبیرستان

مغناطیس (آهنربا):بعضی از مواد معدنی خاصیت جذب مواد آهنی را دارند و ذرات آهن را می‌ربایند، این خاصیت را خاصیت مغناطیسی یاخاصیت آهنربایی گویند.

واژه مغناطیس از نوعی سنگ معدن آهن گرفته شده است. و فرمول آن (Fe_3O_4) می‌باشد. آهنرباها را به صورت‌های مختلف می‌سازند مانندآهنربای تیغه‌ای، حلقه‌ای، نعلی شکل، میله‌ای و ..

قطب‌های آهنربا:برای هر آهنربا دو ناحیه وجود دارد که بیشترین خاصیت مغناطیسی را دارد که به آن دو ناحیه قطب‌های آهنربا می‌گوئیم (قسمت میانی خاصیت مغناطیسی بسیار ناچیزی دارد و آنجا را ناحیه خنثی می‌نامیم)

نام‌گذاری قطب‌های یک آهنربا:اگر آهنربا رابه کمک یک نخ از مرکز ثقل بیاویزیم که بتواند آزادانه بچرخد و در این حالت فقط سه نیروی وزن آهن و کشش نخ و نیروی میدان مغناطیسی زمین به آن اثر کند در این حالت یک سر آهن ربا همواره به سمت شمال

جغرافیایی قرار می‌گیرد که به آن قطب شمال و یا قطب N می‌گوئیم و سر دیگر به سمت جنوب جغرافیایی قرار می‌گیرد که به آن قطب جنوب مغناطیسی یا قطب S می‌گوئیم.

القای مغناطیسی:هرگاه یک ماده‌ی مغناطیسی در کنار یک آهنربا و یا در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد، دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود که به این پدیده القای مغناطیسی می‌گوئیم مانند قرار گرفتن یک میخ آهنی درکنار یک آهنربا، ماده‌ای که تبدیل به آهنربا شده است را آهنربای القایی می‌گوئیم. در این حالت همیشه بین آهنربا و آهنربای القای جاذبه خواهیم داشت و هرگز رانشی نداریم. یعنی قطب‌های القایی همواره به گونه‌آی است که رابیش به سوی آهنربای اصلی راسبب می‌شود و در اثر القای مغناطیسی هرگز رانشی به وجود نمی‌آید.

میدان مغناطیسی:در فضای اطراف هر آهنربا خاصیتی وجود دارد که هرگاه یک ماده مغناطیسی در این فضا قرار گیرد به آن نیرو وارد می‌شود. این خاصیت را میدان مغناطیسی می‌گوئیم. و آن را

با علامت $\vec{B}$ نمایش داده و یکای آن را در SI بر حسب تسلا (T) است. میدان مغناطیسی مانند میدان الکتریکی کمیتی برداری است و برای درک بهتر آن از خطوط فرضی به نام خطوط میدان مغناطیسی استفاده می‌کنیم.

جهت خطوط مغناطیسی:بر طبق قرارداد در هر نقطه از فضا که میدان مغناطیسی باشد جهت میدان مغناطیسی هم جهت نیرویی است که از طرف میدان مغناطیسی بر قطب N عقربه مغناطیسی در هر نقطه وارد می‌کند.

ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی:خطوط میدان مغناطیسی که در هر ناحیه رسم می‌شوند باید به طور کامل خاصیت برداری میدان مغناطیسی را توصیف کنند درنتیجه باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

۱– تراکم خطوط در هر نقطه، اندازه و بزرگی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

۲– مماس در هر نقطه بر خطوط، راستای میدان مغناطیسی را معین می‌کند.

۳– سوی میدان در هر نقطه هم سو باخطوط میدان است.

۴– خطوط میدان مغناطیسی یکدیگر را قطع نکرده و خطوط بسته می‌باشد.

نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی:

هرگاه سیمی به طول L حامل جریان الکتریکی مستقیم I واقع در میدان مغناطیسی B باشد نیروی وارده از طرف میدان بر سیم برابر است با:

$$F = BIL\sin\theta$$

که این نیرو کمیتی برداری است و مقدار آن از رابطه‌ی بالا به دست می‌آید. و راستای این نیرو همیشه بر صفحه‌ای که سیم و بردار میدان در آن صفحه قرار می‌گیرند عمود است یعنی این نیرو همیشه بر راستای سیم عمود و همچنین بر بردار میدان عمود است و جهت این نیرو طبق قاعده دست راست به دست می‌آید.

@irandaneshnovin :بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی

telegram.me/irandaneshnovin

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۳

بردار نیروی الکترومغناطیسی دارای ویژگیهای زیر است:

۱–اندازه ومقدار(بزرگی) نیرو: برابر است با $F = BIL\sin\theta$ (θ زاویه بین راستای سیم و راستای میدان مغناطیسی است)

۲– راستای نیرو: عمود بر بردار $\vec{IL}$ و عمود بر بردار $\vec{B}$ یعنی عمودر بر صفحه ایجاد شده توسط دو بردار $\vec{B},\vec{IL}$

۳–سوی میدان مغناطیسی: اگر چهار انگشت دست راست را باز و در جهت جریان واقع شود بطوریکه خم کردن انگشتان به سمت میدان مغناطیسی قرار گیرد (و یا بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود)شست دست راست جهت نیرو را نشان میدهد.

نکته: میدان مغناطیسی یکنواخت خارجی است که سیم در آن واقع شده است که بر سیم حامل جریان نیروی وارد می‌کند طبق قانون سوم نیوتن ، سیم حامل جریان نیز بر میدان مغناطیسی نیروی عکس العمل را وارد می‌کند به عنوان مثال اگر یک آهنربا را نزدیک سیم حامل جریان نماییم و از طرف آهنربا به سیم نیروی F وارد شود

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۴

قطعاً سیم نیز به آهنربا نیروی عکس‌العمل وارد می‌کند (یعنی سیم حامل جریان مانند یک آهنربا است)

نیروی وارد بر ذره باردار متحرک q در میدان مغناطیسی B :اگر بار الکتریکی q با سرعت V در میدان مغناطیسی یکنواخت B حرکت کند از طرف میدان بر بار متحرک نیرویی به اندازه زیر وارد می‌شود. $F = qVB\sin\alpha$

این نیرو کمیتی برداری است وبزرگی آن از رابطه‌ی بالا به دست می‌آید و راستای این نیرو همواره بر بردار سرعت و بر بردار میدان مغناطیسی عمود است و یا به عبارت دیگر بر صفحه حاصل از دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{B}$ عمود است. و اگر بار مثبت باشد جهت نیرو طبق قاعده دست راست و اگر بار q منفی باشد جهت نیرو طبق قاعده دست چپ به دست می‌آید.

بردار نیروی الکترومغناطیسی دارای ویژگیهای زیر است:

اندازه ومقدار(بزرگی) نیرو: برابر است با $F = BqV\sin\theta$ (θ زاویه بین راستای سرعت و راستای میدان الکتریکی است)

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۵

۲– راستای نیرو: عمود بر بردار سرعت و عمود بر بردار $\vec{B}$ یعنی عمودر بر صفحه ایجاد شده توسط دو بردار $\vec{B},\vec{V}$

۳–سوی میدان مغناطیسی: در دو حالت توضیح می‌دهیم الف)اگر بار الکتریکی مثبت باشد: چهار انگشت دست راست را باز و در جهت حرکت بار واقع شود بطوریکه خم کردن انگشتان به سمت میدان مغناطیسی قرار گیرد (و یا بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود) شست دست راست جهت نیرو را نشان میدهد.

ب) اگر بار الکتریکی منفی باشد: تمام کارهای قسمت الف را با دست چپ انجام می‌دهیم و یا می‌توانیم با دست راست انجام داده و جهت نیروی بدست آمده را معکوس نماییم.

نکته: می‌توانیم نتیجه گیری کنیم که اطراف بار الکتریکی متحرک باید یک میدان مغناطیسی تولید شودتا اگر این بار متحرک در میدان مغناطیسی خارجی قرار گیرد به آن نیرو وارد شود. (مانند زمانی که دو آهنربا که مقابل هم قرار گیرند.)

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۶

نکته: هر گاه بار الکتریکی متحرک داشته باشیم اطرافش علاوه بر میدان الکتریکی $\vec{E}$ ، میدان مغناطیسی $\vec{B}$ نیز تولید می‌شود.

آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی:

الف) میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست حامل جریان:

هرگاه از سیم مستقیم و بلندی جریان الکتریکی I عبور کند در اطراف سیم میدان مغناطیسی به وجود می‌آید که بزرگی میدان مغناطیسی در هر نقطه به فاصله R از سیم برابر است با:

$$B = \mu_\circ \frac{I}{2\pi R} = 2\times10^{-7}\frac{I}{R}$$

که $\mu_\circ$ تراوایی مغناطیسی خلا نام دارد و برابر است با:

$$\mu_\circ = 4\pi\times10^{7}\frac{T.m}{A}$$

جهت این میدان در هر نقطه از قاعده دست راست بدست می‌آید.

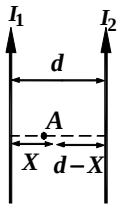
نکته:در اثر عبور جریان الکتریکی از یک سیم در اطراف آن میدان مغناطیسی پدید می‌آید و می‌توانیم نتیجه بگیریم این میدان به علت حرکت بارهای الکتریکی است یعنی در اطراف تمامی بارهای

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۷

الکتریکی متحرک (خواه در سیم باشند، خواه در سیم نباشند) میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. بنابراین میدان مغناطیسی علاوه بر آنکه اطراف یک آهنربا به وجود می‌آید در اطراف بار الکتریکی متحرک نیز به وجود می‌آید.

نکته: جهت خطوط میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی به کمک قاعده دست راست بدین صورت تعیین می‌شود: هر گاه انگشت شست دست راست را روی سیم در جهت جریان قرار دهیم جهت بسته شدن چهار انگشت دیگر سوی خطوط میدان را در نقاط اطراف سیم را نشان می‌دهد.

نکته:هر گاه دو سیم موازی به فاصله‌ی d از یکدیگر بوده و حامل جریان های I_1, I_2 هم جهت باشند می‌توان نقطه‌ای بین دو سیم و نزدیک تر به سیمی که جریانش کمتر است پیدا کرد که

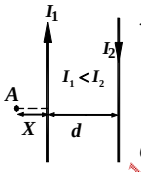


خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۲۸

میدان مغناطیسی برآیند دو سیم در آن نقطه صفر باشد.

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{I_1}{X} = \frac{I_2}{d-X} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{X}{d-x}$$

نکته: هر گاه طول سیم ها طویل باشد مکان هندسی نقاطی که در آن نقاط میدان برآیند دو سیم صفر می‌شود یک خط موازی دو سیم و بین دو سیم است که در شکل بالا از نقطه A عبور می‌کند.



نکته:هر گاه دو سیم موازی به فاصله‌ی d از یکدیگر بوده و حامل جریان های I_1, I_2 غیر هم جهت باشند می‌توان نقطه‌ای خارج دو سیم و نزدیک تر به سیمی که جریانش کمتر است پیدا کرد که میدان مغناطیسی برآیند دو سیم در آن نقطه صفر باشد.

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{I_1}{X} = \frac{I_2}{d+X} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{X}{d+x}$$

میدان مغناطیسی ناشی از پیچه حامل جریان: پیچه مسطح از چند دور سیم نازک به شکل حلقه تشکیل شده است که به هم فشرده

@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی:

telegram.me/irandaneshnovin

شده‌اند. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز این پیچه که دارای شعاع R و N دور است و از آن جریان الکتریکی I می‌گذرد از رابطه زیر به دست می‌آید.

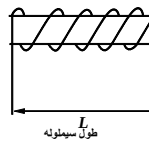
$$B=\mu_{\circ}\frac{NI}{2R}\quad(\mu_{\circ}=4\pi\times10^{-7}(\frac{T.m}{A}))\Rightarrow\quad B=2\pi\times10^{-7}\frac{NI}{R}$$

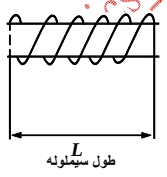
نکته:اگر سیمی به طول L را به صورت N حلقه به صورت پیچه تبدیل کنیم داریم:

$$N=\frac{L}{2\pi r}\quad\text{یا}\quad L=(2\pi r)N$$

ج) میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله حاصل جریان (سیملوله با سلف یا سولنوئید):

اگر شعاع قاعده‌ی سیملوله در مقایسه با





طول آن کوچک باشد و حلقه‌های سیملوله خیلی به هم نزدیک باشند میدان مغناطیسی داخل سیملوله در نقاط دور از لبه‌ها یکنواخت است و بزرگی آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B=\mu_{\circ}\frac{NI}{L}$$

نکته: در مبحث الکتریسته ساکن میدان الکتریکی یکنواخت توسط یک خازن ایجاد می‌شود و در مبحث مغناطیس در فضای درون سیملوله طویل (با صرفنظر کردن از لبه‌ها) می‌توان میدان مغناطیسی یکنواخت فرض کرد.

نکته: هر گاه در یک سیملوله حلقه‌ها به هم چسبیده باشند و مماس بر هم پیچیده شوند و قطر سیم برابر با D باشد و تعداد حلقه‌های سیملوله N باشد طول سیملوله $L=ND$ است و در صورتیکه طول کل سیم سیملوله برابر با L' باشد و شعاع سیملوله را r فرض کنیم داریم :

$$L'\approx N(2\pi r)\Rightarrow N=\frac{L'}{2\pi r}$$

نکته: هرگاه سیمی حامل جریان از داخل سیملوله‌ای طویل حامل جریان، موازی محور سیملوله عبور کند چون جریان سیم و میدان مغناطیسی سیملوله بر یک راستا هستند در نتیجه نیرویی بر سیم واقع در میدان مغناطیسی وارد نمی‌شود.

نکته: هرگاه بار الکتریکی به گونه‌ای وارد یک سیملوله دارای جریان، شود که راستای حرکت بر محور سیملوله منطبق باشد میدان ناشی از سیملوله و راستای حرکت بار برهم منطبق بوده و بر بار الکتریکی متحرک نیروی وارد نمی‌شود.

نکته: ویژگی‌های میدن مغناطیسی حاصل از سیملوله:

۱- جهت میدان مغناطیسی در داخل سیملوله در خلاف جهت میدان مغناطیسی در خارج آن است.

۲- خطوط میدان مغناطیسی که به کمک براده‌های آهن در داخل سیملوله مشاهده می‌شود واضح تر از این خطوط در خارج سیملوله هستند و این نشانگر قویتر بودن میدان مغناطیسی در داخل سیملوله است.

۳- میدان حاصل از سیملوله شبیه میدان مغناطیسی در آهنربای میله‌ای است.

سیملوله با هسته آهنی: اگر یک میله آهنی را درون سیملوله که میدان در آنجا قویتر از هر جای دیگر اطراف سیملوله است قرار دهیم هنگامی که جریانی در سیملوله برقرار شود. میله‌اهنی تبدیل به آهنربا می‌شود به این میله آهنی هسته سیملوله می‌گوئیم که چون به علت عبور جریان برق تبدیل به آهنربا می‌شود لذا به آن آهنربای الکتریکی می‌گوئیم.اگر سیملوله دارای هسته آهنی باشد میدان مغناطیسی در داخل سیملوله از رابطه مقابل به دست می‌آید

$B=K\mu_{\circ}\frac{NI}{L}$ خلاء و $K=1$ هوا) و برای مواد دیگر K که $(K>1)$ ضریبی است که به جنس هسته داخل سیملوله بستگی دارد و به آن تراوایی نسبی مغناطیسی هسته می‌گویند.

توانایی آهنربای الکتریکی:آزمایش نشان می‌دهد که توانایی آهنربای الکتریکی در جذب قطعات آهنی به سه عامل بستگی

دارد:۱- شماره دوره‌های سیملوله (N) ۲- جریانی که از سیملوله می‌گذرد (I) ۳- شکل هسته آهنی سیملوله.

شکستن آهنربا: اگر یک آهنربا میله‌ای را بطور متوالی بشکنیم آزمایش نشان می‌دهد که قطعه‌های کوچک خود نیز دو قطب داشته و آهنربا هستند و اگر به کوچکترین قطعه برسیم یک مولکول یا یک اتم خواهد بود که آن نیز دو قطب دارد یعنی اتمها و مولکولهای موجود یک آهنربا خود نیز خاصیت مغناطیسی دارد بنابراین منشا خاصیت آهنربایی به اتم ها ومولکولهای یک آهنربا برمی‌گردد .

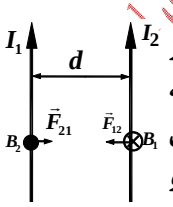
دو قطبی مغناطیسی: کوچکترین آهنرباها همان اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در آهنربا هستند که خاصیت مغناطیسی دارند این آهنربا های کوچک را دو قطبی مغناطیسی می‌نامیم (یعنی هر دو قطب مغناطیسی را دارد)

نکته: در یک آهنربا با قرار گرفتن قطب‌های غیر همنام دو قطبی‌ها در درون آهنربا مجاور یکدیگر ،آهنربای اصلی ساخته می شود.

محور مغناطیسی: خطی که دو قطب یک دو قطبی مغناطیسی را به هم متصل می کند، محور مغناطیسی آن دو قطبی نامیده می‌شود.

نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان های هم جهت:

هر گاه دو سیم حامل جریان مجاور یکدیگر قرار گیرند هر یک از آنها سیم حامل جریانی بوده که در میدان مغناطیسی حاصل از جریان سیم دیگر قرار دارد، در نتیجه بر هر یک از آنها نیروی الکترومغناطیسی وارد می‌شود



اگر میدان مغناطیسی ناشی از سیم I_1 را B_1 بنامیم در نتیجه سیم حامل جریان I_2 در میدان مغناطیسی B_1 قرار می‌گیرد و به

آن نیروی F_{12} اثر می‌کند یعنی نیرویی که از طرف سیم ۱ به

@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی:

telegram.me/irandaneshnovin

سیم ۲ اثر می‌کند و همچنین سیم حامل جریان I_1 در میدان مغناطیسی B_2 واقع شده و به آن نیروی F_{21} اثر می‌کند یعنی نیرویی که از طرف سیم ۲ به سیم ۱ اثر می‌کند که می‌توان طبق قاعده دست راست جهت این نیروها را تعیین کرد که اگر جریان‌ها هم جهت باشند سیم‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند و مقدار این نیرو چنین بدست می‌آید:

$$B_1 = 2\times10^{-7}\times\frac{I_1}{d} \rightarrow F_{21} = B_1 I_2 L = 2\times10^{-7}\frac{I_1 I_2}{d}L \Rightarrow \frac{F_{21}}{L} = 2\times10^{-7}\times\frac{I_1 I_2}{d}$$

و $\frac{F_{21}}{L} = \frac{F_{12}}{L}$

وبه کمک رابطه‌ی فوق یک آمپر که یکای شدت جریان الکتریکی در SI است به صورت زیر تعریف می‌شود:

تعریف یکای شدت جریان الکتریکی در SI (آمپر): هرگاه از دو سیم نازک موازی مستقیم و طویل که فاصله‌ی یک متر از یکدیگر در خلاء قرار دارند ، جریان‌های مساوی عبور کند به گونه‌ای که بر یک

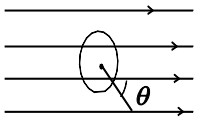
متر از طول هر یک از سیم‌ها نیرویی برابر $F = 2\times10^{-7}\,N$ وارد شود. جریانی که از هر یک از سیم‌هامی گذرد یک آمپر است.

فصل ۵ : القای الکترومغناطیسی فیزیک سال سوم دبیرستان

عوامل موثر بر القای الکترومغناطیسی یک مدار بسته:

هرگاه حداقل یکی از سه عامل زیر در یک مدار بسته تغییر کند شاهد جریان القایی و نیروی محرکه القایی در مدار خواهیم بود:

۱– تغییر اندازه‌ی میدان مغناطیسی در محل یک مدار بسته باعث القای جریان الکتریکی در آن مدار می‌شود.۲– تغییر مساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی نیز می‌تواند عامل ایجاد جریان الکتریکی القایی شود.۳– تغییر زاویه‌ی بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی نیز می‌تواند عامل برقراری جریان القایی شود.با توجه به سه عوامل بالا کمیتی به نام شار مغناطیسی به صورت زیر تعریف می‌کنیم.



شار مغناطیسی: شار میدان مغناطیسی که از سطح تخت واقع در یک میدان یکنواخت می‌گذرد برابر است

با: $\varphi = BA\cos\theta$

نکته: در رابطه شار مغناطیسی θ زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و نیم خط عمود برسطح تخت مدار است و هرگاه زاویه بین سطح تخت و

میدان مغناطیسی را α بنامیم داریم: $\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha$

تعریف یک وبر:هرگاه یک مدار بسته به مساحت $1m^2$ به طور عمود بر میدان مغناطیسی به اندازه۱ تسلا قرار گیرد شار مغناطیسی عبوری از آن۱ وبر است یعنی:

$$1Wb = 1(T)\times1(m^2)$$

قانون القای الکترومغناطیسی فارادی:

هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

$$\boxed{\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt}}$$

اگر پیچه دارای N دور باشد داریم: $\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$

$$\boxed{\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}}$$

نیروی محرکه القایی متوسط

قانون لنز:جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده‌ی جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.

محاسبه جریان القایی: اگر مقاومت پیچه برابر با R باشد داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r} = -\frac{N}{R}\cdot\frac{d\varphi}{dt} \quad \text{و} \quad \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = -\frac{N}{R}\cdot\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

بار الکتریکی شارش شده: در اثر تغییرات شار مغناطیسی در مدار نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی ایجاد می‌شود و در نتیجه در مدار شارش بار الکتریکی داریم که مقدار بار گذرنده از مدار با جریان الکتریکی متناسب است . بنابراین می توانیم چنین بنویسیم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \bar{I}.\Delta t = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}.\Delta t = \frac{-(\frac{N\Delta\phi}{\Delta t})}{R}\times\Delta t \Rightarrow \Delta q = -\frac{N\Delta\phi}{R}$$

بنابراین مقدار بار شارش شده در اثر تغییرات شار مغناطیسی در یک مدار بسته با تغییرات شار مغناطیسی آن مدار نسبت مستقیم و با مقاومت الکتریکی مدار نسبت عکس دارد.

نکته: سطح محصور در نمودار نیروی محرکه‌ی القایی بر حسب زمان با محور زمان برابر با تغییرات شار عبور کرده از مساحت مدار بسته بین دو لحظه‌ی که نمودار نیروی محرکه القایی رسم شده است.

میدان مغناطیسی القایی:در اثر تغییر شار مغناطیسی در محل یک مدار بسته جریان القایی ایجاد می‌شود و اگر شار مغناطیسی ثابت باشد نیروی محرکه‌ای القا نمی‌شود. بنابراین: شرط لازم و کافی برای ایجاد نیروی محرکه القایی آن است که شار مغناطیسی با گذشت زمان تغییر کند.طبق قانون لنز جهت جریان القایی به گونه‌ای است که با عامل به وجود آورنده این جریان مخالفت می‌کند.می‌توانیم بگوئیم در اثر جریان القایی یک میدان مغناطیسی به نام میدان مغناطیسی القایی تولید می‌شود که آن را

@irandaneshnovin بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی:

telegram.me/irandaneshnovin

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۱

با علامت B' نمایش می‌دهیم که B' به علت تغییرات شار مغناطیسی ایجاد می‌شود و تغییرات شار مغناطیسی دو حالت دارد یا شار در حال افزایش است و یا شار در حال کاهش است که برای این دو حالت می‌توانیم چنین بگوئیم.

حالت اول: به هنگام افزایش شار مغناطیسی، میدان القایی B' با میدان عامل شار مغناطیسی یعنی B مخالفت می‌کند.

حالت دوم: به هنگام کاهش شار مغناطیسی، میدان القایی B' با میدان عامل شار مغناطیسی یعنی B هم سو است.

ایجاد نیروی محرکه القایی در یک سیم متحرک در میدان مغناطیسی:هرگاه یک رسانا به طول l را در یک میدان مغناطیسی B حرکت دهیم تا خطوط میدان را قطع کند نیروی محرکه القایی در دو سر رسانا برابر است با: $\varepsilon = BVL\sin\theta$

خودالقایی:هرگاه جریانی که از یک سیملوله (یا یک پیچه) می‌گذرد تغییر کند در سیملوله نیروی محرکه‌ای به وجود می‌آید

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۲

که به آن نیروی محرکه خودالقایی گفته می‌شود وآن را با علامت ε_L نمایش داده و رابطه آن چنین است:

$$\varepsilon_L = -L\frac{dI}{dt} \qquad \text{و} \qquad \bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$(\frac{dI}{dt})$ آهنگ تغییرات جریان الکتریکی برحسب $(\frac{A}{S})$ است و L ضریب خودالقایی برحسب هانری (H) است.

تعریف یک هانری:یک هانری برابر ضریب خودالقایی، القاگری است که اگر آهنگ تغییر جریان در آن یک آمپر بر ثانیه باشد نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا شود.

القاگر (سیموله یا سولنوئید یا سلف):هر جزء از مدار که خاصیت خودالقایی داشته باشد را القاگر می‌نامند.

ضریب خودالقایی سیملوله:ضریب خودالقایی سیملوله را با L نمایش می‌دهیم و کمیتی است که فقط به مشخصات ساختمانی سیملوله بستگی دارد و با تغییرات شدت جریان یا شار مغناطیسی،

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۳

مقدار آن ثابت می‌ماند و براساس مشخصات ساختمانی سیملوله از رابطه مقابل بدست می‌آید:

$$L = K\mu_0\frac{N^2A}{l} \quad (\text{هانري } H)$$

که در این رابطه: K ضریبی است که به جنس هسته‌ی داخل سیملوله بستگی دارد و به آن تراوایی نسبی مغناطیسی هسته می‌گویند و بدون یکا است. A مساحت هر حلقه سیملوله برحسب (m^2) و N تعداد حلقه‌های سیموله و L طول سیملوله برحسب (m)

انرژی ذخیره شده در القاگر:اگر به دو سر یک القاگر اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار شود و جریان الکتریکی از صفر تا I افزایش یابد در فضای درون القاگر انرژی به صورت انرژی مغناطیسی ذخیره می‌شود.

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۴

ین انرژی در میدان مغناطیسی سیملوله ذخیره می‌شود و مقدار آن برابر است با: $U = \frac{1}{2}LI^2$

جریان متناوب:در صنعت ساده‌ترین و رایجترین راه برای تغییر شار مغناطیسی، تغییر زاویه θ است. برای چرخش یک پیچه در یک میدان مغناطیسی می‌توان تعاریف زیر را بسیار کنیم.

دوره (با دوره تناوب T)مدت زمان یک دور چرخش کامل پیچه می‌باشد که علامت آن T و یکای آن (s) ثانیه است.

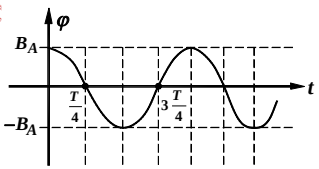
بسامد زاویه‌ای (یا سرعت زاویه‌ای ω):برای یک پیچه که دوران می‌کند $\frac{2\pi}{T}$ مقدار ثابتی است که به آن بسامد زاویه‌ای می‌گوئیم و آن را با علامت ω نمایش داده و یکای آن در SI برحسب $(\frac{rad}{s})$ رادیان بر ثانیه می‌باشد.

نکته هرگاه یک پیچه در مدت t ثانیه به تعداد n دور بزند دورهٔ آن برابر است با: $T = \frac{t}{n}$

خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۵

نکته۵۳: با توجه به تعریف دوره می‌توانیم بین آن دو را رابطه‌ی زیر را بدست آوریم: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

رابطهٔ جریان متناوب:هرگاه یک مدار (مانند سیم پیچ یا سیملوله) که دارای N حلقه می‌باشد در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت زاویه‌ای ثابت ω بچرخد بطوریکه سطح مدار خطوط میدان را قطع کند شار مغناطیسی که اط مدار عبور می کند بطور متناوب تغییر می کند و در نتیجه در مدار نیروی محرکه القایی متناوبی و جریان الکتریکی متناوب ایجاد می‌گردد که معادلات آنها به صورت زیر است:

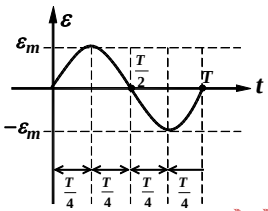


خلاصه نکاتی برای فیزیک دبیرستان مهندس سعید نمازی ۱۴۶

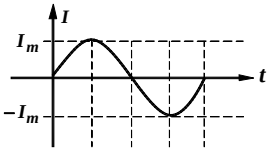
معادله شار ـ زمان $\phi = BA\cos\omega t \ , \ \phi_m = BA$

معادله نیروی محرکه ـ زمان: $\varepsilon = -N\frac{d\varphi}{dt}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varepsilon = \varepsilon_m \sin(\omega t) \\ \varepsilon_m = NBA\omega \end{cases}$$



نکته: شار مغناطیسی نسبت به نیروی محرکه به اندازه‌ی $\frac{\pi}{2}$ تقدم فاز دارد ، در لحظاتی که شار ماکزیمم است نیروی محرکه صفر است. و در لحظاتی که شار صفر می شود اندازه‌ی نیروی محرکه بیشینه است.



$$: \begin{cases} I = I_m \sin(\omega t) \\ I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} = \frac{NBA\omega}{R} \end{cases}$$

بهترین جزوات، مشاوره با رتبه های تک رقمی: @irandaneshnovin