

فعل اول: التریسیته ساکن

امید پارسا فرد

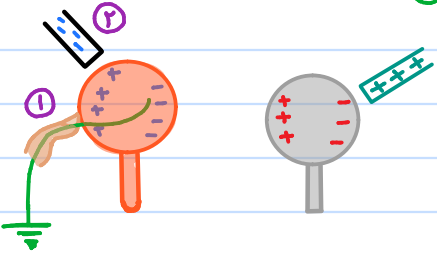
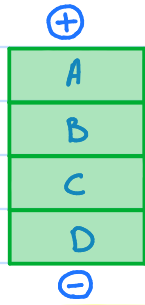
روش های باردار کردن اجسام: ۱- مالش ۲- تماس (رمانش) ۳- القا

① مالش: طبق جدول تریبوالکتریک

مالش  
نارسانا  
ناهمان

مالش فقط برای باردار کردن اجسام نارسانا مفید هست.

③ - القا:



② - تماس: بین جسم های نایب گرفته می شود و در پایان جسم ها همنام می شوند.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

رسانا  
تماس  
همنام

تماس برای باردار کردن اجسام رسانا مفید است.

ممكن حرکت می کنند.

تیب سوالات قانون کولن و میدان:

تیب ①: جایگذاری در رابطه

تیب ②: مقایسه ای

کوانتیده به معنای گسسته است. مثلاً دانسی آموزش یک کلاس کوانتوم است.

کوانتیده بودن بار:  $n \in \mathbb{N}$   $q = \pm n e$  (تعداد خواست همین یادت باشه)  $n = \frac{q}{e}$  کوانتوم عدد کوانتوم

قانون کولن:

$$F' = \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

← قانون  
← اولیه

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{q_2}{q_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

بار (C) ثابت کولن  $(\frac{N \cdot m^2}{C^2})$

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

← نیرو (N)  
← فاصله بین دو بار (m)

بود اجازه داری:  $k = 9 \times 10^9$

میدان الکتریکی:

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

←  $\frac{N}{C}$   
←  $E = \frac{F}{|q|}$   
←  $F = E |q|$   
←  $\frac{N}{C}$   
←  $C$

نیرو هم جهت میدان  $q^+$   
نیرو خلاف جهت میدان  $q^-$

روابط بالا فقط برای بدست آوردن اندازه نیرو و میدان الکتریکی خواست باشه در این رابطه از

استفاده می شود. جهت نیرو فقط از روی شکل مشخص می شود.

استفاده می شود. جهت نیرو فقط از روی شکل مشخص می شود.

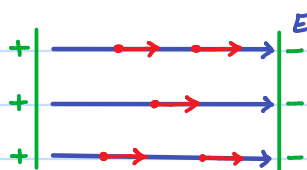
میدان الکتریکی یکناخت:

جابه جایی موازی با خطوط میدان اختلاف پتانسیل (V)

$$\Delta V = \pm E d$$

←  $\frac{V}{m}$   
←  $E = \frac{\Delta V(V)}{d(m)}$

خطوط میدان هم نامد مستقیم موازی (هم راستا) بردار میدان هم اندازه هم جهت



همنام ← بین دو بار نزدیک به بار کوچتر

ناهمان ← خارج دو بار نزدیک به بار کوچتر

معمولاً فاصله تابار کوچتر را  $x$  می گیریم.

② در سوال کلمه در پر دیده شود. (۱۰۰ = اولیه)

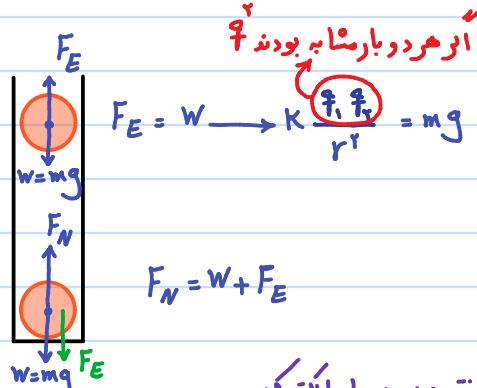
تیب ③: یا متن نقطه تعادل  $(E_3 = 0 \text{ یا } F_3 = 0)$

## فصل اول

تیب ۴: محاسبه نیرو یا میدان برآیند

که میدان برآیند در هر نقطه خواسته شود بار مثبت و کوچکی (بار آزمون) در آن نقطه قرار می دهیم.

تیب ۵: علق بودن



$$F_E = mg \rightarrow E q = mg$$

این شکل شبیه آزمایش میلکان

هدف آزمایش: اثبات کوانتیده بودن بار الکتریکی

اتریش/کامنی/نابت

تعیین علامت انرژی پتانسیل الکتریکی ( $u$ ):

روشن اول: خود به خودی (مطابق میل)  $u \downarrow$

غیر خود به خودی (بر خلاف میل)  $u \uparrow$

روشن دوم: تعیین علامت انرژی نوع بار و

پتانسیل: با نزدیک شدن به  $\oplus$  پتانسیل اتریش و با دور شدن از  $\oplus$  پتانسیل کاهش می یابد. (نوع بار مهم نیست)

و منفی می شود که به آن نزدیک می شود.

$\oplus \rightarrow \oplus$   $u \uparrow$      $\oplus \rightarrow \ominus$   $u \downarrow$

$\ominus \rightarrow \oplus$   $u \downarrow$      $\ominus \rightarrow \ominus$   $u \uparrow$

✓ با حرکت در جهت عمود میدان الکتریکی یکنواخت:  $v_1 = v_2 \rightarrow \Delta V = 0 \rightarrow \Delta u = 0 \rightarrow W_E = 0$

موارد مهم:  $\Delta u = -\Delta K$  (به شرط نبود اصطکاک)  $\Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$

$$W = \Delta u$$

$$W_E = -\Delta u$$

تعیین علامت پتانسیل الکتریکی ( $v$ ):

منفی یا پایانه مثبت به معنای پتانسیل بیشتر است.

تیب دوم مؤلفات پتانسیل و انرژی پتانسیل:  $W_E = F_E \cdot d \cos \theta \xrightarrow{F = Eq} W = Eq d \cos \theta$

کار نیروی الکتریکی ( $J$ )

جانب جایی موازی با خطوط میدان ( $m$ )  $\Delta u = \pm Eq d$

تغییرات انرژی پتانسیل ( $J$ )

مثال: ولتاژ باتری ۱۲V است یعنی چه؟

یعنی پتانسیل پایانه مثبت از پتانسیل پایانه منفی

۱۲ ولت بیشتر است.  $\Delta V = V^+ - V^-$  باتری

(۳)  $\Delta V = \frac{\Delta u}{q}$  (علامت تمامی باید گذاشته شود)  $\Delta V = V^+ - V^-$  (۴)  $\Delta V = \pm E \cdot d$

خازن: وسیله الکتریکی که می تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

ظرفیت خازن ( $F$ )

تیب ۱: ظرفیت خازن به اندازه بار خازن و ولتاژ دو منفی آن بستگی ندارد.  $C = \frac{q}{V} \rightarrow q = CV$

مساحت مشترک صفحات ( $m^2$ )  $C = K \epsilon_0 \frac{A}{d}$

واحد  $\epsilon_0$  (ضریب گذرایی الکتریکی خلا):  $\frac{C^2}{N \cdot m^2}$

تیب ۲: مشخصات ساختاری خازن

برعکس واحد ثابت کولن

(منفاخت)

## فصل اول

کترین مقدار ثابت دی الکتریک مربوط به هواست ( $\kappa = 1$ ) بنابراین وجود هودی الکتریکی

شعله شمع یک رسانای فنی می باشد.

ظرفیت خازن را افزایش می دهد. اما افزودن دی الکتریک موجب تضعیف میدان الکتریکی می شود. میدان الکتریکی: به خامیتی که بار الکتریکی در نقطه

فاصله تغییر کند و تغییر ظرفیت خواسته شود (مثال مغناطیس کا میوت):  $\Delta C = \kappa \epsilon_0 A \left( \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right)$  از فضای اطراف خود ایجاد می کند گفته می شود.

وژی عای خطوط میدان الکتریکی:

$$C = \frac{q}{V} = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

تیب ۳: ترکیب دو رابطه ظرفیت خازن

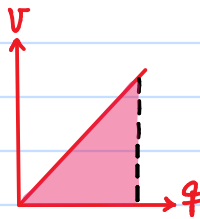
$$U = \frac{1}{2} q V = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{q^2}{2C}$$

تیب ۴: انرژی خازن

۱ از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می شود.

۲ عرجا تراکم خطوط بیشتر میدان قوی تر.

نکات نمودار رو به رو: ۱- انرژی خازن نصف انرژی باتری است. ۲- شیب این



نمودار عکس ظرفیت را نشان می دهد:  $\frac{V}{q} = \frac{1}{C}$ : تغییرات عمودی = شیب  
تغییرات افقی

۳ بردار میدان الکتریکی برآیند در هر نقطه

بر خطوط میدان مماس است.

۳- سطح زیر نمودار انرژی خازن را نشان می دهد:  $\frac{1}{2} q V = U$

متصل:  $V$  ثابت

خازن - باتری:

جدا:  $q$  ثابت

تیب ۵: مؤالات مقایسه ای

۴ خطوط میدان عرزن یلید یلور اقطع نی کند.

چرا؟ چون در غیر این صورت در نقطه تقاطع

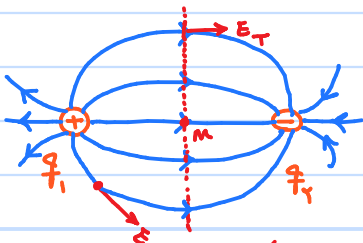
خطیایات

دو میدان الکتریکی داریم در صورتی که در هر نقطه

اصل یایستی بار الکتریکی: بارهای الکتریکی نه وجودی آید و نه از بین می روند. فقط از جسی به جسی دیگر منتقل می شوند.

با یک میدان الکتریکی برآیند داشته باشیم.

به عبارت دیگر: بار فاصل یک جسم مترو (جسمی که با اجسام دیگر تبادل بار نداشته باشد) همواره مقداری ثابت است.



دوقطبی الکتریکی: هم اندازه ولی ناهم نام

$$|q_1| = |q_2|$$

۱- تعیین باردار بودن یا نبودن جسم ← توسط الکترومکوپ فنی

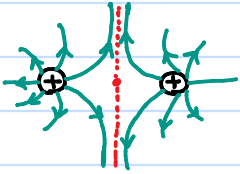
وظایف الکترومکوپ: ۲- تعیین نوع بار میله ← توسط الکترومکوپ با بار مشخص

انحراف ورقه هاتیر محسوس کند (نارمانا) ← انحراف ورقه عاکم شود (رمانا)

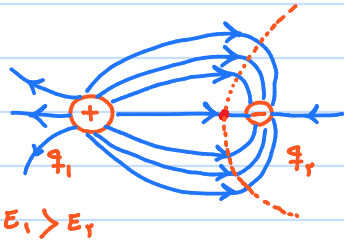
۳- تعیین رمانا بودن - نارمانا بودن میله ← توسط الکترومکوپ باردار (نوع بار مهم نیست) ← تماس

## فصل اول

توزیع بار الکتریکی در رسانا:

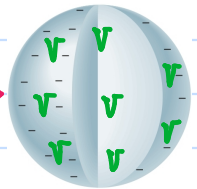
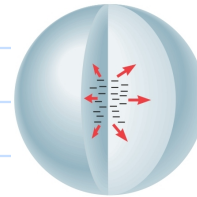
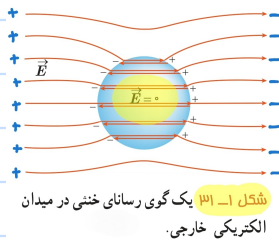


هم اندازه و هم نام



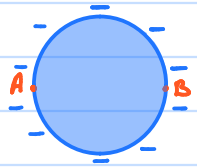
بار الکتریکی همواره روی خارجی ترین سطح رسانای نشسته و در داخل رسانا بار الکتریکی وجود ندارد.

در تمام نقاط رسانا پتانسیل یکسان است. بنابراین اختلاف پتانسیل صفر است. ( $V_1 = V_2$ )

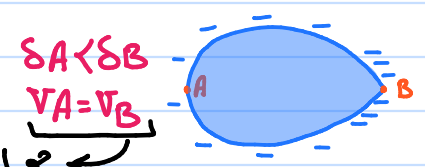


قطای سطحی بار الکتریکی: نشان دهنده تراکم بار موجود روی سطح یک رساناست.

قطای سطحی (تراکم بار) در نقاط نوک تیز یک رسانای فلزی بیش از بقیه نقاط است.



$$\begin{aligned} \sigma_A &= \sigma_B \\ V_A &= V_B \\ E_A &= E_B \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sigma_A &< \sigma_B \\ V_A &= V_B \\ E_A &< E_B \end{aligned}$$

چون روی یک فلز هستند.

فروریزی الکتریکی: این ولتاژ متعلق به خازن

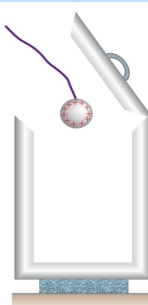
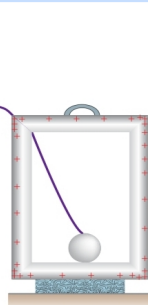
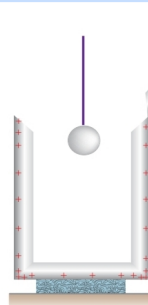
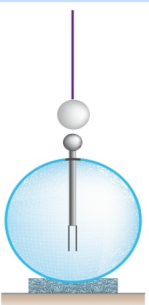
بیشتر از ولتاژ بیشینه خازن شود، دی الکتریک

بین دو صفحه به طور موقت تبدیل به رسانای شود

معمولا با ایجاد یک جرقه همراه است و در بیشتر مواقع

خازن را می موزاند.

آزمایش فاراده:



(ت)

(پ)

(ب)

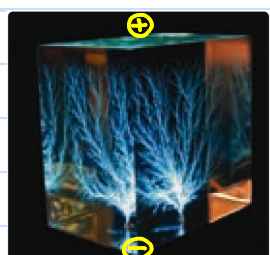
(الف)

نا در نقطه انتقال به زمین  $V=0$

مرجع پتانسیل  $V=0$

پتانسیل فروریزی

خازن ها معمولا با مقدار ظرفیت آن ها اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند مشخص می شوند.



نقش های لیچنبرگ. فروریزی الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس شکلی در دی الکتریک شده است.

لحاظ فروری الکتریک در خازن علاوه بر اقواس ظرفیت خازن باعث اقواسی مدالتر ولتاژ قابل تحمل خازن نیز می شود.



## مفصل اول

چند نکته کتر دیده شده:

زنبر: تولید مثل برقی از گل ها به زنبرهای عمل وابسته است. گرده ها به واسطه میدان الکتریکی،

از یک گل به زنبر و از زنبر به گل دیگر منتقل می شود.

اماس رن پاشی الکتروستاتیکی پدیده القای بار الکتریکی است.

این روش رن پاشی، پاشیده شدن رن از نشانه قطره ها را کاهش

می دهد و رن یکنواختی بر سطح جسم فلزی ایجاد می کند.



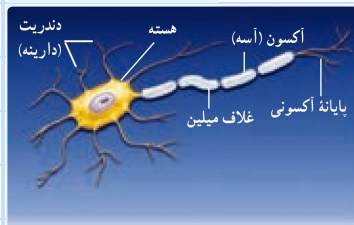
رسوب دهنده الکتروستاتیکی دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه ها

و نیروگاه ها بالای آید جدا می سازد.



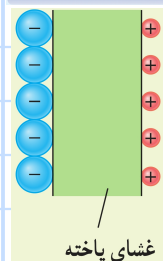
عمل مغز اساسا بر مبنای کنش ها و فعالیت های الکتریکی است.

سینال های معصبی چیزی جز عبور جریان های الکتریکی نیست.



یک سلول معصبی (نورون) را می توان با یک خازن تخت مدل سازی کرد.

به طوری که غشای سلول به عنوان دی الکتریک عمل می کند.



کلیه هوا: در حشر کلیه هوایی برقی از خود روها، از یک خازن استفاده می شود.

د فیبر بلا توره توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه های رفع برزشی است.

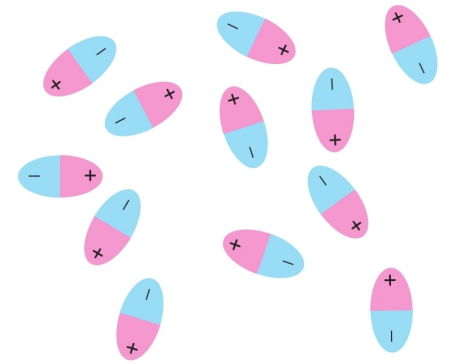
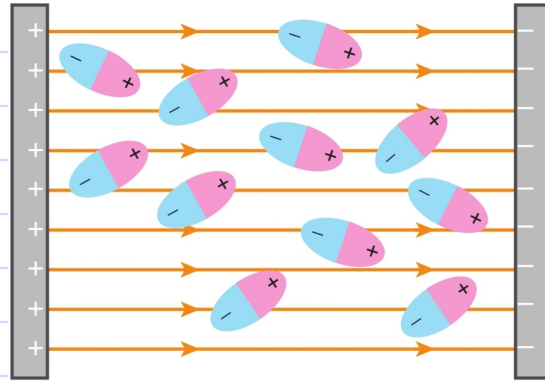
نیروی هسته ای مانع از فرو پاشی هسته می شود.

Tell: @Phjs-Parsa

# مغل اءل

وئره رفاى:

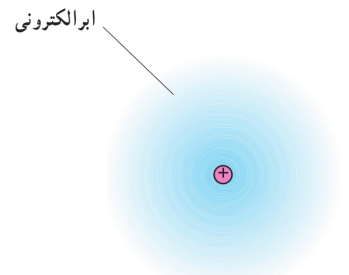
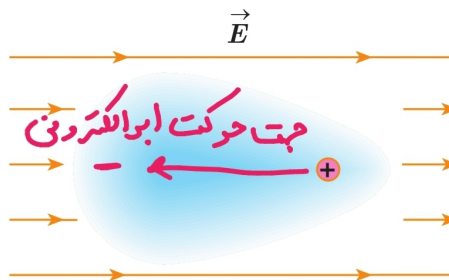
انواع ءى الءركب: ١- ءطبى (ماءء آب، NH<sub>3</sub> و...) ٢- غير ءطبى (ماءء مءان، بنزن و...)



(ب) ءر ءضور مءءان الءركبى، مولءول هاى ءطبى مى ءوشنء ءوء را ءر ءهء مءءان الءركبى ءارءى هم رءىف ءننء.

(الف) ءر نءوء مءءان الءركبى، سماء ءبرى مولءول هاى ءوء ءطبى نامنظم اسء.

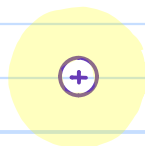
ءى الءركب ءطبى



(ب) ءر ءضور مءءان الءركبى، مءكز بارهاى مءبء و منفى از هم ءءا مى شونء و ابر الءرونى ءر ءلاف ءهء مءءان ءابه ءا مى شوء.

(الف) ءر نءوء مءءان الءركبى، مءكز بارهاى مءبء و منفى بر هم منءبء انء.

ءى الءركب غير ءطبى



ابر الءرونى: ءمابى ءر المءاف عءء ءءا ءءءال ءضور الءرون ءر ءآن منءءة بئراسء.

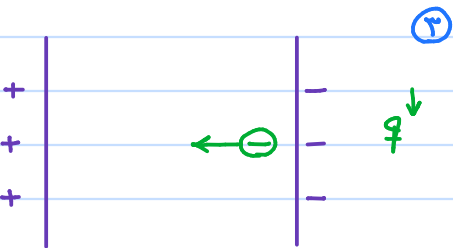
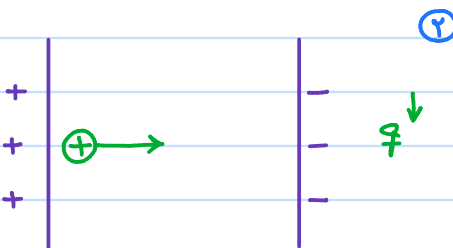
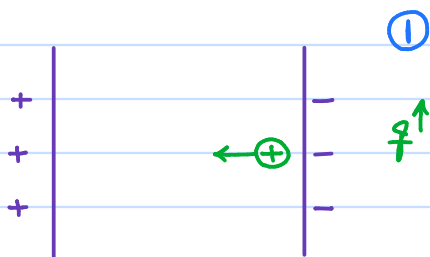
ءمابى سءبى بار:

$$\epsilon = \frac{q}{A} \quad \text{بار (C)} \\ \epsilon = \frac{q}{m^2} \quad \text{ءمءاء (m^2)}$$

$$A = 4\pi r^2$$

انءءال بار الءركبى از ءك سءءء به سءءء ءىءر ءازن:

(نءط به بار سءءء سبءا ءوءء ءن!)

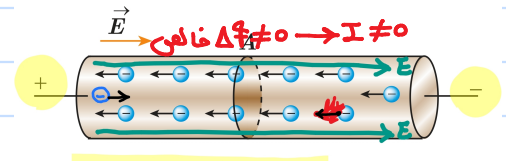
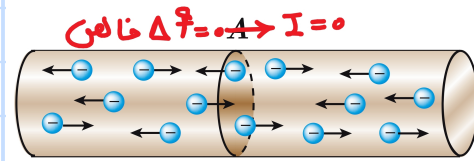


# فصل دوم: جریان الکتریکی

آیا هر مجموعه‌ای از بارهای متحرک لزوماً جریان الکتریکی ایجاد می‌کند؟ خیر - عامل شارش بار الکتریکی اختلاف پتانسیل است. قانون اهم:

$$\left( \Omega = \frac{V}{A} \right) \\ R = \frac{V}{I}, \quad V = IR, \quad I = \frac{V}{R}$$

توجه: مقاومت به اختلاف پتانسیل و جریان بستگی ندارد.



عوامل مؤثر بر مقاومت: ۱- جنس ماده رمانا

۲- طول ۳- سطح مقطع (مساحت) ۴- دما

سرعت متوسط الکترون‌ها از مرتبه  $10^{-4}$  یا  $10^{-5}$  m/s (کاتوره‌ای)

طول (m) →  $R = \rho \frac{L}{A}$  → مساحت (m<sup>2</sup>)  
مقاومت ویژه (Ω.m) →  $R = \rho \frac{L}{A}$  → مقاومت (Ω)

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

اگر نسبت شعاع یا قطر داده شود در مقایسه کافی

است آن را به توان دو برسانیم تا مساحت بدست آید.

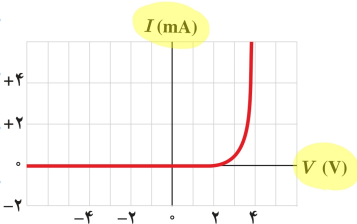
رسانای اهمی: ویله‌هایی که از قانون اهم پیروی می‌کنند به عبارتی جریان با اختلاف پتانسیل رابطه مستقیم دارد.

رسانای غیر اهمی: ویله‌هایی که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند به عبارتی جریان با اختلاف پتانسیل رابطه مستقیم ندارد.

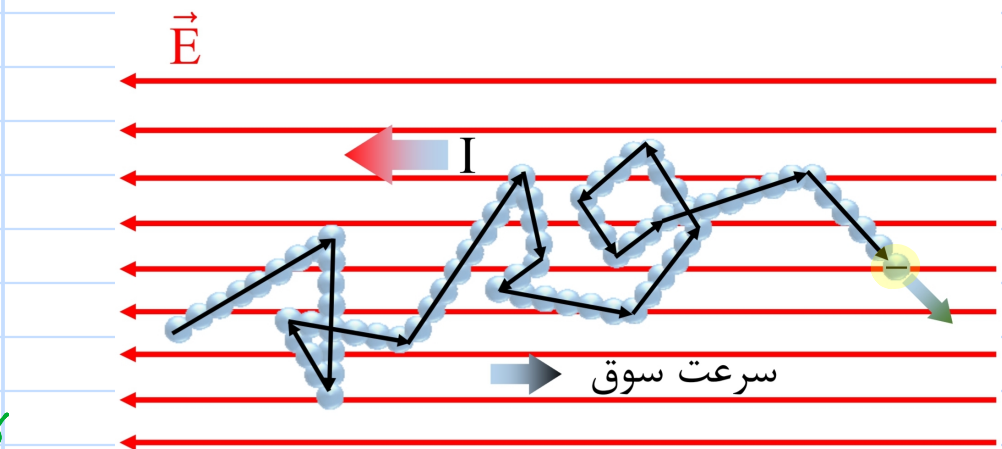
رابطه مستقیم دارد.

رسانای غیر اهمی: ویله‌هایی که از قانون اهم پیروی نمی‌کنند به عبارتی جریان با اختلاف پتانسیل رابطه مستقیم ندارد.

اهم پیروی نمی‌کنند مانند دیود نورانی (LED)



شکل ۲-۱۰ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نورگسیل



لکه جهت جریان هم جهت با خطوط میدان ولی خلاف جهت موق الکترون‌هاست.

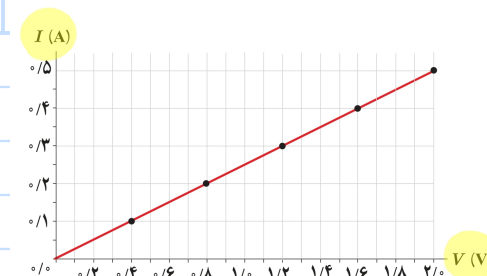
جریان الکتریکی (I):  $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$  یا  $I = \frac{q}{t} \rightarrow q = It$   
واحد:  $C \equiv A.s$

$1 Ah \equiv 3600 C$

دقت نمود سیم‌ساخت واحد بار الکتریکی است.

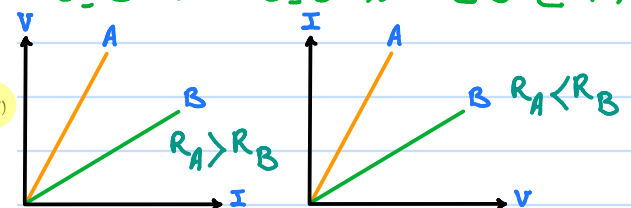
جریان مستقیم: اندازه و جهت جریان با گذشت زمان تغییر نمی‌کند.

سطح زیر نمودار I-t نشان دهنده Δq است. و شیب نمودار q-t نشان دهنده جریان است.



شکل ۲-۹ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل نشان می‌دهد که برای این رسانای اهمی، جریان به طور مستقیم با ولتاژ افزایش می‌یابد.

در نمودار V-I شیب با مقاومت رابطه مستقیم دارد.  
در نمودار I-V شیب با مقاومت رابطه عکس دارد.  
در مجموع هر خطی به محور V نزدیکتر باشد مقاومت آن بیشتر است.



## فصل دوم

نیروی محرکه الکتریکی (E): کاری که مولد روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر

توان در مدارهای الکتریکی:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \quad \text{و} \quad \frac{J}{C} \equiv V$$

(متقی) به پایانه با پتانسیل بیشتر (مثبت) میرد:

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R} = IV$$

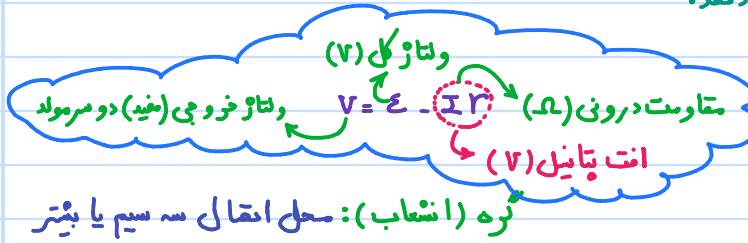
۱/۵۷ به این معناست که باتری روی هر کولن باری که از آن می گذرد ۵۷/۱ کار انجام می دهد و انرژی پتانسیل

② مولد:

الکتریکی آن را ۵۷/۱ افزایش می دهد.

$$P = \mathcal{E} I \quad \text{یا} \quad P = I^2 r$$

$$P = \mathcal{E} I - I^2 r \quad \text{خروجی (مفید)}$$



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

مقاومت معادل

گروه (انتخاب): محل انتقال سه سیم یا بیشتر

ترکیب مقاومت ها:

متوالی: مقاومت ها پشت سر هم قرار دارند به طوری که هیچ انتخابی بین آن ها وجود نداشته باشد.

موازی: دو سر مقاومت ها به وسیله سیم خالی از دو طرف به یکدیگر وصل شده باشند.

اثبات:  $v = \frac{u}{q}$  یا  $\Delta v = \frac{\Delta u}{q}$  ،  $P = \frac{u}{t}$

$$P = \frac{u}{t} \xrightarrow{u = q \cdot V} P = \frac{q \cdot V}{t} \rightarrow \text{انرژی باتری خرج هست}$$

برای همه وسایل قابل استفاده  $P = IV$

۱ کواحد انرژی الکتریکی مصرفی kWh است.

$$u = P \cdot t \xrightarrow{\text{واحد}} J = W \cdot s$$

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

۱ کواحد برای بدست آوردن انرژی کافیت توان را

$$u = P \cdot t \quad \text{در زمان ضرب کنیم}$$

① انرژی مصرفی مقاومت ها:

$$u = I^2 R t = \frac{V^2}{R} t = IV t$$

② مولد:

$$u = \mathcal{E} I t \quad \text{یا} \quad u = I^2 r t$$

$$u = (\mathcal{E} I - I^2 r) t \quad \text{خروجی (مفید)}$$

متوالی (سری): جریان ها برابر	موازی (انتخابی): ولتاژ ها برابر
مقاومت معادل: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$	① $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
	② $R_{max}$ تقسیم بر تعداد مقاومت ها
	برای دو مقاومت:
	① $\frac{x}{+}$ ② $\frac{R_{بزرگتر}}{+ \text{نسبت}}$
در این حالت مقاومت معادل از تک تک	در این حالت مقاومت معادل از تک تک
مقاومت ها بیشتر است.	مقاومت ها کمتر است.
برای n مقاومت مشابه R: $R_{eq} = nR$	برای n مقاومت مشابه R: $R_{eq} = \frac{R}{n}$
$I_{eq} = I_1 = I_2 = I_3$	$V_{eq} = V_1 = V_2 = V_3$

# مفصل دوم

حفظیات:

رئوسا: نوعی مقاومت متغیر است که از سیمی با

مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته شده است. این

سیم روی استوانه‌ای نارمنا پیچیده شده است.

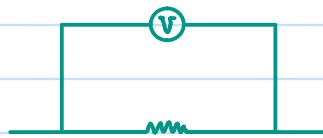


آمپر سنج: ① آمپر سنج در مدار متوالی بسته می شود.

② آمپر سنج آرمانی:  $R=0$

③ در به هم بستن مقاومت ها برای ساده شدن مدار می توان به جای آمپر سنج سیم قرار داد.

پتانسیومتر نقش را دارد.



ولت سنج: ① ولت سنج در مدار موازی بسته می شود.

② ولت سنج آرمانی:  $R=\infty$

③ در به هم بستن مقاومت ها برای ساده شدن مدار می توان ولت سنج را نادیده گرفت.

اهم متر: در حالت خاموش مقاومت را اندازه می گیرد.

مقاومت ویژه (م) یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.

رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژه بسیار کم و عایق های خوب مقاومت ویژه بسیار زیادی دارند.

رساناها ← مقاومت ویژه زیادی شود.

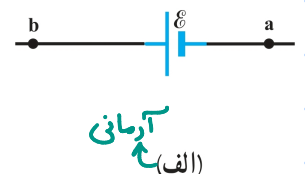
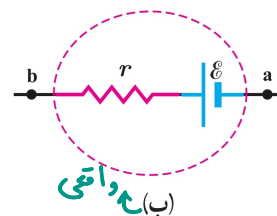
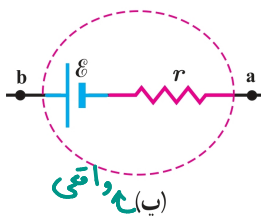
تأثیر افزایش دما بر روی مقاومت ویژه

سیم رساناها ← مقاومت ویژه کاهش می یابد.

برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر می رسند.

می کند و در دماهای پایین تر، همچنان صفر می ماند. این پدیده را ابررسانایی می گویند.

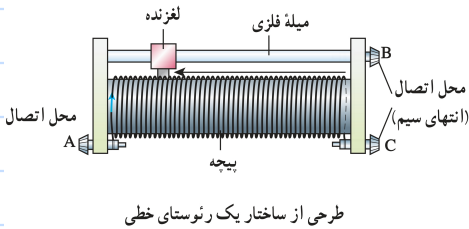
توجه: منبع آرمانی در واقعیت وجود ندارد و منبع های نیروی محرکه الکتریکی همواره دارای مقاومت داخلی (r) هستند.



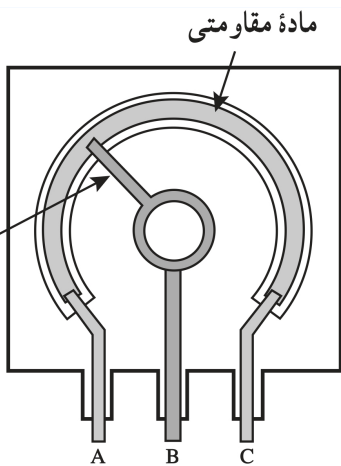
(ب) دایمی

(ب) دایمی

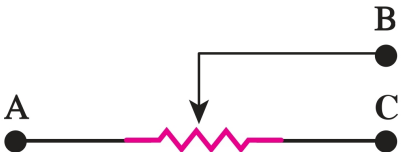
آرمانی (الف)



طرحی از ساختار یک رئوستای خطی



طرحی از یک پتانسیومتر



نماد یک رئوستا یا پتانسیومتر در مدار الکتریکی

## فصل دوم

❖ مقاومت داخلی باتری فرموده از باتری نو بیشتر است.

❖ در انتقال موازی الکتریکی از مقاومت ها

خیل از دیوای بزرگتر باشد مقاومت معادل

❖ در صورتی که باتری آرمانی ( $r=0$ ) باشد یا جریان صفر (۱- کلید باز باشد ۲- ولت سنج متوالی بسته شود) باشد

با مقاومت کوچکتر برابر است.

❖ نگاه ولتاژ باتری تغییر نمی کند و با نیروی محرکه الکتریکی برابر است:  $\cancel{V = \mathcal{E} - Ir} \rightarrow V = \mathcal{E}$   $Ir = 0 \rightarrow V = \mathcal{E}$

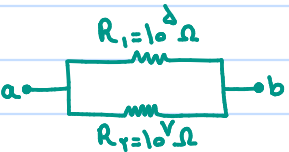
❖ قانون ژول بیان می دارد گرمای تولید شده توسط جریانی  $I$  عبوری از یک مقاومت  $R$  در مدت زمان  $t$

برابر  $R I^2 t$  است. (همان انرژی است)

❖ اگر مقاومت یک رتوستار را زیاد کنیم. سری یا موازی بودن آن مهم نیست در هر صورت مقاومت معادل

آن افزایش می یابد.

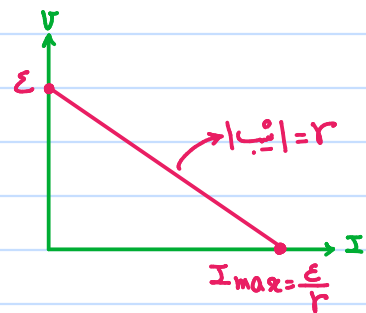
رسم نمودار  $V-I$  برای مولد:



$$R_{\pi} = 10 \Omega$$

۱- اندازه شیب همان مقاومت داخلی است.

۲- عرض از مبدا همان  $\mathcal{E}$  است.



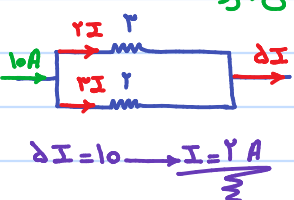
❖ توان الکتریکی معرفی مقاومت معادل در

یک مدار، برابر با مجموع توان های معرفی

مقاومت های حاضر در مدار است.

❖ در تقسیم جریان در حالت موازی، جریان

با مقاومت رابطه معکوس دارد.



مثال:

$$5I = 10 \rightarrow I = 2A$$

متوالی ← مقاومت معادل افزایش  
موازی ← مقاومت معادل کاهش

❖ اضافه کردن مقاومت به مدار

جمع بندی:

	مقاومت	ولتاژ	توان	انرژی
معین	$R_{\pi}$	$V$	$\mathcal{E} - Ir$ $I V$	$I V t$ $V q$
اتلاف	$r$	$Ir$	$I^2 r$	$I^2 r t$ $I r q$
کل	$R_{\pi} + r$	$\mathcal{E}$	$\mathcal{E} I$	$\mathcal{E} I t$ $\mathcal{E} q$



# فصل دوم

ویژه رشته ریاضی:

پتانسیل نویسی:

عنصر مدار	جهت حرکت	تغییر پتانسیل
مقاومت	در جهت جریان	$-IR$
مقاومت	در خلاف جهت جریان	$+IR$
منبع نیروی محرکه	از پایانه منفی به پایانه مثبت	$+E$
منبع نیروی محرکه	از پایانه مثبت به پایانه منفی	$-E$

دما منج مقاومت پلاتینی

۱- دما منج مقاومت پلاتینی یکی از سه دما منج معیار برای اندازه گیری دما است.

۲- اساس کار دما منج های مقاومت پلاتینی مبتنی بر تغییر مقاومت الکتریکی با دما است.

۳- در این دما منج ها از پلاتین استفاده می کنند که ۱- تقریباً د چار خوردگی نمی شود ۲- نقطه ذوب بالایی دارد.

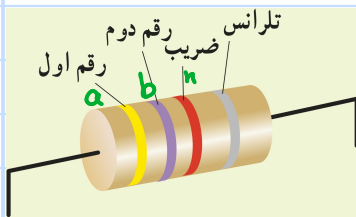
$$R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta \theta) \quad \Delta P = P_0 (1 + \alpha \Delta \theta) \quad \alpha = \frac{1}{R_0} \frac{dR}{d\theta}$$

قاعده حلقه: در هر دو رز دین کامل حلقه ای

مقاومت های ترکیبی: معمولاً از کربن، برنج، نیرمناها و یا لایه های نازک فلزی ساخته شده اند.

از مدار، جمع جبری اقلاف پتانسیل های

اجزای مدار مصراست.



حلقه چهارم یک حلقه طلایی یا نقره ای رنگ است که تیرانس نامیده می شود.

نمود حلقه چهارم به معنی آن است که تیرانس ۵۰ درصد است.

قاعده انشعاب: مجموع جریان هایی که به هر نقطه

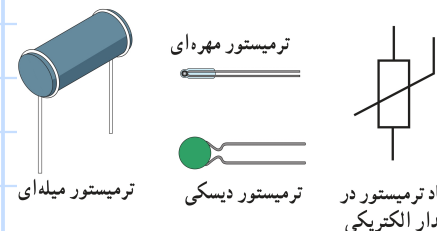
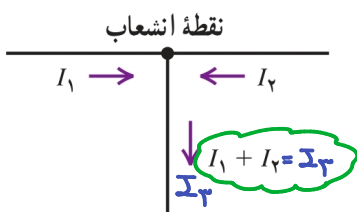
$$R = ab \times 10^n$$

انشعاب وارد می شود برابر با مجموع جریان هایی

مقاومت های خاص:

است که از آن نقطه انشعاب خارج می شود.

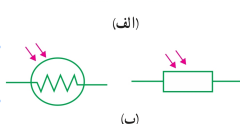
۱- ترمیستور (مقاومت وابسته به دما): اغلب به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش،



دما یاها و دما منج ها استفاده می شود.

ترمیستورها به دو نوع PTC و NTC تقسیم بندی می شوند.

۲- مقاومت های نوری (LDR): با افزایش شدت نور، مقاومت آن ها کاهش می یابد.



الف) تصویری از چند LDR  
ب) نماد LDR در دو استاندارد متفاوت



از LDR ها در چشم های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل کتده های خودکار

و میراغ های روشنایی خیابان ها استفاده می شود.

## فصل دوم

دیود (لیوکنده ها): در مدارهای لیوکنده برای تبدیل جریان های متناوب به جریان های مستقیم

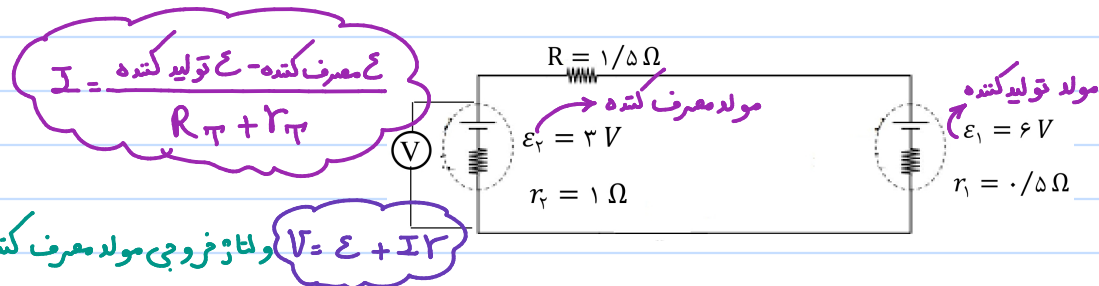
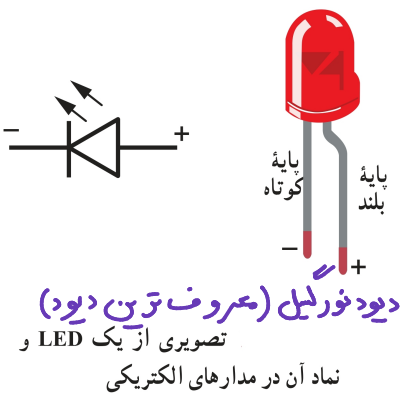
استفاده می شود.

✓ بسته به نوع نیم رسانای به کار رفته، رنگ نور گیل شده از LED می تواند از فرو مرخ تا فرابنفش باشد.

LED ها در مقایسه با لامپ های رشته ای عمر طولانی تری دارند و به دلیل نداشتن رشته به هنگام تولید

نور انرژی گرمایی زیادی تولید نمی کنند. در چراغ خودروها، تابلوهای تبلیغاتی، نمایشگرهای LED و... استفاده می شود.

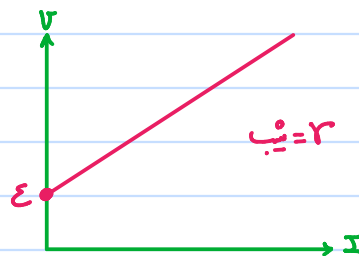
نکات مدارهای چند مولد:



$$V = \varepsilon + Ir$$

$$P = \varepsilon I + I^2 r \xrightarrow{\times t} U = (\varepsilon I + I^2 r) \times t$$

رسم نمودار  $V-I$  مولد معرف کتده:



@ Phys-Parsa

## مغل سوم در مام

مقناطیس و المقای الکتر و مقناطیسی:

مبت های جغرافیایی:

درون مو  $\otimes$  ← شال

درون مو  $\odot$  ← جنوب

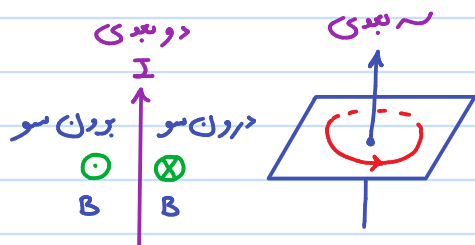
میدان مقناطیسی حامل در اطراف سیم

راست حامل جریان:

قاعده دست راست (روش کلی):

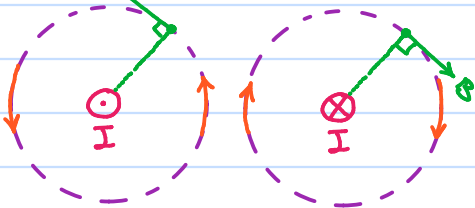
انگشت مست در جهت جریان

پیش چار انگشت می دهد میدان



میدان مقناطیسی به خطی که از سیم به نقطه

مورد نظر وصل شده عمود است.



نیروی مقناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مقناطیسی:

زاویه سرعت با خطوط میدان  
تندی ذره (m/s)  
 $F = qvB \sin \theta$   
میدان مقناطیسی (T)

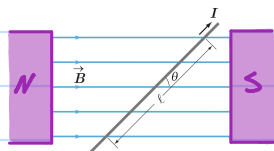
$$\theta = 90^\circ \rightarrow \sin 90^\circ = 1 \rightarrow F_{\max} = qvB$$

$$\theta = 0^\circ \text{ یا } \theta = 180^\circ \rightarrow \sin 0^\circ \text{ یا } \sin 180^\circ = 0 \rightarrow F = 0$$

لکه بارسان در میدان الکتریکی نیروی الکتریکی وارد می شود و در میدان مقناطیسی به بارسان نیروی وارد نمی شود.

✓ F الزاما بر V و B عمود است. ولی V و B می توانند برهم عمود نباشند.

نیروی مقناطیسی وارد بر سیم راست حامل جریان داخل میدان مقناطیسی:



زاویه سیم با خطوط میدان  
طول سیم داخل میدان (m)  
 $F = B I l \sin \theta$   
میدان مقناطیسی (T)

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \sin 90^\circ = 1 \rightarrow F_{\max} = B I l$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ یا } \alpha = 180^\circ \rightarrow \sin \alpha = 0 \rightarrow F = 0 \text{ (به سیمی که موازی خطوط میدان باشد، نیروی وارد نمی شود)}$$

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{C.m/s}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A.m}}$$

✓ F الزاما بر I و B عمود است. ولی I و B می توانند برهم عمود نباشند.

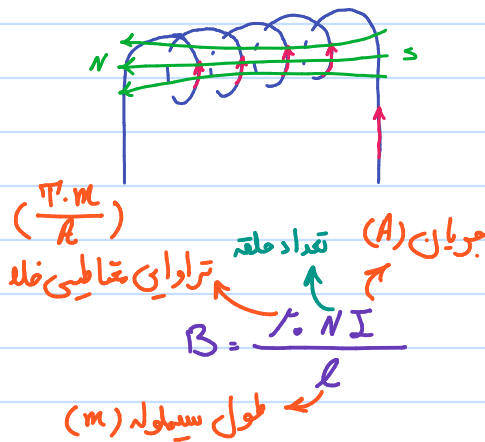
برای مشخص کردن جهت نیرو از قاعده دست راست استفاده می کنیم:

قاعده دست راست:  $F$  انگشت شست  
B کف دست  
I و V چهار انگشت  
ذره متحرک از دست چپ استفاده می شود.

## محل سوز در مجام

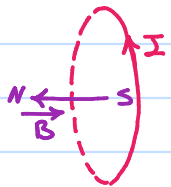
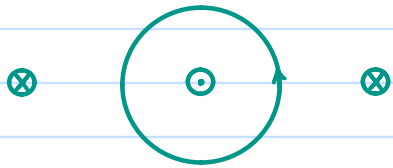
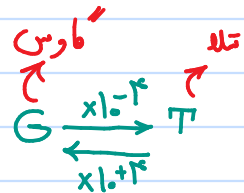
✓ میدان مغناطیسی عامل در مرکز سیمولوله:

✓ میدان سیمولوله نیز می توان مانند میدان حلقه مشخص کرد.



✓ میدان مغناطیسی عامل در مرکز سیمولوله:

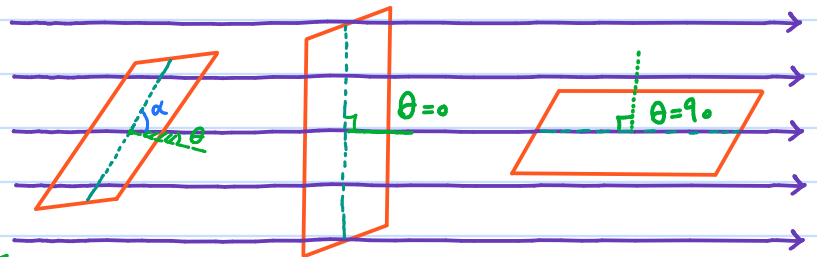
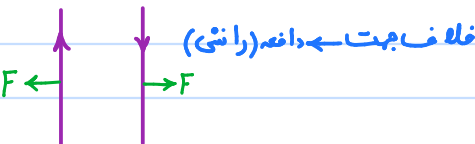
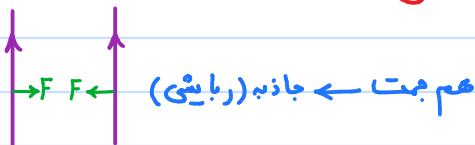
✓ میدان سیمولوله نیز می توان مانند میدان حلقه مشخص کرد.



نار مغناطیسی: تعداد خطوط میدان مغناطیسی عبوری از یک سطح بسته (قاب)

نیروی مغناطیسی بین سیم های موازی حامل

جریان:



نار مغناطیسی (wb)

$$\Phi = AB \cos \theta$$

$$\Phi_{max} = AB$$

$$\Phi = 0$$

مساحت (م<sup>2</sup>) (دایره:  $\pi r^2$ )

میدان مغناطیسی (T)

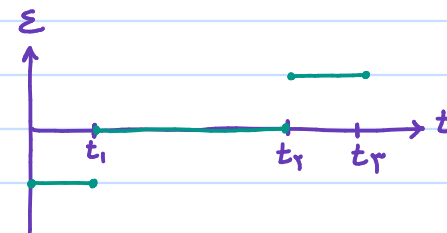
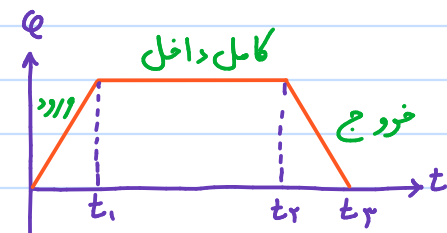
قاب عمود بر میدان

قاب موازی میدان

زاویه بین نیم خط عمود بر حلقه با خطوط میدان

✓  $\alpha$  و  $\theta$  متمم هم هستند. پس اگر در توانی زاویه خود حلقه با خطوط میدان داده شود ( $\alpha$ )،  $\theta$  مورد

نمودارها:



آهنگ تغییر نار  $\Phi$  سبب نمودار  $\Phi - t$

استفاده در رابطه نار متمم آن خواهد بود.

$$\Delta \Phi \begin{cases} \Delta A B \cos \theta \\ A \Delta B \cos \theta \\ A B \Delta \cos \theta \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} B \cos \theta \quad A \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \quad A B \frac{\Delta \cos \theta}{\Delta t}$$

آهنگ تغییر میدان  $\Phi$  سبب نمودار  $\Phi - t$

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

تعداد  $\rightarrow$   $\epsilon$   $\leftarrow$  نیروی محرکه الکتریکی

$$\frac{wb}{s} \equiv V$$

واحد

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

مقاومت ( $\Omega$ )  $\rightarrow$   $I$   $\leftarrow$  جریان الکتریکی (A)

## فصل سوم در چهارم

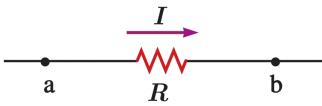
### انرژی ذخیره شده در القاگر:

جریان (A) انرژی (J) ضریب القایی (H)

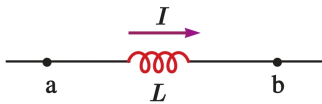
$$U = \frac{1}{2} L I^2$$

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

مقاومت با جریان  $I$ : انرژی تلف شده است.



القاگر با جریان  $I$ : انرژی ذخیره شده است.



مقاومت قطعه‌ای است که در آن انرژی به طور غیرقابل برگشت تلف می‌شود. برخلاف آن، انرژی ذخیره شده در القاگر حامل جریان را می‌توان هنگام کاهش جریان، بازیافت.

لحاظاً عبور جریان از مقاومت، انرژی وارد

آن می‌شود، جریان به پایا (ثابت) باشد

وجه تغییر کند، این انرژی در مقاومت به

انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. اما در یک القاگر

قانون لنتز: برای تعیین جهت جریان القایی در یک پیچ یا در هر مدار بسته دایره

جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در یک مدار یا پیچ در جتی است که آثار مقابله‌ای ناشی از آن به عامل به خود آورنده

جریان القایی، یعنی تغییر شار مقابله‌ای، مخالفت می‌کند.

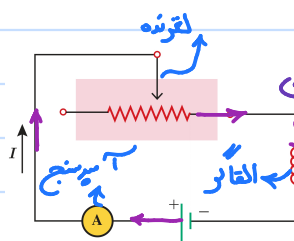
روش خودمونی:

شار یا جریان افزایش (تزدیک شدن) ← تضعیف ← جریان یا میدان خلاف جهت

شار یا جریان کاهش (دور شدن) ← تقویت ← جریان یا میدان هم جهت

الفاها: نماد:

ضریب القایی (L) به تعداد دور، طول، سطح مقطع و جنس هسته داخل آن بستگی دارد.



خود القایی: هرگاه جریان عبوری از القاگر تغییر کند، در القاگر نیروی محرکه‌ای

القایی شود، که طبق قانون لنتز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند.

این پدیده که در هر القاگر (از قبل پیچ یا سیم‌لوله) می‌تواند رخ دهد اثر خود- القاگر نامیده می‌شود.

حرکت لنتزه به سمت چپ ← افزایش مقاومت ← کاهش جریان ← جریان القایی هم جهت جریان اصلی ← با متد

حرکت لنتزه به سمت راست ← کاهش مقاومت ← افزایش جریان ← جریان القایی خلاف جهت جریان اصلی ← با متد

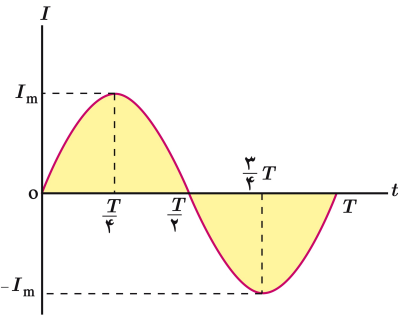
(۱) اگر جریان افزایش یابد → انرژی وارد القاگر می‌شود (در القاگر ذخیره می‌شود)

(۲) اگر جریان کاهش یابد → انرژی از القاگر خارج می‌شود (القاگر انرژی را آزاد می‌کند)

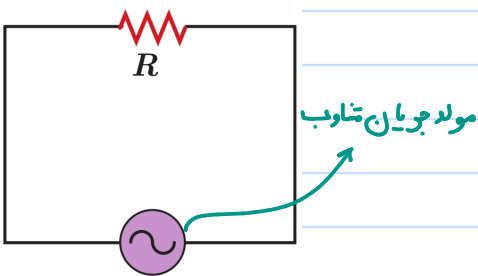
(۳) اگر جریان پایا (ثابت) باشد → انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.

فعل سوم و چهارم

نمودار جریان حساب متناوب در یک دوره:



## مدار ساده جریان متناوب:



## مولد جریان متناوب

✓ رایج ترین روش برای تغییر شار و در نتیجه تولید جریان القایی، تغییر زاویه  $\theta$  در رابطه شار مغناطیسی است.

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t$$

(A) ← جریان (A)      ← دوره (s)      ← زمان (s)

## معادله جریان - زمان:

$$\phi = AB \cos \frac{2\pi}{T} t$$

$(\phi_m)_{\text{amplitude}}$  نوا

### معادله شمار- زمان:

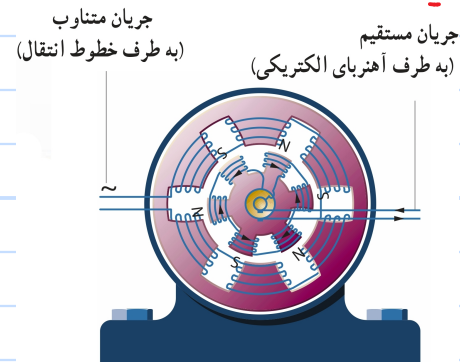
دوره یا زمان تناوب (T): زمان یک دور کامل

فرکانسی یا بسامد (f): تعداد دور در یک ثانیه واحد های فرکانس: (هرتز) Hz, s<sup>-1</sup>, 1/s

$$\phi = 0 \longrightarrow \text{Imax}$$

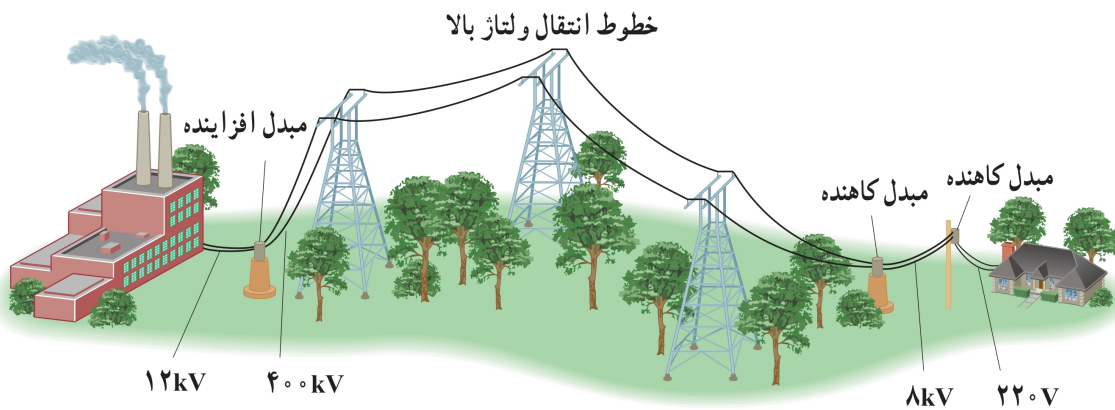
**مبدل ها:** یکی از مزیت های مهم توزیع توان الکتریکی  $ac$  بر  $dc$  تغییر ولتاژ  $ac$ ، بیارسان تر از  $dc$  است.

## نمای از مولدهای صنعتی تولید برق:



۴. در مولاهای هستی پیچه‌ها ماکن اند و آهنبای

الترکی در آن ها می میرد.





## مغل سوز در چهارم

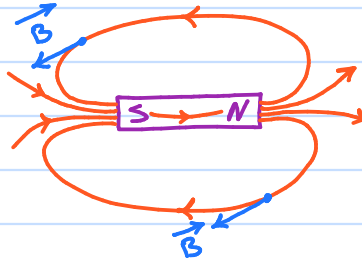
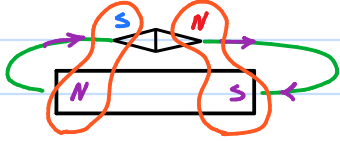
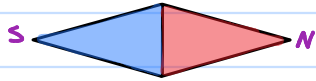
حفظیات:

آهنربا:

ناهمنام (جاذبه)



همنام (دافعه)



جهت خطوط میدان  
داخل آهنربا:  $S \rightarrow N$   
خارج آهنربا:  $N \rightarrow S$

✓ در آهنربا، دوناویه وجود دارد که

خاصیت مغناطیسی در آنجا بسیار بیشتر از قسمت‌های

دیگر است. که به آن **قطب‌های آهنربا** گفته می‌شود.

✓ هنگامی که یک آهنربای دائمی را برای چندین

بار و در یک جهت به یک موزن خیاطی کشیده شود

موزن نیز برای مدتی آهنربا می‌شود.

✓ خط مماس در هر نقطه، نشان دهنده بردار میدان مغناطیسی می‌باشد. مانند شکل بالا

✓ در هر نا میانی که تراکم بیشتر باشد یا خطوط بلندتر باشند، میدان قوی‌تر است.

✓ **عقرب مغناطیسی** ← مشخص کننده قطب‌ها - نشان دهنده جهت میدان مغناطیسی در هر نقطه

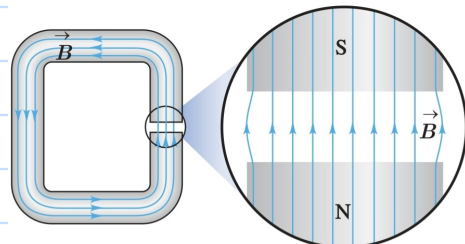
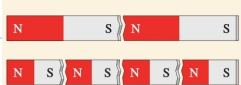
✓ **براده‌های آهن** ← نشان دهنده خطوط میدان مغناطیسی

مغناطیسی

جغرافیایی

میدان مغناطیسی زمین:

✓ **تک قطبی مغناطیسی**



میدان مغناطیسی در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل با تقریب خوبی یکنواخت است.

قطب‌های جغرافیایی و مغناطیسی برهم **مثال**

منطبق نیستند. مثلاً قطب جنوب مغناطیسی

تقریباً در فاصله ۱۸۰۰ km قطب شمال جغرافیایی

قرار دارد.

**جنوب** **شمال**

✓ **میدان مغناطیسی کره زمین درون سوز (X) است.**

**شیب مغناطیسی:** وقتی یک عقرب مغناطیسی را از وسط آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی

قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه **شیب مغناطیسی** گفته می‌شود.

زاویه شیب مغناطیسی

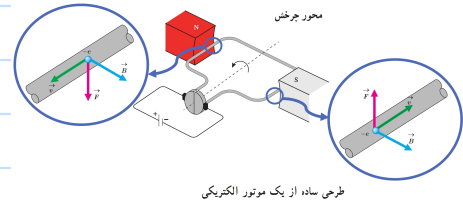
## فصل سوم در چارم

### ویژگی های مقاطعی مواد:

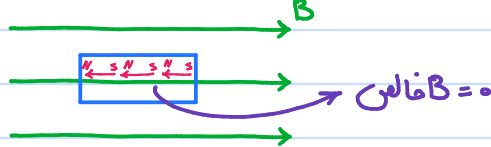
✓ موتورهای الکتریکی ابزارهایی هستند که انرژی

الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کنند و اساس

کاربایی از دستگاه ها مثل پمپ ، ته برقی و ... است.



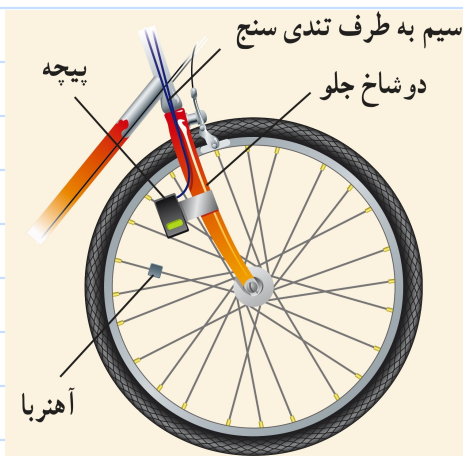
✓ باید خاصیت مغناطیسی خاص درون آن ها مغز باشد. در نتیجه در میدان مغناطیسی ، دو قطبی های مغناطیسی



خلاف میدان خارجی القای شود.

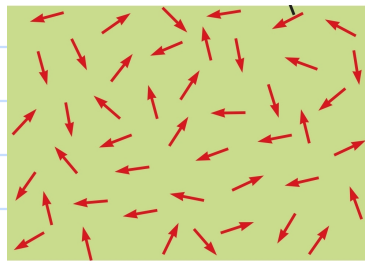
✓ تندی سنج دوم فرم بر اساس قانون

القای فارادای کار می کند.

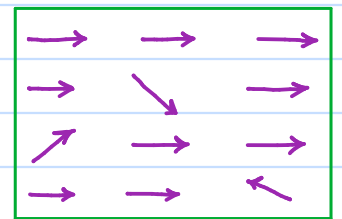


۲- پارامگناطیس: در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی دارای خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقتی می باشد.

مانند اورانیوم ، پلاتین ، سدیم



در حضور میدان مغناطیسی قوی

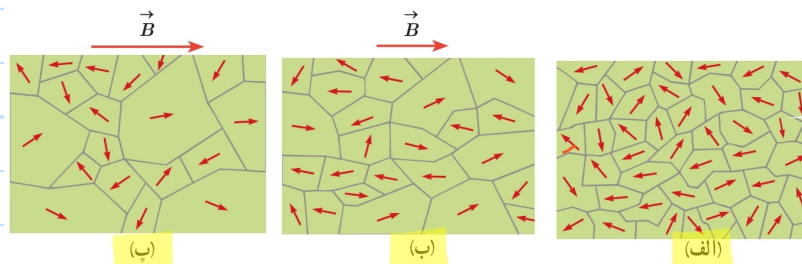


سمت گیری کاتوره ای دو قطبی های  
مغناطیسی در یک ماده پارامغناطیسی در نبود  
میدان مغناطیسی

✓ مواد پارامگناطیسی برخلاف مواد فرومگناطیسی حوزه مغناطیسی ندارند.

۳- فرومگناطیس: (خاصیت قوی و موقتی) مانند آهن ، نیکل ، کبالت

سخت: (خاصیت قوی و دائمی) مانند فولاد ، آلیاژ نیکل ، آلیاژ کبالت



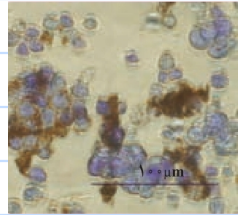
(الف) ماده فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی. (ب) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف. (پ) ماده فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

ابعاد حوزه ها از مرتبه دهم تا هزارم میلی متر است.

✓ به منطقه ای از ماده فرومگناطیسی که در آن منطقه تمام دو قطبی ها هم سو هستند ، حوزه مغناطیسی می گوئیم.

## مغل سزم ر مادم

### فناوری و کاربرد:



۱- از نانوذره های مغناطیسی برای درمان یاخته های سرطان استفاده می شود.



۲- برای اندازه گیری میدان مغناطیسی مغز از مغناطیس سنج های بیارماس به

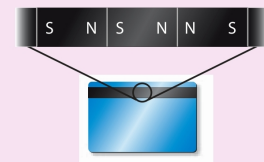
نام امکوید استفاده می شود.

### ۳- فناوری و کاربرد: کارت های اعتباری و دستگاه های کارت خوان

نوار مغناطیسی پشت کارت های اعتباری حاوی تعداد بسیار زیادی ذره فرومغناطیسی است که نوعی چسب خاص آنها را به هم متصل می کند. داده ها را که به صورت دودویی، یا صفر و یک به رمز درآورده اند، در نوار مغناطیسی پشت کارت ذخیره می کنند (شکل الف). وقتی کارت اعتباری درون دستگاه کارت خوان کشیده می شود، میدان مغناطیسی ناشی از نوار مغناطیسی، روی پیچه قرار داده شده در دستگاه کارت خوان اثر می گذارد و جریان اندکی را در پیچه القا می کند (شکل ب). این جریان بسیار کوچک توسط دستگاه دیگری تقویت و داده های ذخیره شده در نوار مغناطیسی پشت کارت، رمزگشایی می شود. پس از رمزگشایی داده ها، دستور مورد نظر انجام می شود.



کارت خوان  
(ب) کشیدن کارت، جریان اندکی در پیچه دستگاه کارت خوان القا می کند.

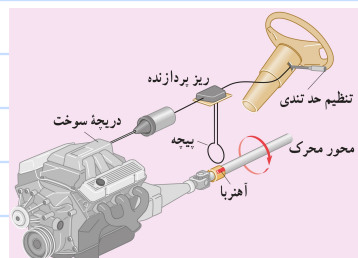


(الف) داده ها را به صورت صفر و یک در نوار مغناطیسی پشت کارت ذخیره می کنند.



۴- انرژی لازم برای جرقه زدن شمع خودرو، از انرژی ذخیره شده در

میدان مغناطیسی پیچه احتراق تامین می شود. (تأثیر القایی)



۵- اما س کارمانه تنظیم حدندی خودرو جریان القایی است. (روئیه ریاضی)

## محل سوز و جرم

ویژه ریاضی:

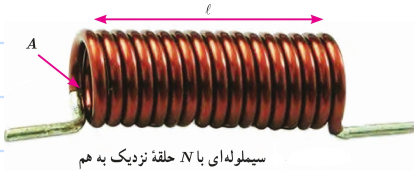
میان مقاطعی در مرکز پیچ:

جریان (A)  $\rightarrow$  تعداد حلقه  $\rightarrow$  تراوایی مقاطعی خلا  $\rightarrow$  تعداد حلقه (m)

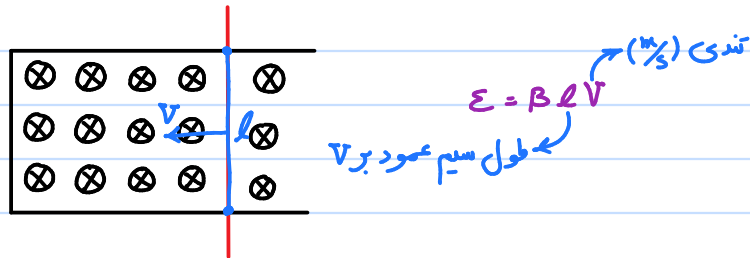
$$B = \frac{\mu_0 N I}{2R}$$

ضریب القاوری: ویژگی های فیزیکی هر القاگر،

توسط ضریب القاوری آن تعیین می شود.



اندازه نیروی محرکه القایی در رساناهای  $\mu$  شکل:



القای متقابل:

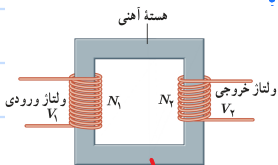
یکای  $\mathcal{E}$  ضریب القاوری  $\Omega \cdot s$  است.

که با احترام جوزف هانزی، هانزی (H) نامیده

می شود.

$$\Omega \cdot s \equiv H$$

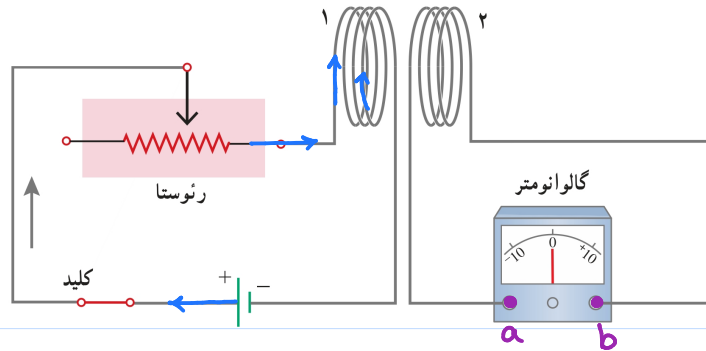
سبل ها:



هسته آهنی (غرومقاطعی نرم)

تعداد دور  $\rightarrow$  ولتاژ

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$



با تغییر مقاومت رنوستا و تغییر جریان عبوری از پیچ ۱ شار عبوری از پیچ ۲ نیز تغییر می کند. این تغییر شار، سبب ایجاد نیروی محرکه القایی در پیچ ۲ می شود. هم زمان تغییر جریان در پیچ ۲، سبب ایجاد نیروی محرکه القایی در پیچ ۱ می گردد.

حرکت لغزنده به سمت چپ  $\rightarrow$  افزایش مقاومت  $\rightarrow$  کاهش جریان  $\rightarrow$  جریان القایی هم جهت جریان اصلی  $\rightarrow$  از a به b

حرکت لغزنده به سمت راست  $\rightarrow$  کاهش مقاومت  $\rightarrow$  افزایش جریان  $\rightarrow$  جریان القایی خلاف جهت جریان اصلی  $\rightarrow$  از b به a

① به کمک القای متقابل می توان انرژی را از یک پیچ به پیچ دیگر منتقل کرد.

② برای به حداقل رساندن اثر القای متقابل در برخی از مدارهای الکترونیک، القای های

مجاور را به گونه ای قرار می دهند که سطح حلقه های آن ها برهم عمود باشد.



تالیف: امید پارمافرد

Tell: Phys-Parsa