

آزمون حضوری  
شماره سه

رشته ریاضی



تجربی | ریاضی | انسانی

ویژه کنکور  
۱۴۰۳

## مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
فیزیک	زوج درس دهم: فصل‌های چهارم و پنجم صفحه‌های ۱۱۸ تا ۱۴۹ زوج درس یازدهم: فصل‌های سوم و چهارم صفحه‌های ۸۳ تا ۱۳۰	۲	۲۰	نوید شاهی - داوود پاشا	امین امینی - نرجس تیمناک



## – قوانین گازها –

بین فشار، دما و حجم یک گاز آرمانی (کامل) رابطه زیر برقرار است:

$$PV = nRT$$

دما (کلوین: K)  $\rightarrow$   $R$  ثابت عمومی گازها با یکای  $\frac{J}{mol \cdot K}$  و مقدار  $8/314$   
 مول گاز (mol)  $\rightarrow$   $n$  حجم (مترمکعب:  $m^3$ )  
 فشار (پاسکال: Pa)  $\rightarrow$   $P$

**توجه** در رابطه بالا،  $P$  فشار کل (فشار مطلق) است، نه فشار پیمانه‌ای.

برای محاسبه تعداد مول یک گاز از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

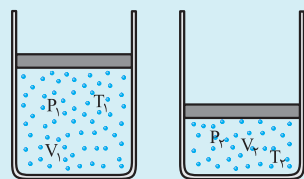
$$n = \frac{N}{N_A} \rightarrow \text{تعداد ذره‌ها} \quad n = \frac{m}{M} \rightarrow \text{جرم مولی (گرم بر مول: g/mol)} \rightarrow \text{جرم (گرم: m)}$$

$N_A = 6.022 \times 10^{23}$

**توجه** اگر با مخلوطی از چند گاز سروکار داشتیم،  $n$  برابر مجموع تعداد مول گازهاست.

### نکته

رابطه بین کمیت‌های مقدار معینی از یک گاز آرمانی:



$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

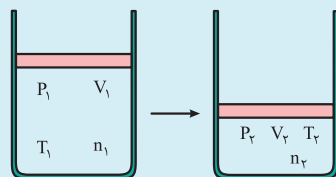
### نکته

بررسی فرایندهای گاز در ۳ حالت مختلف

دما ثابت	حجم ثابت	فشار ثابت	
$P_1 V_1 = P_2 V_2$	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	رابطه
			نمودار

### نکته

قانون آووگادور:



$$V \propto n \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$



### نکته

$$\frac{P_T V_T}{T_T} = \frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \dots$$

اگر ۲ یا چند گاز را با هم مخلوط کنیم.

### نکته

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

اگر در فرایندی هر چهار کمیت دما، فشار، گاز و مقدار ماده تغییر کند:

### ۱- مفاهیم اولیه ترمودینامیک -

الف) گاز کامل: گازی بسیار رقیق که ذرات آن به هم نیرو وارد نمی‌کنند.

ب) دستگاه: ماده مورد بررسی که عمدتاً شاره است.

پ) محیط: هر آن چه که اطراف دستگاه است و با آن تبادل انرژی دارد.

ت) کمیت ماکروسکوپی: کمیت‌هایی که وضعیت ماده را در مقیاس بزرگ نشان می‌دهند و به جزئیات تک تک مولکول‌ها وابسته نیست.

### ۲- معادله حالت -

معادله حالت	تعریف معادله حالت
$PV = nRT$	رابطه بین متغیرهای ترمودینامیکی

### نکته

متغیرهای ترمودینامیکی: دما، فشار، حجم و مقدار ماده

### ۳. فرایند ترمودینامیکی ایستاور -

الف) تعادل ترمودینامیکی: اگر متغیرهای ترمودینامیکی ثابت باشند، گاز در تعادل ترمودینامیکی قرار دارد.

ب) فرایند ترمودینامیکی: اگر گاز از حالت اول ( $P_1, V_1, T_1, n_1$ ) به حالت دوم ( $P_2, V_2, T_2, n_2$ ) تغییر کند، فرایند ترمودینامیکی رخ داده است.

پ) فرایند ترمودینامیکی ایستاور: اگر در حین فرایند، گاز بسیار به حالت تعادل نزدیک باشد به فرایند ایستاور می‌گوییم.

### ۴. چگالی گاز کامل -

$$\left. \begin{array}{l} \text{تعداد مول گاز (mol)} \\ \uparrow \\ \text{جرم مولکولی (kg/mol)} \leftarrow m = n \times M \leftarrow \text{جرم گاز (kg)} \\ \\ \text{ثابت گازها (J/mol.K)} \leftarrow \frac{1}{2} \times 10^4 \\ \uparrow \\ \text{دما (K)} \leftarrow V = \frac{nRT}{P} \leftarrow \text{فشار گاز (Pa)} \end{array} \right\} \rho = \frac{m}{V} = \frac{n \times M}{\frac{nRT}{P}} = \frac{PM}{RT}$$

### ۵- تبادل انرژی -

گاز (دستگاه) با محیط از دو طریق گرما و کار تبادل انرژی می‌کند.

الف) گرما: به علت اختلاف دما بین دستگاه و محیط، بین این دو گرما مبادله می‌شود.

$Q > 0 \Rightarrow$  دستگاه گرما بگیرد،  $Q < 0 \Rightarrow$  دستگاه گرما از دست بدهد.



## نکته

منبع گرما، جسمی است که اگر گرما بگیرد یا از دست دهد، دمای آن ثابت می ماند.

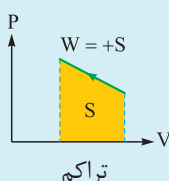
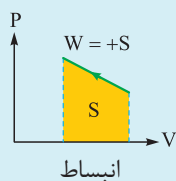
با تغییر حجم سامانه در یک فرایند، محیط روی دستگاه ( $W$ ) و یا دستگاه روی محیط ( $W'$ ) کار انجام می دهد. (ب) کار

$W' > 0$  و  $W < 0 \Rightarrow$  فرایند انبساطی،  $W' < 0$  و  $W > 0 \Rightarrow$  فرایند تراکمی

$$W = -W'$$

## نکته

مساحت زیر نمودار  $P-V$  برابر اندازه کار انجام شده است.



## ۶- انرژی درونی ( $U$ ) -

مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل ذرات سازنده یک جسم

## نکته

در مورد گازهای کامل، انرژی درونی فقط تابعی از دمای مطلق است.

## ۷- قانون اول ترمودینامیک -

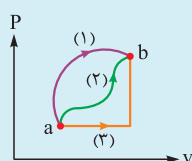
$$\Delta U = Q + W$$

این قانون همان پایستگی انرژی می باشد.



## نکته

تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل به مسیر وابسته نیست، فقط به تغییر دمای گاز بستگی دارد.



$$\Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3$$

$$W_1 \neq W_2 \neq W_3$$

$$Q_1 \neq Q_2 \neq Q_3$$



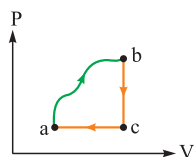


### ۸- فرایندهای خاص ترمودینامیکی -

فرایند	معادله حالت	نمودارها	نکات
هم حجم	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$		<ul style="list-style-type: none"> <li><math>W = 0, \Delta U = Q</math></li> <li>دو حالت <math>\begin{cases} Q &gt; 0 \Rightarrow \Delta U &gt; 0 \Rightarrow \Delta T &gt; 0 \Rightarrow \Delta P &gt; 0 \\ Q &lt; 0 \Rightarrow \Delta U &lt; 0 \Rightarrow \Delta T &lt; 0 \Rightarrow \Delta P &lt; 0 \end{cases}</math></li> </ul>
هم فشار	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$		<ul style="list-style-type: none"> <li><math>W = -P\Delta V, W = -nR\Delta T</math></li> <li><math>Q \neq 0, W \neq 0</math></li> <li><math>\begin{cases} \Delta V &gt; 0 \Rightarrow \begin{cases} W &lt; 0 \\ \Delta T &gt; 0 \Rightarrow \Delta V &gt; 0 \Rightarrow Q &gt; 0 \end{cases} \\ \Delta V &lt; 0 \Rightarrow \begin{cases} W &gt; 0 \\ \Delta T &lt; 0 \Rightarrow \Delta U &lt; 0 \Rightarrow Q &lt; 0 \end{cases} \end{cases}</math> (انبساط هم فشار / تراکم هم فشار)</li> <li>همیشه: <math> Q  &gt;  \Delta V  &gt;  W </math></li> </ul>
هم دما	$P_1 V_1 = P_2 V_2$ فشار و حجم رابطه عکس دارند.		<ul style="list-style-type: none"> <li><math>\Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W</math></li> <li><math>\begin{cases} \Delta V &gt; 0 \Rightarrow \begin{cases} W &lt; 0 \\ \Delta T &gt; 0 \Rightarrow Q &gt; 0 \end{cases} \\ \Delta V &lt; 0 \Rightarrow \begin{cases} W &gt; 0 \\ \Delta P &gt; 0 \Rightarrow Q &lt; 0 \end{cases} \end{cases}</math> (انبساط هم دما / تراکم هم دما)</li> <li><math>T: \uparrow \Rightarrow  W  \uparrow,  Q  \uparrow</math></li> </ul>
بی دررو	$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ هر سه کمیت تغییر می کنند.		<ul style="list-style-type: none"> <li><math>Q = 0 \Rightarrow \Delta U = W</math></li> <li>خیلی سریع یا عایق بندی</li> <li><math>\begin{cases} \Delta V &gt; 0 \Rightarrow W &lt; 0 \\ \Delta U &lt; 0, \Delta T &lt; 0, \Delta P &lt; 0 \end{cases}</math></li> <li><math>\begin{cases} \Delta V &lt; 0 \Rightarrow W &gt; 0 \\ \Delta U &gt; 0, \Delta P &gt; 0 \end{cases}</math> (تراکم بی دررو)</li> </ul>



## ۹- چرخه ترمودینامیکی -

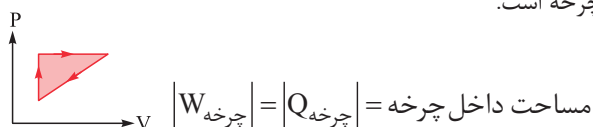


چرخه ترمودینامیکی: چند فرایند که پس از طی آن‌ها، دستگاه به حالت اولیه خود بازگردد.

الف) تغییر انرژی درونی در کل چرخه برابر صفر است:  $\Delta U = 0$

نکات: ب) کار انجام شده و گرمای مبادله شده در کل چرخه قرینه یکدیگرند:  $\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W$

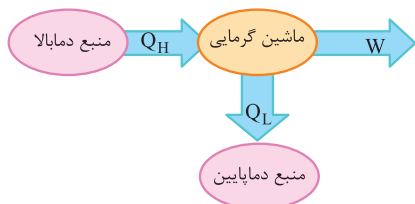
پ) مساحت داخل چرخه ( $P-V$ ) برابر کار انجام شده در کل چرخه است.



## نکته

ساعتگرد:  $W < 0$  و  $Q > 0$   
پادساعتگرد:  $W > 0$  و  $Q < 0$   
جهت نمودار ( $P-V$ ) یک چرخه

## ۱۰- ماشین گرمایی -



ماشین گرمایی: ماشینی که طی چند فرایند، گرما را به کار تبدیل می‌کند.

$Q_H$ : گرمای دریافتی از منبع دمابالا

$Q_L$ : گرمای داده شده به منبع دماب پایین (گرمای اتلافی)

$W$ : کار انجام شده روی محیط

## نکته

### انواع ماشین گرمایی

ماشین درون‌سوز	ماشین برون‌سوز	تعریف
منبع دمابالا، درون خود ماشین قرار دارد.	منبع دمابالا، در بیرون از ماشین قرار دارد.	
ماشین بنزینی: ورود سوخت به سیلندر ← آتش گرفتن بر اثر جرقه ← تولید گرما این ماشین شامل شش فرایند از قرار زیر می‌باشد.	ماشین بخاروات: در این ماشین دستگاهی که چرخه را طی می‌کند، آب است.	
<p>۱- افزایش حجم سیلندر از <math>V</math> به <math>rV</math> جرقه ۲- کاهش حجم هوا یا سیلندر از <math>rV</math> به <math>V</math> ۳- در حجم ثابت، فشار و دما بالا می‌رود. ۴- افزایش حجم سیلندر از <math>V</math> به <math>rV</math> (افزایش بی‌دررو) توجه: <math>\Gamma</math> نسبت تراکم یا انبساط است.</p>	<p>آب حاصل از چگالش چگالنده آب خنک‌کننده بار پمپ کوره دیگ بخار استوانه (سیلندر) پیستون B A</p> <p><math>Q_H</math>: از کوره گرفته می‌شود. <math>Q_L</math>: در چگالنده از دست می‌دهد. <math>W</math>: در سیلندر انجام می‌گیرد.</p>	نمونه

# مروارنه آزمون آزمایشی خیلی سبز



## ۱۱- بازده ماشین گرمایی -

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

بازده ماشین گرمایی

### نکته

قانون اول ترمودینامیک در ماشین گرمایی

$$\Delta U = 0 = W_{\text{چرخه}} + Q_{\text{چرخه}} = 0 = W_{\text{چرخه}} + Q_H + Q_L$$

(علامت -)      (علامت +)      (علامت -)

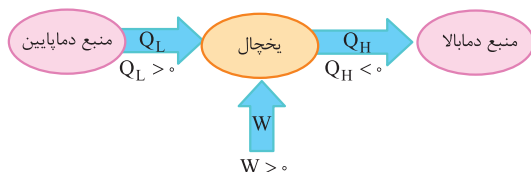
$$\Rightarrow Q_H = |W| + |Q_L| \Rightarrow \eta = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

## توان ماشین گرمایی:

$$P = \frac{|W|}{t}$$

## ۱۲- یخچال -

یخچال: وسیله‌ای که با استفاده از کار گرما را از منبع پایین به منبع دمابالا انتقال می‌دهد.



### نکته

قانون اول ترمودینامیک در یخچال:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow W + Q_L + Q_H = 0 \Rightarrow |Q_H| = W + |Q_L|$$

(علامت -)      (علامت +)      (علامت +)

## ۱۳- قانون دوم ترمودینامیک -

### قانون دوم ترمودینامیک

به بیان یخچالی	به بیان ماشین گرمایی
گرما به طور خود به خود از جسم با دمای پایین به جسم با دمای بالا منتقل نمی‌شود. $W \neq 0$	همواره بخشی از گرمای دریافتی از منبع دمابالا هدر رفته و تمام آن به کار تبدیل می‌شود. $ W  < Q_H$ $\eta < 1$ $ Q_L  \neq 0$



## مغناطیس

### ۱- آهنربا و قطب‌های مغناطیسی -

آهنربا: به موادی که خاصیت مغناطیسی دارند گفته می‌شود. (مانند مگنتیت  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

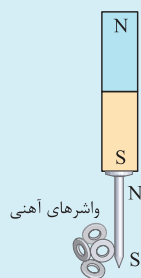
#### نکته

آهنربا دارای دو قطب N و S است و تک‌قطبی مغناطیسی نداریم.



#### نکته

در پدیده القای مغناطیسی، همیشه جسم القاشونده (جسم آهنی) جذب جسم القاکنده (آهنربا) می‌شود.

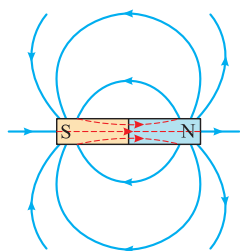


### ۲- ویژگی خطوط میدان مغناطیسی -

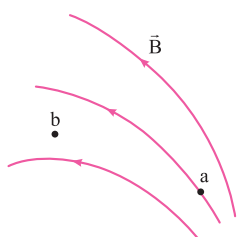
۱) در خارج آهنربا: از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند.

در داخل آهنربا: از قطب S به قطب N

۲) هر یک از این خطوط یک حلقه بسته را تشکیل می‌دهند.



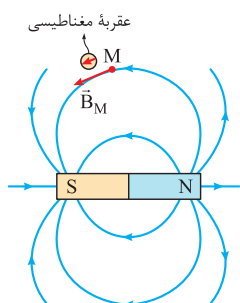
۳) هر چه تراکم (میزان فشردگی) خطوط در یک ناحیه بیشتر → اندازه میدان در آن ناحیه بزرگ‌تر



$$B_a > B_b$$

۴) بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه → مماس بر خط میدان مغناطیسی عبوری از آن نقطه و هم‌جهت با

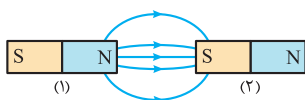
آن → هم‌جهت با عقربه مغناطیسی قرار گرفته در آن نقطه



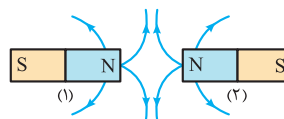
۵) هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند (از هر نقطه فقط یک خط میدان می‌گذرد).



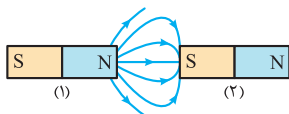
● خطوط میدان مغناطیسی در اطراف دو آهنربای مجاور هم



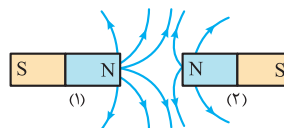
الف) دو آهنربای یکسان



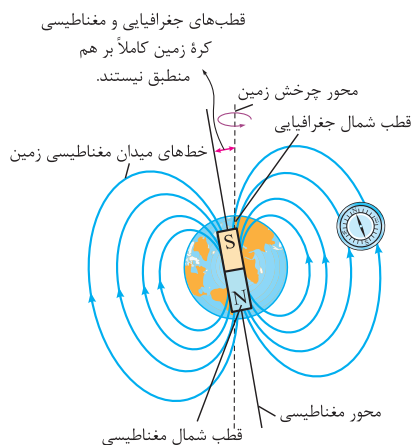
ب) دو آهنربای یکسان



پ) آهنربای (۱) قوی‌تر از آهنربای (۲)



ت) آهنربای (۱) قوی‌تر از آهنربای (۲)



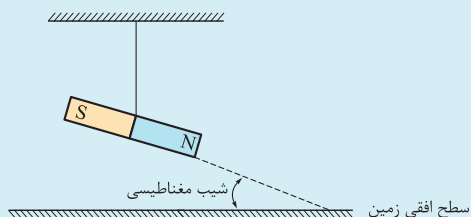
## ۳- میدان مغناطیسی زمین -

### نکته

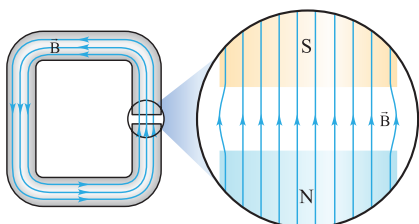
خطوط میدان مغناطیسی زمین از قطب جنوب جغرافیایی خارج و به قطب شمال جغرافیایی داخل می‌شوند.

### نکته

شیب مغناطیسی: زاویه بین یک آهنربا آویزان از سقف با سطح افقی زمین.



## ۴- میدان مغناطیسی یکنواخت -



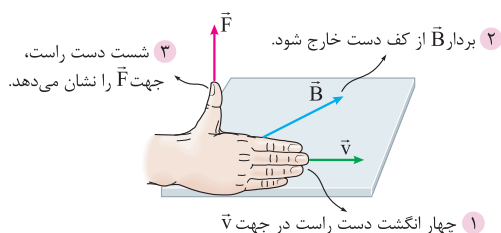
۱) اندازه و جهت میدان مغناطیسی در تمام نقاط یکسان

۲) خطوط میدان مغناطیسی مستقیم، موازی، هم‌جهت و هم‌فاصله



## ۵- جهت و اندازه نیرو مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک -

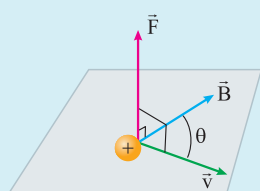
قاعده دست راست:



### نکته

ذره باردار مثبت استفاده از دست راست منفی استفاده از دست چپ

### نکته



- ۱ بردار  $\vec{F}$  بر هر دو بردار  $\vec{v}$  و  $\vec{B}$  عمود است.
- ۲ زاویه بین  $\vec{v}$  و  $\vec{B}$  هر مقداری می‌تواند باشد.

اندازه میدان مغناطیسی (T) اندازه بار الکتریکی (C)

$$F = |q| v B \sin \theta$$

زاویه بین بردارهای اندازه سرعت ذره (m/s) و اندازه نیروی مغناطیسی (N)

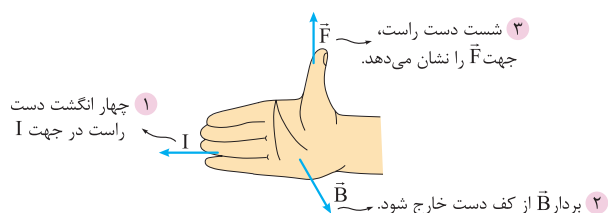
رابطه اندازه نیرو مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک:

### نکته

$$1 \text{ T} = 10^{-4} \text{ G}$$

## ۶- جهت و اندازه نیرو مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان -

قاعده دست راست:



### نکته

بردار  $\vec{F}$  بر I و بردار  $\vec{B}$  عمود است.



رابطه اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان:

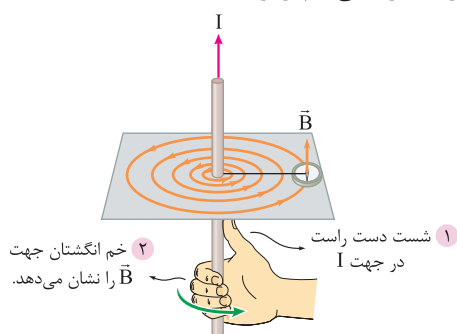
$$F = BIL \sin \theta$$

طول سیم (m) اندازه میدان مغناطیسی (T)  
 زاویه بین  $I$  و  $\vec{B}$   
 اندازه نیروی مغناطیسی (N)  
 جریان الکتریکی (A)  
 آسمان (بالا)  
 زمین (پایین)  
 شرق  
 غرب  
 شمال : درون سو  
 جنوب : برون سو

## ۷- جهت‌های جغرافیایی -

## ۸- میدان مغناطیسی ناشی از سیم مستقیم حامل جریان -

سیم حامل جریان اطراف خود میدان مغناطیسی‌ای تولید می‌کند که خطوط میدان به صورت دایره‌هایی هم‌مرکز است. قاعده دست راست برای جهت میدان:



### نکته

عوامل مؤثر بر اندازه میدان  
 اندازه جریان الکتریکی (تأثیر مستقیم)  
 فاصله از سیم (تأثیر معکوس)

### نکته

دو زاویه دید متفاوت در این بخش وجود دارد.

سیم عمود بر صفحه	سیم روی صفحه





## نکته

اگر دو سیم موازی حامل جریان کنار یکدیگر باشند:

جهت جریان سیم‌ها	
خلاف جهت	هم‌جهت

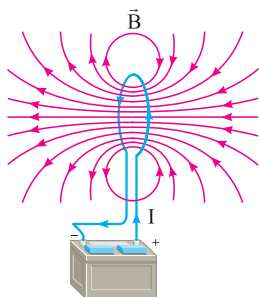
جریان هم‌جهت: میدان مغناطیسی در فاصله بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کم‌تر می‌تواند صفر باشد.  
جریان خلاف جهت: میدان مغناطیسی در خارج از فاصله بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کم‌تر می‌تواند صفر باشد.

## ۹- نیرو مغناطیسی بین سیم‌های حامل جریان -

جریان خلاف جهت	جریان هم‌جهت

## ۱۰- میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقه حامل جریان -

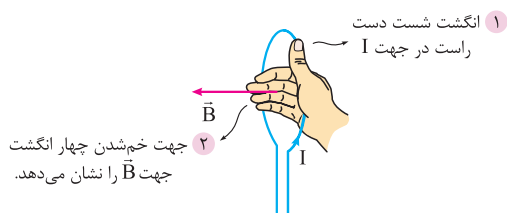
شکل روبه‌رو نشان‌دهنده خطوط میدان اطراف حلقه حامل جریان است.



## نکته

تراکم خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه داخل حلقه بیشتر از خارج آن است → میدان داخل حلقه قوی‌تر است.

به دست آوردن جهت میدان حلقه حامل جریان:  
قاعده دست راست:

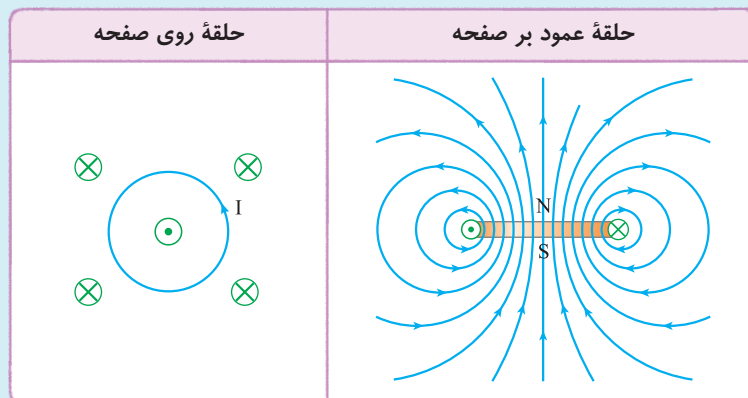






## نکته

دو زاویه دید متفاوت نسبت به حلقه در این قسمت وجود دارد.



ضریب تراوایی  
مغناطیسی خلأ  
( $4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$ )

جریان عبوری از تعداد  
حلقه‌ها (A) حلقه‌ها

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

اندازه میدان  
مغناطیسی (T)

شعاع حلقه (m)

اندازه میدان مغناطیسی حاصل از حلقه حامل جریان:

رشته ریاضی

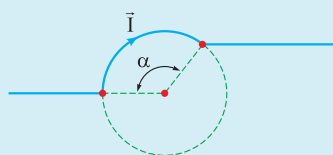
مرورنامه آزمون حضوری شماره سه

## نکته

$$N = \frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر حلقه}} = \frac{L}{2\pi R}$$

رابطه طول سیم سازنده پیچه (حلقه) با تعداد حلقه‌ها:

## نکته



$$N = \frac{\alpha}{36^\circ}$$

اگر حلقه کامل نباشد تعداد حلقه برابر است با:

## ۱۱- میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌لوله حامل جریان -

مطابق شکل صفحه بعد داخل و اطراف سیم‌لوله حامل جریان، میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود.

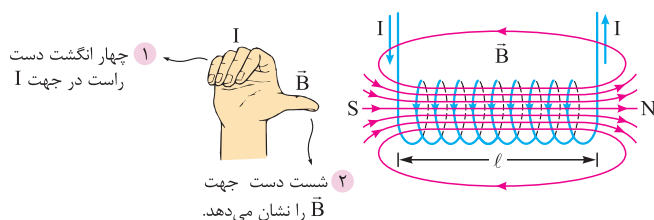
## نکته

- ۱ خطوط میدان داخل سیم‌لوله متراکم از خارج آن است ← میدان داخل سیم‌لوله قوی‌تر است.
- ۲ میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله یکنواخت است.



به دست آوردن جهت میدان حاصل از سیم‌لوله حامل جریان:

قاعده دست راست:



اندازه میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله حامل جریان:

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

جریانی الکتریکی (A)  $\rightarrow$  تعداد حلقه‌های سیم‌لوله  $\rightarrow$  ضریب تراوایی مغناطیسی خلا  $(4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A})$   $\rightarrow$   $\mu_0$   $\rightarrow$  طول سیم‌لوله (m)  $\rightarrow$   $l$   $\rightarrow$  اندازه میدان مغناطیسی (T)  $\rightarrow$  B

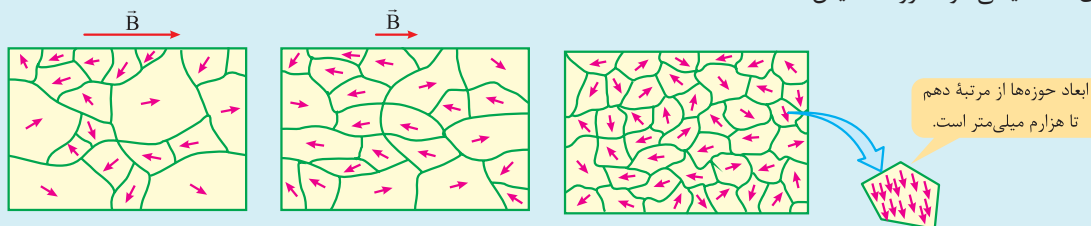
## ۱۲- ویژگی مغناطیسی مواد -

در داخل سیم‌لوله میدان تقریباً یکنواخت و قوی‌تر از خارج سیم‌لوله است.

نام	نمونه	دوقطبی مغناطیسی	حوزه مغناطیسی	ویژگی
پارامغناطیس	اورانیوم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن	✓	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>اتم‌ها ذاتاً خاصیت مغناطیسی دارند، اما در غیاب میدان مغناطیسی خارجی، جهت‌گیری کاتوره‌ای و نامنظم دارند و میدان مغناطیسی‌ای ایجاد نمی‌کنند.</li> <li>قرارگیری در میدان مغناطیسی قوی <math>\rightarrow</math> ایجاد خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت</li> <li>حذف میدان مغناطیسی <math>\rightarrow</math> به سرعت به صورت کاتوره‌ای پخش و از دست دادن خاصیت مغناطیسی</li> </ul>
دیامغناطیس	مس، بیسموت، نقره و سرب	×	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>اتم‌ها ذاتاً دارای خاصیت مغناطیسی نیستند.</li> <li>قرارگیری در میدان مغناطیسی قوی <math>\rightarrow</math> القا دوقطبی مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی</li> </ul>
فرومغناطیس نرم	آهن خالص، کبالت خالص، نیکل خالص	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>اتم‌ها ذاتاً خاصیت مغناطیسی دارند.</li> <li>در غیاب میدان مغناطیسی خارجی اتم‌های یک حوزه، هم‌سو هستند.</li> <li>قرارگیری در میدان مغناطیسی خارجی: حجم حوزه‌های هم‌سو با میدان رشد کرده و ماده به راحتی دارای خاصیت مغناطیسی می‌شود.</li> <li>حذف میدان مغناطیسی خارجی: به آسانی خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.</li> <li>کاربرد: ساخت آهنرباهای الکتریکی</li> </ul>
فرومغناطیس سخت	فولاد و آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل	✓	✓	<p>دقیقاً مانند ویژگی‌های فرومغناطیس نرم با دو تفاوت اصلی:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>سخت‌تر خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند.</li> <li>سخت‌تر خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.</li> </ol> <p>کاربرد: ساخت آهنرباهای دائم</p>

### نکته

حوزه‌های مغناطیسی مواد فرومغناطیس

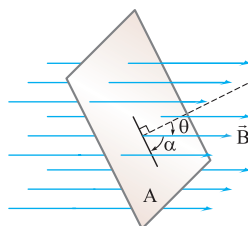


### نکته

حالت اشباع خاصیت آهنربایی: قرار گرفتن ماده فرومغناطیس در میدان مغناطیسی بسیار قوی ← حجم حوزه‌های هم‌سو با میدان خارجی به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

## القای الکترومغناطیسی

### ۱۳- شار مغناطیسی



مفهوم ← با تعداد خطوط میدان مغناطیسی گذرنده از سطح متناسب است.

فرمول ←  $\Phi = BA \cos \theta$ ، زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و نیم‌خط فرضی عمود بر سطح حلقه،  $\alpha$ : زاویه بین بردار میدان مغناطیسی و سطح حلقه  $(\theta = 90^\circ - \alpha)$

حالت خاص ← هرگاه سطح حلقه بر میدان مغناطیسی عمود باشد  $(\theta = 0^\circ \text{ یا } 180^\circ)$ ، شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه بیشینه است.

حالت خاص ← هرگاه سطح حلقه با میدان مغناطیسی موازی باشد  $(\theta = 90^\circ)$ ، شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه صفر (کمینه) است.

دام ← شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با شار مغناطیسی گذرنده از یک پیچ با N حلقه، برابر است.

تغییرش مهمه ←  $\Delta \Phi = \Delta B \times A \times \cos \theta$ ،  $\Delta \Phi = B \times \Delta A \times \cos \theta$ ،  $\Delta \Phi = B \times A \times \Delta \cos \theta$

### ۱۴- قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

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

آهنگ تغییر میدان مغناطیسی:  $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ :  $\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta B \times A \times \cos \theta}{\Delta t}$

آهنگ تغییر مساحت سطح حلقه:  $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ :  $\bar{\epsilon} = -N \frac{B \times \Delta A \times \cos \theta}{\Delta t}$

$\bar{\epsilon} = -N \frac{B \times A \times \Delta \cos \theta}{\Delta t}$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\epsilon}}{R} = -\frac{N}{R} \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$|\Delta q| = |\bar{I} \times \Delta t| = \left| \frac{N}{R} \times \Delta \Phi \right|$$

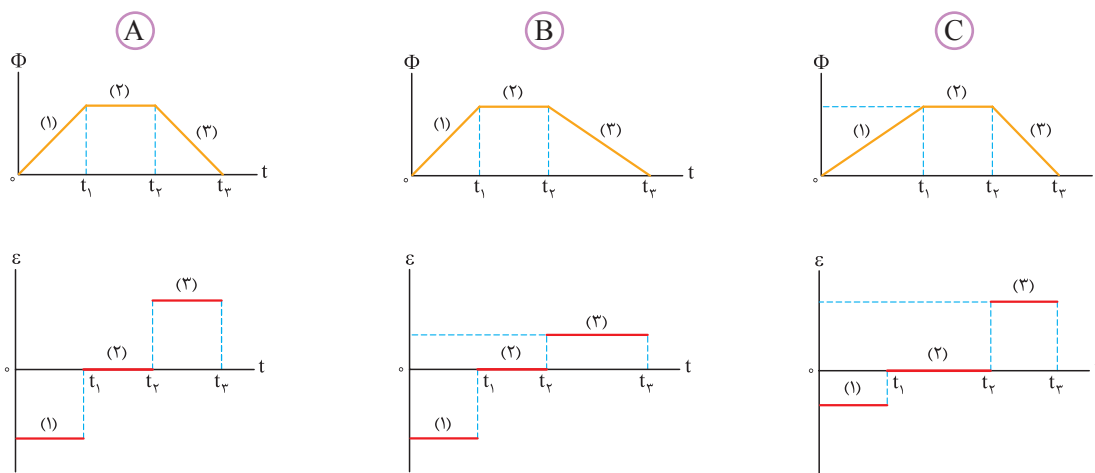
← جریان الکتریکی القایی متوسط:

← مقدار بار القایی:



در کتاب درسی و در سطح کنکور سراسری، نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان  $(\Phi - t)$  خطی است؛ پس شیب آن در تمام لحظه‌ها و در تمام بازه‌های زمانی یکسان می‌شود.

- ۱) اگر شیب  $\Phi - t$  ثابت و مثبت باشد، نیروی محرکه القایی ثابت و منفی است.
- ۲) اگر شیب  $\Phi - t$  ثابت و منفی باشد، نیروی محرکه القایی ثابت و مثبت است.
- ۳) اگر شیب  $\Phi - t$  صفر باشد، نیروی محرکه القایی صفر است.
- ۴) هر چه اندازه شیب نمودار  $\Phi - t$  بیشتر (کمتر) باشد، اندازه  $\mathcal{E}$  بیشتر (کمتر) است.

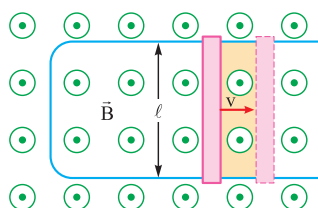


$\mathcal{E}$  ثابت و منفی است.  $\longrightarrow$  شیب  $\Phi - t$  ثابت و مثبت است:  $0 < t < t_1$

$\mathcal{E}$  صفر است.  $\longrightarrow$  شیب  $\Phi - t$  صفر است:  $t_1 < t < t_2$

$\mathcal{E}$  ثابت و مثبت است.  $\longrightarrow$  شیب  $\Phi - t$  ثابت و منفی است:  $t_2 < t < t_3$

- در نمودار A اندازه شیب خط ۱ و ۳ برابر است. بنابراین اندازه  $\mathcal{E}$  در این دو قسمت (ارتفاع پله‌ها) یکسان است.
- در نمودار B اندازه شیب خط ۱ بیشتر از اندازه شیب خط ۳ است؛ بنابراین اندازه  $\mathcal{E}$  (ارتفاع پله) در قسمت ۱ بزرگ‌تر از اندازه  $\mathcal{E}$  (ارتفاع پله) در قسمت ۳ است.
- در نمودار C اندازه شیب خط ۳ بیشتر از اندازه شیب خط ۱ است؛ بنابراین اندازه  $\mathcal{E}$  (ارتفاع پله) در قسمت ۳ بزرگ‌تر از اندازه  $\mathcal{E}$  (ارتفاع پله) در قسمت ۱ است.



- یک نمونه معروف برای حالتی که عامل تغییر شار مغناطیسی، تغییر مساحت سطح حلقه باشد، حرکت میله رسانا به طول  $l$  بر روی یک رسانای U شکل با سرعت ثابت است.

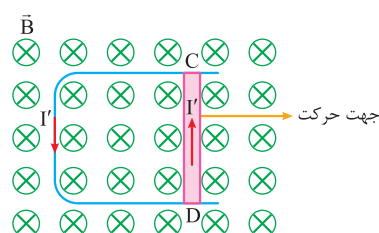
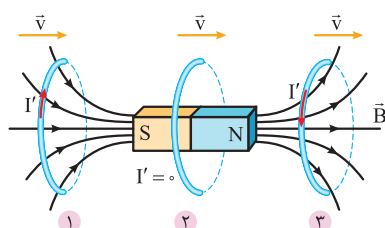
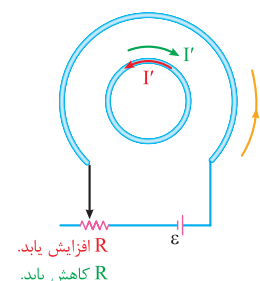
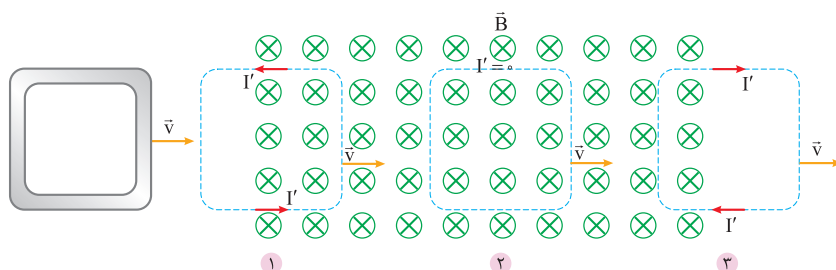
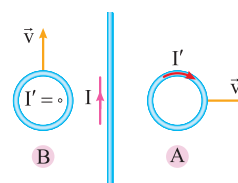
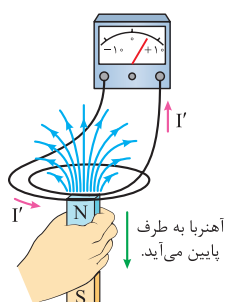
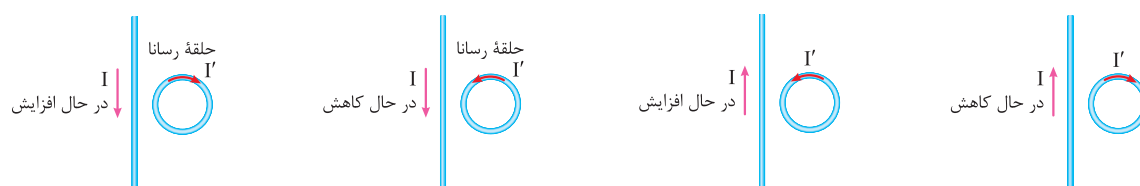
$$|\mathcal{E}| = B\ell v$$

⚠ چون میله با سرعت ثابت حرکت می‌کند، نیروی محرکه القایی ثابت است. در این حالت رسانای U شکل به همراه میله رسانای لغزنده، یک مولد جریان مستقیم است.

## ۱۵- قانون لنز -

**تعریف** جریانی حاصل از نیروی محرکه القایی در یک مدار یا پیچ (I') در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن (القایی  $\vec{B}$ )، با عامل به وجود آورنده جریان القایی یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می کند.

**نمونه ها**



★ اساس کار کارت های اعتباری و دستگاه های کارت خوان، سامانه تنظیم حد تندی خودرو و تندی سنج دوچرخه های مسابقه ای جریان الکتریکی القایی است.



## ۱۶- القاگر (پیچه یا سیم لوله) -

می توان از القاگرها برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و ذخیره انرژی در این میدان استفاده کرد.

اثر خودالقای

تغییر جریان مدار ← تغییر میدان مغناطیسی القاگر ← تغییر شار مغناطیسی ← نیروی محرکه القایی که با تغییر جریان عبوری مخالفت می کند.

چطوری تغییر می کنه؟

جریان مدار کاهش یابد.

القاگر شبیه مولد محرک رفتار می کند.

انرژی در القاگر آزاد می شود.

جریان مدار افزایش یابد.

القاگر شبیه مولد در حال شارژ رفتار می کند.

انرژی در القاگر ذخیره می شود.

⚠ هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی (مقاومت صفر)، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی شود.

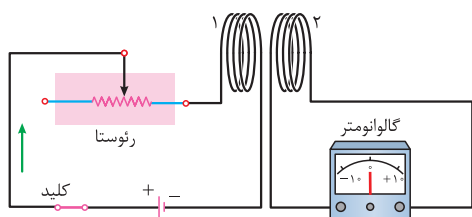
ضریب القای:

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

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

انرژی ذخیره شده در القاگر:

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



## ۱۷- جریان متناوب (AC) -

تعریف ← مدت زمان یک دور چرخش کامل پیچه را **دوره** یا **زمان تناوب** می نامند و یکای آن در SI **ثانیه (s)** است.

تعریف ← به تعداد چرخش های کامل پیچه در مدت یک ثانیه **بسامد** یا **فرکانس** می گویند و یکای آن در SI **بر ثانیه ( $\frac{1}{s}$ )** یا **هرتز (Hz)** است.

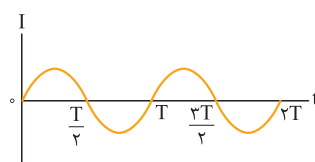
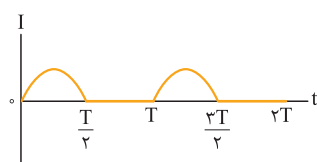
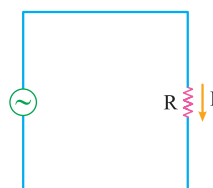
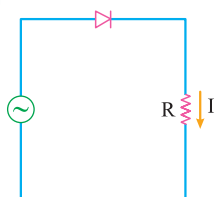
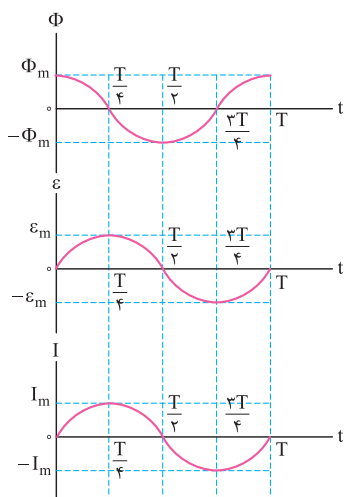
$$\theta = \frac{2\pi}{T}t \leftarrow \frac{2\pi}{\theta} = \frac{T}{t}$$

$$\Phi_m = BA, \Phi = \Phi_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

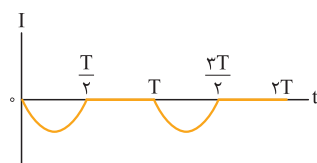
$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

$$I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} : I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

← **جریان متناوب و دیود:**



یا

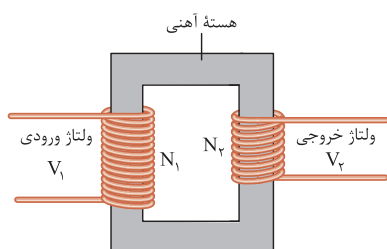
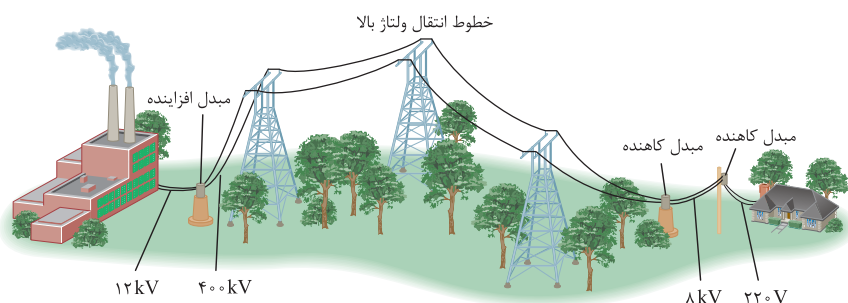






## ۱۸- مبدل‌ها -

مفهوم افزایش و کاهش ولتاژ AC بسیار آسان‌تر از DC است.  
کاربرد برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، تا جای ممکن از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده می‌کنند.



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

مبدل کاهشنده:  $N_2 < N_1, V_2 < V_1$   
مبدل افزایشنده:  $N_2 > N_1, V_2 > V_1$