

فصل اول

قانون کولن: نیروی رابیشی یا رانشی بین دو ذره‌ی باردار q_1 و q_2 که در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار دارند، با حاصل ضرب بار دو ذره نسبت مستقیم و با مجذور فاصله‌ی دو ذره از یکدیگر نسبت وارون دارد.

پایستگی بار الکتریکی: بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و نیز از بین نمی‌رود و فقط از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. میدان الکتریکی: یک بار الکتریکی در هر نقطه از فضای اطراف خود، خاصیتی ایجاد می‌کند که میدان الکتریکی نامیده می‌شود. میدان الکتریکی (تعریف کمی): نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامند. خط‌های میدان الکتریکی: میدان الکتریکی را در اطراف یک جسم باردار با خط‌هایی نشان می‌دهیم که به آن‌ها خطوط میدان الکتریکی می‌گویند.

دو قطبی الکتریکی: دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه که دارای بارهای ناهم‌نام هستند را دو قطبی الکتریکی می‌نامند. چگالی سطحی بار الکتریکی: بار الکتریکی موجود در واحد سطح خارجی جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامند. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه: اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه، برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است، وقتی یکای بار از نقطه‌ی اول تا نقطه‌ی دوم جابه‌جا می‌شود. ظرفیت خازن: ظرفیت خازن برابر نسبت بار ذخیره شده در آن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی آن است.

فروشکست: اگر بار الکتریکی خازن از مقدار معینی بیش‌تر شود، یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌گردد که سبب می‌شود دی‌الکتریک بین دو صفحه به‌طور موقت رسانا شود. در نتیجه با ایجاد یک جرقه بین دو صفحه، خازن تخلیه می‌شود. این پدیده را فروشکست دی‌الکتریک می‌نامند.

❖ اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، نیروی بین دو جسم رانشی است. درحالی که اگر بار الکتریکی دو جسم ناهمنام باشد، نیروی بین دو جسم ربایشی خواهد بود.

❖ **میدان الکتریکی در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار الکتریکی مثبت واقع در آن نقطه است.**

❖ اگر در یک ناحیه از فضا چند ذره‌ی باردار قرا داشته باشند، در هر نقطه یک میدان الکتریکی وجود دارد. این میدان برآیند میدان‌هایی است که هر ذره‌ی باردار در غیاب سایر بارهای الکتریکی در آن نقطه ایجاد می‌کند.

❖ خطوط میدان دارای ویژگی‌های زیر است:

۱ - خط‌های میدان در هر نقطه، هم جهت با نیروی وارد بر بار مثبت واقع در آن نقطه‌اند. در نتیجه، جهت این خط‌ها از بار مثبت رو به خارج و به سوی بار منفی است.

۲ - خط میدان در هر نقطه، جهت میدان را در آن نقطه نشان می‌دهد و میدان در هر نقطه، برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد و با آن هم جهت است.

۳ - در هر ناحیه که میدان قوی‌تر باشد، خط‌های میدان به یکدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌ترند.

۴ - خط‌های میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

❖ وقتی به یک جسم نارسانا بار الکتریکی داده می‌شود، بار در محل داده شده به جسم باقی می‌ماند و در جسم جابه‌جا نمی‌شود.

❖ وقتی به یک جسم رسانا بار الکتریکی داده می‌شود، آن بار در محل داده شده ساکن نمی‌ماند و در جسم رسانا توزیع می‌شود.

❖ **تمام بار الکتریکی داده شده به جسم رسانا به سطح خارجی آن می‌رود و در آن جا توزیع می‌شود.**

❖ در جسمی که سطح خارجی آن متقارن است، چگالی سطحی بار در همه جای آن یکسان است. اما در جسم‌هایی که سطح خارجی متقارن ندارند، چگالی سطحی بار در همه جای سطح خارجی یکسان نیست. تجربه نشان می‌دهد که در مکان‌های برجسته و نوک تیز جسم رسانا، چگالی سطحی بار از سایر مکان‌های دیگر جسم بیشتر است.

❖ اگر کاری که ما برای جابه‌جایی بار الکتریکی (با سرعت ثابت) انجام می‌دهیم مثبت باشد، انرژی پتانسیل بار افزایش می‌یابد و در صورتی که کار انجام شده توسط ما منفی باشد، انرژی پتانسیل بار الکتریکی کاهش می‌یابد.

❖ **اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه واقع در میدان الکتریکی، عامل شارش بار الکتریکی بین آن دو نقطه است**

❖ **هرگاه بار الکتریکی مثبت در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر رفته است.**

❖ ظرفیت معادل چند خازن، ظرفیت خازنی است که اگر به جای آن خازن‌ها در مدار قرار گیرد و به همان ولتاژی که به دو سر مجموعه‌ی خازن‌ها وصل است، متصل شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن برابر انرژی‌ای باشد که مجموعه‌ی خازن‌ها ذخیره شده است.

q	بار الکتریکی	C (کولن)
r	فاصله محل بار تا ...	m (متر)
ϵ_0 (ایسیلون صفر)	ضریب گذردهی الکتریکی خلأ	$\frac{C^2}{N.m^2}$ $8/85 \times 10^{-12}$
K ($\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$)	ضریب قانون کولن	$\frac{N.m^2}{C^2}$ 9×10^9
F	نیروی الکتریکی	N (نیوتون)
E	میدان الکتریکی	$\frac{N}{C}$ (نیوتون بر کولن)
σ (سیگما / زیگما)	چگالی سطحی بار الکتریکی	$\frac{C}{m^2}$ (کولن بر مترمربع)
U	انرژی پتانسیل الکتریکی	J (ژول)
V	پتانسیل الکتریکی	V (ولت)
C	ظرفیت خازن	F (فاراد)
k	ثابت دی‌الکتریک	—
U	انرژی ذخیره شده در خازن	J (ژول)
		$\frac{J}{C}$ ژول بر کولن
		$\frac{C}{V}$ کولن بر ولت

فصل دوم

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

جریان مستقیم: اگر در تمام بازه‌های زمانی، شدت جریان متوسط ثابت بماند، جریان را مستقیم می‌نامند.

مدار الکتریکی: برای آن که جریان الکتریکی برقرار شود، باید بار در یک مسیر بسته شارش کند. این مسیر بسته را مدار الکتریکی می‌نامند.

مقاومت الکتریکی رسانا: نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانای فلزی به شدت جریان که از آن می‌گذرد، در دمای ثابت، مقدار ثابتی است. این نسبت را مقاومت الکتریکی رسانا می‌نامند.

قانون اهم: بنا به قانون اهم نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانای فلزی به شدت جریان که از آن می‌گذرد، در دمای ثابت، مقدار ثابتی است.

مقاومت ویژه رسانا: مقاومت ویژه هر فلز، مقاومت قطعه‌ای از آن است به طول یک متر و به سطح مقطع یک متر مربع. نیروی محرکه‌ی مولد: انرژی‌ای را که مولد به واحد بار الکتریکی (یعنی یک کولن) می‌دهد تا در مدار شارش کند، نیروی محرکه‌ی مولد نامیده می‌شود.

قانون کیرشهف: بر طبق قوانین کیرشهف:

الف - قانون شدت جریان‌ها: مجموع جریان‌هایی که به هر گره (یعنی نقطه‌ای که اجزای مدار در آن نقطه به هم

متصل شده‌اند) می‌رسند، برابر مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه خارج می‌شوند.

ب - قانون اختلاف پتانسیل‌ها: در هر حلقه یا مدار بسته، مجموع جبری اختلاف پتانسیل‌ها صفر است.

❖ جریان الکتریکی در خلاف جهت شارش الکترون‌ها است. یعنی جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی است و چون پتانسیل در جهت میدان کاهش می‌یابد، جهت جریان الکتریکی از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کم‌تر است.

❖ معمولاً در آزمایشگاه برای تنظیم و کنترل جریان، از یک مقاومت متغیر استفاده می‌کنند. این وسیله رُوستا نام دارد.

❖ هرگاه روی مدار در جهت جریان از مقاومت R (یا r) بگذریم، پتانسیل به اندازه‌ی $I.R$ (یا $I.r$) کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت جریان از مقاومت‌ها بگذریم، پتانسیل به اندازه‌ی $I.R$ (یا $I.r$) افزایش می‌یابد.

❖ هرگاه برای گذر از مولد (بدون توجه به جهت جریان) از پایانه‌ی منفی به طرف پایانه‌ی مثبت بگذریم، پتانسیل به اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد افزایش می‌یابد. اگر ضمن گذر از مولد (بدون توجه به جهت جریان) از پایانه‌ی مثبت به پایانه‌ی منفی برویم، پتانسیل به اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی مولد کاهش می‌یابد.

	A (آمپر)	شدت جریان الکتریکی	I
	Ω (اهم)	مقاومت الکتریکی رسانا	R
	$\Omega \cdot m$ (اهم متر)	مقاومت ویژه ی رسانا	ρ (رو)
	K^{-1} (بر کلوین)	ضریب دمایی مقاومت ویژه	α (آلفا)
$\frac{J}{s}$	W (وات)	توان الکتریکی	P
$\frac{J}{C}$	V (ولت)	نیروی محرکه ی مولد	\mathcal{E}
	Ω (اهم)	مقاومت درونی مولد	r

فصل سوم

میدان مغناطیسی یکنواخت: اگر خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا با یکدیگر موازی و هم‌فاصله باشند، بردار میدان مغناطیسی در همه‌ی نقاط آن ناحیه، بزرگی و جهت ثابتی دارد. یک چنین میدان مغناطیسی‌ای را میدان مغناطیسی یکنواخت می‌نامند.

محور پیچ: خطی که از مرکز حلقه می‌گذرد و عمود بر سطح آن است، محور پیچ نامیده می‌شود.

یک تسلا: یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن بر یک متر از سیمی که حامل جریان الکتریکی به شدت یک آمپر است و در راستای عمود بر میدان قرار دارد نیرویی به بزرگی یک نیوتون وارد شود.

یک آمپر: هرگاه از دو سیم نازک، موازی، مستقیم و بسیار دراز، که به فاصله‌ی یک متر از یکدیگر در خلاء قرار دارند، جریان‌های مساوی عبور کند - به‌گونه‌ای که بر یک متر از طول هریک از سیم‌ها نیرویی برابر 2×10^{-7} نیوتون وارد شود - جریانی که از هر یک از سیم‌ها می‌گذرد، برابر یک آمپر است.

محور مغناطیسی: خطی که دو قطب یک دوقطبی مغناطیسی را به هم متصل می‌کند، محور مغناطیسی آن می‌نامند.

مواد پارامغناطیس: دوقطبی‌های مغناطیسی در یک ماده‌ی پارامغناطیسی دارای سمت‌گیری مشخص و منظمی نیستند و در جهت‌های کاتوره‌ای قرار دارند.

مواد فرومغناطیس: در برخی از مواد مغناطیسی، دوقطبی‌های مغناطیسی کوچک به‌طور خود به خود با دوقطبی‌های مجاور خود هم‌خط می‌شوند. این‌گونه مواد را فرومغناطیس می‌نامند.

حوزه‌ی مغناطیسی: هر ماده‌ی فرومغناطیس از بخش‌هایی تشکیل شده‌است که دوقطبی‌های مغناطیسی درون هر بخش به‌طور کامل هم‌خط‌اند، ولی سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی هر بخش با بخش‌های مجاور آن تفاوت دارد. هر بخش را یک حوزه‌ی مغناطیسی می‌نامند.

فرومغناطیس نرم: در برخی مواد فرومغناطیس - مانند آهن، کبالت و نیکل در صورتی که خالص باشند - حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و در نتیجه به سهولت آهنربا می‌شوند و خاصیت آهنربایی خود را نیز به‌راحتی از دست می‌دهند. این مواد را فرومغناطیس نرم می‌نامند.

فرومغناطیس سخت: برخی از مواد - مانند فولاد و آلیاژهای دیگری از آهن، کبالت و نیکل - به‌سختی آهنربا می‌شوند؛ یعنی حجم حوزه‌ها در آن به‌سختی تغییر می‌کند. این مواد را فرومغناطیس سخت می‌نامند.

قانون القای الکترومغناطیس فارادی: هرگاه شار مغناطیسی که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

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

نیروی محرکه‌ی خودالقایی: هرگاه جریانی که از یک سیم‌لوله (یا پیچه) می‌گذرد، تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای به‌وجود می‌آید که با عامل تغییر جریان مخالفت می‌کند و به آن نیروی محرکه‌ی القایی گفته می‌شود

یک هانری: یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که هرگاه جریانی که از آن عبور می‌کند با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر نماید، نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا شود.

دوره / زمان تناوب: زمان چرخش یک دور کامل را دوره یا زمان تناوب می‌نامند.

جریان متناوب: هرگاه جریان الکتریکی ایجاد شده در یک مدار به‌طور سینوسی تغییر کند، آن را جریان متناوب می‌نامند.

خودالقایی: هرگاه جریانی که از یک سیم‌لوله (یا پیچه) می‌گذرد، تغییر کند، در آن نیروی محرکه‌ای به‌وجود می‌آید که با عامل تغییر جریان مخالفت می‌کند و به آن نیروی محرکه‌ی القایی گفته می‌شود. این پدیده را خودالقایی می‌نامند.

❖ هنگامی که آهنربا در نزدیکی عقربه‌ی مغناطیسی قرار می‌گیرد، عقربه می‌چرخد تا در امتداد میدان مغناطیسی آهنربا قرار گیرد و قطب N آن سوی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

❖ میدان مغناطیسی را نیز می‌توان توسط خط‌های میدان مغناطیسی نمایش داد. این خطوط طوری رسم می‌شوند که راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه باشد. خط میدان مغناطیسی در هر نقطه هم‌سو با میدان مغناطیسی در آن نقطه است. علاوه بر این، تراکم این خط‌ها در هر ناحیه از فضا نشانگر بزرگی میدان مغناطیسی در آن ناحیه است.

❖ نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای جریان و نیز بر میدان مغناطیسی عمود است.

❖ وجود هسته‌ی آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیم‌لوله می‌شود.

❖ اگر سیم حامل جریان را در دست راست خود بگیریم - به گونه‌ای که انگشت شست در جهت جریان الکتریکی باشد - جهت خم شدن چهار انگشت دست، جهت خط‌های میدان مغناطیسی در اطراف سیم را نشان می‌دهد.

❖ برای خاصیت آهنربایی هر ماده‌ی فرومغناطیس مقدار بیشینه‌ای وجود دارد. این وضعیت هنگامی پیش می‌آید که ماده‌ی فرومغناطیس در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار گیرد؛ به طوری که همه‌ی دوقطبی‌های مغناطیسی اتمی در همه‌ی حوزه‌ها به موازات هم به‌خط شوند.

❖ هرگاه جریانی که از دو سیم راست و موازی می‌گذرد، هم‌سو باشد، دو سیم یک‌دیگر را می‌ربایند، و اگر جریانی که از دو سیم می‌گذرد، در جهت‌های مخالف باشد، دو سیم یک‌دیگر را می‌رانند.

❖ تغییر اندازه‌ی میدان مغناطیسی در محل یک مدار بسته، باعث القای جریان الکتریکی در آن مدار می‌شود.

❖ تغییر مساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی، می‌تواند عامل ایجاد جریان الکتریکی القایی شود.

❖ تغییر زاویه‌ی بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی، می‌تواند عامل برقراری جریان الکتریکی القایی شود.

❖ هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکه‌ی القایی و در نتیجه جریان ایجاد شده در مدار بیشتر است.

❖ به هر قسمتی از یک مدار که خاصیت خودالقایی داشته‌باشد، القاگر می‌گویند. پیچه و سیملوله در مدارهای با جریان متغیر، القاگرند.

❖ در صنعت برای ایجاد جریان متناوب از مولدهای مخصوصی استفاده می‌شود که با آنها مولدهای صنعتی جریان متناوب گفته می‌شود.

❖ در مولدهای صنعتی، پیچه‌ها را ساکن گرفته و آهنربا را در مقابل آن‌ها می‌چرخانند.

B	شدت میدان مغناطیسی	T (تسلا)	نیوتون بر متر آمپر $\frac{N}{m \cdot A}$
μ_0	تراوایی مغناطیسی خلأ	$4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$	
N	تعداد دورهای پیچه ، سیملوله یا ...	—————	
n	تعداد دورها در واحد طول	K^{-1} (بر متر)	
Φ (فی)	شار میدان مغناطیسی	Wb (وِبر)	تسلا مترمربع $T \cdot m^2$
A	مساحت حلقه	m^2 (مترمربع)	
\mathcal{E}	نیروی محرکه‌ی القایی	V (ولت)	ژول بر کولن $\frac{J}{C}$
L	ضریب خود القایی / القایدگی	H (هانری)	
k	تراوایی نسبی مغناطیسی هسته	—————	
T	دوره / زمان تناوب	s (ثانیه)	
ω (اَمگا)	بسامد زاویه‌ای	$\frac{rad}{s}$ (رادیان بر ثانیه)	