



پایه یازدهم ریاضی

آزمون های شبیه ساز امتحانات نهایی ماز



شبیه ساز امتحان نهایی



دفعه سه سوال

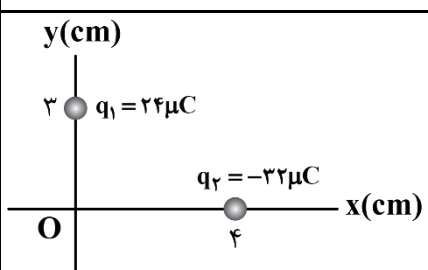
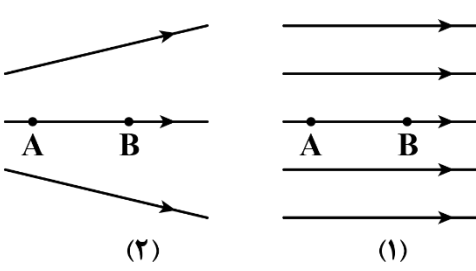
جمعه ۲ مردادماه ۱۴۰۵

جامع کل کتاب

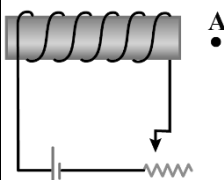
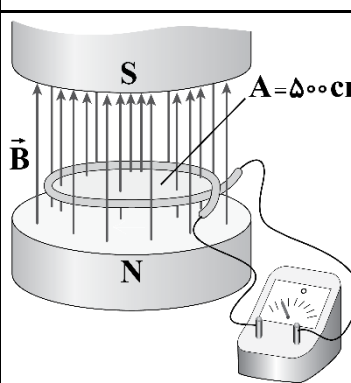
بودجه آزمون

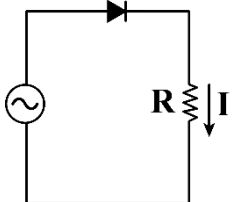
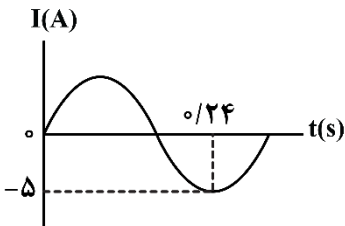
ردیف	درس	تعداد صفحه	زمان پاسخگویی
۱	فیزیک ۲	۴	۱۲۰ دقیقه

برای شباهت حداکثری به امتحانات نهایی، صفحه آرای، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون های تشریحی ماز، کاملاً یکسان با استاندارد امتحانات نهایی در نظر گرفته می شود.

سؤالات آزمون شبهه ساز نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲	
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع:		نام و نام خانوادگی:	
آزمون شبهه ساز امتحان نهایی				گروه آموزشی ماز			
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد)					
نمره							
۱		در جمله های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید. الف) اگر فقط اندازه یکی از بارهای نقطه ای دو برابر شود، اندازه نیروی الکتریکی بین آن ها (نصف – دو برابر) می شود. ب) مقاومت ویژه (نیم رساناها – رساناهای فلزی) با افزایش دما، کاهش می یابد. پ) اگر جریان ها در دو جهت مخالف از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن ها (رانشی – ربایشی) است. ت) بنابر قانون (لنز – فاراده)، هرگاه شار مغناطیسی که از مدار بسته ای می گذرد تغییر کند، نیروی محرکه ای در آن القاء می شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.					
۲		درستی یا نادرستی جمله های زیر را با واژه "درست" یا "نادرست" مشخص کنید و در پاسخ برگ بنویسید. الف) در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای منفی شروع و به بارهای مثبت ختم می شوند. ب) کار نیروی الکتریکی در هر جابه جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر است. پ) اتم های مواد دیامغناطیسی به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی اند. ت) ضریب القاوری سیملوله به جریان عبوری از سیملوله بستگی دارد.					
۳		دو گوی رسانا، کوچک و یکسان با بارهای الکتریکی $q_1 = 5nC$ و $q_2 = -17nC$ را با هم تماس می دهیم و سپس تا فاصله $r = 9cm$ از هم دور می کنیم. الف) نیروی برهم کنش الکتریکی بین دو گوی رانشی می شود یا ربایشی؟ ب) بزرگی این نیرو چند نیوتون خواهد شد؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$					
۴		شکل مقابل، دو بار نقطه ای q_1 و q_2 را در صفحه xy نشان می دهد. الف) میدان الکتریکی خالص را در نقطه O (مبدأ مختصات) بر حسب بردارهای یکه و در SI تعیین کنید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$ ب) بزرگی میدان الکتریکی در نقطه O، چند نیوتون بر کولن است؟ 					
۵		شکل زیر، دو آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حال سکون در نقطه A رها می شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می گیرد. (نقطه های A و B در هر سه آرایش در فاصله های یکسانی از هم قرار دارند).  الف) در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید. ب) در کدام شکل، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B بیشتر است؟					
		صفحه ۱ از ۴					

سؤالات آزمون شبیه ساز نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲	
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع:		نام و نام خانوادگی:	
آزمون شبیه ساز امتحان نهایی				گروه آموزشی ماز			
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد)					
نمره							
۶		در میدان الکتریکی یکنواخت، ذره بار داری با بار الکتریکی $2/5 \mu C$ و جرم $8mg$ از نقطه A بدون تندی اولیه رها می شود و با تندی $10 \frac{m}{s}$ به نقطه B می رسد. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و جهت آن به کدام سمت است؟ (از اثر نیروی وزن و اصطکاک صرف نظر کنید). $A \cdots 50cm \cdots B$ @AyandehSazan-Ed					
۷		مساحت صفحه های خازن تختی $4m^2$ و فاصله بین صفحه ها $2mm$ است. فضای بین صفحات را با نوعی دی الکتریک با ثابت ۱۰ پر می کنیم. الف) ظرفیت خازن چند فاراد است؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$ ب) یک روش برای افزایش ظرفیت خازن پیشنهاد کنید.					
۸		در شکل مقابل، مقاومت R، رشته تنگستن داخل یک لامپ است. اگر شعله شمع را زیر این رشته قرار دهیم، هر یک از موارد داده شده چه تغییری می کنند؟ (ولت سنج و آمپرسنج آرمانی هستند). الف) نور لامپ ب) عدد آمپرسنج پ) عدد ولت سنج					
۹		مقاومت پلاتین یک دماسنج مقاومت پلاتینی، در دمای $20^\circ C$ برابر 150Ω است. وقتی این دماسنج در محلول خاصی که دمای آن $60^\circ C$ است قرار گیرد، مقاومت آن چند اهم می شود؟ $(\alpha = 4 \times 10^{-3} ^\circ C^{-1})$ و از افزایش طول و مساحت سطح مقطع سیم در اثر افزایش دما صرف نظر شود.					
۱۰		مطابق شکل زیر، دو سیم مسی A و B با طول های یکسان، در مداری به اختلاف پتانسیل V متصل شده اند. اگر مقاومت سیم A، چهار برابر مقاومت سیم B باشد: الف) شعاع مقطع سیم A چند برابر شعاع مقطع سیم B است؟ ب) توان الکتریکی مصرفی در سیم A چند برابر توان الکتریکی مصرفی در سیم B است؟					
۱۱		یک لامپ رشته ای $100W$، یک اتوی $1200W$، یک بخاری $1100W$ و یک سشوار $2000W$ به پریزهای یک مدار سیم کشی خانگی $220V$ وصل شده اند. اگر حداکثر جریانی که فیوز می تواند تحمل کند برابر $15A$ باشد، آیا فیوز خواهد پرید؟					
۱۲		در مدار شکل مقابل (آمپرسنج آرمانی است): الف) مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ ب) آمپرسنج چند آمپر را نشان می دهد؟					
صفحه ۲ از ۴							

سؤالات آزمون شبهه ساز نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲									
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع:		نام و نام خانوادگی:									
آزمون شبهه ساز امتحان نهایی				گروه آموزشی ماز											
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد)													
نمره															
۱۳		هر یک از عبارتهای ستون سمت راست به کدامیک از عبارتهای ستون سمت چپ مرتبط است؟ در پاسخ برگ بنویسید. (یک مورد در ستون دوم اضافه است.) <table><tr><td>الف) ربایش میخ آهنی توسط آهنربا</td><td>۱) القای الکترومغناطیسی</td></tr><tr><td>ب) اساس کار تندی سنج دوچرخه</td><td>۲) القای خاصیت مغناطیسی</td></tr><tr><td>پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی</td><td>۳) ولت</td></tr><tr><td></td><td>۴) وبر</td></tr></table>						الف) ربایش میخ آهنی توسط آهنربا	۱) القای الکترومغناطیسی	ب) اساس کار تندی سنج دوچرخه	۲) القای خاصیت مغناطیسی	پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی	۳) ولت		۴) وبر
الف) ربایش میخ آهنی توسط آهنربا	۱) القای الکترومغناطیسی														
ب) اساس کار تندی سنج دوچرخه	۲) القای خاصیت مغناطیسی														
پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی	۳) ولت														
	۴) وبر														
۱۴		با سیم نازکی، پیچۀ مسطحی به شعاع 10 cm که تعداد حلقه های آن برابر 250 است، می سازیم و از آن جریان 5 A عبور می دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه، چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}})$													
۱۵		شکل مقابل یک آهنربای الکتریکی با هستۀ آهنی را نشان می دهد. الف) قطب های N و S آهنربا را تعیین کنید. ب) اگر یک عقربۀ مغناطیسی را در نقطۀ A قرار دهیم، جهت گیری عقربه را با رسم شکل نشان دهید. پ) یک روش برای این که آهنربای الکتریکی قوی تری داشته باشیم، پیشنهاد کنید. 													
۱۶		میدان مغناطیسی یکنواخت روی محور یک سیملوله و دور از لبه های آن برابر $9 \times 10^{-3} \text{ T}$ است. اگر جریان عبوری از سیملوله برابر 5 A و طول آن 20 cm باشد: الف) تعداد حلقه های سیملوله را حساب کنید. ب) اگر بار $5\mu\text{C}$ با تندی $2 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ درون سیملوله تحت زاویۀ 30° نسبت به محور سیملوله حرکت کند، اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}, \sin 30^\circ = \frac{1}{2})$													
۱۷		میدان مغناطیسی بین قطب های آهنربای الکتریکی شکل روبرو که بر سطح حلقه عمود است، با زمان تغییر می کند و در مدت 25 s از 45 T رو به بالا، به 15 T رو به پایین می رسد. بزرگی نیروی محرکۀ القایی متوسط در حلقه در این مدت، چند ولت است؟ $A = 500\text{ cm}^2$ 													
		صفحه ۳ از ۴													

سؤالات آزمون شبیه‌ساز نهایی درس: فیزیک (۲)	پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲
تعداد صفحه: ۴	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	ساعت شروع:	نام و نام خانوادگی:
آزمون شبیه‌ساز امتحان نهایی		گروه آموزشی ماز	
ردیف	سؤالات (پاسخ‌برگ دارد)		نمره
۱۸	نمودار تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل مقابل رسم کنید. 		۰/۲۵
۱۹	به کمک وسایل زیر، آزمایشی را شرح دهید که پدیده القای الکترومغناطیسی را نشان دهد. گالوانومتر، آهنربای میله‌ای، سیم‌لوله یا پیچه و سیم رابط		۰/۷۵
۲۰	نمودار جریان الکتریکی متناوب سینوسی ایجادشده در یک پیچه بر حسب زمان، مطابق شکل مقابل است. معادلهٔ جریان را بر حسب زمان در SI بنویسید. 		۱
	موفق باشید.		۲۰
	صفحه ۴ از ۴		



پایه یازدهم ریاضی

آزمون‌های شبیه‌ساز امتحانات نهایی ماز



شبیه‌ساز امتحان نهایی



جمعه ۲ مردادماه ۱۴۰۵

پاسخبرگ فیزیک (۲)

برای شباهت حداکثری به امتحانات نهایی، صفحه‌آرایی، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون‌های تشریحی ماز، کاملاً یکسان با استاندارد امتحانات نهایی در نظر گرفته می‌شود.

آزمون شبیه ساز نهایی درس: فیزیک ۲	تعداد صفحه: ۵	رشته: ریاضی فیزیک	ساعت شروع:
نام و نام خانوادگی:	پایه یازدهم	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲
آزمون شبیه ساز امتحان نهایی		گروه آموزشی ماز	

ردیف	پاسخ برگ	نمره
۱	الف) (ب) پ) (ت)	۱
۲	الف) (ب) پ) (ت)	۱
۳	الف) (ب)	۱/۲۵
۴	الف) (ب)	۱/۷۵

ردیف	پاسخ برگ	نمره
------	----------	------

۱/۲۵	(الف) (ب)	۵
۱/۲۵		۶
۱	(الف) (ب)	۷
۰/۷۵	(پ) (ب) (الف)	۸
۰/۷۵		۹

آزمون شبیه ساز نهایی درس: فیزیک ۲	تعداد صفحه: ۵	رشته: ریاضی فیزیک	ساعت شروع:
نام و نام خانوادگی:	پایه یازدهم	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲
آزمون شبیه ساز امتحان نهایی		گروه آموزشی ماز	

ردیف	پاسخ برگ	نمره
۱۰	الف) ب)	۱/۲۵
۱۱		۱
۱۲	الف) ب)	۱/۲۵
۱۳	الف) پ)	۰/۷۵

ساعت شروع:	رشته: ریاضی فیزیک	تعداد صفحه: ۵	آزمون شبیه ساز نهایی درس: فیزیک ۲
تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	پایه یازدهم	نام و نام خانوادگی:
گروه آموزشی ماز		آزمون شبیه ساز امتحان نهایی	

ردیف	پاسخ برگ	نمره
۱۴		۰/۷۵
۱۵	الف) ب) پ)	۰/۷۵
۱۶	الف) ب)	۱/۵
۱۷		۰/۷۵

آزمون شبیه ساز نهایی درس: فیزیک ۲	تعداد صفحه: ۵	رشته: ریاضی فیزیک	ساعت شروع:
نام و نام خانوادگی:	پایه یازدهم	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲
آزمون شبیه ساز امتحان نهایی		گروه آموزشی ماز	

ردیف	پاسخ برگ	نمره
۱۸		۰/۲۵
۱۹		۰/۷۵
۲۰		۱
	موفق باشید.	۲۰



پایه یازدهم ریاضی

آزمون های شبیه ساز امتحانات نهایی ماز



شبیه ساز امتحان نهایی



دفترچه پاسخ

جمعه ۲ مردادماه ۱۴۰۵

جامع کل کتاب

بودجه آزمون

ویراستاران

طراحان

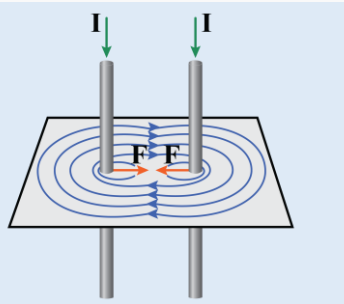
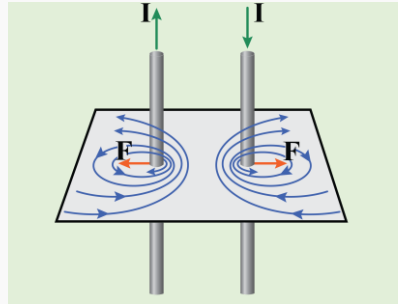
درس

مروارید شاه حسینی - حنا خلعتبری

زهره آقامحمدی

فیزیک ۲

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

راهنمای تصحیح آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		رشته: ریاضی فیزیک
دوره دوم متوسطه - یازدهم	تاریخ آزمون: ۱۴۰۵/۰۵/۰۲	ساعت شروع:
آزمون شبیه‌ساز امتحان نهایی		مدت زمان: ۱۲۰ دقیقه
گروه آموزشی ماز		
ردیف	راهنمای تصحیح	نمره
	مصحح شو الف) دو برابر (۰/۲۵) (ص ۶) ب) نیم‌رساناها (۰/۲۵) (ص ۵۳) پ) رانشی (۰/۲۵) (ص ۹۶ و ۹۷) ت) فاراده (۰/۲۵) (ص ۱۱۳) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۴ دقیقه است. بررسی دقیق‌تر الف) متن کتاب درسی قانون کولن بیان می‌دارد: اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آن‌ها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی بار الکتریکی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصله بین آن‌ها نسبت وارون دارد. بنابراین، اندازه این نیرو برابر است با: $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ با توجه به این رابطه مشخص است که اگر اندازه یکی از بارهای q_1 یا q_2 را دو برابر کنیم، نیروی الکتریکی بین آن‌ها، دو برابر می‌شود. ب) متن کتاب درسی اگر یک نیم‌رسانا داشته باشیم، در دماهای پایین تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند. با افزایش دما، بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌گردد. گرچه با افزایش دما تعداد برخوردهای کاتوره‌ای حامل‌های بار با شبکه اتمی افزایش می‌یابد، اما تأثیر افزایش تعداد حامل‌های بار بیش‌تر از افزایش این برخوردهای کاتوره‌ای است. به این ترتیب، مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد. پ) متن کتاب درسی اگر جریان‌ها در یک جهت از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها رابشی است (شکل الف). همچنین اگر جریان‌ها در دو جهت مخالف از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها رانشی است (شکل ب).   (الف) (ب) ت) متن کتاب درسی بنابر قانون فاراده، 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؛ یعنی هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی و در نتیجه جریان القایی تولیدشده در مدار بیشتر خواهد بود. قانون فاراده برای پیچه یا سیم‌لوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطه زیر بیان می‌شود: $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	

در این رابطه ε_{av} نیروی محرکه القایی متوسط بر حسب ولت و $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی بر حسب وبر بر ثانیه $\left(\frac{Wb}{s}\right)$ است.

نقشه نهایی

سؤالات جازایی، جزء دسته سؤالات رایج و مهم در امتحانات تشریحی هستند که هم می‌توانند بسیار ساده و هم بسیار مبهم باشند. راه حل مهم برای پاسخ دادن به این سؤالات این است که تسلط زیادی روی متن کتاب درسی داشته باشید و بدانید که تنها دانستن تعاریف کتاب درسی باعث نمی‌شود که بتوانید به تمامی این‌گونه سؤالات پاسخ صحیح دهید. چون گاهی ممکن است یک سؤال جازایی از بخش‌های کمتر توجه شده، مانند توضیح شکل‌ها، متن مثال‌ها و فعالیت‌ها و ... طراحی شود. پس تسلط خود را بر تمام مطالب کتاب درسی بیافزایید.

مصحح شو

الف) نادرست (۰/۲۵) (ص ۱۸)
ب) درست (۰/۲۵) (ص ۲۸)
پ) درست (۰/۲۵) (ص ۱۰۲)
ت) نادرست (۰/۲۵) (ص ۱۱۹)

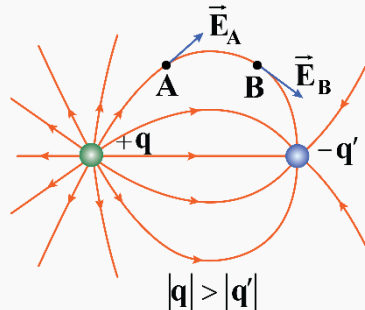
سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۴ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

الف) متن کتاب درسی

قاعده‌های رسم خطوط میدان الکتریکی عبارت‌اند از:

- ۱- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد.
- ۲- میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان‌دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است؛ هر جا خطوط میدان متراکم‌تر باشد، اندازه میدان بیشتر است.
- ۳- در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می‌شوند.
- ۴- خطوط میدان برآیند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند، یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد.



ب) متن کتاب درسی

چون میدان الکتریکی درون رسانایی که در تعادل الکتروستاتیکی است برابر با صفر است، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار در داخل رسانا نیز صفر می‌شود. بنابراین، کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر می‌شود. در نتیجه همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

پ) متن کتاب درسی

اتم‌های مواد دیامغناطیسی، نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت، به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند. به عبارت دیگر، هیچ‌یک از اتم‌های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.

ت) متن کتاب درسی

ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر، توسط ضریب القاوری آن تعیین می‌شود. ضریب القاوری که با نماد L نمایش داده می‌شود به عواملی همچون تعداد دور، طول و سطح مقطع القاگر و جنس هسته‌ای که داخل آن قرار می‌گیرد بستگی دارد.

برای مثال، ضریب القاوری سیم‌لوله‌ای آرمانی و بدون هسته، که دارای طول ℓ ، سطح مقطع A و N حلقه نزدیک به هم است، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{\ell}$$

یکای SI ضریب القاوری، اهم. ثانیه ($\Omega \cdot s$) است که به احترام جوزف هانری، هانری نامیده و با نماد H نشان داده می‌شود.

نقشه نهایی

سؤالات صحیح / غلط جزء پرتکرارترین بخش‌های آزمون تشریحی برای دانش‌آموزان هستند. با دقت و آرامش زیاد، این سؤالات را تحلیل کنید و به کوچک‌ترین کلمات و فعل‌های این پرسش‌ها بسیار دقت کنید.

مصحح شو

الف) رانشی (۰/۲۵)

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{5 - 17}{2} = -6nC \quad (۰/۲۵) \quad (ب)$$

$$F = k \frac{|q'_1||q'_2|}{r^2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow F = 4 \times 10^{-5} N \quad (۰/۲۵) \quad (ص ۵ و ۶)$$

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۶ دقیقه است.

۲۰شو

اگر دو کره یا گوی کوچک، رسانا و هم‌اندازه را به هم تماس دهیم یا توسط سیم رسانا به هم وصل کنیم، طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار نهایی کره‌ها برابر مجموع بار اولیه آن‌ها است.
از طرفی چون کره‌ها یکسان و هم‌اندازه‌اند، بار نهایی آن‌ها پس از رسیدن به تعادل الکترواستاتیکی با هم برابر خواهد شد:

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

۱/۲۵ در این رابطه q_1 و q_2 بار کره‌ها قبل اتصال و q'_1 و q'_2 بار کره‌ها پس از اتصال به یکدیگر است. همچنین q_1 و q_2 را باید با علامت قرار دهیم. توجه کنید که چون بار نهایی کره‌ها هم‌علامت است، پس از اتصال نیروی بین کره‌ها همواره دافعه است.

بررسی دقیق‌تر

الف) پس از تماس، بار گوی‌ها هم‌نام می‌شود، بنابراین نیروی الکتریکی بین آن‌ها، رانشی (دافعه) خواهد شد.
ب) ابتدا بار گوی‌ها را پس از تماس با یکدیگر محاسبه می‌کنیم:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{5nC - 17nC}{2} \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{5 - 17}{2} = \frac{-12}{2} = -6nC$$

سپس با استفاده از قانون کولن، بزرگی نیروی الکتریکی را محاسبه می‌کنیم.

$$F = k \frac{|q'_1||q'_2|}{r^2} \xrightarrow[k=9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, r=9 \times 10^{-2} m]{q'_1 = q'_2 = -6 \times 10^{-9} C} F = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-9} \times 6 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow F = \frac{9 \times 36 \times 10^{-9}}{81 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-5} N$$

مسیر تمرینی

تمرین ۴ صفحه ۴۱ کتاب درسی

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \quad (0/25)$$

$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{24 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_1 = 24 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{32 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow E_2 = 18 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

$$\vec{E}_t = \vec{E}_2 + \vec{E}_1 = 18 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{i} - 24 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{j}$$

(ب)

$$E_t = \sqrt{E_2^2 + E_1^2} \quad (0/25) \Rightarrow E_t = \sqrt{(18 \times 10^7)^2 + (24 \times 10^7)^2} = 30 \times 10^7 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

(ص ۱۳ تا ۱۶)

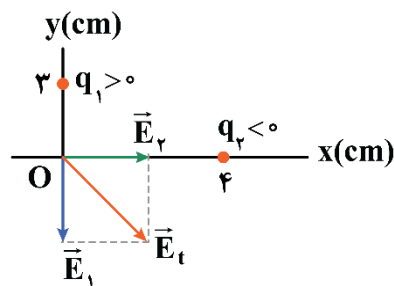
سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۹ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

۱/۷۵

ابتدا بزرگی میدان الکتریکی حاصل از هر بار را در نقطه O، محاسبه می‌کنیم. با توجه به این که بردار میدان الکتریکی از بار مثبت خارج می‌شود، جهت E_1 به سمت خارج از q_1 (در جهت $-\vec{j}$) است. همچنین چون بردار میدان الکتریکی به بار منفی وارد می‌شود، جهت E_2 به سمت q_2 (در جهت $+\vec{i}$) است. چون دو بردار $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ بر هم عمودند، بزرگی برآیند آن‌ها از رابطه فیثاغورس به دست می‌آید.

(الف)



$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}}{q_1 = 24 \times 10^{-6} C, r_1 = 3 \times 10^{-2} m} \Rightarrow E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{24 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow E_1 = \frac{9 \times 24 \times 10^3}{9 \times 10^{-4}} = 24 \times 10^7 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_1 = -24 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{j}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = \frac{9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}}{q_2 = -32 \times 10^{-6} C, r_2 = 4 \times 10^{-2} m} \Rightarrow E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{32 \times 10^{-6}}{(4 \times 10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{9 \times 32 \times 10^3}{16 \times 10^{-4}} = 18 \times 10^7 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_2 = 18 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{i}$$

$$\vec{E}_t = \vec{E}_2 + \vec{E}_1 \Rightarrow \vec{E}_t = 18 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{i} - 24 \times 10^7 \left(\frac{N}{C}\right) \vec{j}$$

ب) همان طور که گفتیم بزرگی میدان الکتریکی خالص از رابطه فیثاغورس به دست می آید:

$$E_t = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(18 \times 10^7)^2 + (24 \times 10^7)^2} = 10^7 \sqrt{(3 \times 6)^2 + (4 \times 6)^2}$$

$$\Rightarrow E_t = 6 \times 10^7 \sqrt{3^2 + 4^2} = 6 \times 10^7 \times 5 = 30 \times 10^7 \frac{N}{C}$$

مسیر تمرینی

مثال ۸-۱ صفحه ۱۶ کتاب درسی

مصحح شو

الف) شکل (۱) (۰/۲۵)

روش اول: در شکل (۱)، در پیرامون همه نقاط مسیر A تا B، خطوط میدان الکتریکی متراکم تر از شکل (۲) است و بنابراین میدان الکتریکی قوی تر و نیروی وارد به پروتون در این حالت بیشتر است (۰/۲۵) و با توجه به این که $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ است، شتاب پروتون نیز بیشتر می شود. (۰/۲۵) بنابراین، سرعت نهایی پروتون نیز در جابه جایی یکسان بیشتر می شود. (۰/۲۵)

روش دوم: در شکل (۱)، در پیرامون همه نقاط مسیر A تا B، خطوط میدان متراکم تر از شکل (۲) است و بنابراین میدان الکتریکی قوی تر و نیروی وارد به پروتون در این حالت بیشتر است (۰/۲۵)، بنابراین کار الکتریکی انجام شده روی بار الکتریکی نیز بیشتر است (۰/۲۵) و طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، سرعت نهایی پروتون در جابه جایی یکسان بیشتر می شود (۰/۲۵). (اشاره به یکی از دو روش، هر روش ۰/۲۵)

ب) شکل (۱) (۰/۲۵) (ص ۲۱ تا ۲۴)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۵ دقیقه است.

بررسی دقیق تر

الف) **روش اول:** در شکل (۱) خطوط میدان الکتریکی متراکم تر از شکل (۲) است، بنابراین میدان الکتریکی قوی تر است و طبق رابطه $F = E|q|$ ، نیروی وارد بر پروتون در این شکل بیشتر از شکل (۲) است. در نتیجه با توجه به قانون دوم نیوتون، $F_{net} = ma$ شتاب حرکت پروتون یعنی تغییرات سرعت آن بیشتر می شود و سرعت نهایی پروتون در جابه جایی یکسان بیشتر می شود.

روش دوم: با توجه به این که نیروی الکتریکی وارد بر پروتون در شکل (۱) بیشتر است، طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، داریم:

$$W_t = K_f - K_i \xrightarrow{W_t = W_E, K_i = 0} W_E = K_f \Rightarrow Fd \cos \theta = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$\xrightarrow{\cos \theta = 1} Fd = \frac{1}{2} m v_f^2$$

بنابراین در جابه جایی یکسان، تندی نهایی پروتون در شکل (۱) بیشتر است.

ب) با توجه به این که کار نیروی الکتریکی در شکل (۱) بیشتر است، بنابراین تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی نیز بیشتر است، بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B در شکل (۱) بیشتر است:

$$|\Delta V| = \left| \frac{\Delta U}{q} \right| \xrightarrow{\Delta U = -W_E, |\Delta U_1| > |\Delta U_2|} |\Delta V_1| > |\Delta V_2|$$

$$W_E = K_B - K_A \quad (0/25) \Rightarrow E|q|d \cos \theta = \frac{1}{2}mv_B^2 \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow E \times 2/5 \times 10^{-6} \times 0/5 = \frac{1}{2} \times 0/8 \times 10^{-6} \times 100 \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow E = 32 \frac{N}{C} \quad (0/25)$$

جهت میدان الکتریکی به سمت چپ است (۰/۲۵) (ص ۲۱ تا ۲۳)

راهنمای مصحح

اگر دانش‌آموز به جای استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی، از پایستگی انرژی مکانیکی مسئله را حل کند، نمره کامل منظور گردد:

$$\Delta U_E + \Delta K = 0 \xrightarrow{K_A=0} -E|q|d \cos \theta + \frac{1}{2}mv_B^2 = 0$$

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۸ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی و با توجه به این که تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی الکتریکی است، داریم:

$$W_t = K_B - K_A \xrightarrow{v_A=0, K_A=0} W_E = K_B \xrightarrow{W_E=F_E d \cos \theta} K_B = \frac{1}{2}mv_B^2$$

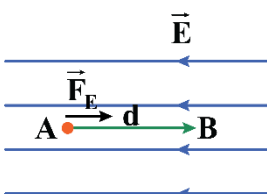
$$F_E d \cos \theta = \frac{1}{2}mv_B^2$$

توجه کنید که چون تندی ذره افزایش یافته است، بنابراین کار نیروی الکتریکی مثبت است، یعنی نیروی الکتریکی در جهت جابه‌جایی به ذره باردار وارد شده است و $\cos \theta = 1$ است:

$$F_E d = \frac{1}{2}mv_B^2 \xrightarrow{F_E=E|q|} E|q|d = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\xrightarrow{|q|=2/5 \times 10^{-6} C, v_B=10 \frac{m}{s}} E \times 2/5 \times 10^{-6} \times 0/5 = \frac{1}{2} \times 0/8 \times 10^{-6} \times (10)^2$$

$$\Rightarrow E \times 2/5 = 0/8 \times 100 \Rightarrow E = \frac{40}{2/5} = 32 \frac{N}{C}$$



همان‌طور که گفتیم نیروی الکتریکی در جهت جابه‌جایی است و چون بر بار منفی، نیرو در خلاف جهت میدان الکتریکی وارد می‌شود، بنابراین جهت میدان الکتریکی به سمت چپ است:

مسیر تمرینی

مثال ۱۰-۱ و تمرین ۸-۱ صفحه ۲۳ کتاب درسی / سؤال ۵ خرداد ۱۴۰۳ تجربی

۱	مصَحَّح شو  (الف) $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow$ $C = ۱۰ \times ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \times \frac{۰/۴}{۲ \times ۱۰^{-۳}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow C = ۱۸ \times ۱۰^{-۹} F \quad (۰/۲۵)$ ب) ۱- قرار دادن دی الکتریکی با ثابت بیشتر بین صفحات خازن ۲- افزایش مساحت صفحات خازن ۳- کاهش فاصله بین صفحات خازن (اشاره به یکی از موارد (۰/۲۵)) (ص ۳۰ تا ۳۲) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۷ دقیقه است. مسیر تمرینی  تمرین ۳۰ صفحه ۴۴ کتاب درسی	۷
۰/۷۵	مصَحَّح شو  (الف) کاهش (۰/۲۵) (ب) کاهش (۰/۲۵) (پ) افزایش (۰/۲۵) (ص ۵۲، ۵۳ و ۶۴) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۷ دقیقه است. ۲۰ شو  وقتی در مدار، مقاومت متغیری بسته شده باشد، بدون توجه به نوع بسته شدن (چه متوالی و چه موازی)، با افزایش مقاومت متغیر، مقاومت معادل مدار افزایش و با کاهش مقاومت متغیر، مقاومت معادل مدار کاهش می یابد. بررسی دقیق تر  می دانیم که با افزایش دمای مقاومت های فلزی، مقدار مقاومت آن ها افزایش می یابد. بنابراین وقتی شعله شمع را زیر رشته تنگستن قرار دهیم، مقاومت R، افزایش می یابد. با افزایش مقاومت R، مقاومت معادل مدار افزایش می یابد، در نتیجه طبق رابطه $I = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}}$، جریان عبوری از مدار کاهش می یابد، بنابراین نور لامپ و عدد آمپرسنج کاهش می یابند. ولت سنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می دهد: کاهش $V = \epsilon - rI \uparrow$ افزایش با کاهش جریان، عدد ولت سنج افزایش می یابد.	۸
۰/۷۵	مصَحَّح شو  $R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (۰/۲۵) \Rightarrow R = ۱۵۰ \times [1 + ۴ \times ۱۰^{-۳} (۶۰ - ۲۰)] \quad (۰/۲۵)$ $\Rightarrow R = ۱۵۰ \times ۱/۱۶ = ۱۷۴ \Omega \quad (۰/۲۵)$ (ص ۵۳ و ۵۴) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۵ دقیقه است. بررسی دقیق تر  آزمایش نشان می دهد که مقاومت ویژه فلزات در یک گستره دمای نسبتاً بزرگ، با دما تقریباً به طور خطی تغییر می کند. یک تقریب تجربی خوب که برای اغلب مقاصد، به حد کافی مناسب است توسط رابطه زیر داده می شود: $\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$	۹

که در آن T_0 دمای مرجع و ρ_0 مقاومت ویژه در آن دماست (معمولاً T_0 را دمای اتاق $T_0 = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$ می‌گیرند) و α ثابتی مرسوم به ضریب دمایی مقاومت ویژه و T دمای رسانا (برحسب $^\circ\text{C}$ یا K) است. یکای α در این رابطه K^{-1} (یا $^\circ\text{C}^{-1}$) است.

چون مقاومت R رابطه مستقیمی با مقاومت ویژه ρ دارد ($R = \rho \frac{L}{A}$)، داریم:

که در آن $R_0 = \rho_0 \frac{L}{A}$ مقاومت سیم در دمای $T_0 = 20^\circ\text{C}$ است. با جایگذاری مقادیر معلوم در معادله بالا خواهیم داشت:

$$\begin{cases} R_0 = 150\Omega \\ \alpha = 4 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \Rightarrow R = 150 \times \left[1 + 4 \times 10^{-3} (60 - 20) \right] \\ T = 60^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$\Rightarrow R = 150 \times (1 + 0.16) = 150 \times 1.16 = 174\Omega$$

مصحح شو
(الف)

یکی از این روابط (۰/۲۵)

$$\begin{cases} R = \frac{\rho L}{A} \\ \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 4 = 1 \times 1 \times \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 2 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2} \quad (۰/۲۵)$$

(ص ۵۲)
(ب)

یکی از این روابط (۰/۲۵)

$$\begin{cases} \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A}{R_B} \times \left(\frac{I_A}{I_B} \right)^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 4 \quad (۰/۲۵) \\ P = RI^2 \end{cases}$$

(ص ۶۷)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۶ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

(الف) با توجه به رابطه مقاومت رسانا بر اساس مشخصات ساختمانی آن، داریم:

چون هر دو سیم مسی (هم‌جنس) هستند، بنابراین $\rho_A = \rho_B$ است. از طرفی در صورت سؤال گفته شده که این دو رسانا هم‌طول‌اند. پس $L_A = L_B$ است. بنابراین داریم:

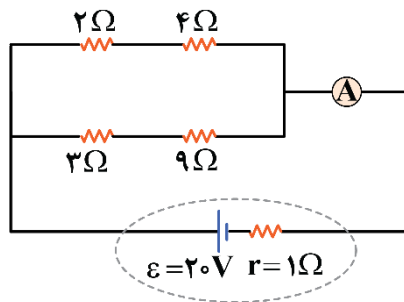
$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} = 1 \times 1 \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A = \pi r^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \xrightarrow{R_A = 4R_B} 4 = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}}$$

$$\frac{r_B}{r_A} = 2 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B} = \frac{1}{2}$$

	ب) چون سیم‌ها (مقاومت‌ها) متوالی بسته شده‌اند، بنابراین جریان عبوری از آن‌ها برابر است، بنابراین طبق رابطه توان مصرفی در مقاومت، داریم: $P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A}{R_B} \times \left(\frac{I_A}{I_B}\right)^2 \xrightarrow{I_A=I_B, R_A=4R_B} \frac{P_A}{P_B} = 4$	
۱۱	مصحح شو  روش اول: $P_{\text{کل}} = 1000 + 1200 + 1100 + 2000 = 4400 \text{ W} \quad (0/25)$ $P = VI \quad (0/25) \Rightarrow 4400 = 220 \cdot I \Rightarrow I = 20 \text{ A} \quad (0/25)$ روش دوم: $I = \frac{P}{V} \quad (0/25) \Rightarrow I_1 = \frac{1000}{220} = \frac{5}{11} \text{ A}$ $I_2 = \frac{1200}{220} = \frac{6}{11} \text{ A}$ $I_3 = \frac{1100}{220} = 5 \text{ A}$ $I_4 = \frac{2000}{220} = \frac{10}{11} \text{ A}$ $I_{\text{کل}} = \frac{5}{11} + \frac{6}{11} + 5 + \frac{10}{11} \quad (0/25) \Rightarrow I_{\text{کل}} = 20 \text{ A} \quad (0/25)$ (اشاره به یکی از روش‌ها (۰/۷۵)) چون ۲۰A بزرگ‌تر از حداکثر جریان قابل تحمل فیوز (۱۵A) است، فیوز می‌پرد (۰/۲۵) (ص ۶۷ و ۶۸) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۶ دقیقه است. مسیر تمرینی  مثال ۱۴-۲ صفحه ۷۵ و تمرین ۳۳ صفحه ۸۲ کتاب درسی	
۱۲	مصحح شو  (الف) $R_1 = 2 + 4 = 6 \Omega \quad (0/25)$ $R_2 = 3 + 9 = 12 \Omega \quad (0/25)$ $\Rightarrow R_{\text{eq}} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 \Omega \quad (0/25)$ (ب) $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{\text{eq}}} \quad (0/25) \Rightarrow I = \frac{20}{4 + 1} = 4 \text{ A} \quad (0/25)$ (ص ۷۰ تا ۷۴) سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۹ دقیقه است.	

بررسی دقیق‌تر



الف) مقاومت‌های 2Ω و 4Ω و مقاومت‌های 9Ω و 3Ω با هم متوالی‌اند:

$$R_1 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$R_2 = 9 + 3 = 12\Omega$$

در نهایت، مقاومت‌های R_1 و R_2 با هم موازی‌اند:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = \frac{6 \times 12}{18} = 4\Omega$$

ب) آمپرسنج آرمانی، جریان عبوری از باتری را نشان می‌دهد، بنابراین داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{20}{1 + 4} = \frac{20}{5} = 4A$$

مصحح شو

ب) القای الکترومغناطیسی (۰/۲۵) (ص ۱۱۶)

الف) القای خاصیت مغناطیسی (۰/۲۵) (ص ۸۵)

پ) ولت (۰/۲۵) (ص ۱۱۳)

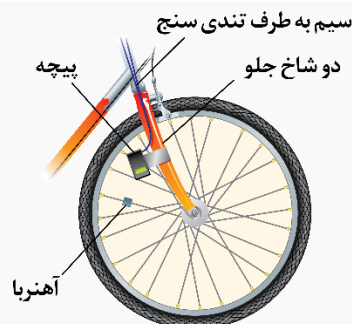
سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۳ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

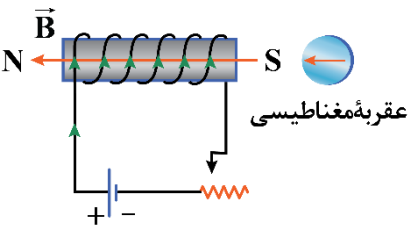
الف) متن کتاب درسی

هرگاه آهنربایی را به یک میخ آهنی نزدیک کنید می‌بینید که میخ به طرف آهنربا حرکت می‌کند و به سمت آن جذب می‌شود. برای توجیه این پدیده می‌گوییم در فضای اطراف آهنربا میدان مغناطیسی وجود دارد که سبب جذب میخ شده است. به این پدیده، القای خاصیت مغناطیسی می‌گویند.

ب) متن کتاب درسی



تندی سنج دوچرخه‌های مسابقه‌ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچ است. آهنربا به یکی از پره‌های چرخ جلو و پیچ به دو شاخ فرمان متصل است (شکل روبه‌رو). دو سر پیچ با سیم‌های رسانا به نمایشگر تندی سنج (که در واقع نوعی رایانه کوچک است) وصل شده است. با توجه به پدیده القای الکترومغناطیسی، با هر بار عبور آهنربا از جلوی پیچ، شار مغناطیسی عبوری از پیچ تغییر می‌کند و جریان الکتریکی در آن القا می‌شود. هر چه سرعت پدال زدن بیشتر باشد، آهنگ تغییر شار و در نتیجه جریان القایی، بیشتر است و تندی سنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

	(پ) متن کتاب درسی قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطه زیر بیان می‌شود: $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ در این رابطه، ε_{av} نیروی محرکه القایی متوسط برحسب ولت و $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی برحسب وبر بر ثانیه $(\frac{Wb}{s})$ است. بنابراین وبر بر ثانیه معادل ولت است.	
۰/۷۵	مصحح شو $B = \frac{\mu_0 N I}{2R} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 250 \times 0/5}{2 \times 10 \times 10^{-2}} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow B = 75 \times 10^{-5} T \quad (۰/۲۵)$ (ص ۹۸ و ۹۹) بررسی دقیق‌تر با جایگذاری در رابطه بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه $(B = \frac{\mu_0 N I}{2R})$، بزرگی میدان محاسبه می‌شود: $B = \frac{\mu_0 N I}{2R} \quad \begin{matrix} \mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} , N = 250 \\ I = 0/5 A , R = 10 \times 10^{-2} m \end{matrix} \rightarrow$ $B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 250 \times 0/5}{2 \times 10^{-1}} = \frac{12 \times 250 \times 0/5 \times 10^{-6}}{2} \Rightarrow B = 750 \times 10^{-6} = 75 \times 10^{-5} T$	۱۴
۰/۷۵	مصحح شو الف) سمت راست، قطب S و سمت چپ، قطب N (۰/۲۵) ب) ← (۰/۲۵) پ) ۱- کاهش مقاومت رئوستا (افزایش جریان الکتریکی) ۲- افزایش تعداد دورها در واحد طول (اشاره به یکی از این روش‌ها) (۰/۲۵) (ص ۹۹ و ۱۰۱) بررسی دقیق‌تر الف) وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله، در هسته آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هسته آهنی، آهنربا می‌شود. این آهنربا را آهنربای الکتریکی می‌نامند. با تعیین جهت میدان مغناطیسی در داخل سیملوله، قطب‌های آهنربای الکتریکی را تعیین می‌کنیم. جریان الکتریکی در مدار، از پایانه مثبت باتری به سمت پایانه منفی باتری است. اگر سیملوله را طوری در دست راست بگیریم که چهار انگشتان در جهت جریان الکتریکی سیملوله بچرخد، انگشت شست، جهت میدان مغناطیسی در داخل سیملوله و همچنین قطب N سیملوله (قطب N آهنربای الکتریکی) را نشان می‌دهد. ب) عقربه مغناطیسی همواره در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، بنابراین جهت‌گیری عقربه، مطابق شکل بالا خواهد شد. پ) هرچه تعداد دورهای سیملوله و جریانی که از آن می‌گذرد بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی‌تر خواهد بود. وجود هسته آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود. بنابراین برای این که آهنربای الکتریکی قوی‌تری داشته باشیم، می‌توانیم با کاهش مقاومت رئوستا، جریان عبوری از سیملوله را افزایش دهیم یا این که تعداد دورهای سیملوله را در واحد طول، افزایش دهیم. 	۱۵

مصحح شو

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \quad (0/25) \Rightarrow 9 \times 10^{-3} = \frac{12 \times 10^{-7} \times N \times 0/5}{0/2} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow N = 3000 \quad (0/25)$$

$$F = |q| v B \sin \theta \quad (0/25) \Rightarrow F = 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^4 \times 9 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow F = 45 \times 10^{-5} \text{ N} \quad (0/25)$$

(الف)

(ص ۱۰۰)

(ب)

(ص ۸۹)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۸ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

(الف) میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله و دور از لبه‌های آن، یکنواخت است و از رابطه $B = \frac{\mu_0 NI}{\ell}$ به دست می‌آید که در آن μ_0 ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ، N تعداد حلقه‌های سیم‌لوله، I جریان عبوری از سیم‌لوله بر حسب آمپر و ℓ طول سیم‌لوله بر حسب متر است. بنابراین داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \quad \begin{matrix} B = 9 \times 10^{-3} \text{ T}, I = 0/5 \text{ A} \\ \ell = 0/2 \text{ m}, \mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}} \end{matrix}$$

$$9 \times 10^{-3} = \frac{12 \times 10^{-7} \times N \times 0/5}{0/2} \Rightarrow N = \frac{9 \times 10^{-3} \times 0/2}{6 \times 10^{-7}} = 0/3 \times 10^4 = 3000 \text{ دور}$$

(ب) وقتی ذره باردار با بار q ، با تندی v در میدان مغناطیسی B حرکت کند (به شرط آن که جهت حرکت آن با میدان مغناطیسی موازی نباشد) به آن نیرویی وارد می‌شود که بزرگی آن از رابطه $F = |q| v B \sin \theta$ به دست می‌آید. در این رابطه $|q|$ بر حسب کولن، v بر حسب متر بر ثانیه و B بر حسب تسلا قرار داده می‌شود. θ زاویه بین راستای حرکت ذره و میدان مغناطیسی است. چون ذره باردار در داخل سیم‌لوله در راستایی که با محور سیم‌لوله زاویه 30° می‌سازد، حرکت می‌کند و میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله در راستای محور آن است، پس $\theta = 30^\circ$ است. بنابراین داریم:

$$F = |q| v B \sin \theta \quad \begin{matrix} \theta = 30^\circ, \sin 30^\circ = \frac{1}{2}, q = 5 \times 10^{-6} \text{ C} \\ v = 2 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}, B = 9 \times 10^{-3} \text{ T} \end{matrix}$$

$$F = 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^4 \times 9 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2} = 45 \times 10^{-5} \text{ N}$$

مسیر تمرینی

سؤال ۱۳ خرداد ۱۴۰۳ ریاضی / قسمت (ب) سؤال ۱۸ خرداد ۱۴۰۳ تجربی

مصحح شو

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{av} = -500 \times 10^{-4} \times \frac{-0/15 - 0/45}{0/25} \quad (0/25)$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{av} = 0/12 \text{ V} \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 0/12 \text{ V} \quad (0/25)$$

(ص ۱۱۳)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۸ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

میدان مغناطیسی بر سطح حلقه عمود است، بنابراین زاویه بین نیم‌خط عمود بر حلقه و بردار میدان مغناطیسی برابر $\theta = 0^\circ$ است (در این حالت بیشترین شار مغناطیسی از حلقه عبور می‌کند). با انتخاب جهت مثبت به طرف بالا، بردار $\vec{B}_1$ مثبت و بردار $\vec{B}_2$ منفی است (البته توجه کنید که چون مسأله بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط را می‌خواهد، انتخاب جهت مثبت اختیاری است و در نهایت قدرمطلق ε_{av} را به دست می‌آوریم).

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

با استفاده از رابطه قانون القای فاراده، داریم:

چون تغییر شار مغناطیسی به دلیل تغییر اندازه و جهت میدان مغناطیسی است، داریم:

$$\Delta\Phi = A \cos \theta (\Delta B)$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{av} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} = -NA \cos \theta \frac{B_2 - B_1}{\Delta t}$$

$$\frac{N=1, \cos \theta=1, A=500 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{B_2=-0.15 \text{ T}, B_1=0.45 \text{ T}, \Delta t=0.25 \text{ s}} \rightarrow \varepsilon_{av} = -1 \times 500 \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{-0.15 - 0.45}{0.25}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{av} = -5 \times 10^{-2} \times \frac{-0.6}{0.25} = 0.12 \text{ V} \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 0.12 \text{ V}$$

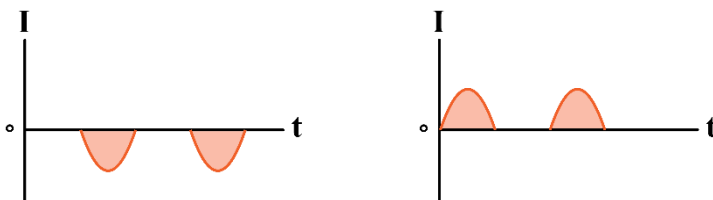
رد پای اشتباه

توجه کنید که اگر به تغییر علامت بردار میدان مغناطیسی توجه نکنید به پاسخ نادرست می‌رسید.

مسیر تمرینی

مثال ۲-۴ صفحه ۱۱۴ / تمرین ۲-۴ صفحه ۱۱۵ کتاب درسی

مصحح شو



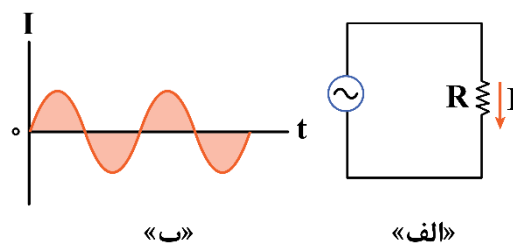
رسم یکی از نمودارهای بالا (۰/۲۵)

(مشابه تمرین ۲۰ ص ۱۳۰)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۳ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر

نمودار شکل (ب)، تغییرات جریان بر حسب زمان را برای مدار شکل (الف) که در آن مولد جریان متناوب به یک مقاومت متصل شده است، نشان می‌دهد.



«ب»

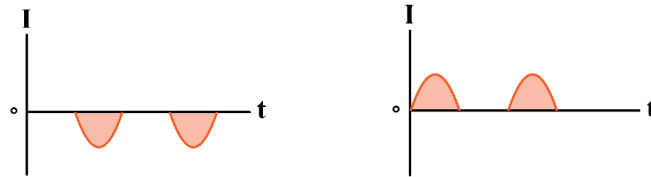
«الف»

نمودار جریان متناوب بر حسب زمان بدون حضور دیود

۰/۲۵

۱۸

وقتی یک دیود در مدار شکل (الف) قرار دهیم، چون دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می‌دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می‌شود، بنابراین وقتی جریان در جهت مخالف دیود باشد، صفر خواهد شد و نمودار جریان متناوب به یکی از شکل‌های زیر خواهد شد:



نمودارهای جریان متناوب با حضور دیود در مدار

مصحح شو

دو سر سیم‌لوله‌ای را به گالوانومتر می‌بندیم (۰/۲۵). یکی از قطب‌های آهنربای میله‌ای را وارد سیم‌لوله می‌کنیم (۰/۲۵). مشاهده می‌کنیم که در حین نزدیک شدن آهنربا به سیم‌لوله، گالوانومتر عبور جریان الکتریکی را نشان می‌دهد (۰/۲۵) این آزمایش نشان می‌دهد که با تغییر میدان مغناطیسی روی سیم‌لوله، در آن جریان الکتریکی القاء می‌شود. (آزمایش (۱-۴) صفحه ۱۱۰)



سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۵ دقیقه است.

نقشه نهایی

سؤالات طراحی آزمایش از سؤالات رایج در آزمون‌های نهایی هستند. برای پاسخ به این سؤالات باید بر آزمایش‌های کتاب درسی و یا فعالیت‌هایی که به صورت طراحی آزمایش طرح شده‌اند، مسلط باشید.

مصحح شو

$$\frac{3}{4}T = 0.24 \text{ (0/25)} \Rightarrow T = 0.32 \text{ s (0/25)}$$

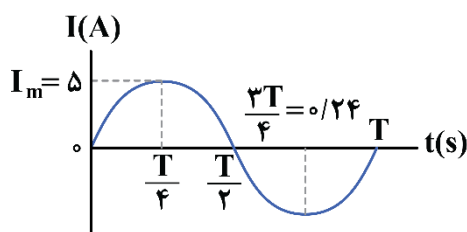
$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \text{ (0/25)} \Rightarrow I = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{0.32}t\right)$$

$$\Rightarrow I = 5 \sin\left(\frac{25\pi}{4}t\right) \text{ (0/25)}$$

(ص ۱۲۳ و ۱۲۴)

سبز بودی یا قرمز: حداکثر زمان برای پاسخ به این سؤال حدود ۵ دقیقه است.

بررسی دقیق‌تر



با توجه به نمودار جریان متناوب که در یک دوره (T) رسم شده است، لحظه ۰/۲۴s برابر $\frac{3}{4}T$ است که می‌توان به کمک آن دوره را محاسبه کرد. همچنین جریان ۵A اندازه بیشینه جریان القاشده در این سیم‌لوله است. با جایگذاری T و I_m در معادله جریان متناوب، $I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ ، معادله جریان متناوب بر حسب زمان به دست می‌آید.

مسیر تمرینی

مثال ۷-۴ صفحه ۱۲۵ کتاب درسی / سؤال ۱۷ خرداد ۱۴۰۳ ریاضی / سؤال ۲۲ خرداد ۱۴۰۳ تجربی



دوپیند فوری شب امتحان



فیزیک یازدهم ریاضی



SanjeshCloud

www.SanjeshCloud.ir

فهرست

فصل ۱: الکتریسیته ساکن ۳

فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم..... ۱۹

فصل ۳: مغناطیس..... ۳۰

فصل ۴: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب..... ۳۹



فصل اول: الکتريسيته ساکن

◀ بار الکتریکی

دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. این دو نوع بار الکتریکی توسط دانشمند آمریکایی بنیامین فرانکلین، بار مثبت و بار منفی نام گذاری شد. استفاده از علامت‌های جبری به جای نام‌های دیگر این مزیت را دارد که وقتی در یک جسم از این دو نوع بار به مقدار مساوی وجود داشته باشد، جمع جبری بارهای جسم، صفر می‌شود که به معنای خنثی بودن آن جسم است.

🚀 نکته طلایی

- ۱- نیروی الکتریکی بین بارهای همنام از نوع دافعه (رانشی) و نیروی بین بارهای ناهمنام از نوع جاذبه (ربایشی) است.
- ۲- یکای بار الکتریکی در SI، کوْلُن (C) است. توجه کنید یک کوْلُن مقدار بار بزرگی است. مثلاً در یک آذرخش نوعی، باری از مرتبه $10^6 C$ به زمین منتقل می‌شود.
- در مالش شانه پلاستیکی با موهای سر، بارهای منتقل شده از مرتبه نانوکولن (nC) است.
- ۳- باردار بودن یک جسم و نوع بار آن را می‌توانیم با الکتروسکوپ (برق‌نما) تعیین کنیم.

بار بنیادی

اندازه بار منفی الکترون دقیقاً برابر با اندازه بار مثبت پروتون است. این مقدار را بار بنیادی (با نماد e) می‌گویند که برابر است با:

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

🚀 نکته طلایی

- ۱- در یک اتم خنثی، تعداد الکترون‌ها برابر با تعداد پروتون‌های هسته است، بنابراین جمع جبری همه بارها (بار خالص) دقیقاً برابر با صفر است.
- ۲- در هنگام مالش، با انتقال تعدادی الکترون از یک جسم به جسمی دیگر، تعادل بارها در اتم خنثی بر هم می‌خورد و جسمی که الکترون از دست می‌دهد، بار الکتریکی خالص آن مثبت می‌گردد و همچنین جسمی که الکترون اضافی دریافت می‌کند، بار الکتریکی خالص آن منفی می‌شود.
- ۳- به دست آوردن یا از دست دادن الکترون دو جسم در تماس با یکدیگر را می‌توان براساس جدولی موسوم به **سری الکتریسیته مالشی** (تریبوالکتریک) معلوم کرد. (در این جدول، مواد پایین‌تر، الکترون‌خواهی بیشتری دارند).



سری الکتریسیته مالشی (تریبو الکتریک)
انتهای مثبت سری
موی انسان شیشه نایلون پشم ابریشم آلومینیم پارچه کتان کهربا برنج، نقره پلاستیک، پلی اتیلن لاستیک تفلون
انتهای منفی سری

۴- ممکن است دو جسمی که با هم در تماس اند یا به هم مالش داده می شوند، هم جنس باشند و تعدادی الکترون از یکی به دیگری منتقل شود و هر دو جسم، باردار شوند، مانند باردار شدن دو قطعه کیسه پلاستیکی که به هم مالش داده می شوند.

۵- چون در اجسام نارسانا، مانند چوب، پلاستیک و ... بار در محل ایجاد شده باقی می ماند و نمی تواند به تمام سطح و یا دیگر اجسام در تماس با آنها منتقل شود، روش مالش برای باردار کردن این اجسام مناسب تر است.

البته یکی از جسم ها می تواند قطعه فلزی باشد که به دسته نارسانایی متصل شده است. ولی اگر هر دو جسم، فلز باشند، حتی اگر به دسته های نارسانایی متصل شوند، روش مالش برای باردار کردن آنها بی نتیجه است.

اصل پایستگی بار الکتریکی

مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی، ثابت است؛ یعنی بار می تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود، ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد. تاکنون هیچ آزمایشی این اصل را نقض نکرده است.

نکته طلایی

۱- منظور از دستگاه منزوی در اینجا دستگاهی است که نه از محیط اطراف خود بار بگیرد و نه به آن بار بدهد.

۲- اگر دو گوی یا کره رسانای باردار هم اندازه و مشابه را به هم تماس دهیم و سپس از هم دور کنیم، طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، بار نهایی آنها با هم برابر و برابر نصف مجموع بار آنها قبل از تماس خواهد شد:

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



اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی

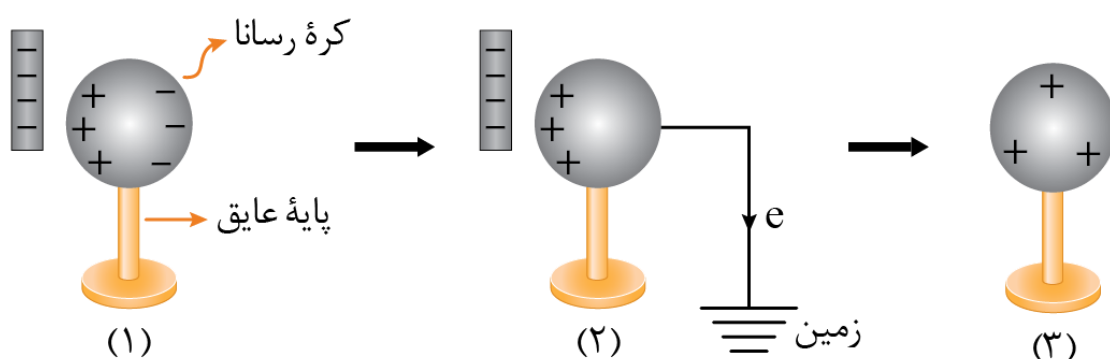
در تجربه‌هایی مانند مالش اجسام به یکدیگر اگر جسم خنثی الکترون به دست آورد یا از دست بدهد، همواره بار الکتریکی مشاهده شده جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است:

$$q = \pm ne, n = 0, 1, 2, \dots$$

علامت مثبت برای حالتی است که جسم الکترون از دست بدهد و علامت منفی برای حالتی است که جسم الکترون بگیرد.

القای بار الکتریکی

یک جسم باردار را به یک جسم رسانای خنثی که روی پایه عایقی قرار دارد، نزدیک می‌کنیم. سپس برای لحظه‌ای جسم رسانا را به زمین وصل می‌کنیم یا آن را با دست لمس می‌کنیم. بارهای همنام با بار جسم باردار، خنثی می‌شوند و بار جسم رسانا، ناهمنام با بار جسم باردار می‌شود. به مراحل شکل زیر توجه کنید:



نکته طلایی

- ۱- توجه کنید که بار میله باردار در این آزمایش تغییری نمی‌کند.
- ۲- در شکل (۱) اگر میله باردار را دور کنید، بارهای کره رسانا دوباره به حالت اول برمی‌گردند و بار خالص کره رسانا در این مرحله صفر است.
- ۳- در شکل (۲) هر قسمت از کره را به زمین وصل کنید یا با دست لمس کنید، بارهای منفی به زمین یا به دست منتقل می‌شوند.
- ۴- اجسام رسانا مانند فلزات به دلیل داشتن الکترون آزاد، به روش القاء (روش بدون تماس) باردار می‌شوند.
- ۵- اجسام نارسانا مانند چوب، پلاستیک و ... برخلاف رساناها، الکترون آزاد ندارند و الکترون‌ها روی سطح یا داخل جسم نارسانا جابه‌جا نمی‌شوند. با نزدیک کردن جسم باردار به یک جسم نارسانا، داخل جسم دوقطبی‌های الکتریکی تشکیل می‌شود. در نتیجه اجسام نارسانا به روش القاء باردار نمی‌شوند.
- ۶- نیروی بین جسم باردار و جسم خنثی (چه رسانا باشد چه نارسانا) همواره جاذبه است.

قانون کولن

اندازه نیروی الکتریکی (الکتروستاتیکی) بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای که در راستای خط واصل آن‌ها اثر می‌کند، با حاصل ضرب بزرگی آن‌ها متناسب است و با مربع فاصله بین آن‌ها نسبت وارون دارد، بنابراین اندازه این نیرو برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad \left(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right)$$



نکته طلایی

۱- بنا به قانون سوم نیوتون، این دو نیروی الکتریکی هم‌اندازه، هم‌راستا و در خلاف جهت یکدیگرند و روی خط واصل دو بار هستند:

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

۲- ثابت کولن را می‌توان برحسب یک ضریب ثابت دیگر به نام ضریب گذردهی الکتریکی (ϵ_0) نیز نوشت:

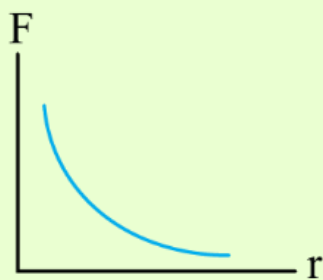
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{9 \times 10^9} \frac{C^2}{N.m^2}$$

۳- با استفاده از ترازوی پیچشی کولنی، می‌توان درستی قانون کولن (عوامل مؤثر بر نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار) را بررسی کرد.

۴- رابطه قانون کولن برای ذره‌های باردار به کار می‌رود. البته اگر فاصله یک جسم باردار با جسم باردار دیگر به اندازه‌ای زیاد باشد که بتوان از ابعاد دو جسم در مقایسه با فاصله آن‌ها چشم‌پوشی کرد، دو جسم را می‌توان به صورت ذره در نظر گرفت.

۵- نمودار نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار برحسب فاصله آن‌ها به صورت زیر است:



۶- رابطه مقایسه‌ای قانون کولن در دو حالت مختلف به شکل زیر است:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1||q'_2|}{|q_1||q_2|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

توجه کنید که در این رابطه کافی است که کمیت‌های یکسان، هم‌واحد باشند و نیازی به تبدیل یکا در SI نیست.

برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی

اگر به جای دو ذره باردار، تعدادی بار نقطه‌ای داشته باشیم، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار، براینند نیروهایی است که هر یک از ذره‌های دیگر در غیاب سایر ذره‌ها، بر آن ذره وارد می‌کند. این موضوع که از آزمایش نتیجه شده است را **اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی** می‌گویند.

وقتی براینند نیروهای الکتریکی وارد بر یکی از بارها صفر می‌شود

فرض کنید دو بار q_1 و q_2 در فاصله r از هم قرار دارند. می‌خواهیم نقطه‌ای را بیابیم که اگر بار سومی در آن نقطه قرار دهیم، نیروی خالص وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2 صفر باشد:

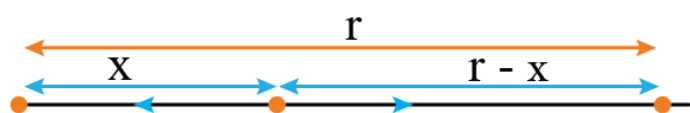
حالت اول: اگر q_1 و q_2 هم‌نام باشند

در این حالت نقطه مورد نظر، روی خط واصل دو بار، بین دو بار و نزدیک به باری است که اندازه کوچک‌تری دارد.



@AyandehSazan-Ed

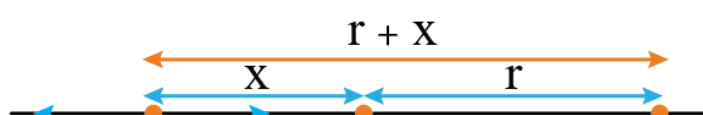
$$\frac{x}{r-x} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}}$$



حالت دوم: اگر q_1 و q_2 ناهمنام باشند:

در این حالت نقطه مورد نظر، روی خط وصل دو بار، خارج از فاصله دو بار و نزدیک به باری است که اندازه کوچکتری دارد:

$$\frac{x}{r+x} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}}$$



◀ میدان الکتریکی

هر بار الکتریکی، خاصیتی در فضای پیرامون خود ایجاد می‌کند که به آن اصطلاحاً میدان الکتریکی آن بار گفته می‌شود. در نتیجه بارهای الکتریکی نه با تماس، بلکه به واسطه میدان الکتریکی خودشان به بارهای دیگر نیرو وارد می‌کنند.

تعیین اندازه و جهت میدان الکتریکی

نخست بار کوچک و مثبت q_0 موسوم به **بار آزمون** را در آن نقطه قرار می‌دهیم و سپس نیروی الکتریکی وارد بر آن را اندازه می‌گیریم. آن‌گاه میدان الکتریکی $\vec{E}$ ناشی از جسم باردار در آن نقطه به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

نکته طلایی

۱- یکای میدان الکتریکی در SI، نیوتون بر کولن ($\frac{N}{C}$) است.

۲- میدان الکتریکی کمیتی برداری است و اندازه آن برابر $E = \frac{F}{q_0}$ و جهت آن همان جهت نیروی وارد بر بار آزمون است.

۳- بزرگی نیروی F از رابطه $F = |q|E$ به دست می‌آید و جهت آن اگر q مثبت باشد، در همان جهت $\vec{E}$ و اگر q منفی باشد، در خلاف جهت $\vec{E}$ خواهد بود، یعنی $\vec{F}$ و $\vec{E}$ همواره هم‌راستا با یکدیگرند.





نکته طلایی

آزمایش قطره - روغن میلیکان به توضیح اصل کوانتیده بودن بارهای الکتریکی می‌پردازد.

میدان الکتریکی یکنواخت

اگر در محدوده‌ای از فضا، بردار میدان الکتریکی در تمام نقاط، اندازه و جهت یکسانی داشته باشد، به چنین میدانی میدان الکتریکی یکنواخت گفته می‌شود.

دو نمونه از کاربردهای میدان الکتریکی

۱- در رسوب‌دهنده الکترواستاتیکی (ESP)، که دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه‌ها و نیروگاه‌ها بالا می‌آید، جدا می‌سازد.

۲- در تولیدمثل برخی از گل‌ها، گرده‌ها به واسطه میدان الکتریکی، از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می‌شوند.

میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار

بزرگی میدان الکتریکی ناشی از ذره‌ای با بار q در نقطه A که به فاصله r از بار q قرار دارد:

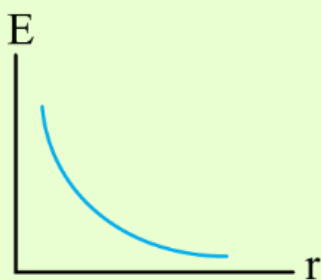
$$E = k \frac{|q|}{r^2}$$

نکته طلایی

۱- طبق این رابطه، میدان الکتریکی حاصل از بار q با اندازه بار q ، نسبت مستقیم و با مربع فاصله از آن، نسبت وارون دارد.

۲- جهت بردار میدان الکتریکی $\vec{E}$ در هر نقطه، همان جهت نیروی وارد بر بار آزمونی است که به طور فرضی در آن نقطه می‌گذاریم.

۳- نمودار بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله از بار نقطه‌ای q به صورت زیر است:



۴- به طور مقایسه‌ای میدان‌های الکتریکی در دو حالت مختلف به صورت زیر است:

$$\frac{E'}{E} = \frac{|q'|}{|q|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2$$

برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی

برای محاسبه میدان الکتریکی خالص حاصل از چند ذره باردار در نقطه‌ای از فضا، ابتدا میدان الکتریکی ناشی از هر ذره را در آن نقطه به دست می‌آوریم و سپس میدان‌های به دست آمده را به صورت برداری جمع می‌کنیم:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

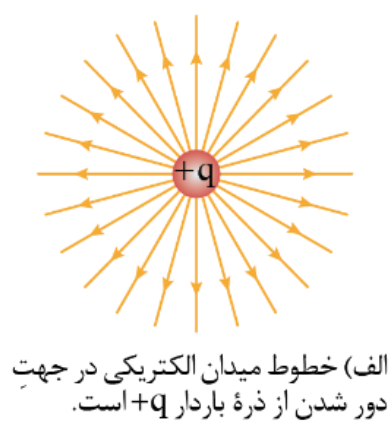


وقتی برابند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار الکتریکی در یک نقطه صفر می‌شود

مشابه این حالت در برابند نیروهای الکتریکی بررسی شد. در واقع وقتی دو بار الکتریکی q_1 و q_2 در فاصله معینی از هم قرار دارند، مکان نقطه‌ای که در آن نیروی وارد بر بار سوم q_3 صفر می‌شود، همان نقطه‌ای است که میدان الکتریکی خالص در آن نقطه صفر می‌شود.

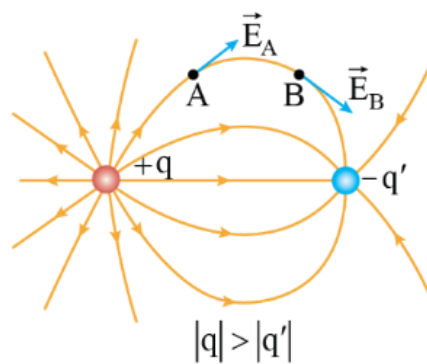
خطوط میدان الکتریکی

خط‌های میدان در هر نقطه، هم‌جهت با بردار میدان الکتریکی در آن نقطه است.



قاعده‌های رسم خطوط میدان الکتریکی عبارت‌اند از

- ۱- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد.
 - ۲- میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان‌دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است؛ هر جا خطوط میدان متراکم‌تر باشند، اندازه میدان بیشتر است.
 - ۳- در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و به بارهای منفی ختم می‌شوند.
 - ۴- خطوط میدان برابند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه فضا فقط یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد.
- نمونه ای از خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار الکتریکی نقطه ناهمنام:



انرژی پتانسیل الکتریکی

کار نیروی الکتریکی وارد بر یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ در یک جابه‌جایی مشخص برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در همان جابه‌جایی است؛ یعنی:

$$W_E = -\Delta U_E$$

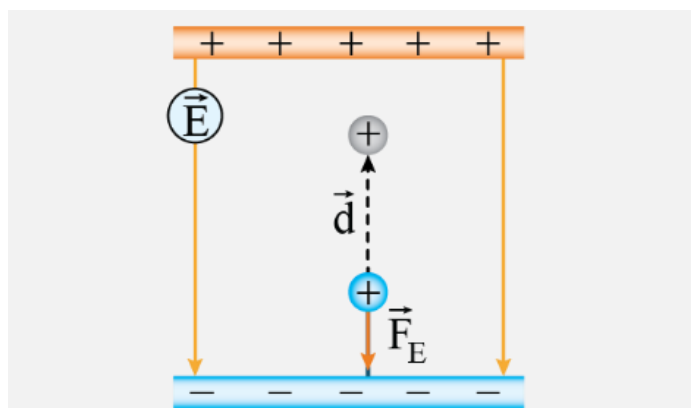


نکته طلایی

گرچه این رابطه برای یک میدان الکتریکی یکنواخت بیان شد، ولی می‌توان نشان داد که در حالت کلی نیز برای هر میدان الکتریکی برقرار است:

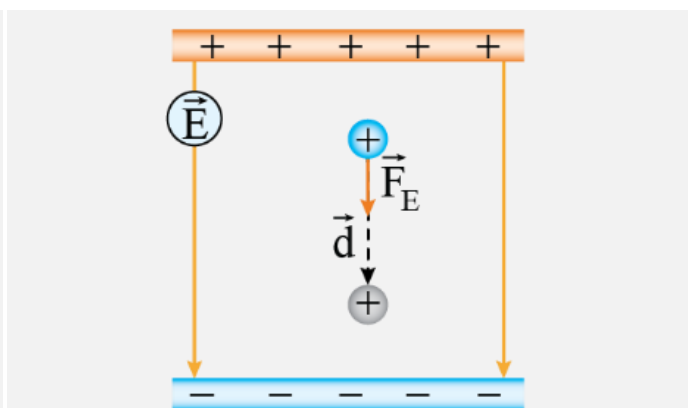
$$\Delta U_E = -W_E = -|q|Ed \cos \theta$$

که در آن، θ زاویه بین نیروی $\vec{F}_E$ و جابه‌جایی $\vec{d}$ است.



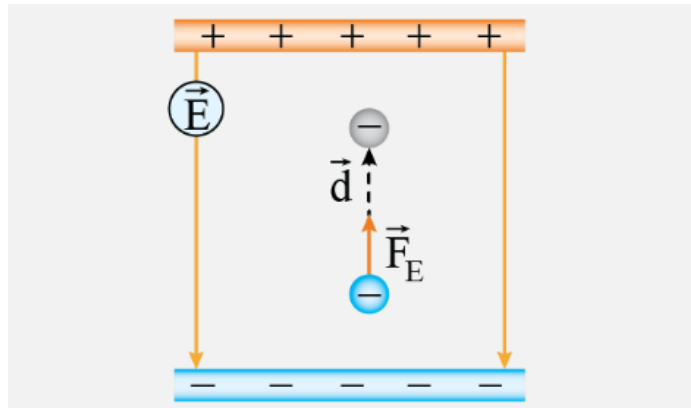
بار مثبت را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم:

$$\begin{cases} W_E < 0 \\ \Delta U_E > 0 \end{cases}$$



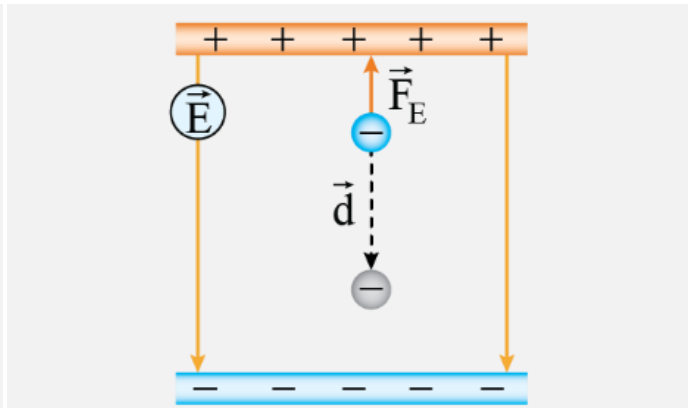
بار مثبت را در جهت مخالف میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم:

$$\begin{cases} W_E > 0 \\ \Delta U_E < 0 \end{cases}$$



بار منفی را در جهت مخالف میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم:

$$\begin{cases} W_E > 0 \\ \Delta U_E < 0 \end{cases}$$



بار منفی را در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ جابه‌جا می‌کنیم:

$$\begin{cases} W_E < 0 \\ \Delta U_E > 0 \end{cases}$$

نکته طلایی

۱- اگر بار الکتریکی در جهت دلخواه خود جابه‌جا شود (بار مثبت در جهت میدان الکتریکی و بار منفی خلاف جهت میدان الکتریکی)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. $(W_E > 0, \Delta U_E < 0)$

۲- اگر بار الکتریکی در خلاف جهت دلخواه خود جابه‌جا شود (بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی و بار منفی در جهت میدان الکتریکی)، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. $(W_E < 0, \Delta U_E > 0)$

در هر دو حالت، داریم:

$$|W_E| = |\Delta U_E| = |q|Ed$$

(d هم راستا با میدان الکتریکی است)



۳- اگر بار الکتریکی عمود بر خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود، کار میدان الکتریکی، صفر است و انرژی پتانسیل الکتریکی بار، تغییر نمی‌کند:

$$|W_E| = |\Delta U_E| = 0$$

قضیه کار - انرژی جنبشی در جابه‌جایی بار الکتریکی

طبق قضیه کار - انرژی جنبشی، کار نیروی خالص وارد بر هر جسم، برابر تغییر انرژی جنبشی آن است:

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2)$$

که در آن W_t مجموع کار همه نیروهای وارد بر جسم است.

اگر بر ذره باردار، فقط نیروی الکتریکی وارد شود، رابطه به صورت زیر ساده می‌شود:

$$W_E = K_2 - K_1$$

پتانسیل الکتریکی

نسبت تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به بار ذره، مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است. به این نسبت، **اختلاف پتانسیل الکتریکی** دو نقطه‌ای می‌گوییم که ذره میان آن‌ها جابه‌جا شده است و آن را با ΔV نمایش می‌دهیم:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = \frac{\Delta U_E}{q}$$

که در آن V کمیتی نرده‌ای موسوم به پتانسیل الکتریکی است که مقدار آن در نقطه‌های (۱) و (۲) به ترتیب V_1 و V_2 است. در این رابطه، اختلاف پتانسیل الکتریکی (ΔV) بر حسب ژول بر کولن ($\frac{J}{C}$) است که آن را ولت می‌نامند و با نماد V نمایش می‌دهند.

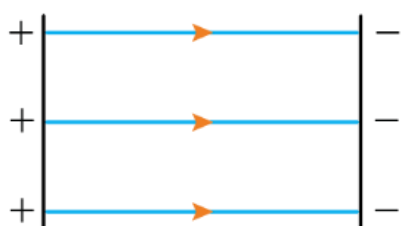
نکته طلایی

- این رابطه برای هر میدان الکتریکی حتی اگر یکنواخت نباشد، برقرار است.
- توجه کنید که در رابطه بالا همه کمیت‌ها نرده‌ای هستند و با علامت قرار داده می‌شوند. مثلاً اگر q بار الکتریکی منفی باشد، علامت آن را نیز در رابطه قرار می‌دهیم.
- می‌توانیم برای انرژی پتانسیل الکتریکی، مرجعی تعیین کنیم که در آن انرژی پتانسیل الکتریکی ذره و پتانسیل الکتریکی، صفر باشد. در نتیجه پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از میدان با رابطه زیر داده می‌شود:

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

تغییرات پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی

در شکل زیر، بار q را از مجاورت صفحه مثبت تا صفحه منفی جابه‌جا می‌کنیم:





۱- اگر $q > 0$ باشد:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \xrightarrow{\Delta U_E < 0} \Delta V < 0 \Rightarrow V_- - V_+ < 0 \Rightarrow V_- < V_+$$

که در آن V_- پتانسیل صفحه منفی و V_+ پتانسیل صفحه مثبت است.

۲- اگر $q < 0$ باشد:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{-q} \xrightarrow{\Delta U_E > 0} \Delta V < 0 \Rightarrow V_- < V_+$$

نکته طلایی

۱- مستقل از نوع بار الکتریکی، پتانسیل صفحه مثبت همواره از پتانسیل صفحه منفی بیشتر است.

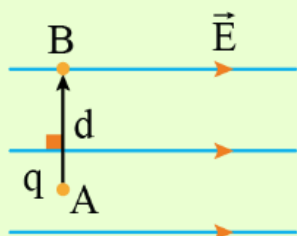
۲- مستقل از نوع بار الکتریکی، هرگاه در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و اگر در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۳- هرگاه بار مثبت در یک میدان الکتریکی رها شود، به سمت نقاطی با پتانسیل الکتریکی کمتر می‌رود.

۴- هرگاه بار منفی در یک میدان الکتریکی رها شود، به سمت نقاطی با پتانسیل الکتریکی بیشتر می‌رود.

۵- اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه از میدان الکتریکی، عامل شارش بار الکتریکی بین آن دو نقطه است.

۶- اگر بار الکتریکی q ، عمود بر خطوط میدان الکتریکی، جابه‌جا شود، همان‌طور که قبلاً دیدیم، کار نیروی الکتریکی صفر است، در نتیجه داریم:



$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \xrightarrow{\Delta U_E = 0} \Delta V = 0 \Rightarrow V_A = V_B$$

یعنی با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

باتری‌ها

هر باتری دو پایانه دارد که یکی با مثبت و دیگری با منفی نشان داده می‌شود. بنا به قرارداد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانه مثبت منهای پتانسیل پایانه منفی است:

$$\Delta V = V_+ - V_-$$

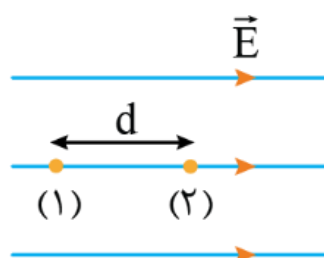
نکته طلایی

هر کدام از پایانه‌های باتری را می‌توان مرجع پتانسیل یا اصطلاحاً زمین (با نماد $\perp$) در نظر گرفت و پتانسیل نقطه‌های دیگر را نسبت به آن سنجید. مثلاً اگر پایانه منفی یک باتری ۱۲ ولتی را به زمین وصل کنیم، پتانسیل پایانه مثبت آن برابر $+12V$ می‌شود.



رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت

برای اختلاف پتانسیل (ΔV) بین دو نقطه به فاصله d از یکدیگر، که خط واصل آنها هم‌راستا با میدان الکتریکی $\vec{E}$ است، رابطه زیر برقرار است:



$$|\Delta V| = Ed$$

نکته طلایی

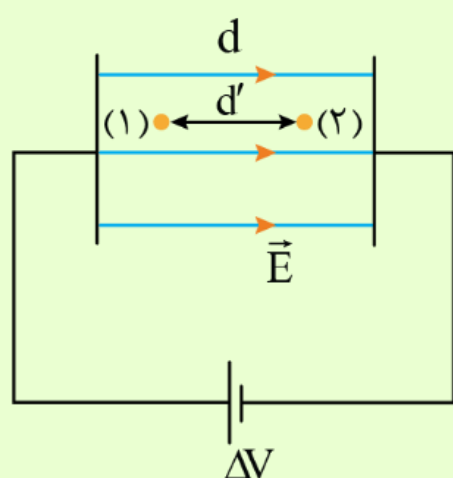
۱- در این رابطه ΔV برحسب ولت و d برحسب متر است. در نتیجه یکای میدان الکتریکی

ولت بر متر ($\frac{V}{m}$) است، پس داریم:

$$1 \frac{N}{C} = 1 \frac{V}{m}$$

۲- چون میدان الکتریکی، یکنواخت و مقدار آن ثابت است، در نتیجه داریم:

$$\frac{|\Delta V|}{d} = \frac{|\Delta V_{12}|}{d'}$$



کار انجام شده توسط نیروی خارجی

$$W_t = W_E + W_{\text{خارجی}} \Rightarrow W_E + W_{\text{خارجی}} = \Delta K$$

$$\xrightarrow{\Delta K=0} W_{\text{خارجی}} = -W_E = q\Delta V \quad (\Delta K=0 \text{ برای})$$

در این حالت خاص، بسته به علامت و بزرگی q و ΔV ، کار نیروی خارجی ($W_{\text{خارجی}}$)، می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

میدان الکتریکی در داخل رساناها

در این مبحث دو مورد را بررسی می‌کنیم

- ۱- وقتی به یک جسم رسانا بار الکتریکی می‌دهیم، بار چگونه در آن توزیع می‌شود؟
- ۲- وقتی جسم رسانای خنثی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، بار چگونه در آن القا می‌شود؟



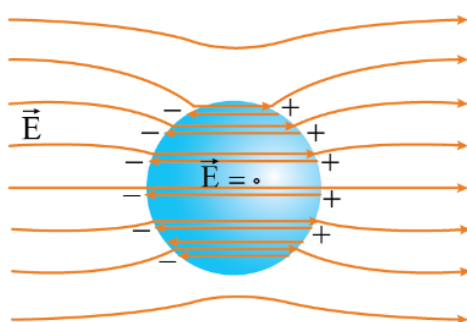
◀ توزیع بار الکتریکی در رسانا

🚀 نکته طلایی

- ۱- بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می شود.
- ۲- نحوه توزیع بار در رسانا به گونه ای است که میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر شود.
- ۳- تراکم بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار، از نقاط دیگر آن بیشتر است.
- ۴- خطوط میدان الکتریکی در نقاط نوک تیز رسانا، متراکم اند و در نتیجه میدان الکتریکی در نزدیکی این نقاط، قوی تر است.

◀ رسانای خنثی در میدان الکتریکی

وقتی یک رسانای خنثی را در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می دهیم، بار طوری روی سطح خارجی توزیع می شود (القا می شود) که میدان الکتریکی ناشی از آن، اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی کند.



🚀 نکته طلایی

- ۱- در این حالت نیز میدان الکتریکی درون رسانا همواره صفر است.
- ۲- در تعادل الکتروستاتیکی، همه نقاط رسانا پتانسیل الکتریکی یکسانی دارند.
- ۳- هرگاه دو جسم رسانای باردار به هم تماس داده می شوند، بار به گونه ای بین آن ها جابه جا می شود تا در نهایت پتانسیل الکتریکی هر دو جسم برابر شود.
- ۴- میدان الکتریکی همواره بر سطح رسانا عمود است.
- ۵- یکی از کاربردهای صنعتی پدیده القای بار الکتریکی، رنگ پاشی الکترواستاتیکی است.

چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا

برای اینکه بتوانیم تراکم بار الکتریکی در بخش های مختلف سطح یک جسم را با هم مقایسه کنیم کمیتی به نام **چگالی سطحی بار** را تعریف می کنیم. اگر مساحت سطحی که بار روی آن توزیع شده است برابر A و بار الکتریکی موجود در آن سطح برابر Q باشد، چگالی سطحی بار که با نماد σ نشان داده می شود از رابطه مقابل به دست می آید:

$$\sigma = \frac{Q}{A}$$

در این رابطه چگالی سطحی بار (σ) بر حسب کولن بر متر مربع ($\frac{C}{m^2}$) به دست می آید.

🚀 نکته طلایی

تراکم بار و چگالی سطحی بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است.



خازن

خازن وسیله‌ای الکتریکی است که می‌تواند بار و انرژی الکتریکی را در خود ذخیره کند.

تفاوت خازن و باتری در تخلیه انرژی در مدار

باتری‌های یک دوربین با باردار کردن یک خازن، انرژی را در خازن فلاش دوربین ذخیره می‌کنند. باتری‌ها معمولاً می‌توانند انرژی را فقط با آهنگ نسبتاً کمی به مدار بدهند که این آهنگ برای گسیل نور از فلاش دوربین بسیار کم است، اما وقتی خازن باردار می‌شود، می‌تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی برای فلاش زدن آماده کند.

خازن تخت

خازن تخت شامل دو صفحه رسانای موازی با مساحت A است که به فاصله d (که در برابر ابعاد صفحات ناچیز است) از هم قرار دارند. خازن‌ها به هر شکلی باشند، با نماد $\text{---}||\text{---}$ نشان داده می‌شوند.

باردار (شارژ) کردن خازن

خازن را در مدار الکتریکی ساده‌ای شامل یک باتری و کلید قرار می‌دهیم. با بستن کلید، به دلیل اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن با پایانه‌های باتری، بار شارش می‌یابد. این شارش بار تا جایی ادامه می‌یابد که اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن با اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های باتری برابر شود. در این حالت بار $+Q$ در یک صفحه خازن و بار $-Q$ در صفحه دیگر ذخیره می‌شود.

نکته طلایی

- ۱- بار خازن را با Q نشان می‌دهند که همان بار صفحه مثبت است.
- ۲- پس از باردار شدن خازن، بین دو صفحه آن، میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود که خطوط میدان از صفحه مثبت به منفی است و بزرگی آن از رابطه $E = \frac{|\Delta V|}{d}$ به دست می‌آید.
- ۳- بنا به دلایل تاریخی، قدرمطلق اختلاف پتانسیل ΔV بین دو صفحه خازن را با V نمایش می‌دهند.

ظرفیت خازن

اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین صفحه‌های خازن (ΔV) را زیاد کنیم، بار خازن (Q) نیز به همان نسبت زیاد می‌شود. به عبارتی نسبت $\frac{Q}{\Delta V}$ همواره مقداری ثابت است که به این نسبت ثابت، ظرفیت خازن می‌گویند و آن را با C نشان می‌دهند.

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



نکته طلایی

- ۱- یکای ظرفیت خازن، کولن بر ولت $(\frac{C}{V})$ است که فاراد (F) نام دارد.
- ۲- فاراد یکای بسیار بزرگی است و ظرفیت اکثر خازن‌های متداول در محدودهٔ پیکوفاراد $(1pF = 10^{-12} F)$ تا میلی‌فاراد $(1mF = 10^{-3} F)$ است.
- ۳- توجه کنید که ظرفیت خازن به اندازهٔ بار خازن و نیز اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ آن بستگی ندارد.

عوامل مؤثر بر ظرفیت خازن تخت

- آزمایش و محاسبه نشان می‌دهد که ظرفیت یک خازن تخت به سه عامل بستگی دارد:
- ۱- با مساحت صفحه‌های خازن (A) رابطهٔ مستقیم دارد.
 - ۲- با فاصلهٔ جدایی بین صفحه‌های خازن (d) رابطهٔ وارون دارد.
 - ۳- با ثابت دی‌الکتریک بین صفحه‌ها (K) رابطهٔ مستقیم دارد.
- ظرفیت خازن تخت از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

A: مساحت صفحه‌ها بر حسب متر مربع (m^2)

d: فاصلهٔ بین صفحات بر حسب متر (m)

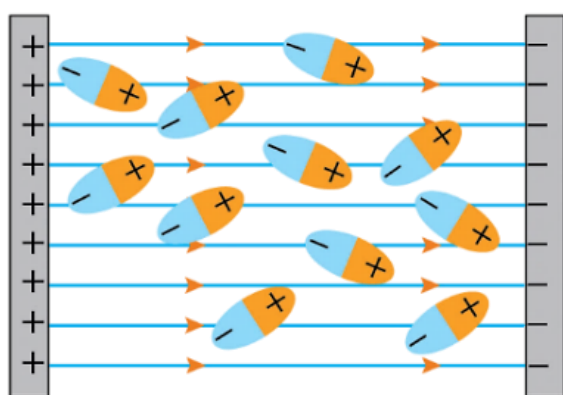
ϵ_0 : ضریب گذردهی الکتریکی خلأ: $\frac{F}{m} = 8.85 \times 10^{-12}$

K: ضریبی موسوم به ثابت دی‌الکتریک مادهٔ عایق بین صفحات خازن که برای هوا (یا خلأ) برابر یک و برای بقیهٔ دی‌الکتریک‌ها بیشتر از یک است.

نکته طلایی

قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن، باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.

وقتی یک دی‌الکتریک قطبی (مانند آب، NH_3 ، HCl) در میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن قرار می‌گیرد، سر منفی مولکول‌های دوقطبی به طرف صفحهٔ مثبت و سر مثبت آن‌ها به طرف صفحهٔ منفی کشیده می‌شود و در نتیجه این مولکول‌های دوقطبی می‌کوشند خود را در جهت میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن هم‌ردیف کنند.



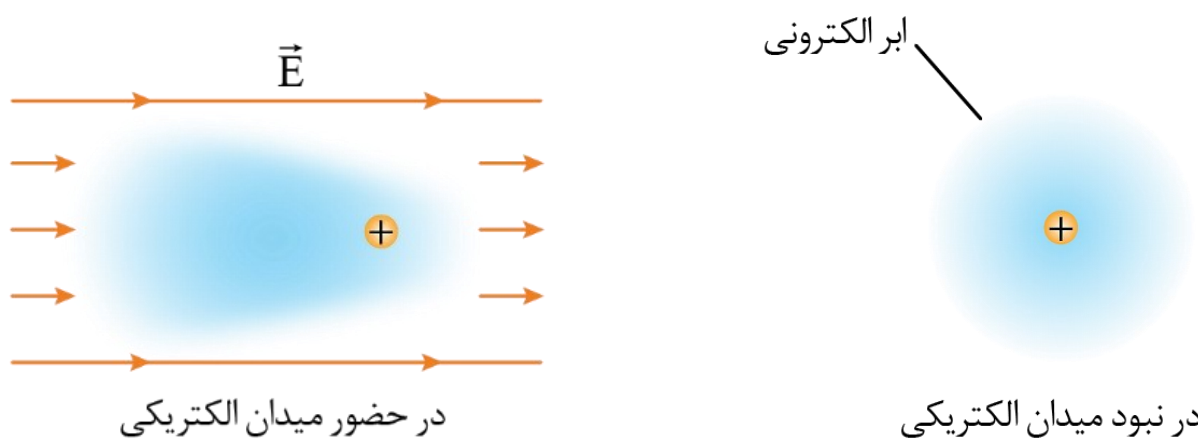
در حضور میدان الکتریکی



در نبود میدان الکتریکی



وقتی یک دی الکتریک غیر قطبی (مانند متان، بنزن و ...) در میدان بین دو صفحه خازن قرار می گیرد بر اثر القا قطبیده می شود؛ یعنی میدان الکتریکی اعمال شده باعث می شود که ابر الکترونی مولکول های دی الکتریک در خلاف جهت میدان جابه جا شود و به این ترتیب، مرکز بارهای مثبت و منفی مولکول ها از هم جدا شده و اصطلاحاً مولکول ها **قطبیده** شوند.



می توان نشان داد این رفتار مولکول های دی الکتریک (قطبی یا غیر قطبی) در میدان الکتریکی بین صفحه های خازن، سبب افزایش ظرفیت خازن می شود.
چند مثال از ابزارهایی که بر مبنای تغییر ظرفیت خازن عمل می کنند:
۱- میکروفون خازنی

۲- برخی از صفحه کلیدهای رایانه

۳- در حسگر کیسه هوای برخی خودروها

فروریزش الکتریکی

اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون های اتم های دی الکتریک، توسط میدان الکتریکی بین دو صفحه کنده می شوند و مسیرهای رسانا درون دی الکتریک ایجاد می شود که سبب تخلیه خازن می شود. به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی الکتریک می گویند.

نکته طلایی

- ۱- فروریزش الکتریکی در عایق بین دو صفحه خازن معمولاً با ایجاد جرقه همراه است و در بیشتر مواقع خازن را می سوزاند.
- ۲- فرو ریزش الکتریکی باعث تشکیل مسیرهای رسانشی سرخس شکلی در دی الکتریک می شود که به آن ها نقش های لیچنبرگ می گویند.
- ۳- حضور دی الکتریک ها در خازن، حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن را افزایش می دهد.
- ۴- خازن ها معمولاً با مقدار ظرفیت آن ها و اختلاف پتانسیل بیشینه ای که می توانند تحمل کنند، مشخص می شوند.

انرژی خازن

وقتی صفحه های خازن دارای بار الکتریکی می شوند، انرژی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی فضای بین صفحه های خازن ذخیره می شود. انرژی خازن

از رابطه های زیر به دست می آید:

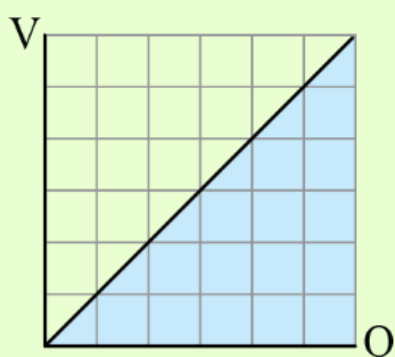
$$U_{\text{خازن}} = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$



نکته طلایی

۱- در این رابطه اختلاف پتانسیل برحسب ولت قرار داده می‌شود و یکای کمیت‌های انرژی (U)، بار الکتریکی (Q) و ظرفیت خازن (C) می‌توانند همپیشوند باشند. مثلاً اگر بار برحسب μC و ظرفیت برحسب μF قرار داده شود، انرژی برحسب J به دست می‌آید.

۲- انرژی که باتری برای ذخیره بار Q در خازن مصرف می‌کند برابر $U = QV$ است و $\frac{1}{2}$ از این انرژی در خازن ذخیره می‌شود و $\frac{1}{2}$ آن به صورت گرما تلف می‌شود.



نمودار ولتاژ بر حسب بار

۳- توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه‌های رفع لرزش نامنظم قلب است.

تغییر در ساختمان خازن

۱- خازن به باتری متصل است:

اگر در این حالت ساختمان خازن را تغییر دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر خازن (V) ثابت می‌ماند.

نکته طلایی

برای بررسی میدان الکتریکی داخل صفحات خازن داریم:

$$E = \frac{V \rightarrow \text{ثابت}}{d}$$

۲- خازن پس از پر شدن از باتری جدا شده است:

اگر در این حالت ساختمان خازن را تغییر دهیم، بار ذخیره شده در خازن (Q) ثابت می‌ماند.

نکته طلایی

برای بررسی بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن، داریم:

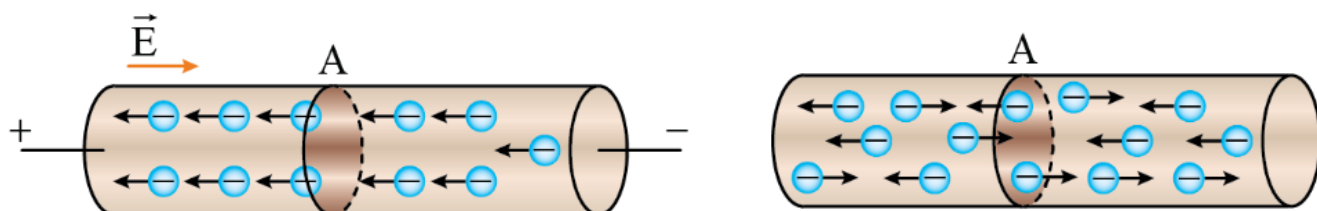
$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow{V = \frac{Q}{C}} E = \frac{Q}{d \times \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}} \Rightarrow E = \frac{Q \rightarrow \text{ثابت}}{\kappa \epsilon_0 A}$$



فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی

برای داشتن جریان الکتریکی باید یک شارش خالص بار الکتریکی از سطح مقطع معین داشته باشیم. سیمی فلزی را در نظر می‌گیریم:



در نبود اختلاف پتانسیل، شارش بار خالصی از مقطع معین A سیم، نداریم. در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از مقطع A سیم، دیگر برابر صفر نیست.

وقتی میدان الکتریکی درون فلزی ایجاد می‌شود، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را کمی تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به‌طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند که این موجب برقراری جریان الکتریکی در رسانا می‌شود. اندازه سرعت سوق در یک رسانای فلزی در مقایسه با تندی کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد (از مرتبه $\frac{m}{s} \cdot 10^6$)، بسیار کم و مثلاً در سیم‌های مسی از مرتبه بزرگی $\frac{m}{s} \cdot 10^{-5}$ یا $\frac{m}{s} \cdot 10^{-4}$ است.

نکته طلایی

جهت قراردادی جریان الکتریکی I ، برخلاف جهت سرعت سوق الکترون‌هاست. پس می‌توان نتیجه گرفت جهت قراردادی جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی و همواره از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است.

تعریف جریان الکتریکی

اگر در بازه زمانی Δt بار خالص Δq از مقطعی از رساناها عبور کند، نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می‌گوییم. در واقع جریان الکتریکی متوسط برابر آهنگ بار خالص عبوری از یک مقطع رسانا است:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$



نکته طلایی

۱- در این فصل با جریان مستقیم (dc) سر و کار داریم که در آن جهت جریان با زمان تغییر نمی‌کند و مقدار جریان ثابت می‌ماند.

۲- تعداد الکترون‌های شارش‌شده از هر مقطع مدار را می‌توان به روش زیر محاسبه کرد:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta q = ne} I = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I \Delta t}{e}$$

که در آن e بار بنیادی است.

۳- جریان الکتریکی را با وسیله‌ای به نام آمپرسنج که نماد آن در مدار  است، اندازه می‌گیرند. آمپرسنج به‌طور متوالی در مدار قرار می‌گیرد.

۴- در رابطه $\Delta q = I \Delta t$ اگر I برحسب آمپر و Δt برحسب ساعت باشد، یکای Δq ، آمپر-ساعت می‌شود. هرچه آمپر-ساعت یک باتری بیشتر باشد، حداکثر باری که می‌تواند از مدار عبور دهد تا به‌طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

باتری خودروها با آمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی‌های همراه با میلی‌آمپر - ساعت (mAh) مشخص می‌شود.

مقاومت الکتریکی و قانون اهم

تعریف مقاومت الکتریکی

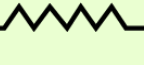
مقاومت الکتریکی بین دو نقطه از رسانا به‌صورت نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی آن دو نقطه به جریان الکتریکی عبوری از آن است:

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

که در آن R مقاومت الکتریکی برحسب ولت بر آمپر ($\frac{V}{A}$) است که اهم (Ω) نام دارد.

نکته طلایی

۱- مقاومت الکتریکی یک رسانا به ابعاد هندسی رسانا، یعنی طول و سطح مقطع رسانا و همچنین جنس ماده رسانا و دمای آن بستگی دارد.

۲- رسانایی را که دارای مقاومت الکتریکی است، اصطلاحاً مقاومت می‌نامند و آن را در مدارهای الکتریکی با نماد  نشان می‌دهند.

۳- تحت یک اختلاف پتانسیل یکسان، برای دو سیم با مقاومت الکتریکی متفاوت، سیم با مقاومت کمتر، جریان بیشتری از خود عبور می‌دهد و بالعکس.

۴- برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه از مدار الکتریکی، از وسیله‌ای به نام ولت‌سنج استفاده می‌کنیم و آن را به‌طور موازی در مدار می‌بندیم.

ولت‌سنج را با نماد  در مدار نشان می‌دهند.

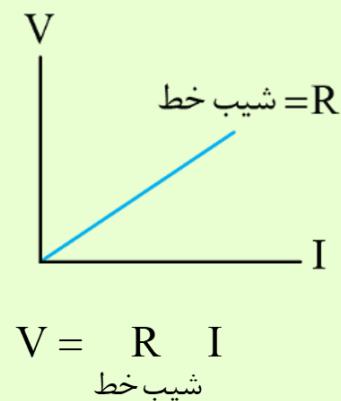
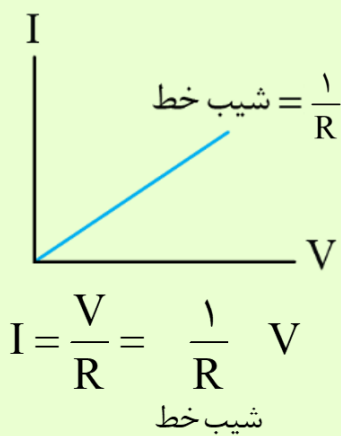
قانون اهم

وسیله‌هایی که جریان الکتریکی را از خود عبور می‌دهند ممکن است با تغییر اختلاف پتانسیل اعمال‌شده و در نتیجه تغییر جریان عبوری، مقاومت ثابتی از خود نشان دهند یا مقاومتشان تغییر کند.



نکته طلایی

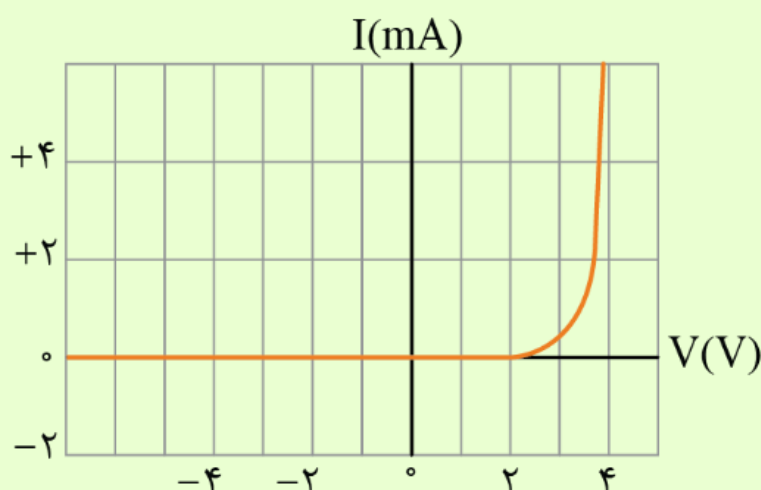
- ۱- اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف (در دمای ثابت)، مقدار ثابتی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله از قانون اهم پیروی می‌کند و آن وسیله را مقاومت یا رسانای اهمی می‌گویند.
- ۲- جریان عبوری از یک مقاومت اهمی با اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن رابطه مستقیم دارد.
- ۳- این قانون برای فلزات و بسیاری از رساناهای غیرفلزی در دمای ثابت برقرار است.
- ۴- برای وسیله‌های اهمی جریان با ولتاژ، به طور خطی افزایش می‌یابد:



وسيله‌های زیادی یافت می‌شوند که از قانون پیروی نمی‌کنند، یعنی با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها، مقاومت الکتریکی ثابت نمی‌ماند. یعنی با تغییر اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها، هم جریان تغییر می‌کند هم مقاومت الکتریکی.

نکته طلایی

یکی از وسیله‌های غیراهمی، دیود نورگسیل (LED) است. نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل چنین دیودی تقریباً شبیه شکل زیر است:



عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

آزمایش‌ها و محاسبات نظری نشان می‌دهد که اگر سطح مقطع جسم، در تمام طول آن، یکسان باشد، مقاومت از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

L : طول رسانا برحسب متر (m)

A : مساحت سطح مقطع جسم برحسب متر مربع (m^2)

ρ : مقاومت ویژه برحسب اهم - متر ($\Omega.m$)



نکته طلایی

- ۱- مقاومت ویژه یک ماده (ρ) به دو عامل بستگی دارد: ۱) ساختار اتمی آن ماده ۲) دمای آن
- ۲- رساناهای خوب مقاومت ویژه بسیار کم و عایق‌های خوب مقاومت ویژه بسیار زیادی دارند.
- ۳- مقاومت ویژه رساناهای فلزی با افزایش دما زیاد می‌شود.
- ۴- دسته‌ای از مواد مانند ژرمانیم و سیلیسیم وجود دارند که مقاومت ویژه آن‌ها بین مقاومت ویژه رساناها و نارساناهاست. به این دسته از مواد، نیم‌رسانا می‌گویند. توجه کنید که مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

تغییر مقاومت ویژه با دما

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

T_0 دمای مرجع و ρ_0 مقاومت ویژه در آن دماست، α ثابتی موسوم به ضریب دمایی مقاومت ویژه و T دمای رسانا (برحسب $^{\circ}\text{C}$ یا K) است. یکای α در این رابطه K^{-1} (یا $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$) است.

نکته طلایی

- ۱- ضریب دمایی برای نیم‌رساناها، منفی است که به معنی کاهش مقاومت ویژه این مواد با افزایش دما است.
- اگر یک نیم‌رسانا داشته باشیم، در دماهای پایین تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند. با افزایش دما، بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌گردد. به این ترتیب، مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.
- ۲- در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

انواع مقاومت‌ها و کدگذاری رنگی مقاومت‌های کربنی

- ۱- مقاومت‌های پیچ‌های شامل پیچ‌های از یک سیم نازک‌اند که معمولاً جنس آن‌ها از آلیاژی مانند نیکروم یا منگاین است. این مقاومت‌ها برای به‌دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و همچنین توان‌های بالا ساخته می‌شوند.

نکته طلایی

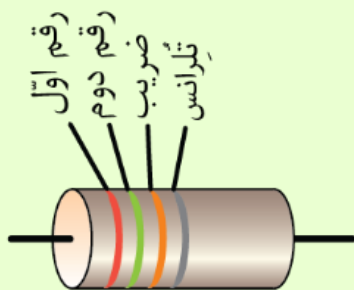
- ۱- یکی از انواع مشهور مقاومت‌های پیچ‌های، رئوستا نام دارد که یک نوع مقاومت متغیر است. در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام پتانسیومتر به نوعی همان نقش را انجام می‌دهد.
- ۲- رئوستا از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد ساخته می‌شود.

- ۲- مقاومت‌های ترکیبی معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها، و یا لایه‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند. مقدار این مقاومت‌ها یا روی آن‌ها نوشته می‌شود، یا عمدتاً به صورت کدی رنگی نشان داده می‌شود که با ۳ یا ۴ حلقه رنگی روی آن‌ها مشخص شده است.



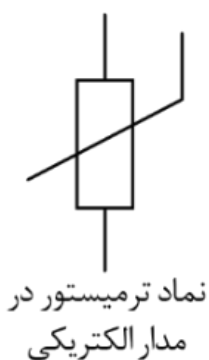
نکته طلایی

دو حلقه اول (از آن طرفی که به یک سر مقاومت نزدیکتر است) به ترتیب، رقم اول و رقم دوم مقاومت را نشان می‌دهند. رقم حلقه سوم ضربی است به صورت 10^n . حلقه چهارم یک حلقه طلایی (تِلرانس ۵ درصد) یا نقره‌ای رنگ (تِلرانس ۱۰ درصد) است که تِلرانس نامیده می‌شود و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت را برحسب درصد مشخص می‌کند. نبود نوار چهارم به معنای آن است که تِلرانس ۲۰ درصد است. برای خواندن حلقه‌های رنگی، مقاومت را طوری به دست می‌گیریم که حلقه تِلرانس در سمت راست قرار گیرد و بقیه حلقه‌ها را از سمت چپ به راست می‌خوانیم.



مقاومت‌های خاص و دیودها

۱- **ترمیستور**: ترمیستور نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما با مقاومت‌های الکتریکی معمولی تفاوت دارد. اغلب از ترمیستورها به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و نیز در دماسنج‌ها استفاده می‌شود.



نکته طلایی

رایج‌ترین ترمیستورها دیسکی، مهره‌ای و میله‌ای است.

۲- **مقاومت‌های نوری (LDR)**: مقاومت نوری، نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد، به طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می‌شود.



نماد LDR در دو استاندارد متفاوت



نکته طلایی

- ۱- نوعی از این مقاومت‌ها از جنس نیم‌رسانای خالص، مانند سیلیسیم هستند که با افزایش شدت نور تابیده‌شده، بر تعداد حامل‌های بار الکتریکی آن‌ها افزوده شده و در نتیجه از مقاومت آن‌ها کاسته می‌شود.
- ۲- از LDR ها در تجهیزات گوناگونی از جمله چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار، و چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود.

۳- **دیودها:** دیود قطعه‌ای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است. به همین دلیل، دیود را اغلب به‌عنوان یک سوکننده جریان در نظر می‌گیرند و آن را با نماد $\rightarrow|$ در مدارهای الکتریکی نشان می‌دهند.

نکته طلایی

- ۱- دیودها انواع متفاوتی دارند که یکی از معروف‌ترین آن‌ها دیودهای نورگسیل یا LED است.
- ۲- LED ها در مقایسه با لامپ‌های رشته‌ای عمر طولانی‌تری دارند و به دلیل نداشتن رشته به هنگام تولید نور، انرژی گرمایی زیادی تولید نمی‌کنند.
- در این دیودها از نیم رساناها استفاده می‌شود. بسته به نیم رسانای استفاده شده نورگسیل شده از LED می‌تواند از فرو سرخ تا فرا بنفش باشد. نخستین LED ها قرمز و زرد بودند.
- ۳- LED در مقایسه با لامپ‌های روشنایی معمولی، توان الکتریکی کمی مصرف کرده و نور قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند.

منبع نیروی محرکه الکتریکی

به وسیله‌هایی که با انجام کار روی بار الکتریکی، جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می‌کند، منبع نیروی محرکه الکتریکی گفته می‌شود.

نکته طلایی

- ۱- منبع‌های نیروی محرکه الکتریکی (مانند باتری‌ها) با افزایش انرژی پتانسیل بارهای الکتریکی هنگام عبور از منبع، جریان ثابتی را در مدار برقرار می‌کنند.
- ۲- باتری‌ها، پیل‌های سوختی، سلول‌های خورشیدی و مولدهای الکتریکی، نمونه‌هایی از منبع‌های نیروی محرکه الکتریکی‌اند.
- ۳- انرژی لازم برای ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی در یک منبع نیروی محرکه الکتریکی با سازوکارهای مختلفی به‌دست می‌آید. مثلاً باتری‌ها این انرژی را از طریق واکنش‌های شیمیایی که در آن‌ها رخ می‌دهند، مهیا می‌سازند.

نیروی محرکه الکتریکی

کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی (emf) نامیده و با رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$



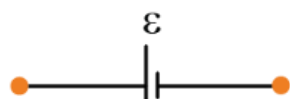
یکای کمیت نیروی محرکه الکتریکی همان یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی، یعنی ولت (V) است. $(1V = \frac{1J}{1C})$

منبع های نیروی محرکه الکتریکی، یا آرمانی هستند یا واقعی:

۱- منبع نیروی محرکه آرمانی

این منبع، مقاومت داخلی ندارد و اختلاف پتانسیل پایانه های مثبت و منفی آن با نیروی محرکه الکتریکی ε برابر است:

$$\Delta V = \varepsilon \xrightarrow{V_b - V_a = V} V = \varepsilon$$



۲- منبع نیروی محرکه واقعی

وقتی جریان از منبع نیروی محرکه واقعی می گذرد، اختلاف پتانسیل بین پایانه های آن برخلاف منابع آرمانی، متفاوت از نیروی محرکه الکتریکی است:

$$V_b - V_a = V = \varepsilon - Ir$$

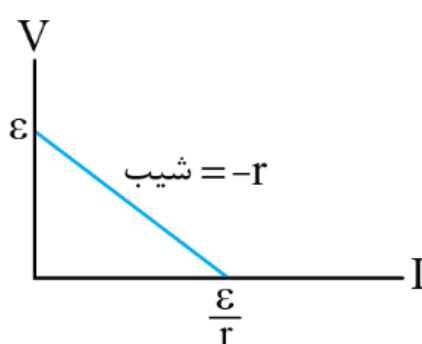


به جمله Ir ، افت پتانسیل در باتری می گویند.

رسم نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان عبوری از آن

می خواهیم معادله $V = \varepsilon - Ir$ را رسم کنیم. همان طور که مشخص است، نمودار به صورت خط راستی با شیب $-r$ خواهد شد:

I	°	$\frac{\varepsilon}{r}$
V	ε	°

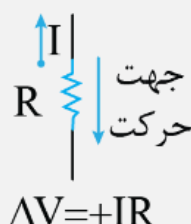
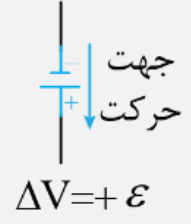
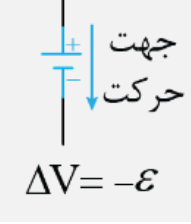




◀ قاعده حلقه یا قانون ولتاژها

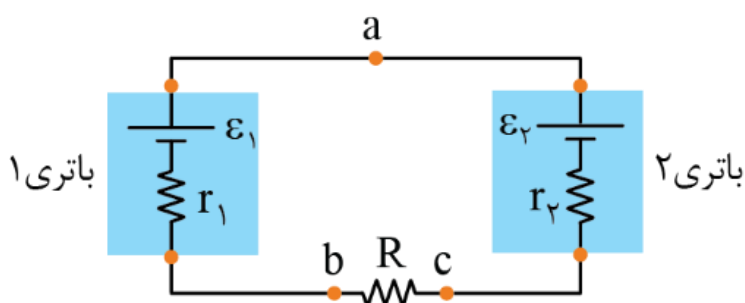
در هر دور زدن کامل حلقه‌ای از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های اجزای مدار، صفر است.

جدول قرارداد تعیین علامت اختلاف پتانسیل‌ها در یک مدار تک حلقه‌ای، شامل مقاومت و منبع نیروی محرکه الکتریکی

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	$+\mathcal{E}$	
منبع نیروی محرکه	از پایانه مثبت به پایانه منفی	$-\mathcal{E}$	

محاسبه جریان الکتریکی در مدار تک حلقه ساده

فرض کنید در مدار زیر، $\mathcal{E}_1 > \mathcal{E}_2$ است، بنابراین جهت جریان را باتری ۱ تعیین می‌کند و جهت جریان، ساعتگرد است.



$$I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{r_1 + R + r_2}$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سر باتری ۱:

$$V = \mathcal{E}_1 - Ir_1$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سر باتری ۲:

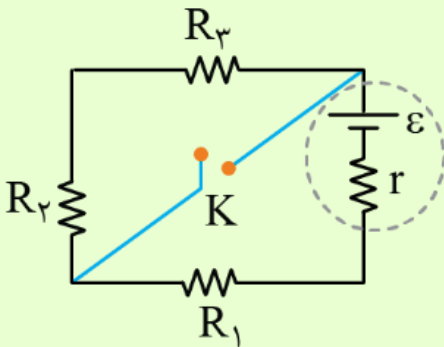
$$V = \mathcal{E}_2 + Ir_2$$



اتصال کوتاه

اگر سیم بدون مقاومتی به دو نقطه از مدار وصل شود، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین آن دو نقطه را صفر می‌کند. به این سیم بدون مقاومت، اتصال کوتاه می‌گویند.

نکته طلایی



مقاومت‌هایی که بین دو نقطه‌ای که اتصال کوتاه شده قرار می‌گیرند، از مدار حذف می‌شوند. مثلاً در شکل مقابل، با بستن کلید K ، دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 اتصال کوتاه شده و این مقاومت‌ها از مدار حذف می‌شوند.

آمپرسنج آرمانی

می‌دانیم که آمپرسنج به‌طور متوالی در شاخه‌ای که می‌خواهیم جریان آن را اندازه بگیریم، قرار می‌گیرد. در نتیجه مقاومت یک آمپرسنج باید خیلی ناچیز باشد تا قرار گرفتن آن در مدار به‌طور محسوسی، جریان اجزای مدار را تغییر ندهد. به چنین آمپرسنجی که مقاومت داخلی آن بسیار ناچیز و در حدود صفر است، آمپرسنج آرمانی می‌گویند.

نکته طلایی

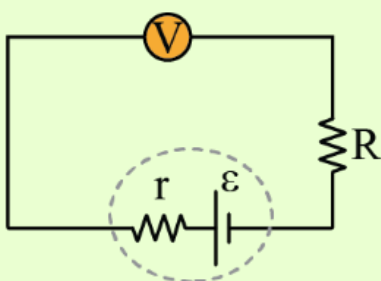
آمپرسنج آرمانی مانند سیم بدون مقاومت (اتصال کوتاه) عمل می‌کند و اگر به دو سر یک یا چند مقاومت بسته شود، آن‌ها را از مدار حذف می‌کند.

ولت‌سنج آرمانی

ولت‌سنج به‌صورت موازی به دو نقطه‌ای که می‌خواهیم اختلاف پتانسیل آن را اندازه بگیریم، وصل می‌شود. در نتیجه مقاومت ولت‌سنج باید خیلی بزرگ باشد، تا قرار گرفتن آن در مدار، ولتاژ اجزای مدار را به‌طور محسوسی تغییر ندهد. به چنین ولت‌سنجی که مقاومت داخلی آن بسیار بزرگ (بی‌نهایت) است، ولت‌سنج آرمانی می‌گویند.

نکته طلایی

- از شاخه‌ای که در آن ولت‌سنج آرمانی قرار دارد، جریانی عبور نمی‌کند.
- اگر ولت‌سنج آرمانی به‌طور متوالی در مداری که شامل یک باتری است، قرار بگیرد، نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد.



$\varepsilon =$ عدد ولت‌سنج

- اگر ولت‌سنج آرمانی به‌طور متوالی با مقاومتی قرار گیرد، آن مقاومت از مدار حذف می‌شود.



◀ توان در مدارهای الکتریکی

توان هر جزء از مدار مانند باتری، مقاومت و ... برابر است با:

$$P = IV$$

توان الکتریکی مصرفی در یک مقاومت

$$P_{\text{مصرفی}} = RI^2$$

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{V^2}{R}$$

🚀 نکته طلایی

۱- در اتصال لامپ‌ها، توجه کنید هر لامپی که توان مصرفی بیشتری دارد، پر نورتر خواهد شد.

۲- برای محاسبه انرژی مصرفی در مقاومت، داریم:

$$U = Pt$$

برحسب یکاهای SI، P برحسب وات (W)، t برحسب ثانیه (s) است و انرژی مصرفی برحسب ژول (J) می‌شود. اما برای محاسبه مصرف برق، P را برحسب کیلووات (kW) و t را برحسب ساعت (h) قرار می‌دهند.

توان خروجی یک منبع نیروی محرکه واقعی

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$$

که این توان خروجی یک باتری واقعی است. همان‌طور که می‌بینیم این توان به اندازه rI^2 (توان مصرفی در مقاومت داخلی باتری) با توان تولیدی باتری (εI) متفاوت است. اگر باتری، آرمانی باشد ($r=0$) توان خروجی با توان تولیدی آن برابر است.

🚀 نکته طلایی

۱- در مدارهای تک‌حلقه شامل یک باتری و یک مقاومت خارجی R ، توان خروجی باتری برابر توان مصرفی مقاومت است.

$$P_{\text{خروجی باتری}} = P_{\text{مصرفی}} = RI^2$$

۲- اگر در مداری شامل چند باتری، جریان الکتریکی از پایانه منفی یک باتری خارج شود، این باتری، مصرف‌کننده است و اندازه توان ورودی این باتری برابر است با:

$$P_{\text{ورودی}} = \varepsilon I + rI^2$$

◀ ترکیب مقاومت ها

به هم بستن متوالی مقاومت‌ها

در این حالت مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$



نکته طلایی

- ۱- توجه کنید وقتی مقاومت‌ها به‌طور متوالی بسته شده‌اند، مقاومت معادل آن‌ها بزرگ‌تر از مقاومت هر یک از آن‌هاست.
- ۲- جریان عبوری از مقاومت‌هایی که به‌صورت متوالی بسته شده‌اند، یکسان است.

قاعده انشعاب و به هم بستن موازی مقاومت‌ها

قاعده انشعاب

مجموع جریان‌هایی که به هر نقطه انشعاب وارد می‌شود برابر با مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه انشعاب خارج می‌شود.
در به هم بستن موازی مقاومت‌ها، مقاومت معادل برابر است با:

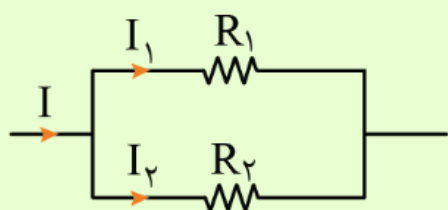
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

نکته طلایی

- ۱- در بستن موازی مقاومت‌ها، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است:
 $V = V_1 = V_2 = V_3$
- ۲- توجه کنید هرگاه چند مقاومت به‌صورت موازی به هم بسته شوند، مقاومت معادل آن‌ها کوچک‌تر از هر یک از مقاومت‌های موجود در آن ترکیب است.
- ۳- فقط برای دو مقاومت موازی، می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

- ۴- با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی، یکسان است، جریان کل به نسبت عکس مقاومت‌ها بین آن‌ها تقسیم می‌شود:



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

- ۵- چراغ‌های خودرو (چراغ‌های جلو، عقب و ...) به‌طور موازی بسته می‌شوند.

مدارهای ترکیبی

نکته طلایی

- ۱- در مداری که شامل یک باتری و تعدادی مقاومت ترکیبی است، توان خروجی باتری با توان مصرفی در مقاومت معادل مدار برابر است:

$$P_{\text{خروجی باتری}} = R_{eq} I^2$$

- که در آن I جریان کل مدار یا همان جریان عبوری از باتری است.
- ۲- اگر در مدارهای ترکیبی، یکی از مقاومت‌ها رُوستا یا یک مقاومت متغیر باشد، بدون توجه به اینکه موازی بسته شده باشد یا متوالی، با افزایش مقاومت آن، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد و با کاهش مقاومت آن، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.



فصل سوم: مغناطیس

◀ قطب‌های مغناطیسی

در آهنربا به هر شکلی که باشد، دو ناحیه وجود دارد که خاصیت مغناطیسی در آنجا بسیار بیشتر از قسمت‌های دیگر است. به این دو ناحیه، قطب‌های آهنربا می‌گویند.

🚀 نکته طلایی

اگر یک آهنربای میله‌ای را توسط ریسمانی از وسط آن بیاویزیم که بتواند آزادانه بچرخد، یک سر آن تقریباً به سوی شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد. این سر را قطب شمال یا قطب N و سر دیگر را قطب جنوب یا قطب S می‌نامند.

ویژگی‌های قطب‌های مغناطیسی

- ۱- قطب‌های همنام یکدیگر را دفع و قطب‌های ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند.
- ۲- قطب‌های مغناطیسی همواره به صورت زوج ظاهر می‌شوند و تک قطبی مغناطیسی نداریم.

القای خاصیت مغناطیسی

وقتی آهنربا در مجاورت یک قطعه آهنی مانند یک میخ قرار می‌گیرد، در آن خاصیت مغناطیسی القاء می‌کند به طوری که میخ نیز موقتاً آهنربا می‌شود و می‌تواند قطعات آهنی دیگر مانند واشرهای آهنی را جذب کند. به این پدیده القای خاصیت مغناطیسی می‌گویند.

🚀 نکته طلایی

توجه کنید که در سمتی از میخ که نزدیک قطب آهنربا قرار دارد، قطب ناهمنام القاء می‌شود و میخ جذب آهنربا می‌شود.

◀ میدان مغناطیسی

در فضای اطراف آهنربا خاصیت مغناطیسی وجود دارد، به طوری که هر جسم آهنی مانند میخ را به سوی خود جذب می‌کند. به این خاصیت، میدان مغناطیسی می‌گوییم.

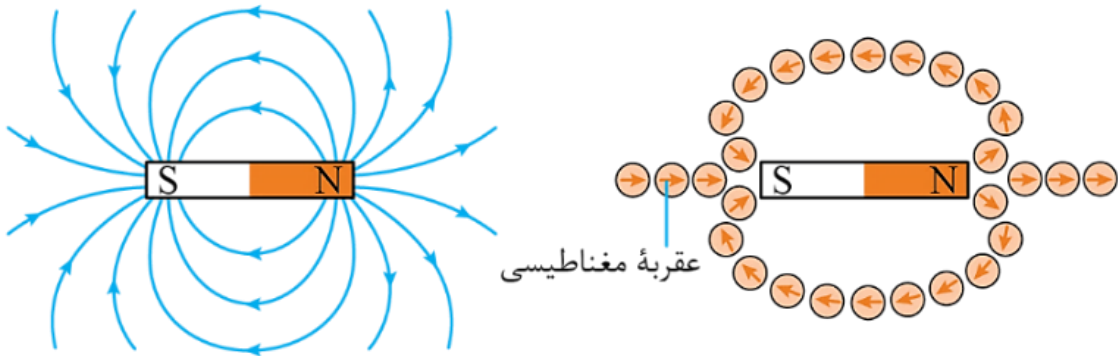
🚀 نکته طلایی

- ۱- میدان مغناطیسی، کمیتی برداری است و آن را با نماد $\vec{B}$ نشان می‌دهند و یکای آن در SI، تسلا (با نماد T) است.
- ۲- یکای قدیمی و کوچک دیگری که برای میدان مغناطیسی کاربرد دارد، گاوس (با نماد G) نام دارد که برابر است با:
 $1G = 10^{-4}T$



تعیین جهت میدان مغناطیسی در فضای اطراف آهنربا به کمک عقربه مغناطیسی

بنا به تعریف، بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه از فضای پیرامون یک آهنربا در جهتی است که وقتی عقربه مغناطیسی در آن نقطه قرار می‌گیرد، قطب N عقربه، آن جهت را نشان می‌دهد.



نکته طلایی

- ۱- جهت خط‌های میدان مغناطیسی در خارج از آهنربا، از قطب N به قطب S و در داخل آهنربا از S به N است. یعنی این خط‌ها از آهنربا می‌گذرند و هر یک از آن‌ها یک حلقه بسته را تشکیل می‌دهند. (توجه کنید که خطوط میدان الکتریکی این‌گونه نبودند).
- ۲- خط‌های میدان مغناطیسی در نزدیکی قطب‌ها به یکدیگر نزدیک‌ترند، یعنی میدان مغناطیسی در این نقاط، قوی‌تر است.

میدان مغناطیسی یکنواخت

هرگاه جهت و اندازه میدان مغناطیسی (بردار میدان مغناطیسی) در نقاط مختلف ناحیه‌ای از فضا، یکسان باشد، در این صورت میدان مغناطیسی را در آن ناحیه یکنواخت می‌گویند.

میدان مغناطیسی زمین

میدان مغناطیسی زمین، مانند میدان مغناطیسی یک آهنربای میله‌ای بزرگ است که در نزدیکی مرکز زمین قرار دارد و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی است. خط‌های میدان مغناطیسی زمین به صورت خط‌های میدان یک آهنربای میله‌ای، مدل‌سازی می‌شوند.

نکته طلایی

قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق نیستند و فاصله نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند. مثلاً قطب جنوب مغناطیسی، تقریباً در فاصله ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. یعنی عقربه مغناطیسی قطب‌نما، در جهت واقعی شمال جغرافیایی قرار نمی‌گیرد.

نکته طلایی

اندازه میدان مغناطیسی زمین در قطب‌ها بیشترین و در خط استوا کمترین است.



شیب مغناطیسی

وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربه مغناطیسی را از وسط آن آویزان کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی گیرد و امتداد آن با سطح افق زاویه ای می سازد که به این زاویه، شیب مغناطیسی می گویند.

نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی

اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی در حال حرکت در یک میدان مغناطیسی از رابطه زیر به دست می آید:

$$F = |q|vB \sin \theta$$

نکته طلایی

۱- نیروی $\vec{F}$ بر هر دو بردار $\vec{V}$ و $\vec{B}$ عمود است.

۲- یکای SI میدان مغناطیسی معادل است با:

$$T \equiv \frac{N}{C.m} = \frac{N}{A.m} \quad \text{یکای SI میدان مغناطیسی}$$

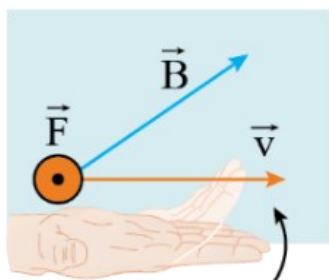
۳- وقتی بار الکتریکی q عمود بر راستای خطوط میدان مغناطیسی حرکت کند ($\sin \theta = \sin 90^\circ = 1$)، اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی، بیشینه می شود ($F = F_{\max}$).

۴- وقتی بار الکتریکی q ، موازی خطوط میدان مغناطیسی حرکت کند ($\theta = 0^\circ$ یا $\theta = 180^\circ$)، $\sin \theta = 0$ است و نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار برابر صفر است:

$$F = |q|vB \sin \theta = 0$$

تعیین جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی

قاعده دست راست: برای بار مثبت، اگر دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان باز شده ما در جهت $\vec{V}$ باشد به گونه ای که وقتی آن ها را روی زاویه کوچک تری که $\vec{B}$ و $\vec{V}$ با هم می سازند و در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم، در جهت $\vec{B}$ قرار گیرند (چهار انگشت طوری در جهت $\vec{V}$ قرار گیرد که میدان مغناطیسی $\vec{B}$ از کف دستان خارج شود)، انگشت شست جهت نیرو را نشان می دهد.



نکته طلایی

۱- توجه کنید که اگر بار ذره منفی باشد، پس از تعیین جهت به روش قاعده دست راست، جهت به دست آمده را برعکس می کنیم یا از همان ابتدا قاعده را با دست چپ انجام می دهیم.

۲- نیرویی که بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی وارد می شود، بر راستای حرکت ذره و نیز راستای میدان مغناطیسی، عمود است.



تعیین جهت‌های جغرافیایی

اگر جهت‌های شرق، غرب، بالا و پایین را مطابق شکل زیر، روی صفحه فرض کنیم، جهت شمال، درون سو و جهت جنوب، برون سو خواهد شد:



نکته طلایی

میدان مغناطیسی زمین در جهت شمال (درون سو) است.

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به طول ℓ حامل جریان I که با خطوط میدان مغناطیسی زاویه θ می‌سازد، برابر است با:

$$F = I\ell B \sin \theta$$

نکته طلایی

۱- اگر سیم حامل جریان، موازی خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد ($\theta = 0^\circ$ یا $\theta = 180^\circ$)، $\sin \theta = 0$ است و نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر صفر است:

$$F = I\ell B \sin \theta = 0$$

۲- اگر سیم حامل جریان، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد ($\theta = 90^\circ$)، $\sin \theta = 1$ است و نیروی مغناطیسی وارد بر سیم، بیشینه است ($F = F_{\max}$):

$$F = I\ell B \sin \theta = I\ell B = F_{\max}$$

تعیین جهت نیروی مغناطیسی با استفاده از قاعده دست راست

اگر چهار انگشت دست راست را به صورت باز در جهت جریان الکتریکی I قرار دهیم، به گونه‌ای که میدان مغناطیسی $\vec{B}$ از کف دستان خارج شود، انگشت شست، جهت نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ را نشان می‌دهد.



نکته طلایی

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



◀ میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی

۱- میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست حامل جریان

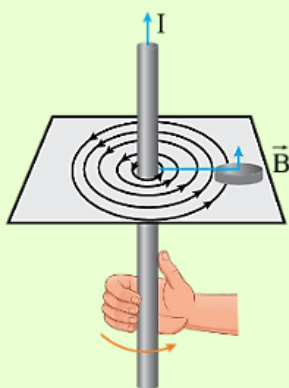
نکته طلایی

۱- خط‌های میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل جریان، به صورت دایره‌هایی هم‌مرکز در اطراف سیم حامل جریان هستند.

۲- جهت خط‌های میدان مغناطیسی را می‌توان به کمک عقربه مغناطیسی تعیین کرد. می‌توان نتیجه گرفت که اگر سیم راست را به گونه‌ای در دست راست خود بگیریم که انگشت شست در جهت جریان الکتریکی باشد، جهت خم شدن چهار انگشت، جهت خط‌های میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

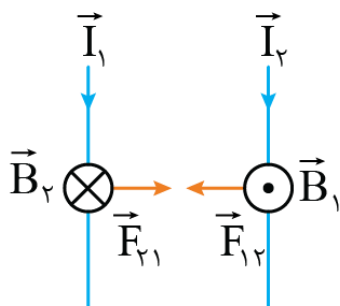
۳- اندازه میدان مغناطیسی با اندازه جریان الکتریکی رابطه مستقیم دارد.

۴- با دور شدن از سیم راست، اندازه میدان مغناطیسی کاهش می‌یابد.

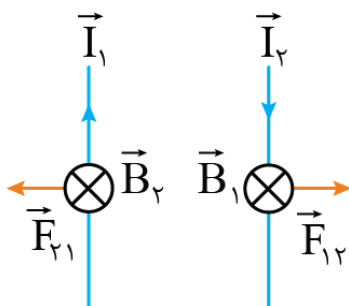


نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان

الف) اگر جریان سیم‌ها هم‌جهت باشد، نیروی بین آن‌ها جاذبه است:



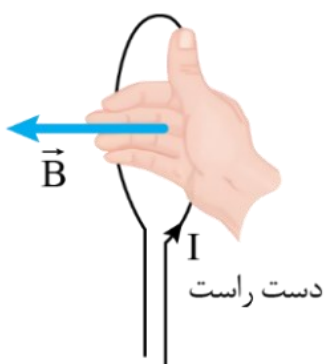
ب) اگر جریان سیم‌ها خلاف جهت هم باشند، نیروی بین آن‌ها دافعه است:



نکته طلایی

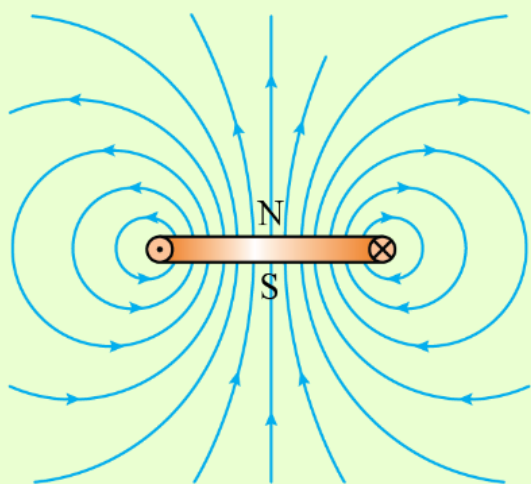
طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که سیم‌ها به هم وارد می‌کنند، هم‌اندازه و در جهت مخالف یکدیگرند.

۲- میدان مغناطیسی ناشی از یک حلقه دایره‌ای حامل جریان





نکته طلایی



- ۱- خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه داخل حلقه به یکدیگر نزدیک‌ترند؛ یعنی، میدان در این ناحیه قوی‌تر است.
- ۲- در نقطه‌های روی محور حلقه، میدان، موازی محور است.
- ۳- هر حلقه حامل جریان را به عنوان یک دو قطبی مغناطیسی در نظر می‌گیرند.

محاسبه اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچ مسطح حامل جریان

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$$

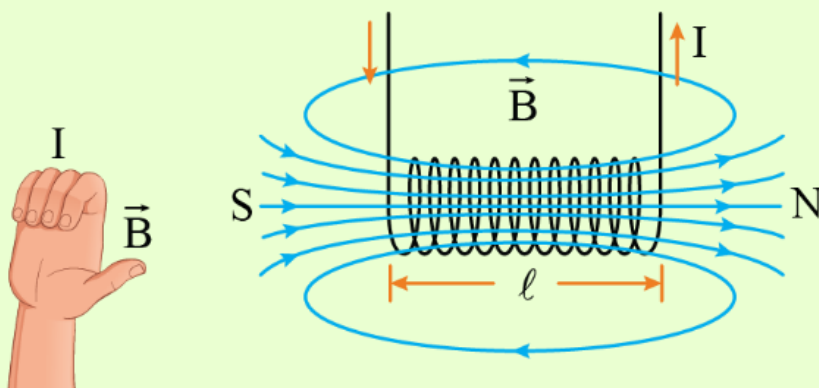
μ_0 ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ و برابر $\frac{T.m}{A} \times 10^{-7} \times 4\pi$ است.

۳- میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله حامل جریان

برای تعیین میدان مغناطیسی، سیملوله را طوری در دست راست می‌گیریم که چهار انگشتان در جهت جریان عبوری از سیملوله بچرخد. در این حالت انگشت شست، جهت میدان در داخل سیملوله را نشان می‌دهد.

نکته طلایی

- ۱- خط‌های میدان سیملوله مشابه خط‌های میدان یک آهنربای میله‌ای است و انگشت شست، قطب N سیملوله را نشان می‌دهد.
- ۲- خط‌های میدان داخل سیملوله بسیار متراکم‌تر از خط‌های میدان در خارج آن است و این نشانگر بزرگ‌تر بودن میدان در داخل سیملوله است.
- ۳- خط‌های میدان در داخل سیملوله و دور از لبه‌ها، تقریباً موازی و هم‌فاصله‌اند یعنی میدان مغناطیسی درون سیملوله یکنواخت است.



محاسبه بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله

اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به هم نزدیک باشند، به این سیملوله، سیملوله آرمانی گفته می‌شود. میدان مغناطیسی داخل یک سیملوله آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و اندازه آن از رابطه

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

مقابل به دست می‌آید:



◀ سیملوله با هسته آهنی - آهنربای الکتریکی

وقتی داخل سیملوله، هسته آهنی قرار دهیم، با برقراری جریان، میدان مغناطیسی سیملوله، در هسته آهنی، خاصیت مغناطیسی القا می کند و هسته آهنی، آهنربا می شود. این آهنربا را آهنربای الکتریکی می نامند.

نکته طلایی

- ۱- هرچه تعداد دورهای سیملوله و جریانی که از آن می گذرد، بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قوی تر خواهد بود.
- ۲- وجود هسته آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می شود. میدان مغناطیسی سیملوله بدون هسته آهنی بسیار ضعیف است و در عمل کاربردهای کمی دارد.
- ۳- آهنربای الکتریکی صنعتی، شامل پیچیه حامل جریانی است که تعداد دور سیم زیادی دارد و میدان مغناطیسی حاصل از آن می تواند مقدار زیادی میله های فولادی و قراضه های آهن را بلند کند.

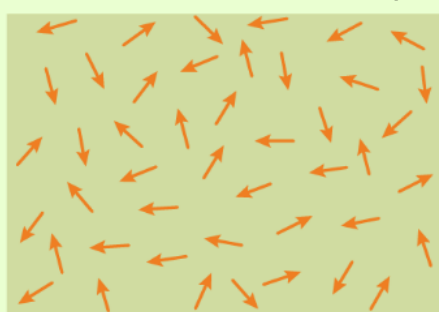
◀ ویژگی های مغناطیسی مواد

(الف) مواد پارامغناطیسی

اتم های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی های مغناطیسی وابسته به آنها، به طور کاتوره ای سمت گیری می کنند و میدان مغناطیسی خالص ایجاد نمی کنند.

نکته طلایی

- ۱- اگر مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی قرار گیرند، دوقطبی های مغناطیسی آنها، مانند عقربه مغناطیسی، به مقدار مختصری می چرخند و در راستای خط های میدان مغناطیسی منظم می شوند.
- با دور شدن آهنربا از این مواد، دوقطبی ها دوباره به طور کاتوره ای سمت گیری می کنند.
- ۲- مواد پارامغناطیسی در حضور میدان های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می کنند.
- ۳- اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی اند.



(ب) مواد دیامغناطیسی

اتم های مواد دیامغناطیسی، به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی اند و هیچ یک از اتم های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند.



نکته طلایی

- ۱- حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.
- ۲- مواد دیامغناطیسی توسط میدان خارجی دفع می‌شوند.
- ۳- مس، نقره، سرب و بیسموت مثال‌هایی از مواد دیامغناطیسی‌اند.

پ) مواد فرومغناطیسی

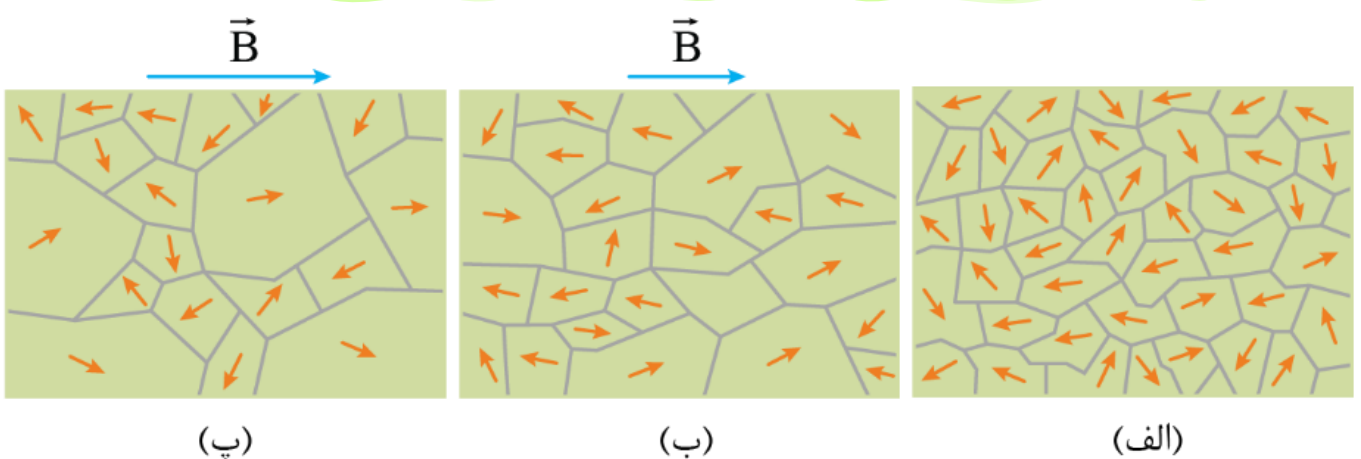
اتم‌های این مواد به‌طور ذاتی دارای دوقطبی مغناطیسی هستند. برهم‌کنش‌های قوی بین دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد موجب می‌شود که این دو قطبی‌ها حتی در نبود میدان مغناطیسی خارجی، در ناحیه‌هایی که حوزه‌های مغناطیسی نامیده می‌شوند، هم‌سو شوند.

◀ اثر میدان مغناطیسی خارجی بر مواد فرومغناطیسی

دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه، تحت تأثیر میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند و جهت آن‌ها به جهت میدان خارجی متمایل می‌شود. حوزه‌هایی که نسبت به میدان، هم‌سو هستند، رشد می‌کنند و حجمشان زیاد می‌شود. از طرفی حجم حوزه‌هایی که سمت‌گیری آن‌ها در راستای میدان نیست، کم می‌شود. در نتیجه مرز بین بیشتر حوزه‌ها جابه‌جا می‌شود و ماده خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند.

نکته طلایی

آهن، نیکل، کبالت و بسیاری از آلیاژهای دارای این عناصر، فرومغناطیسی هستند.



- (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.

◀ مواد فرومغناطیسی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

حوزه‌های مغناطیسی برخی از مواد فرومغناطیسی، در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می‌کند و ماده به‌سادگی آهنربا می‌شود و با حذف میدان خارجی نیز، خاصیت آهنربایی خود را به آسانی از دست می‌دهد. این مواد را مواد فرومغناطیسی نرم می‌نامند. از این مواد در ساخت هسته پیچ‌ها و سیم‌لوله‌ها استفاده می‌شود. مواد



فرومغناطیسی نرم برای ساختن آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیردائم) نیز مناسب‌اند.

نکته طلایی

آهن و نیکل و کبالت خالص، جزء مواد فرومغناطیسی نرم هستند.

برخی مواد دیگر مانند فولاد (آهن به اضافه ۲ درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می‌شوند؛ یعنی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، حجم حوزه‌ها در آن‌ها به سختی تغییر می‌کند. این مواد را مواد فرومغناطیسی سخت می‌نامند. در این مواد، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان خارجی، تا مدت زمان زیادی، تقریباً بدون تغییر باقی می‌ماند. به عبارت دیگر، پس از حذف میدان خارجی، ماده فرومغناطیسی سخت، خاصیت آهنربایی خود را تا اندازه قابل توجهی حفظ می‌کند. به همین دلیل، این مواد برای ساختن آهنرباهای دائمی مناسب‌اند.



فصل چهارم: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

◀ پدیده القای الکترومغناطیسی

القای نیروی محرکه الکتریکی در یک مدار بسته رسانا توسط میدان مغناطیسی را القای الکترومغناطیسی می‌گویند و جریان الکتریکی تولیدشده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

روش‌های القای الکترومغناطیسی در یک حلقه یا سیملوله

- ۱- تغییر اندازه میدان مغناطیسی عبوری از قاب
- ۲- تغییر مساحت حلقه یا پیچهای انعطاف‌پذیر که درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد.
- ۳- تغییر زاویه بین سطح قاب و راستای خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$

رابطه شار مغناطیسی

فرض کنید حلقه‌ای که مساحت سطح آن A است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد.

طبق تعریف شار مغناطیسی عبوری از حلقه (Φ) برابر است با:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

B : اندازه میدان مغناطیسی بر حسب تسلا (T)

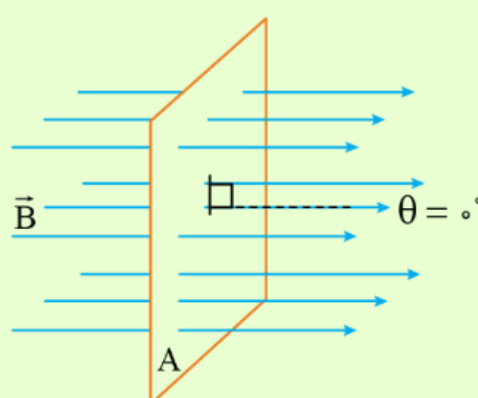
A : مساحت سطح حلقه بر حسب متر مربع (m^2)

θ : زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و بردار میدان مغناطیسی

نکته طلایی

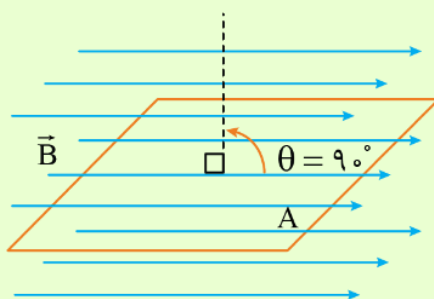
- ۱- شار مغناطیسی، کمیت نرده‌ای است و یکای آن در SI، برابر تسلا در متر مربع است که وبر (Wb) نام دارد:
 $1 Wb = 1 T \times 1 m^2$
- ۲- از نظر مفهومی، شار مغناطیسی با تعداد خط‌های میدان مغناطیسی که از داخل سطح حلقه عبور می‌کند، متناسب است.
- ۳- اگر سطح حلقه بر خطوط میدان مغناطیسی، عمود باشد، ($\cos \theta = 1 \Rightarrow \theta = 0^\circ$)، شار، بیشینه است. توجه کنید که در این حالت بیشترین تعداد خط‌های میدان مغناطیسی از داخل سطح حلقه عبور می‌کند.

$$\Phi_{\max} = BA$$





۴- اگر سطح حلقه موازی خطوط میدان مغناطیسی باشد، ($\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos \theta = 0$) شار مغناطیسی عبوری از حلقه صفر است و هیچ خط میدانی از داخل حلقه عبور نمی‌کند.



۵- اگر در سؤال زاویه بین سطح حلقه و میدان مغناطیسی (α) داده شده باشد، برای محاسبه θ داریم:

$$\theta = 90^\circ - \alpha$$

۶- توجه کنید که شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه یا یک سیملوله با تعداد دورهای N ، به N بستگی ندارد و مانند شار عبوری از حلقه از رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ محاسبه می‌شود.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

بنابر قانون فاراده، 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.

قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

در این رابطه ε_{av} نیروی محرکه القایی متوسط بر حسب ولت و $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ آهنگ تغییر شار

مغناطیسی بر حسب وبر بر ثانیه ($\frac{Wb}{s}$) است. اگر مقاومت الکتریکی پیچه یا سیملوله

برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$I_{av} = \frac{|\varepsilon_{av}|}{R}$$

نکته طلایی

۱- هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی و در نتیجه جریان القایی تولیدشده در مدار بیشتر خواهد بود.

۲- هرچه مقاومت الکتریکی پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می‌کند، بیشتر باشد، جریان کوچک‌تری در آن القا می‌شود.

۳- اگر تغییر شار به دلیل تغییر میدان مغناطیسی باشد، طبق قانون القای فاراده، داریم:

$$\varepsilon_{av} = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta B}{\Delta t}$ را آهنگ تغییر میدان مغناطیسی می‌نامند و یکای آن در SI، تسلا بر ثانیه ($\frac{T}{s}$) است.

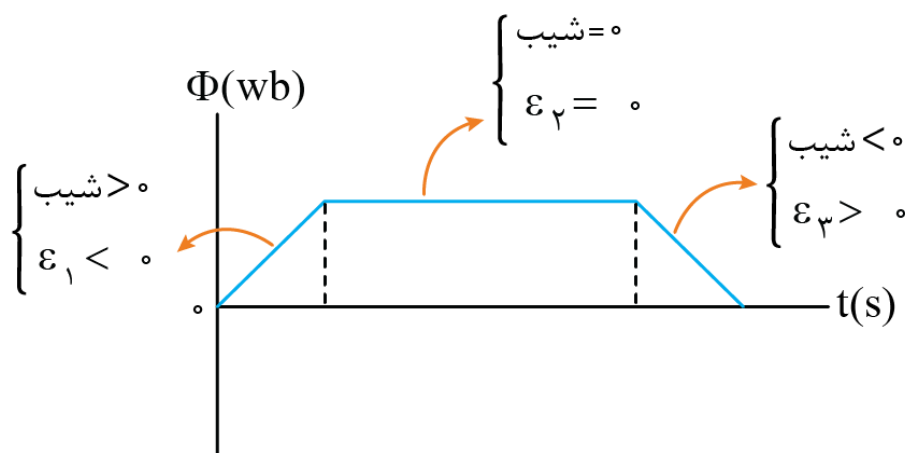


نمودار شار مغناطیسی - زمان

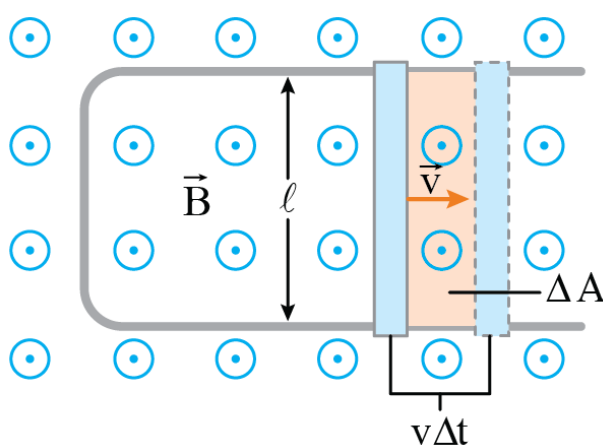
اگر نمودار شار - زمان در یک بازه زمانی به صورت خط راست (شیب ثابت) باشد، نیروی محرکه القایی در آن بازه زمانی، ثابت و برابر است با:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{شیب نمودار} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}} \varepsilon = -N \times \text{شیب نمودار}$$

یعنی اگر شیب نمودار مثبت باشد، $\varepsilon < 0$ و اگر شیب نمودار منفی باشد، $\varepsilon > 0$ است.



نیروی محرکه القایی در رسانای U شکل در میدان مغناطیسی یکنواخت



$$\varepsilon_{av} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(BA)}{\Delta t} = -B \frac{\Delta A}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -B \frac{l v \Delta t}{\Delta t} = -B l v$$

برخی از کاربردهای القای الکترومغناطیسی

۱- تندی سنج دوچرخه

۲- کارت‌های اعتباری و دستگاه‌های کارت‌خوان (توجه کنید که نوار مغناطیسی پشت کارت‌های اعتباری، حاوی تعداد بسیار زیادی ذره فرومغناطیسی است).

۳- بادسنج

قانون لنز

جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در یک مدار یا پیچ در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورنده جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می‌کند.



از قانون لنز می‌توان نتیجه گرفت که جهت جریان القایی در جهتی است که هم با افزایش و هم با کاهش شار مخالفت کند.

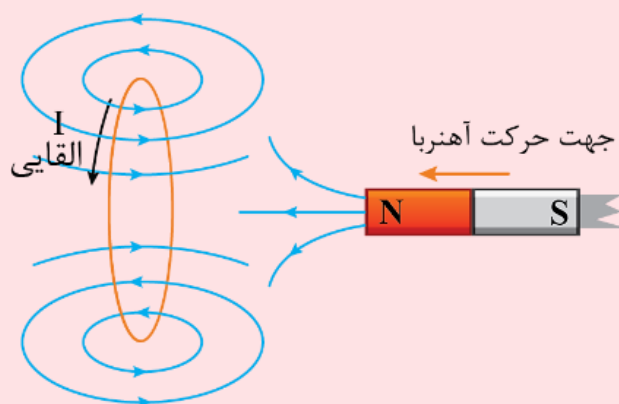


اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش یابد، جهت میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان القایی در حلقه در مرکز حلقه، در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی خواهد شد.

اگر شار مغناطیسی عبوری از حلقه کاهش یابد، جهت میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان القایی در حلقه در مرکز حلقه، هم جهت با میدان مغناطیسی خارجی خواهد شد.



شکل زیر، آهنربایی را نشان می‌دهد که قطب N آن در حال نزدیک شدن به یک حلقه رساناست. در این وضعیت اندازه $\vec{B}$ در محل حلقه افزایش می‌یابد و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از حلقه زیاد می‌شود. بنا به قانون لنز، جهت جریان القایی ایجادشده در حلقه چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با افزایش شار مخالفت کند. بنابراین، میدان مغناطیسی حلقه در خلاف سوی میدان مغناطیسی آهنربا می‌شود. با توجه به قاعده دست راست و از روی جهت میدان مغناطیسی حلقه، جهت جریان در حلقه تعیین می‌شود.



القارها

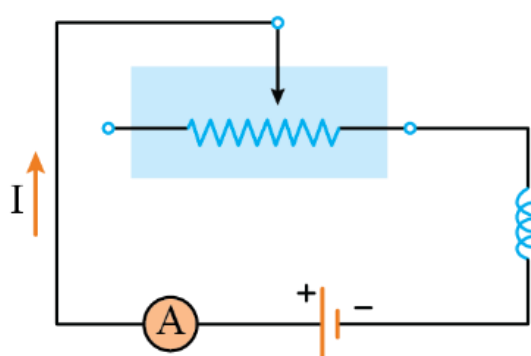
همان‌طور که در فضای بین صفحه‌های یک خازن باردار، میدان الکتریکی ایجاد می‌شود و انرژی الکتریکی در این میدان ذخیره می‌شود، می‌توان از القاگر (پیچه یا سیملوله) برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و همچنین ذخیره انرژی در این میدان استفاده کرد.

نکته طلایی

القاگر مانند مقاومت و خازن یکی از اجزای ضروری مدارهای الکترونیکی است و نماد مداری آن به صورت  است.

خودالقاری

مداری مطابق شکل مقابل در نظر بگیرید:



با تغییر مقاومت رئوستا، جریان در مدار تغییر می‌کند. تغییر جریان در مدار، سبب تغییر میدان مغناطیسی القاگر می‌شود و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر



می‌کند. این فرایند سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند. این پدیده که می‌تواند در هر القاگری (از قبیل پیچه یا سیملوله) رخ دهد، اثر خود - القاوری نامیده می‌شود.

ضریب القاوری

ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر، توسط ضریب القاوری آن تعیین می‌شود. ضریب القاوری را با L نشان می‌دهند و یکای آن در SI، هانری (H) نام دارد. ضریب القاوری به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- تعداد دور القاگر

۲- طول القاگر

۳- مساحت سطح مقطع القاگر

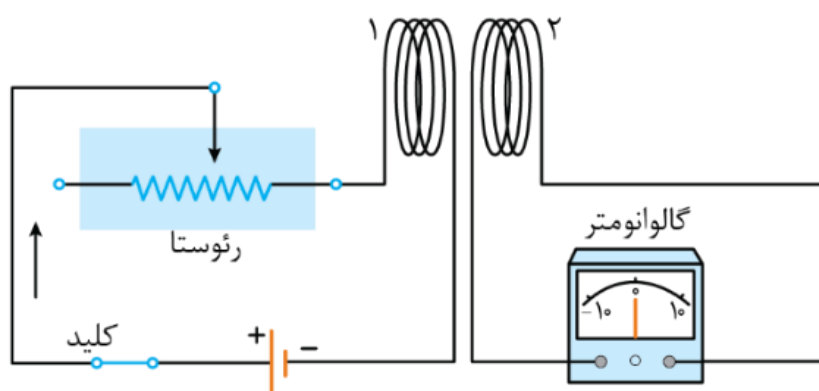
۴- جنس هسته‌ای که داخل القاگر قرار می‌گیرد.

ضریب القاوری سیملوله‌ای آرمانی و بدون هسته

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{\ell}$$

القای متقابل

در شکل زیر، با تغییر دادن مقاومت رئوستا و تغییر جریان در پیچه (۱)، میدان مغناطیسی پیچه (۱) و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از پیچه (۲) نیز تغییر می‌کند؛ بنابر قانون فاراده، این تغییر شار، نیروی محرکه‌ای را در پیچه (۲) القا می‌کند که به ایجاد جریان القایی در این پیچه می‌انجامد. همچنین تغییر جریان در پیچه (۲)، سبب ایجاد نیروی محرکه القایی در پیچه (۱) می‌شود. این فرایند، القای متقابل نامیده می‌شود و به کمک آن می‌توان انرژی را از یک پیچه، به پیچه دیگر منتقل کرد.



نکته طلایی

در برخی مدارها القای متقابل باعث ایجاد نیروهای محرکه ناخواسته‌ای می‌شود. برای کمتر کردن این اثر ناخواسته، باید سطح حلقه‌های القاگرهای مجاور را به طور عمود بر یکدیگر قرار داد.

انرژی ذخیره‌شده در القاگر: انرژی ذخیره شده در القاگری با ضریب القاوری L که از آن جریان I عبور می‌کند، برابر است با:

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



تفاوت مقاومت و القاگر

هنگام عبور جریان از مقاومت، انرژی وارد آن می‌شود، جریان چه پایا باشد و چه تغییر کند، این انرژی در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؛ در حالی که در یک القاگر آرمانی (با مقاومت صفر) تنها وقتی انرژی وارد القاگر می‌شود که جریان در آن افزایش یابد. این انرژی تلف نمی‌شود؛ بلکه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان آزاد می‌شود. هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی (سیم‌پیچ بدون مقاومت)، انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.

◀ تولید جریان متناوب

یکی از کاربردهای مهم اثر القای الکترومغناطیسی، تولید جریان متناوب است. رایج‌ترین روش برای تغییر شار و در نتیجه تولید جریان القایی، تغییر زاویه θ است.

دوره یا زمان تناوب

زمان یک دور چرخش کامل پیچه (T) را دوره یا زمان تناوب می‌نامند.

معادلات جریان متناوب

معادله شار - زمان:

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

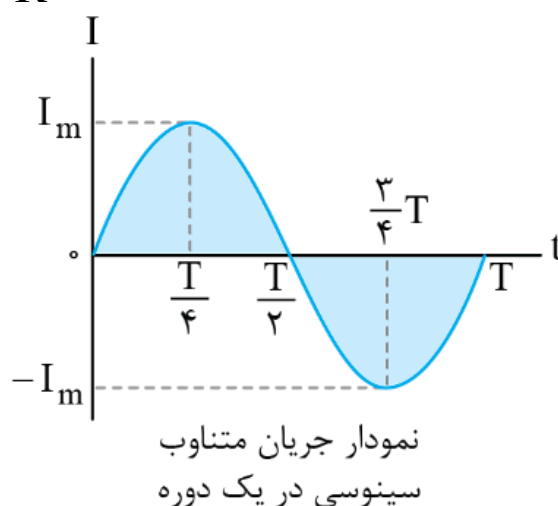
معادله نیروی محرکه - زمان:

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

معادله جریان - زمان:

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

در این رابطه I_m بیشینه جریان القا شده در پیچه و برابر $I_m = \frac{\varepsilon_m}{R}$ است.





نکته طلایی

- ۱- در نیروگاه‌های تولید برق، برای تولید جریان متناوب از مولدهای خاصی استفاده می‌شود که به آن‌ها مولدهای صنعتی جریان متناوب می‌گویند. در مولدهای صنعتی، پیچه‌ها ساکن‌اند و آهنربای الکتریکی در آن‌ها می‌چرخد.
- ۲- در نیروگاه‌های تولید برق در ایران، آهنربای الکتریکی در هر ثانیه، ۵۰ دور درون پیچه می‌چرخد. این کمیت را بسامد برق تولیدشده می‌نامند و به صورت 50Hz بیان می‌کنند. یکای SI بسامد s^{-1} یا Hz (هرتز) است.

مبدل‌ها

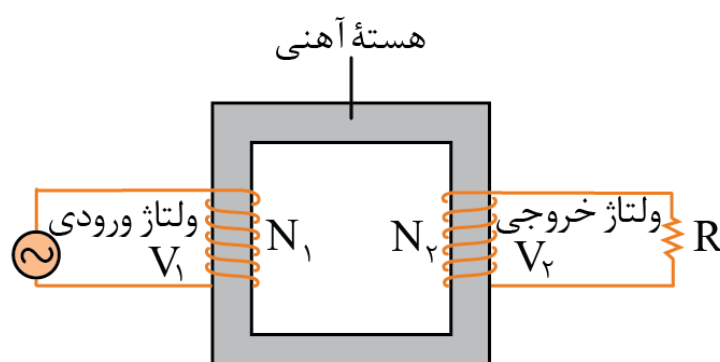
یکی از مزیت‌های مهم توزیع توان الکتریکی ac بر dc آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac ، بسیار آسان‌تر از dc است. برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کنیم.

نکته طلایی

- ۱- این کار اتلاف توان را در خط‌های انتقال کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به کاهش جریان می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده و در مصرف مواد اولیه ساخت سیم صرفه‌جویی کرد.
- ۲- قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه‌ها، مبدل‌های افزایشنده، ولتاژ را تا حدود 400kV افزایش می‌دهند. در انتهای مسیر، مبدل‌های کاهشنده، ولتاژ را کاهش می‌دهند تا توان الکتریکی با امنیت بیشتر به محل مصرف برسد.

شکل زیر، مبدلی شامل دو پیچه با تعداد دورهای متفاوت را نشان می‌دهد که دور یک هسته آهنی (فرومغناطیس نرم) پیچیده شده‌اند. در عمل، پیچه اولیه با N_1 دور به ولتاژ V_1 بسته شده است و پیچه ثانویه با N_2 دور ولتاژ V_2 را تأمین می‌کند. برای یک مبدل آرمانی که مقاومت پیچه‌های آن ناچیز است، رابطه زیر برقرار است:

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





تشریحی نویسی شب امتحان



فیزیک یازدهم ریاضی



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir



تشریحی نویسی

نکات مهم امتحانات تشریحی درس فیزیک یازدهم و دوازدهم

یکی از درس‌های نهایی دوازدهم (تجربی و ریاضی) و یازدهم ریاضی، درس فیزیک هستش. درسته که درس فیزیک جزء سخت‌ترین دروس برای گرفتن نمره بیسته، ولی شما می‌تونین با یک برنامه‌ریزی خوب، یادگیری قسمت‌های تشریحی و تمرین و تکرار در حل مسائل، حتی نمره ۲۰ رو به راحتی بگیرین و معدل نهایی‌تون رو افزایش بدین.

سؤال‌هایی که در درس فیزیک طراحی می‌شن شامل بخش‌های زیر هستن:

الف) سؤال‌ات صحیح / غلط:

سؤال‌ات صحیح / غلط جزء رایج‌ترین بخش‌های آزمون نهایی هستن. برای تحلیل و پاسخ درست این سؤال‌ات باید به کوچک‌ترین کلمات و فعل‌های این پرسش‌ها بسیار دقت کنید.

ب) سؤال‌ات جاخالی، جاخالی گزینه‌ای، جعبه کلمات یا سؤال‌اتی که به صورت ستونی هستن و شما باید هر عبارت از یک ستون رو به عبارت ستون دیگر مرتبط کنید:

این سؤال‌ات ممکنه فقط جمله‌ای با جای خالی باشه که شما خودتون باید فکر کنین و کلمه یا کلمات مناسب رو بذارین، یا ممکنه جای خالی داده بشه و دو گزینه داخل پرانتز داده بشه که شما باید گزینه درست رو انتخاب کنید (گاهی ممکنه چند گزینه‌ای هم باشه) و یا اینکه جعبه کلمات در ابتدای سؤال بیاد و شما کلمه درست مربوط به جای خالی هر عبارت را انتخاب کنین.

پ) تعریف‌ها، فعالیت‌ها، پاسخ‌دهی‌ها:

بعضی وقتا ممکنه تعریف یک پدیده، کمیت، یکا و ... از شما خواسته بشه. یا اینکه یکی از فعالیت‌ها و پاسخ‌دهی‌های کتاب رو مطرح کنن (البته اونایی که تو کتاب گفته تحقیق کنید، تو امتحان‌های نهایی نمیان). در پاسخ دادن به این سؤال‌ات دقت کنید توضیح‌های کامل و کوتاه بدین و از توضیح بیش از حد و اضافی که لازم نیست، خودداری کنید.

ت) طراحی آزمایش:

از این سؤال‌ات طراحی آزمایش هم حتماً ی‌دونه تو امتحان نهایی دارین. برای پاسخ به این سؤال‌ات، متن آزمایش‌های کتاب درسی و فعالیت‌هایی رو که به صورت طراحی آزمایش هستن، با دقت بخونین و موقع پاسخ دادن، بخش‌های مهم روند انجام آزمایش، فرمولی که می‌شه ازش استفاده کرد و نتیجه نهایی رو بنویسین.

ث) مسأله‌ها:

حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد سؤال‌ات نهایی فیزیک، حل مسأله هستن. در حل مسأله‌ها دقت کنید که اول صورت مسأله را با آرامش بخونین. دور اعداد مربوط به کمیت‌های داده شده، خط بکشین و مشخص کنین که این عدد داده شده مثلاً جرم جسم هست یا ... بعدش به یکای کمیت دقت کنید که ممکنه لازم بشه به یکای دیگری تبدیل کنین و در فرمول قرار بدین. در یک مسأله ممکنه ثابت‌هایی که برای حل مسأله نیاز دارین هم بهتون بدن. به یکاهای اونا هم دقت کنین. بعد از تحلیل مسأله، فرمول‌هایی رو که می‌تونین برای حل مسأله ازش استفاده کنین بنویسین (خود فرمول سؤال حتماً بارم داره) بعد اعداد رو با یکای مناسب جایگذاری کنین (اینم یه قسمتی از بارم رو به خودش اختصاص میده) و در نهایت جواب آخر رو به همراه یکا به دست بیارین (اینم بخش نهایی بارم) توجه کنید که برای یک سؤال ممکنه چند راه‌حل یا فرمول وجود داشته باشه. اگر صورت سؤال تأکیدی بر راه‌حل خاصی نداره، هر کدوم رو بنویسین درسته.



توجه:

برای نوشتن جواب مسأله‌ها، از روش‌های کتاب درسی استفاده کنین و از روش‌های سریع تستی استفاده نکنین. در امتحان نهایی نوشتن راه‌حل‌ها نمره داره. اگر کمیتی رو می‌خواین به‌دست بیارین از اول روابط و فرمول‌های لازم رو بنویسین و به جواب نهایی برسین.

نکات مهم:

- ۱- بارم هر فصل رو بدونین.
 - ۲- پاسخ‌هاتون کامل و لازم باشه. نوشتن توضیحات اضافه یا مطالبی که لازم نیست، باعث نمی‌شه شما نمره بیشتری بگیرین.
 - ۳- مرتب‌نویسی:
- پاسخ‌ها رو با دقت در محل مشخص شده برای هر سؤال بنویسین و سعی کنین قلم‌خوردگی نداشته باشین و اصلاً از لاک غلط‌گیر استفاده نکنین.
- ۴- زمان رو مدیریت کنین و برای هر سؤال زمان مناسب در نظر بگیرین.
 - ۵- در نهایت پاسخ‌ها رو مرور کنین تا اگر چیزی از قلم افتاده، اضافه کنین یا سؤالی رو اگر ندیدین بتونین بهش پاسخ بدین.

بارم‌بندی فیزیک یازدهم ریاضی:

عنوان فصل	بارم‌بندی
فصل ۱: الکتریسیته ساکن	۶/۷۵
فصل ۲: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم	۵/۷۵
فصل ۳: مغناطیس	۴
فصل ۴: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب	۳/۵

با آرزوی موفقیت

گروه ریاضی و فیزیک ماز



امتحانات نهایی آموزش و پرورش

فرورداد ماه ۱۴۰۳

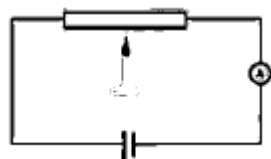
فرورداد ماه ۱۴۰۴

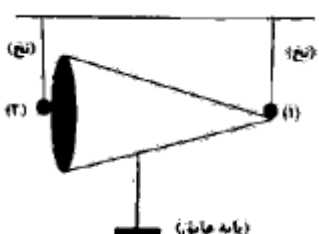
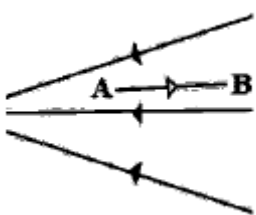
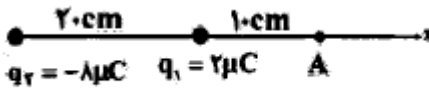


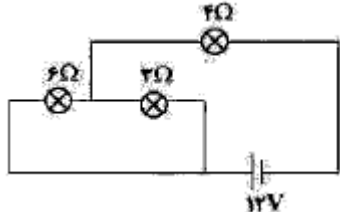
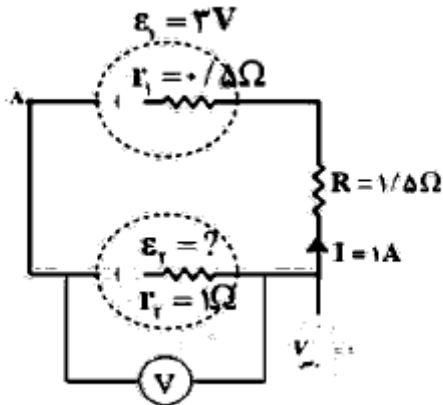
خرداد ماه ۱۴۰۳

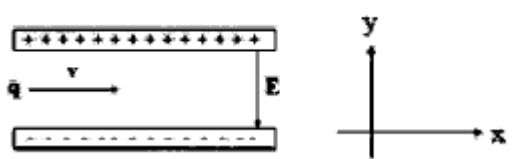
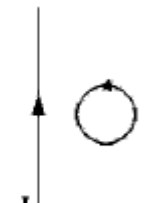
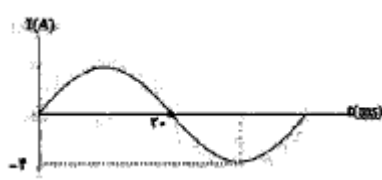


SanjeshCloud
وبسایت: www.SanjeshCloud.ir

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲						
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:						
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، ایثارگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی (داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش								
ردیف		سؤالات (پاسخ نامه دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.										
نمره												
۱	درستی یا نادرستی گزاره های زیر را یا واژه های "درست" یا "نادرست" مشخص کرده و در پاسخ برگ بنویسید. الف) بار الکتریکی یک جسم نمی تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد. ب) همه بارهای متحرک، جریان الکتریکی ایجاد می کنند. پ) دو سیم موازی با جریان های همسو، یکدیگر را دفع می کنند. ث) ضریب خود القاوری سیم لوله به جریان عبوری از آن وابسته است.											
۲	عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید. الف) برای تنظیم و کنترل جریان در مدار از (رئوستا - ترمیستور) استفاده می شود. ب) تراکم خطوط میدان مغناطیسی در (داخل - خارج) سیم لوله بیشتر است. پ) قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه از مبدل هایی استفاده می شود که تعداد دورهای پیچه ثانویه (کمتر - بیشتر) از تعداد دوره های پیچه اولیه است.											
۳	به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید. الف) صفحات باردار یک خازن تخت که بین آن ها شیشه است، به ولت سنج وصل می کنیم. با خارج کردن شیشه از بین صفحات خازن، عددی که ولت سنج نشان می دهد چه تغییری می کند؟ چرا؟ ب) میله ی شیشه ای را با پارچه ابریشمی مالش می دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپی با بار مثبت نزدیک می کنیم ورقه های الکتروسکوپ به هم نزدیک تر می شوند یا دورتر؟ چرا؟ <table border="1"><tr><td>انتهای مثبت سری</td></tr><tr><td>شیشه</td></tr><tr><td>نایلون</td></tr><tr><td>ابریشم</td></tr><tr><td>انتهای منفی سری</td></tr></table>  پ) در مدار روبرو توسط شمع به میله حرارت می دهیم، در نتیجه عدد آمپرسنج افزایش می یابد، با ذکر دلیل رسانا یا نیم رسانا بودن میله را تعیین کنید. ت) سیم حامل جریانی در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم صفر است. علت آن را توضیح دهید.							انتهای مثبت سری	شیشه	نایلون	ابریشم	انتهای منفی سری
انتهای مثبت سری												
شیشه												
نایلون												
ابریشم												
انتهای منفی سری												

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲																			
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:																			
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش																					
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳				پرویش																					
ردیف		سؤالات (پاسخ نامه دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.																							
نمره																									
۴	با توجه به کلمات داده شده جملات زیر را کامل کنید و به پاسخ برگ منتقل کنید. (دو مورد اضافه است). دیود - القای الکتریکی - پتانسیومتر - القای الکترومغناطیسی - مقاومت نوری - القای مغناطیسی الف) اساس رنگ پاشی اتومبیل مبتنی بر است. ب) تندی سنج دوچرخه براساس کار می کند. پ) در ساخت دزدگیرها از استفاده می شود. ت) جذب شدن میخ آهنی به آهن ربا به دلیل اتفاق می افتد.																								
۵	مطابق شکل دو آونگ فلزی خنثی در تماس با جسم فلزی دوکی شکل هستند، به کمک مولد واندوگراف به جسم دوکی شکل بار الکتریکی می دهیم: الف) چرا آونگ ها منحرف می شوند؟ ب) کدام آونگ بیشتر منحرف می شود؟ چرا؟ 																								
۶	دو بار نقطه ای $q_1 = 4\mu C$, $q_2 = 3\mu C$ فاصله ی r از هم قرار دارند، اگر نیروی بین این دو بار $2/7N$ باشد، فاصله ی دو بار چند متر است؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$																								
۷	مطابق شکل الکترونی را از نقطه ی A تا B در میدان الکتریکی جابه جا می کنیم. به کمک کلمات (افزایش - کاهش - ثابت - مثبت - منفی) جدول را کامل کنید و به پاسخ برگ انتقال دهید.  <table><tr><td>اندازه میدان الکتریکی</td><td>پتانسیل الکتریکی</td><td>انرژی الکتریکی</td><td>پتانسیل الکتریکی</td><td>کار الکتریکی</td><td>میدان الکتریکی</td></tr><tr><td>الف)</td><td>ب)</td><td>پ)</td><td>ت)</td><td>.....</td><td>.....</td></tr><tr><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td><td>.....</td></tr></table>							اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	کار الکتریکی	میدان الکتریکی	الف)	ب)	پ)	ت)								
اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	کار الکتریکی	میدان الکتریکی																				
الف)	ب)	پ)	ت)																						
.....																									
۸	در شکل زیر اندازه و جهت میدان الکتریکی بر آیند را در نقطه ی A به دست آورید. $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}\right)$ 																								
۱.۵																									

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲	
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:	
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش			
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳				پرورش			
ردیف		سوالات (پاسخ نامه دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.					
۹	در مدار فلاش دوربین عکاسی خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود، تخلیه انرژی در مدت 2×10^{-3} s و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می شود، ظرفیت خازن چند فاراد است؟						
۱۰	مطابق شکل دو قطعه سیم هم جنس و هم دما با طول های متفاوت و سطح مقطع یکسان، به دو باتری مشابه وصل کرده ایم. الف) کدام آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می دهد؟ چرا؟ ب) این آزمایش برای بررسی چه موضوعی طراحی شده است؟						
۱۱	در مدار شکل زیر سه مقاومت ۶ و ۳ و ۴ اهمی وجود دارد، توان مصرفی مقاومت 4Ω را به دست آورید؟ 						
۱۲	در مدار شکل زیر: الف) $\mathcal{E}_2$ چند ولت است؟ ب) پتانسیل نقطه A را به دست آورید؟ پ) توان مصرفی باتری $\mathcal{E}_1$ چند وات است؟ 						
۱۳	از یک سیم لوله آرمانی به طول ۱۲cm جریان 80mA عبور می کند اگر بزرگی میدان مغناطیسی روی محور سیم لوله و دور از لبه های آن 40G باشد. (۱/۲۵) الف) تعداد حلقه های سیم لوله را تعیین کنید. ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}}$) ب) با توجه به ثابت بودن جریان، دو راهکار برای افزایش بزرگی میدان مغناطیسی درون سیم لوله پیشنهاد دهید.						

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲	
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:	
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش			
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳				پرویش			
ردیف		سؤالات (پاسخ نامه دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.					
نمره							
۱۴	ذره‌ای یا بار منفی و جرم ناچیز به تندی $3 \times 10^3 \frac{m}{s}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود، که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد. اگر اندازه میدان الکتریکی $450 \frac{N}{C}$ باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را چنان تعیین کنید که ذره در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد. 						
۱۵	حلقهٔ رسانایی در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت، در حرکت است. با توجه به جهت جریان القایی در حلقه، جهت حرکت آن را با ذکر دلیل تعیین کنید. 						
۱۶	پیچه‌ای شامل ۱۰۰۰ دور که مساحت هر حلقه آن 5 cm^2 است. عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 0.4 T قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 0.1 s تغییر می‌کند و بزرگی آن به 0.4 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه چند ولت است؟						
۱۷	شکل روبه‌رو نمودار جریان سینوسی را نشان می‌دهد که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است. 						
سربلند و پیروز باشید							

راهنمای نمره گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک ۲					پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲
تعداد صفحه: ۳		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران			
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش			
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳							
ردیف	راهنمای تصحیح						نمره
۱	الف) درست (ص ۴) ب) نادرست (ص ۴۶) پ) نادرست (ص ۹۷) ت) نادرست (ص ۱۱۹) (هر مورد ۰/۲۵)						۱
۲	الف) رئوستا (ص ۵۷) ب) داخل (ص ۹۹) پ) بیشتر (ص ۱۲۶) ت) کمتر (ص ۱۲۶) (هر مورد ۰/۲۵)						۰/۷۵
۳	الف) ظرفیت خازن کاهش (۰/۲۵) و عدد ولت سنج افزایش می یابد. (۰/۲۵) مشابه پرسش ۶ ص ۳۶ ب) انحراف ورق های الکتروسکوپ دورتر می شود. (۰/۲۵) چون بار شیشه و الکتروسکوپ همنام است یا هر دو دارای بار مثبت هستند (۰/۲۵). (ص ۳ و ۴) پ) نیم رسانا (۰/۲۵)، چون در نیم رساناها با افزایش دما، به دلیل افزایش حامل های بار، مقاومت الکتریکی کاهش بنابراین جریان افزایش می یابد (۰/۵). (ص ۵۲) ت) سیم در راستای خطوط میدان قرار گرفته است زاویه $(\theta = 0)$ یا $(\theta = 180)$ می شود (۰/۲۵) طبق این رابطه $F = ILB \sin \theta$ مقدار نیروی مغناطیسی وارد بر سیم صفر است (۰/۲۵). (ص ۹۳)						۲/۲۵
۴	الف) القای الکتریکی (ص ۲۹) ب) القای الکترومغناطیسی (ص ۱۱۶) پ) مقاومت نوری (ص ۵۹) ت) القای مغناطیسی (ص ۸۵) (هر مورد ۰/۲۵)						۱
۵	الف) چون بار آونگ ها و مخروط همنام هستند آونگ ها از مخروط دور می شوند (۰/۲۵). (ص ۲) ب) آونگ (۱) (۰/۲۵)، چون چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیشتر است (۰/۲۵). (ص ۳۰)						۰/۷۵
۶	(ص ۵) $F = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2} \quad (۰/۲۵)$ $2/7 = \frac{9 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(r)^2} \quad (۰/۵)$ $r = 0.2 \text{ m} \quad (۰/۲۵)$						۱
۷	الف) کاهش (ص ۱۷) ب) افزایش (ص ۲۳) پ) کاهش (ص ۲۱) ت) مثبت (ص ۲۷) (هر مورد ۰/۲۵)						۱
۸	$E_1 = k \frac{ q_1 }{r_1^2} \quad (۰/۲۵)$ $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} \quad (۰/۲۵) \rightarrow E_1 = 18 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (۰/۲۵)$ $E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{ -8 \times 10^{-6} }{(3 \times 10^{-2})^2} \quad (۰/۲۵) \rightarrow E_2 = 8 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (۰/۲۵)$ $\vec{E}_2 = 18 \times 10^5 \vec{i} - 8 \times 10^5 \vec{j} = 10 \times 10^5 \vec{i} \frac{\text{N}}{\text{C}} \quad (۰/۲۵)$ (ص ۱۵ مشابه تمرین کتاب)						۱/۵

راهنمای نمره گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲
تعداد صفحه: ۳		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
ردیف		راهنمای تصحیح		
		نمره		
۹		(مشابه مثال ۱۸ ص ۳۹) $u = pt \text{ (./ ۲۵)}$ $u = 4 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3} = 8J \text{ (./ ۲۵)}$ $u = \frac{1}{2} cv^2 \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow 8 = \frac{1}{2} \times c \times (200)^2 \rightarrow c = 4 \times 10^{-4} F \text{ (./ ۲۵)}$		
۱۰		الف) آمپرسنج A_1، هرچه طول کمتر باشد مقدار مقاومت کمتر و در نتیجه جریان بیشتر است. (۰/۵) ب) ارتباط مستقیم مقاومت الکتریکی با طول رسانا ($R \propto L$) (۰/۲۵) (ص ۵۱)		
۱۱		(مشابه تمرین ۳۰، ص ۸۲) $R' = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \text{ (./ ۲۵)}, R_{eq} = 2 + 4 = 6 \Omega \text{ (./ ۲۵)} I = I_{eq} \text{ (./ ۲۵)}$ $I_{eq} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{12}{6} = 2A \text{ (./ ۲۵)} p = I^2 R \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow p = 4 \times (2)^2 = 16 \text{ (./ ۲۵)}$		
۱۲		(مشابه تمرین ۱۴، ص ۸۰) الف) $I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2} \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow 1 = \frac{\varepsilon_2 - 3}{1/5 + 0/5 + 1} \rightarrow \varepsilon_2 = 6V \text{ (./ ۲۵)}$ ب) $V_A + \varepsilon_1 + Ir_1 + IR = 0 \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow V_A + 3 + (1 \times 2) = 0 \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow V_A = -5V \text{ (./ ۲۵)}$ پ) $p = \varepsilon_1 I - r_1 I^2 \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow p = 3(1) + 0/5(1)^2 \rightarrow p = 3 + 0/5 = 3/5 W \text{ (./ ۲۵)}$		
۱۳		الف) (مشابه تمرین ۳، ص ۱۰۰) $B = \frac{\mu_0 NI}{l} \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow 40 \times 10^{-4} = \frac{12 \times 10^{-7} \times N \times 800 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-2}} \text{ (./ ۲۵)} \rightarrow N = 500 \text{ (./ ۲۵)}$ ب) اضافه کردن هسته آهنی به سیم لوله، افزایش تعداد دورهای سیم لوله، کاهش طول سیم لوله (ذکر دو مورد کافی است) (هر مورد ۰/۲۵)		
۱۴		تشخیص جهت میدان درون $\vec{B} \otimes$ (۰/۵) (مشابه تمرین ۱۱، ص ۱۰۵) $F_E = F_B \text{ (./ ۲۵)}$ $E q = q v B \sin \alpha \text{ (./ ۵)} \rightarrow 450 = 3 \times 10^{-3} \times B \times 1 \rightarrow B = 0/15 T \text{ (./ ۲۵)}$		

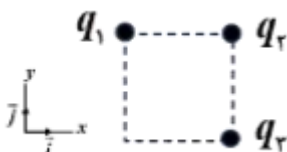
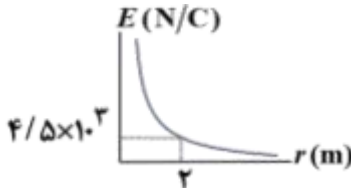
راهنمای نمره‌گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک ۲		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۳/۱۲
تعداد صفحه: ۳	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۳				
ردیف	راهنمای تصحیح			نمره
۱۵	با توجه به جهت جریان القایی و قانون لنز (۰/۲۵)، پیچه در حال نزدیک شدن به سیم است. (۰/۵) (همکار گرمی این پاسخ نیز صحیح است. چون میدان مغناطیسی القایی مخالف میدان مغناطیسی سیم است (۰/۲۵). بنابراین شار در حال افزایش است. بنابراین پیچه در حال نزدیک شدن به سیم است. (۰/۵))			۰/۷۵
۱۶	$\varepsilon = \left -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right (۰/۲۵) \rightarrow \varepsilon = \left -NA \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right) \right (۰/۲۵) \rightarrow \varepsilon = -۱۰۰۰ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times \left(\frac{۰/۰۸}{۰/۰۱} \right) (۰/۲۵)$ $ \varepsilon = ۴۰ \text{ V } (۰/۲۵)$			۱
۱۷	$\frac{T}{۲} = ۲۰ \times ۱۰^{-۳} (۰/۲۵) \rightarrow T = ۴۰ \times ۱۰^{-۳} \text{ s } (۰/۲۵)$ $I = I_m \sin \frac{۲\pi}{T} t (۰/۲۵) \rightarrow I = ۴ \sin \frac{۲\pi}{۴۰ \times ۱۰^{-۳}} t \rightarrow I = ۴ \sin ۵۰\pi t (۰/۲۵)$			۱
	"سربلند و پیروز باشید"			۲۰



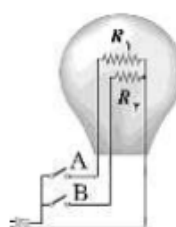
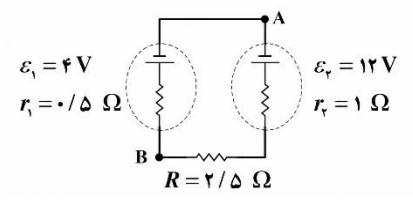
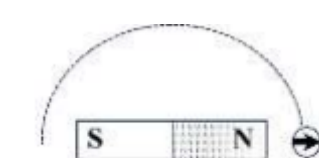
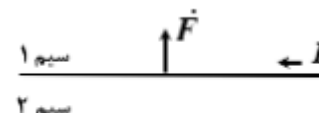
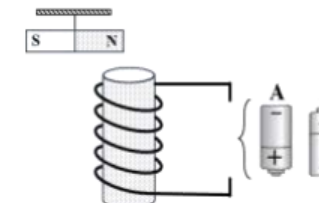
فردا د ماه ۱۴۰۱



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران	نام و نام خانوادگی:
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، ایثارگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴				
ردیف	سوالات (پاسخ برگ دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.			
نمره				
۱	در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ برگ بنویسید. الف) طبق اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار، همواره بار الکتریکی جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است. ب) الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در (جهت - خالف جهت) میدان به طور آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند. پ) اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون متحرک داخل سیملوله و در امتداد محور آن، (صفر - بیشینه) است. ت) تنها وقتی انرژی وارد القاگر آرمانی می‌شود که جریان در آن، (افزایش - کاهش) یابد.			
۲	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» مشخص کنید و در پاسخ برگ بنویسید. الف) خطوط میدان الکتریکی بر آیند می‌توانند در هر نقطه فضا یکدیگر را قطع کنند. ب) اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، با دو برابر کردن اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند. پ) اتم‌های موادی نظیر پلاتین و آلومینیوم به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند. ت) در مولدهای صنعتی پیچه‌ها ساکن‌اند و آهنربای الکتریکی در آن‌ها می‌چرخد.			
۳	سه ذره باردار q_1، q_2 و q_3 مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مربعی به ضلع 30cm ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 را بر حسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید. $(q_1 = 3\text{nC}, q_2 = 2\text{nC}, q_3 = -4\text{nC}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$ 			
۴	نمودار تغییرات میدان الکتریکی یک ذره باردار بر حسب فاصله، مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه بار الکتریکی ذره چند کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$ 			
۵	مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی مثبت q را در یک میدان الکتریکی یکنواخت در مسیر ABCD از نقطه A تا D جابه‌جا می‌کنیم. الف) کار نیروی الکتریکی در کدام مسیر صفر است؟ ب) انرژی پتانسیل الکتریکی این بار در مسیر CD چگونه تغییر می‌کند؟ پ) پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید. 			
۶	الف) ذره بارداری در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم رو به بالا، معلق و به حال سکون قرار دارد. نوع بار الکتریکی ذره را تعیین کنید. ب) چرا معمولاً شخصی که داخل هواپیماست از خطر آذرخش در امان می‌ماند؟			
صفحه ۱ از ۳				

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷
تعداد صفحه: ۴	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران	نام و نام خانوادگی:	
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، ایثارگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.		
۷	الف) بار الکتریکی $q = -1.0 \text{ nC}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = 15 \text{ V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل V_2 آزادانه جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی 10^{-7} کاهش یابد، V_2 چند ولت است؟ ب) بار الکتریکی روی سطح فلزی بزرگی، دور از لبه‌ها به‌طور یکنواخت توزیع شده است. اگر چگالی بار روی این سطح $\frac{C}{m^2} = 3 \times 10^{-6}$ باشد، در بخشی از این سطح به شکل مربعی به ضلع 2 mm چند کولن بار قرار گرفته است؟	۰/۷۵	۰/۷۵	
۸	الف) پدیده فروریزش الکتریکی در خازن را توضیح دهید. ب) ظرفیت خازن تختی $F = 18 \times 10^{-9} \text{ F}$ و مساحت هر یک از صفحه‌های آن 6 m^2 است. اگر بین صفحه‌های آن دی‌الکتریک با ثابت ۵ پر شده باشد، فاصله بین دو صفحه خازن چند متر است؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}})$	۰/۵	۰/۵	
۹	با استفاده از عبارت‌های داخل جعبه، جمله‌های زیر را کامل کنید و در پاسخ برگ بنویسید (دو مورد اضافی است). پایه‌ای - رسانا - نیم‌رسانا - ترمیستور - LDR - ترکیبی الف) مقاومت ویژه با افزایش دما کاهش می‌یابد. ب) اغلب از به عنوان حسگر دما در زنگ خطر آتش استفاده می‌شود. پ) در مقاومت‌های با افزایش شدت نور، مقاومت آن کاهش می‌یابد. ت) برای به دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و توان‌های بالا از مقاومت‌های استفاده می‌شود.	۱		
۱۰	الف) مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل روبه‌رو چند اهم است؟ (از مقدار مجاز انحراف صرف نظر شود). کد رنگی مقاومت‌ها: سبز (۵)، سیاه (۰) ب) نمودار $I-V$ برای دو سیم مسی A و B با طول‌های یکسان، مطابق شکل روبه‌رو است. مساحت مقطع کدام یک بزرگ‌تر است؟	۰/۵	۱	
۱۱	دانش‌آموزی برای اندازه‌گیری مقاومت درونی یک باتری، در مداری مطابق شکل روبه‌رو یک لامپ، آمپرسنج، ولت‌سنج و کلید را به کمک سیم‌های رابط به هم وصل می‌کند. مراحل انجام آزمایش توسط این دانش‌آموز را توضیح دهید.	۰/۷۵		

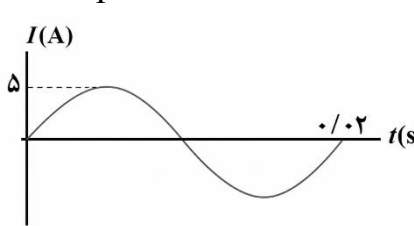
سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷															
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:															
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش																	
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴				پرورش																	
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.																			
۱۲		یک لامپ سه راهه $۲۲۰V$ که دو رشته دارد مطابق شکل روبه‌رو برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. وقتی دو سر لامپ به اختلاف پتانسیل $۲۲۰V$ وصل شود، الف) در کدام یک از حالت‌های زیر، لامپ بیشترین توان مصرفی را دارد؟ (۱) فقط کلید A بسته باشد. (۲) فقط کلید B بسته باشد. (۳) هر دو کلید هم‌زمان بسته باشند. ب) بیشترین توان مصرفی این لامپ چند وات است؟ ($R_1 = ۹۰۰\Omega$, $R_2 = ۴۵۰\Omega$) 																			
۱۳		در مدار شکل روبه‌رو؛ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B ($V_A - V_B$) چند ولت است؟ 																			
۱۴		در جدول زیر برای هر گزاره از ستون اول گزینه مناسب از ستون دوم را انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید (دو مورد در ستون دوم اضافی است). <table><tr><th>ستون اول</th><th>ستون دوم</th></tr><tr><td>الف) جذب شدن و اشترهای آهنی توسط آهنربا</td><td>(۱) فرومغناطیسی سخت</td></tr><tr><td>ب) ماده مناسب برای ساختن آهنربای دائمی</td><td>(۲) وبر</td></tr><tr><td>پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی</td><td>(۳) القای الکترومغناطیسی</td></tr><tr><td>ت) سامانه تنظیم حد تندی خودرو</td><td>(۴) فرومغناطیسی نرم</td></tr><tr><td></td><td>(۵) ولت</td></tr><tr><td></td><td>(۶) القای مغناطیسی</td></tr></table>						ستون اول	ستون دوم	الف) جذب شدن و اشترهای آهنی توسط آهنربا	(۱) فرومغناطیسی سخت	ب) ماده مناسب برای ساختن آهنربای دائمی	(۲) وبر	پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی	(۳) القای الکترومغناطیسی	ت) سامانه تنظیم حد تندی خودرو	(۴) فرومغناطیسی نرم		(۵) ولت		(۶) القای مغناطیسی
ستون اول	ستون دوم																				
الف) جذب شدن و اشترهای آهنی توسط آهنربا	(۱) فرومغناطیسی سخت																				
ب) ماده مناسب برای ساختن آهنربای دائمی	(۲) وبر																				
پ) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی	(۳) القای الکترومغناطیسی																				
ت) سامانه تنظیم حد تندی خودرو	(۴) فرومغناطیسی نرم																				
	(۵) ولت																				
	(۶) القای مغناطیسی																				
۱۵		الف) در شکل روبه‌رو یک آهنربای میله‌ای روی سطح افقی قرار دارد. روی مسیری دایره‌ای شکل دور آهنربا، یک عقربه مغناطیسی را به آرامی حرکت می‌دهیم. پس از نیم دور حرکت، عقربه مغناطیسی چند درجه می‌چرخد؟ ب) شکل روبه‌رو، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. با توجه به جهت نیروی وارد بر سیم ۱، جهت جریان در سیم ۲ به طرف راست است یا چپ؟   پ) یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل روبه‌رو بالای سیملوله‌ای آویزان شده است (سیملوله دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است). کدام باتری را در مدار قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای به طرف آن جذب شود؟ چرا؟ 																			

صفحه ۳ از ۴

سؤالات آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷			
تعداد صفحه: ۴		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران		نام و نام خانوادگی:			
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، ایثارگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش					
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴				پرویش					
ردیف		سؤالات (پاسخ برگ دارد) - استفاده از ماشین حساب ساده مجاز است.						نمره	
۱۶		مطابق شکل روبه‌رو، سیم رسانایی به طول $1/2\text{m}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سویی به اندازه 0.5T قرار گرفته است. اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر $1/8\text{N}$ باشد، جریان عبوری از سیم چند آمپر و در چه جهتی است؟						۱	
۱۷		از پیچۀ مسطحی به شعاع 6cm که از 500 دور سیم نازک درست شده است، جریان 2A می‌گذرد. اندازه میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟						۰/۷۵	
۱۸		شکل روبه‌رو رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به اندازه 0.15T نشان می‌دهد. الف) میله فلزی CD به کدام طرف حرکت کند تا جهت جریان القایی در مدار ساعتگرد شود؟ ب) اگر طول میله CD برابر 0.25m و بزرگی نیروی محرکه متوسط القایی در مدار 0.75V باشد، تندی حرکت میله چند متر بر ثانیه است؟						۰/۲۵ ۰/۷۵	
۱۹		الف) فرایندی که به کمک آن می‌توان انرژی را از یک پیچه به پیچه دیگر منتقل کرد چه نام دارد؟ ب) یک عامل مؤثر بر ضریب القاوری سیملوله آرمانی بدون هسته را بنویسید.						۰/۲۵ ۰/۲۵	
۲۰		معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یکاهای SI به صورت $I = 5\sin(100\pi t)$ است. الف) جریان در لحظه $\frac{1}{6}\text{s}$ چند آمپر است؟ $(\sin \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2})$ ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان آن را در یک دوره کامل رسم کنید.						۰/۲۵ ۰/۷۵	
		موفق باشید						۲۰	
صفحه ۴ از ۴									

راهنمای نمره‌گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم		رشته: ریاضی و فیزیک		تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷	
تعداد صفحه: ۳		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران			
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی				مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش			
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴							
ردیف		راهنمای نمره‌گذاری					
۱	الف) کوانتیده بودن (ب) خلاف جهت (پ) صفر (ت) افزایش	هر مورد (۰/۲۵) ص ۴ و ۴۶ و ۸۹ و ۱۲۱					
۲	الف) نادرست (ب) درست (پ) نادرست (ت) درست	هر مورد (۰/۲۵) ص ۱۸ و ۴۳ و ۱۰۲ و ۱۲۵					
۳		$F_{1r} = k \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$ (۰/۲۵) $F_{1r} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-2}}$ (۰/۲۵) $F_{1r} = 6 \times 10^{-7} \text{ N}$ (۰/۲۵) $F_{3r} = 8 \times 10^{-7} \text{ N}$ (۰/۲۵) $\vec{F}_T = 6 \times 10^{-7} \vec{i} - 8 \times 10^{-7} \vec{j}$ (۰/۵) ص ۶ و ۴۱					
۴		$E = k \frac{ q }{r^2}$ (۰/۲۵) $4/5 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \frac{ q }{4} \Rightarrow q = 2 \times 10^{-6} \text{ C}$ (۰/۲۵) ص ۱۳					
۵	الف) BC (ب) کاهش (پ) $V_B > V_A$	هر مورد (۰/۲۵) ص ۲۲ و ۲۳ و ۴۲					
۶	الف) مثبت (۰/۲۵) (ب) بار الکتریکی به سطح خارجی بدنه هواپیما منتقل شده و در آنجا توزیع می‌شود. (۰/۵)	ص ۲۱ و ۲۹					
۷	الف) $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ (۰/۲۵) $(V_r - 15) = \frac{-10^{-7}}{-10 \times 10^{-9}}$ (۰/۲۵) $V_r = 25 \text{ V}$ (۰/۲۵) ص ۲۳ و ۴۳ ب) $\sigma = \frac{Q}{A}$ (۰/۲۵) $Q = 3/5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}$ (۰/۲۵) $Q = 14 \times 10^{-12} \text{ C}$ (۰/۲۵) ص ۲۹ و ۳۰						
۸	الف) اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده دی‌الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه کنده می‌شوند (۰/۲۵) و مسیرهایی رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود که سبب تخلیه خازن می‌گردد به این پدیده فروریزش الکتریکی ماده دی‌الکتریک می‌گویند (۰/۲۵) ص ۳۸ ب) $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ (۰/۲۵) $18 \times 10^{-9} = \frac{5 \times 9 \times 10^{-12} \times 0/6}{d} \Rightarrow d = 1/5 \times 10^{-3} \text{ m}$ (۰/۲۵) ص ۳۶ و ۴۴						
۹	الف) نیم‌رسانا (ب) ترمیستور (پ) LDR (ت) پیچهای	هر مورد (۰/۲۵) ص ۵۳ و ۵۸ و ۵۹ و ۵۷					
صفحه ۱ از ۳							

راهنمای نمره‌گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷
تعداد صفحه: ۳		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران
دانش‌آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، ایثارگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴				
ردیف	راهنمای نمره‌گذاری			
۱۰	الف) $50 \times 10^\circ = 500^\circ$ (۰/۵) ب) طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ به ازای اختلاف پتانسیل یکسان، هرچه مقدار جریان کمتر باشد، مقاومت الکتریکی بیشتر است. (۰/۲۵) بنابراین $R_A > R_B$ (همکاران گرمی چنانچه دانش‌آموز مقاومت را از طریق شیب نمودار $I - V$ مقایسه کرده باشد نمره در نظر بگیرید). طبق رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ با یکسان بودن جنس و طول سیم‌ها، مقاومت با مساحت مقطع رسانا رابطه وارون دارد (۰/۲۵) بنابراین $A_B > A_A$ است. (۰/۲۵) ص ۴۹ و ۵۰ و ۵۲ و ۷۹			
۱۱	وقتی کلید باز است، عدد ولت‌سنج را می‌خواند که همان مقدار نیروی محرکه باتری (ε) است. (۰/۲۵) سپس کلید را می‌بندد و دوباره عدد ولت‌سنج (V) و آمپرسنج (I) را می‌خواند (۰/۲۵) و با توجه به رابطه $V = \varepsilon - Ir$ مقدار مقاومت داخلی (r) را به‌دست می‌آورد. (۰/۲۵) ص ۶۶			
۱۲	الف) ۳- هر دو کلید هم‌زمان بسته باشند. (۰/۲۵) ب) $R_{\min} = R_{eq} = 300\Omega$ (۰/۲۵) $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{900} + \frac{1}{450}$ (۰/۲۵) $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ (۰/۲۵) ص ۶۷ و ۷۳ و ۷۶ $P_{\max} = \frac{48400}{300} = 161.3W$ (۰/۲۵) $P_{\max} = \frac{V^2}{R_{\min}}$ (۰/۲۵)			
۱۳	$I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R + r_1 + r_2}$ (۰/۲۵) $I = \frac{12 - 4}{2/5 + 0/5 + 1} = 2A$ (۰/۲۵) $V_A + \varepsilon_2 - Ir_2 - IR = V_B$ (۰/۲۵) $V_A - V_B = -5V$ (۰/۲۵) ص ۶۵ و ۸۰			
۱۴	الف) القای مغناطیسی - ۶ ب) فرومغناطیسی سخت - ۱ پ) ولت - ۵ ت) القای الکترومغناطیسی - ۳ ص ۸۵ و ۱۰۳ و ۱۱۳ و ۱۱۶ هر مورد (۰/۲۵)			
۱۵	الف) ۳۶۰ درجه (۰/۲۵) / ب) به طرف راست (۰/۲۵) پ) باتری A (۰/۲۵) چون آهنربا توسط سیم‌لوله جذب شده، قطب S سیم‌لوله در مجاورت قطب N آهنربا قرار می‌گیرد. (۰/۲۵) که با توجه به جهت میدان مغناطیسی سیم‌لوله و قاعده دست راست (۰/۲۵) باید باتری A در مدار قرار گیرد. ص ۸۶ و ۹۶ و ۹۹ و ۱۰۶			
۱۶	$F = BIL \sin \theta$ (۰/۲۵) $1/8 = 0/5 \times I \times 1/2 \times 1$ (۰/۲۵) $I = 3A$ (۰/۲۵) ص ۹۳ و ۱۰۶ به طرف چپ (۰/۲۵)			
صفحه ۲ از ۳				

راهنمای نمره‌گذاری آزمون نهایی درس: فیزیک (۲)		پایه: یازدهم	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ آزمون: ۱۴۰۴/۰۳/۱۷
تعداد صفحه: ۳		مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه		ساعت شروع: ۷:۳۰ به وقت تهران
دانش آموزان روزانه، بزرگسالان، آموزش از راه دور، اینترگران، داوطلبان آزاد و متقاضیان ایجاد و یا ترمیم سابقه تحصیلی		مرکز ارزشیابی و تضمین کیفیت نظام آموزش و پرورش		
(داخل و خارج از کشور) - خرداد ۱۴۰۴				
ردیف	راهنمای نمره‌گذاری			
۱۷	$B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ (۰/۲۵) $B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 500 \times 0/2}{12 \times 10^{-2}}$ (۰/۲۵) $B = 10^{-3} T$ (۰/۲۵) ص ۹۸ و ۹۹			
۱۸	الف) به طرف چپ (۰/۲۵) $\epsilon_{av} = -Blv$ (۰/۲۵) $0/75 = 0/15 \times 0/25 \times v$ (۰/۲۵) $v = 20 \frac{m}{s}$ (۰/۲۵) ب) ص ۱۱۵ و ۱۱۷ و ۱۲۹			
۱۹	الف) القای متقابل (۰/۲۵) ب) یکی از موارد: تعداد دور، طول و سطح مقطع (۰/۲۵) ص ۱۲۱ و ۱۱۹			
۲۰	الف) $2/5 A$ (۰/۲۵) $100\pi = \frac{2\pi}{T}$ $T = 0/02 s$ (۰/۲۵) ب)  ص ۱۲۴ و ۱۲۵ رسم نمودار روبه‌رو (۰/۵)			
۲۰	موفق باشید			
صفحه ۳ از ۳				

همکاران گرامی، خدا قوت، تمام موارد درخور اهمیت، جهت نمره‌گذاری در راهنمای تصحیح نوشته شده است، خواهشمند است جهت رعایت عدالت آموزشی، فقط در مسائل به راه‌حل‌های درست دیگر نمره مناسب دهید. با سپاس از مساعدت همکاران بزرگوار