



• درسنامه های جامع همراه با بررسی کامل مثال ها و تمرین های کتاب درسی

• بیش از ۱۰۰۰ سؤال متنوع امتحانی شامل سؤالات ۲۰٪ ویژه دانش آموزان سخت کوش

خلاصه کپسولی



۱۰ کاربرگ امتحانی +



به نام خدای مهربان



برای مشاهده محتوای افزوده کتاب،
رمزیننه را اسکن کنید.



مقدمه

سلام قهرمان

پایه یازدهم شوخی بردار نیست! 😊 چون معدل همین سال، ۲۰٪ از نتیجه کنکور رو می‌سازه. هر امتحان نهایی مثل یه مرحله از کنکوره و ما اینجایم تا توی هر مرحله بدرخشی و نمره ۲۰ بیاری!

با «۲۰ پک فیزیک یازدهم» هیچ چیزی از دستت در نمی‌ره، چون کامل‌ترین و خفن‌ترین منبع برای امتحان نهاییه!

با «۲۰ پک فیزیک یازدهم» تو فقط نمره ۲۰ نمی‌گیری، بلکه استاد امتحان نهایی می‌شی و جلوی همه رقابت میدرخشی!

دیگه وقت معطل کردن نیست! همین حالا شروع کن آیندهت رو بساز و به همه نشون بده قهرمان واقعی کیه!

ساختار بیست‌پک

بیست‌پک شامل کتاب پرسؤال، دفترچه کاربرگ امتحانی و خلاصه کپسولی است.

کتاب پرسؤال

- درسنامه‌های کامل: هر نکته مهم و پیچیده‌ای به ساده‌ترین شکل توضیح داده شده تا حتی سخت‌ترین مباحث فیزیک رو هم مثل آب خوردن یاد بگیری!
- بانک کامل سؤال‌های امتحان نهایی و تألیفی: هیچ سؤالی از قلم نیافته! همه امتحانات نهایی برگزار شده در سال‌های قبل + بهترین سؤالات تألیفی که دقیقاً شبیه امتحان نهایی هست، برای تو آماده شدن تا حلشون کنی!
- پاسخ‌نامه روان: فقط جواب نیست، روش حل تشریحی سؤال‌ها رو به صورت حرفه‌ای تو پاسخ‌نامه یاد می‌گیری.

کاربرگ امتحانی

- امتحان‌های شبیه‌سازی شده: امتحان‌های فصل‌به‌فصل، شبیه‌ساز نوبت اول و دوم و امتحان‌های نهایی برگزار شده اخیر برات گردآوری شده، تا وقتی میری سر جلسه امتحان نهایی هیچ چیزی غافلگیرت نکنه.

خلاصه کپسولی

- برگ برنده در شب امتحان! فقط نکات ضروری و طلایی هر فصل رو آوردیم. یه منبع خیلی واجب برای مرور سریع قبل از امتحان! وقتی این بخش رو بخونی، دیگه هیچ کمبودی برای شب امتحان نداری.

قدردانی

انتشار این کتاب نتیجه تلاش گروهی منسجم و حرفه‌ای است. مراتب سپاس خود را از تمام عزیزانی که در این مسیر همراه ما بودند، اعلام می‌کنیم. خصوصاً همکاران خوبم آقای پوریا سلمانی، پانید امینی و نرجس اسماعیلی، برای مشارکت مؤثر در تألیف و طراحی سؤالات. در نهایت از شما خواننده عزیز که این کتاب را انتخاب کرده‌اید، سپاسگزاریم. اعتماد شما ارزش تمام تلاش‌هایمان را دوچندان می‌کند.

ارادتمند شما

فهرست

فصل اول:

الکتریسیته ساکن

درس نامه و سؤالات امتحانی ۵
پاسخ نامه ۱۸۰

فصل دوم:

جریان الکتریکی و...

درس نامه و سؤالات امتحانی ۵۵
پاسخ نامه ۱۹۷

فصل سوم:

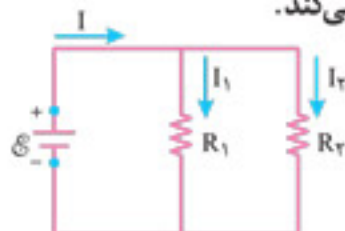
مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

درس نامه و سؤالات امتحانی ۱۰۳
پاسخ نامه ۲۱۳

سؤالات

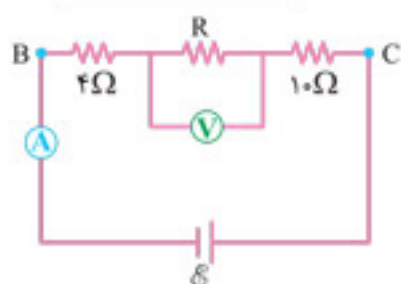


۵۰۵. در شکل زیر، یک باتری آرمانی پتانسیل $\mathcal{E} = 12\text{ V}$ را به دو سر مقاومت‌های $R_1 = 4/0\ \Omega$ و $R_2 = 6/0\ \Omega$ اعمال می‌کند.

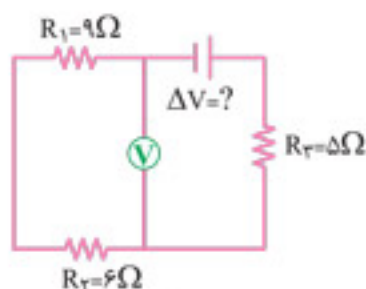


- الف) جریان عبوری از هر مقاومت را حساب کنید.
ب) جریانی که از باتری می‌گذرد چه قدر است؟

۵۰۶. اگر در شکل مقابل، آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل به ترتیب 12 A و 24 V را نشان دهند، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه B و C چند ولت خواهد بود؟
(برگرفته از کنکور تجربی ۸۲)

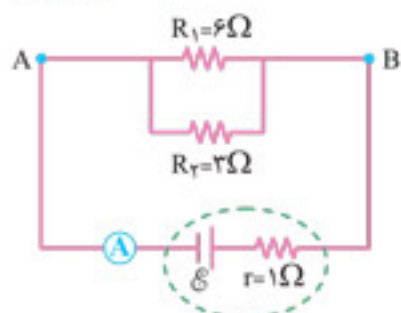


۵۰۷. در مدار مقابل، ولت‌سنج 15 V را نشان می‌دهد. اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟ (نهایی ۹۳، ریاضی)



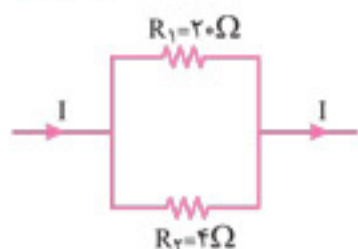
(امتحان نهایی)

۵۰۸. در مدار شکل زیر، مقاومت درونی باتری $1\ \Omega$ و آمپرسنج ایده‌آل جریان 3 A را نشان می‌دهد. در این صورت:

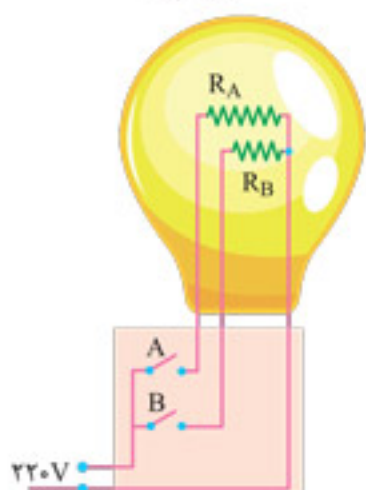


- الف) شدت جریان در هر مقاومت را محاسبه کنید.
ب) نیروی محرکه مولد چند ولت است؟

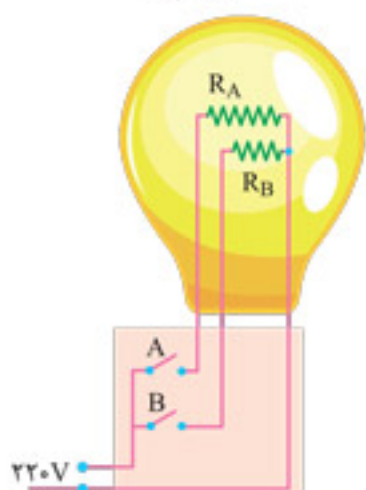
۵۰۹. سه مقاومت مساوی R را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌صورت موازی به هم می‌بندیم و هر بار دو سر مجموعه را به مداری با نیروی محرکه $\mathcal{E}$ و مقاومت درونی $r = R$ وصل می‌کنیم. نسبت جریان در مدار در حالت متوالی به حالت موازی چه قدر است؟
(امتحان نهایی)



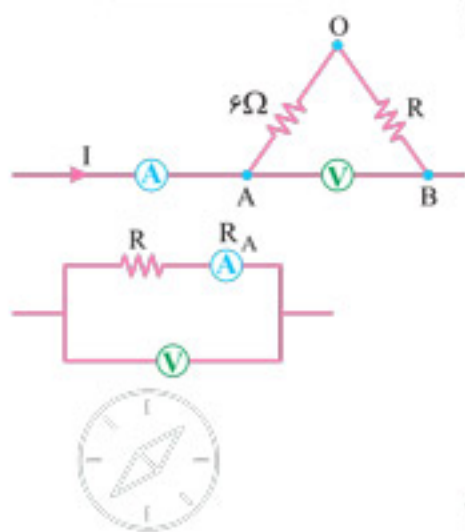
۵۱۰. در شکل مقابل، قسمتی از یک مدار را مشاهده می‌کنید. اگر توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر 5 W باشد، شدت جریان کل مدار را به دست آورید.
(امتحان نهایی)



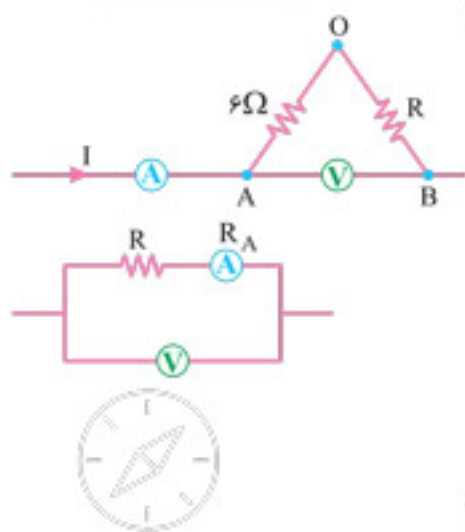
۵۱۱. مطابق شکل یک لامپ سه راهه 220 V دو فیلامنتی برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. اگر کمترین بیشترین توان مصرفی این لامپ 10 W و 50 W باشد، نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟ ($R_A > R_B$)



۵۱۲. در شکل مقابل، اگر آمپرسنج جریان 2 A و ولت‌سنج ولتاژ 18 V را نشان دهد، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R چند ولت است؟

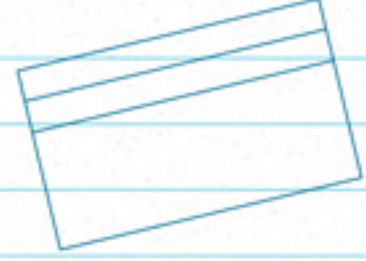


۵۱۳. شکل مقابل، بخشی از یک مدار است که برای اندازه‌گیری مقاومت R ساخته شده است. ولت‌سنج 24 V و آمپرسنج غیرایده‌آل $0/2\text{ A}$ را نشان می‌دهد. اگر مقاومت الکتریکی آمپرسنج $1\ \Omega$ باشد، مقاومت R چقدر است؟



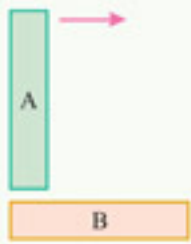
فصل سوم

مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

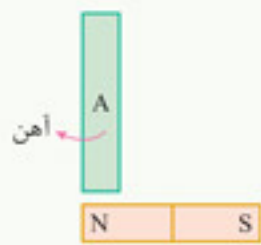




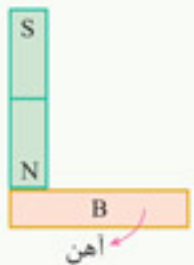
جواب مطابق شکل، ابتدا سر میله A را به سر میله B نزدیک می‌کنیم. حال میله A را بر روی میله B حرکت می‌دهیم. دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد:



حالت اول اگر با حرکت میله A به سمت وسط میله B، نیروی جاذبه بین دو میله ناچیز باشد، یعنی میله B آهنربا و میله A آهن است؛ زیرا خاصیت مغناطیسی در وسط آهنربا ضعیف‌تر از قطب‌های آن است.



حالت دوم اگر با حرکت میله A به سمت وسط میله B، نیروی جاذبه بین دو میله تغییر نکند و دو میله به هم چسبیده باقی بمانند، میله B، آهن و میله A، آهنربا است.



نیروی مغناطیسی بین دو آهنربا

دو آهنربا که نزدیک یکدیگر باشند، به هم نیرو اعمال می‌کنند. حال اگر قطب‌های همنام آن‌ها روبه‌روی هم باشند، یکدیگر را دفع و اگر قطب‌های ناهمنام روبه‌روی هم باشند، یکدیگر را جذب می‌کنند. البته یک آهنربا اکثر فلزات را نیز به سمت خود جذب می‌کند که دلیل این اتفاق را جلوتر بررسی می‌کنیم.



هنگامی که یک آهنربای دائمی برای چندین بار و در یک جهت به روی سوزن ته‌گرد کشیده می‌شود، سوزن نیز برای مدتی تبدیل به آهنربا می‌شود. در این روش محل تماس اولیه سوزن با آهنربا دارای قطب همنام و محل جدا شدن آهنربا از سوزن دارای قطب ناهمنام با آهنربا خواهد بود.



نکته: اگر آهنربا را به صورت رفت و برگشتی بکشیم، سوزن تبدیل به آهنربا نمی‌شود؛ بنابراین آهنربا باید چندین بار در یک جهت روی سوزن کشیده شود.

قطب‌نما و عقربه مغناطیسی

قطب‌نما وسیله‌ای است که درون آن، آهنربای کوچکی وجود دارد و این آهنربا می‌تواند آزادانه بچرخد. به آهنربایی که حول سوزن درون قطب‌نما می‌چرخد، عقربه مغناطیسی گفته می‌شود. قطبی از آهنربا را که به سمت شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد، قطب N و قطب دیگر را که به سمت جنوب جغرافیایی قرار می‌گیرد، قطب S نام‌گذاری می‌کنند.



دو نمونه قطب‌نما

القای مغناطیسی

هنگامی که آهنربا را به یک قطعه آهنی (مانند سوزن یا میخ) نزدیک می‌کنیم، آهنربا خاصیت مغناطیسی را در قطعه طوری القا می‌کند که قسمت نزدیک‌تر قطعه به آهنربا، تبدیل به قطب مخالف آهنربا شود؛ بنابراین قطعه تبدیل به یک آهنربای موقت می‌شود و جذب آهنربا خواهد شد. به این پدیده القای مغناطیسی گفته می‌شود.



دوقطبی مغناطیسی

اگر یک آهنربا را از وسط به دو نیم تقسیم کنیم، آیا دو قطب مجزا خواهیم داشت؟ پاسخ منفی است. هنگامی که یک آهنربا را به دو یا چند قسمت تقسیم کنیم، هر قسمت به طور جداگانه دارای دو قطب N و S خواهد شد.



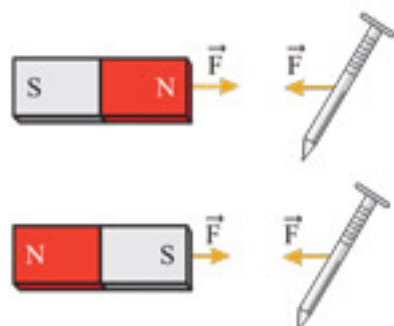
در واقع برعکس بارهای الکتریکی مثبت و منفی که مجزا و جدا از هم در طبیعت وجود دارند، قطب‌های مغناطیسی N و S به تنهایی در طبیعت یافت نمی‌شوند و همواره به صورت زوج و با هم وجود دارند؛ بنابراین هیچ‌گاه تک قطبی مغناطیسی نداریم.

اگر مانند شکل بالا، تقسیم‌بندی آهنربا را ادامه دهیم، آخرین جزئی از آهنربا که در آن خاصیت مغناطیسی مشاهده می‌شود، اتم‌ها و مولکول‌های آهنربا است که این خاصیت مغناطیسی ناشی از چرخش الکترون به دور هسته و چرخش هسته به دور خودش است و به آن دوقطبی مغناطیسی گفته می‌شود.





میدان مغناطیسی



در فصل اول دیدیم هرگاه بتوانیم بدون تماس دو جسم به هم، به آن‌ها نیرو اعمال کنیم، میدانی وجود داشته که به واسطه آن میدان، نیرو اعمال می‌شود. آهنربا نیز می‌تواند بدون تماس با اجسام آهنی به آن‌ها نیرو وارد کند؛ پس در واقع در فضای اطراف آهنربا خاصیتی ایجاد شده است که هرگاه جسم آهنی در این فضا قرار بگیرد، بر آن نیروی مغناطیسی اعمال می‌شود که به این خاصیت، میدان مغناطیسی گفته می‌شود.

میدان مغناطیسی کمیت برداری و فرعی است و آن را با نماد $\vec{B}$ نشان می‌دهند.

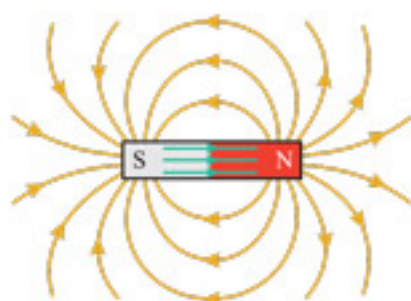
به افتخار آقای نیکلا تسلا یکای میدان مغناطیسی در دستگاه SI، تسلا (T) است. البته گاوس نیز یکای غیر SI میدان مغناطیسی است که هر تسلا برابر ۱۰۰۰۰ گاوس می‌باشد. ($1\text{T} = 10^4\text{G}$)

خطوط میدان مغناطیسی

برای رسم میدان مغناطیسی از خطوط جهت دار استفاده می‌کنیم که به آن‌ها، خطوط میدان مغناطیسی می‌گویند.

ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی

۱ خطوط میدان مغناطیسی خارج از آهنربا، از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند؛ اما داخل آهنربا از S به N خواهد بود.

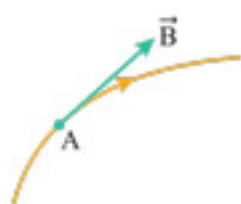


دو ذره باردار و میدان الکتریکی

آهنربا و میدان مغناطیسی

نکته: خطوط میدان مغناطیسی برخلاف خطوط میدان الکتریکی، خطوط بسته هستند؛ زیرا قطب‌های مغناطیسی همواره به صورت دوتایی هستند؛ بنابراین میدانی که از قطب N خارج می‌شود، به قطب S وارد می‌شود، اما چون بارهای الکتریکی می‌توانند به صورت مجزا نیز وجود داشته باشند، میدان الکتریکی می‌تواند به صورت خطوط باز نیز وجود داشته باشد.

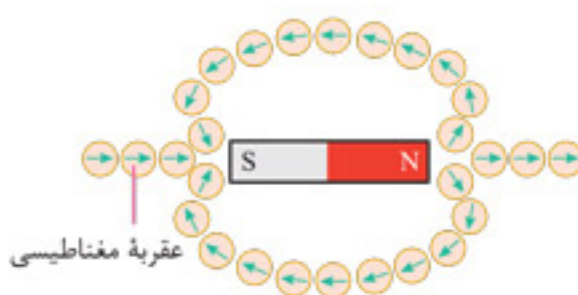
۲ بردار میدان در هر نقطه، برداری مماس بر خطوط میدان در همان نقطه و هم جهت با خطوط میدان است.



توجه: عقربه مغناطیسی همواره به گونه‌ای جهت‌گیری می‌کند که در راستای بردار میدان مغناطیسی و هم جهت با آن باشد.



عقربه مغناطیسی



عقربه مغناطیسی

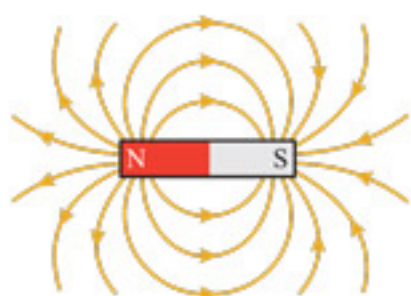
۳ در هر ناحیه‌ای که خطوط میدان متراکم‌تر باشند، میدان در آن ناحیه قوی‌تر است.



$$B_b > B_a$$

توجه: تراکم خطوط میدان، اطراف قطب‌های آهنربا بیشینه و اطراف مرز مشترک کمینه است.

۴ خطوط میدان مغناطیسی هرگز همدیگر را قطع نمی‌کنند.





(مشابه فعالیت کتاب درسی)

سؤال یک قطب نما را در نقطه A قرار می دهیم. با توجه به جهت گیری عقربه مغناطیسی در شکل زیر:

الف) تعیین کنید کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر آهنربا قطب S خواهد بود؟

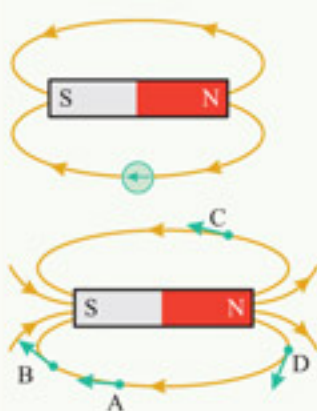
ب) اگر روی مسیر نشان داده شده، قطب نما را به آرامی حرکت دهیم، پس از یک دور چرخش کامل قطب نما، عقربه چند درجه می چرخد؟



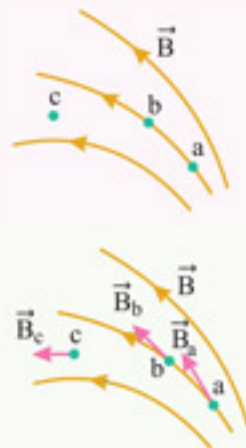
جواب الف) ابتدا خطوط میدان را برای آهنربا رسم می کنیم. با توجه به این که عقربه مغناطیسی در هر نقطه هم جهت با بردار میدان مغناطیسی است؛ پس سمت راست میله باید قطب N و سمت چپ میله باید قطب S آهنربا باشد.

ب) با توجه به قطب های آهنربا ابتدا خطوط میدان مغناطیسی را رسم می کنیم. اگر جهت عقربه را در چهار نقطه A، B، C و D (به طور دلخواه) رسم کنیم، می بینیم وقتی خود قطب نما را 36° بچرخانیم، عقربه داخل آن 72° می چرخد.

نتیجه: همواره مقدار چرخش عقربه مغناطیسی، ۲ برابر مقدار چرخش قطب نما است.



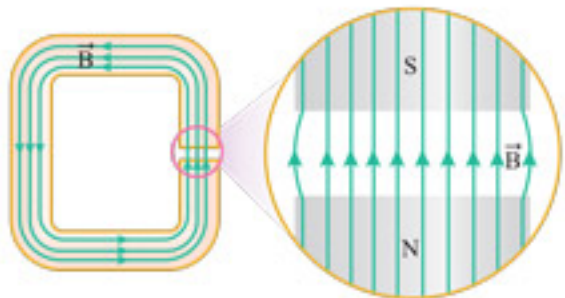
سؤال خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه ای از فضا به شکل مقابل رسم شده است. بردار میدان مغناطیسی را در هر نقطه با توجه به اندازه و جهت بردار میدان رسم کنید.



جواب با توجه به این که در هر محدوده ای که خطوط متراکم تر هستند باید میدان قوی تر باشد؛ بنابراین $B_a > B_b > B_c$. برای رسم بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه، باید برداری مماس بر خطوط میدان مغناطیسی و هم جهت با آن رسم کنیم.

میدان مغناطیسی یکنواخت

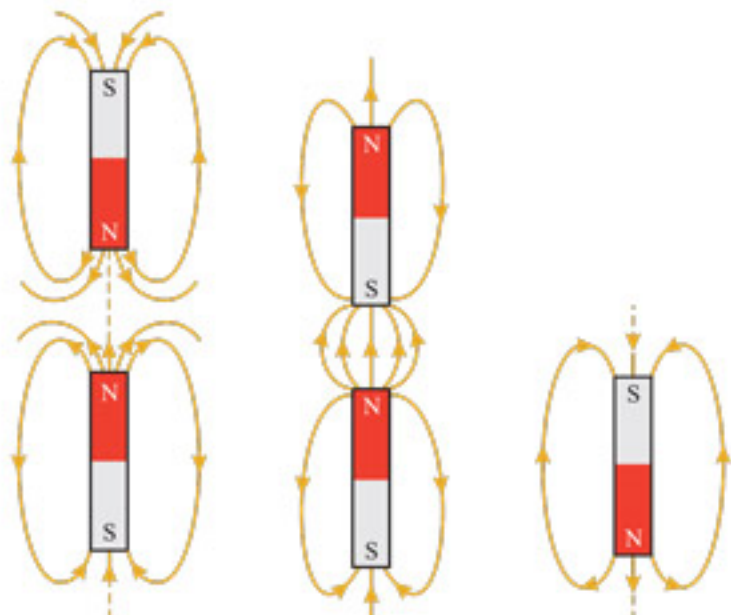
اگر در ناحیه ای از فضا اندازه و جهت خطوط میدان مغناطیسی ثابت باشد به آن میدان، میدان مغناطیسی یکنواخت می گویند؛ بنابراین در میدان مغناطیسی یکنواخت، خطوط میدان موازی، هم جهت و هم فاصله هستند.



ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه بزرگی از فضا بسیار دشوار است؛ اما در ناحیه کوچکی از فضا مانند ناحیه بین قطب های آهنربای شکل روبه رو، می توان میدان مغناطیسی یکنواخت تولید کرد. در فضای بین قطب های این آهنربا و دور از لبه ها خطوط میدان مغناطیسی موازی، هم فاصله و هم جهت هستند؛ بنابراین میدان مغناطیسی یکنواخت است.

مشاهده خطوط میدان مغناطیسی آهنربا

اگر مطابق شکل (الف) یک یا چند آهنربا را روی یک صفحه مقوایی بگذاریم و روی صفحه، براده آهن بریزیم؛ سپس چند ضربه به صفحه مقوایی بزنیم، مشاهده می شود که براده های آهن در جهت میدان مغناطیسی آهنربا قرار می گیرند. از این رو می توان از این آزمایش برای رسم خطوط میدان مغناطیسی آهنربا مطابق شکل (ب) استفاده کرد.



ب) تصویر مدل سازی شده خطوط میدان از شکل (الف)



الف) قرارگیری براده های آهن در سه وضعیت متفاوت اطراف آهنربا

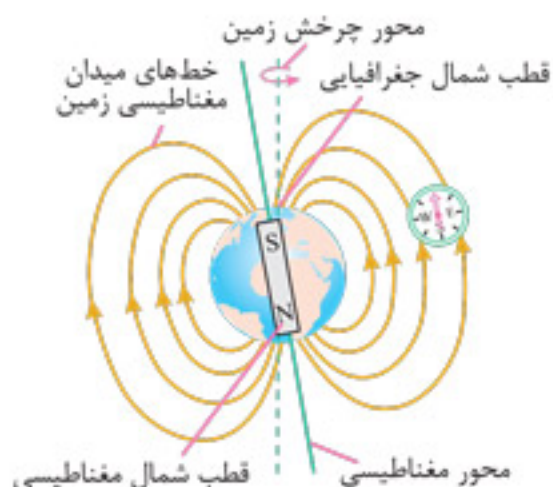




میدان مغناطیسی زمین

زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند. مدل خطوط میدان مغناطیسی زمین بسیار پیچیده و ناشی از عوامل ناشناخته در ساختار زمین است.

● برای مدل‌سازی خطوط میدان مغناطیسی زمین



- طرح خط‌های میدان مغناطیسی زمین مانند طرح خط‌های آهنربای میله‌ای بزرگی است که در نزدیکی مرکز کره زمین قرار دارد.
- قطب N مغناطیسی (شمال) در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی زمین و قطب S مغناطیسی (جنوب) در نزدیکی قطب شمال جغرافیایی قرار گرفته است.
- جهت میدان مغناطیسی زمین در بازه‌های زمانی نامنظم از ده هزار تا یک میلیون سال، به طور کامل وارون می‌شود.
- قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی منطبق نیستند و فاصله نسبتاً زیادی از هم دارند؛ مثلاً قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصله ۱۸۰۰ کیلومتری از قطب شمال جغرافیایی قرار دارد و این یعنی عقربه مغناطیسی قطب‌نما در جهت واقعی شمال جغرافیایی قرار نمی‌گیرد و تا حدودی از شمال جغرافیایی انحراف دارد.
- اگر یک آهنربا را با نخ ببندیم و آن را به صورت آویزان نگه داریم، آهنربا تقریباً در راستای شمال - جنوب جغرافیایی قرار می‌گیرد و قطب N آهنربا، نشان دهنده قطب شمال جغرافیایی کره زمین است.



یادآوری: جهت‌های جغرافیایی

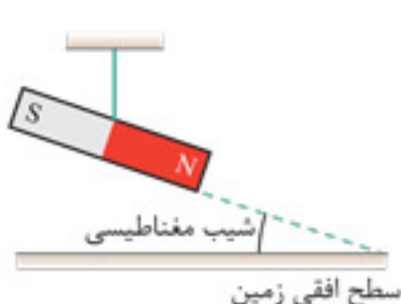
در سؤال‌های مغناطیس تا حد زیادی نیاز به آشنایی با جهت‌های جغرافیایی داریم:

- جهت آسمان ← بالا
- جهت زمین ← پایین
- راست ← شرق
- چپ ← غرب
- رو به جلو ← شمال
- رو به عقب ← جنوب

نکته: ۱ برای رسم برداری که به سمت داخل صفحه است، از نماد درون سو ($\otimes$) و برای رسم برداری که به سمت بیرون صفحه است، از نماد برون سو ($\odot$) استفاده می‌کنند.

۲ فرض ما برای حل سؤالات این است که، نماد درون سو نشان دهنده جهت شمال جغرافیایی و نماد برون سو نشان دهنده جهت جنوب جغرافیایی است.

توجه: در سؤال‌هایی که میدان مغناطیسی، میدان مغناطیسی زمین فرض می‌شود، باید آن را در جهت شمال (درون صفحه $\otimes$) (درون سو) فرض کنیم.



- **شیب مغناطیسی:** وقتی یک آهنربای سبک را آویزان می‌کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به طور افقی قرار نمی‌گیرد و با سطح زمین زاویه‌ای می‌سازد که به آن شیب مغناطیسی می‌گویند.

سؤالات امتحانی

سؤالات جای خالی

جمله‌های زیر را با عبارت‌های مناسب کامل کنید.

۵۱۴. بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان در آن نقطه است.
۵۱۵. خطوط میدان مغناطیسی برخلاف خطوط میدان الکتریکی، خطوطی هستند.
۵۱۶. تراکم خط‌های میدان مغناطیسی در هر ناحیه از فضا، نشانگر میدان مغناطیسی در آن ناحیه است.
۵۱۷. آهنربا میخ فولادی را جذب می‌کند. این پدیده را می‌گویند.
۵۱۸. میدان مغناطیسی را می‌توان توسط میدان مغناطیسی نمایش داد.





پدیده القای الکترومغناطیسی

بسته ۷



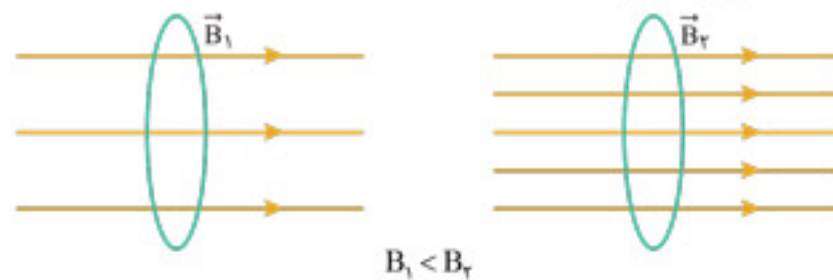
در فصل قبل دیدیم که با عبور جریان الکتریکی از یک سیم، در اطراف آن میدان مغناطیسی تولید می‌شود. در این فصل می‌خواهیم برعکس این پدیده، یعنی تولید جریان الکتریکی توسط میدان مغناطیسی را بررسی کنیم که به این پدیده، القای الکترومغناطیسی و جریان تولید شده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

شار مغناطیسی

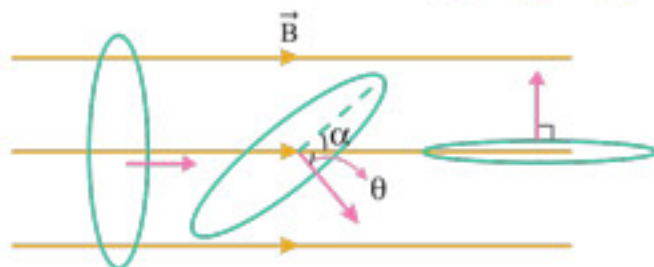
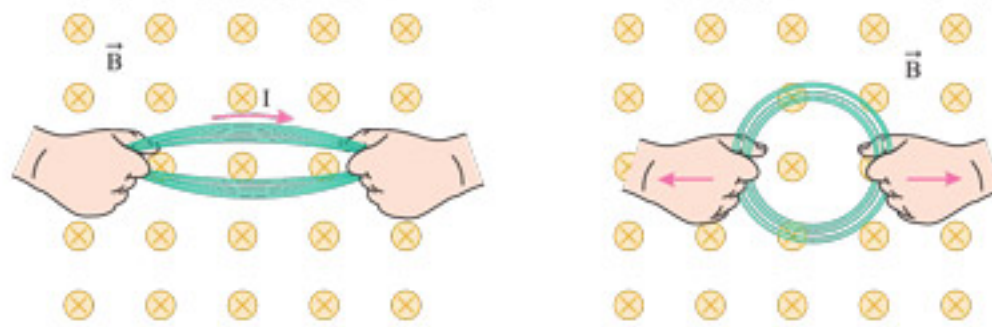
در علم فیزیک برای نشان دادن تعداد خطوط میدان مغناطیسی عبوری از یک حلقهٔ رسانا از مفهومی به نام شار مغناطیسی استفاده می‌کنند. در واقع معیاری که تعداد خطوط عبوری از یک حلقهٔ رسانا را نشان می‌دهد، شار مغناطیسی نام دارد. نماد شار Φ است و کمیتی نرده‌ای و فرعی است اما می‌تواند مثبت، منفی و یا صفر باشد. یکای شار مغناطیسی $T \cdot m^2$ است که در SI به آن وبر (Wb) می‌گوییم.

عوامل مؤثر بر شار مغناطیسی

۱) اندازهٔ میدان مغناطیسی (B): با افزایش اندازهٔ میدان مغناطیسی عبوری از حلقهٔ رسانا، تعداد خطوط میدان مغناطیسی گذرنده از حلقه بیشتر می‌شود؛ در نتیجه اندازهٔ شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد.



۲) مساحت پیچه (A): هر چه پیچهٔ رسانا مساحت بزرگ‌تری داشته باشد، شار مغناطیسی عبوری از آن افزایش می‌یابد.



۳) زاویهٔ حلقه (θ): با تغییر زاویهٔ نیم خط عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان مغناطیسی پیچه، تعداد خطوط مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر می‌کند، به گونه‌ای که اگر حلقه موازی با خطوط میدان باشد، شار مغناطیسی عبوری از آن صفر می‌شود و اگر بر خطوط میدان عمود باشد، شار عبوری بیشینه خواهد بود.

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

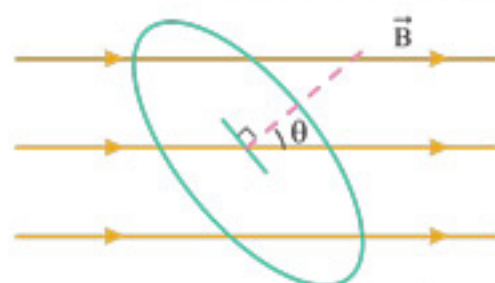
برای به دست آوردن شار مغناطیسی از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم:

B : اندازهٔ میدان مغناطیسی بر حسب تسلا (T)

Φ : شار مغناطیسی بر حسب وبر (Wb)

θ : زاویهٔ بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و بردار میدان مغناطیسی

A : مساحت حلقه بر حسب متر مربع (m^2)

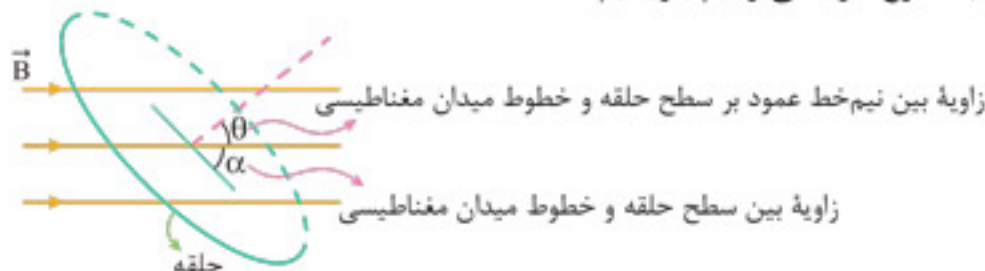


نکته: ۱) در فیزیک برای تعیین جهت بردار سطح، به صورت قراردادی نیم خطی عمود بر حلقه رسم می‌شود، به گونه‌ای که از سطح حلقه خارج شده و بر آن عمود است.

توجه: * زاویهٔ بین میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ و نیم خط عمود بر سطح حلقه است، نه زاویهٔ بین حلقه و میدان.

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

۲) اگر در سؤالی زاویهٔ بین سطح حلقه و خطوط میدان مغناطیسی (α) مطرح شود، می‌توانیم بنویسیم:





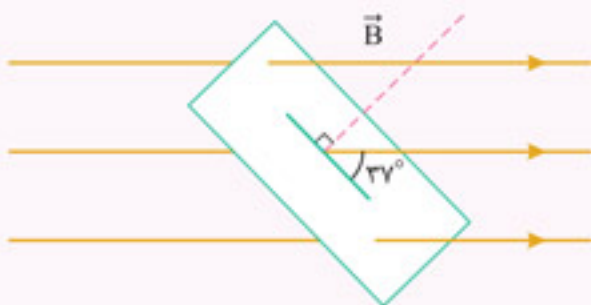
سؤال یک قاب مستطیل شکل به ابعاد $20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ به گونه‌ای در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته است که نیم خط عمود بر سطح قاب با میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 0.1 T ، زاویه‌ای برابر 60° درجه می‌سازد. شار مغناطیسی عبوری از قاب را حساب کنید. ($\cos 60^\circ = 0.5$)

جواب ابتدا مساحت قاب را به دست می‌آوریم و سپس شار مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

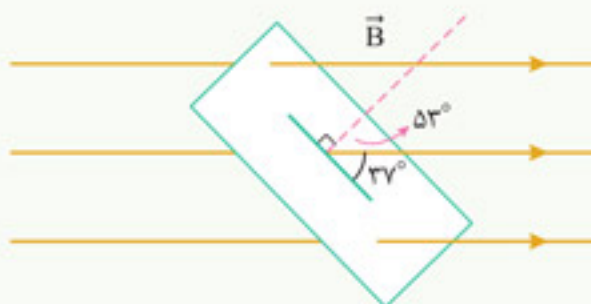
$$A = 20 \times 30 = 600 \text{ cm}^2 = 0.06 \text{ m}^2$$

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow[A = 0.06 \text{ m}^2, \theta = 60^\circ]{B = 0.1 \text{ T}} \Phi = 0.1 \times 0.06 \times \cos 60^\circ = 3 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

سؤال با توجه به شکل زیر، یک قاب مستطیل شکل رسانا به ابعاد $2/5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 30 G قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند و بر است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$, $\cos 53^\circ = 0.6$)



جواب در شکل، زاویه بین قاب و خطوط میدان داده شده است. برای به دست آوردن زاویه بین نیم خط عمود بر قاب و خطوط میدان مغناطیسی داریم:



$$\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$$

در مرحله بعدی مساحت قاب را به دست می‌آوریم و سپس طبق رابطه شار مغناطیسی داریم:

$$A = 2/5 \times 4 = 10 \text{ cm}^2 = 0.001 \text{ m}^2$$

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow[A = 0.001 \text{ m}^2, \theta = 53^\circ]{B = 30 \text{ G} = 30 \times 10^{-4} \text{ T} = 3 \times 10^{-3} \text{ T}} \Phi = 3 \times 10^{-3} \times 0.001 \times \cos 53^\circ = 18 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$

تغییرات شار مغناطیسی

هنگامی شار مغناطیسی تغییر می‌کند که یکی از عوامل مساحت (A)، بزرگی میدان مغناطیسی (B) و یا زاویه بین نیم خط عمود بر حلقه و خطوط میدان مغناطیسی (θ) تغییر کند.

$$\Delta \Phi = \Phi_f - \Phi_i = B_f A \cos \theta - B_i A \cos \theta = (B_f - B_i) A \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = \Delta B A \cos \theta \quad \text{1 تغییر بزرگی میدان } (\Delta B):$$

$$\Delta \Phi = \Phi_f - \Phi_i = B A_f \cos \theta - B A_i \cos \theta = B (A_f - A_i) \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = B \Delta A \cos \theta \quad \text{2 تغییر مساحت } (\Delta A):$$

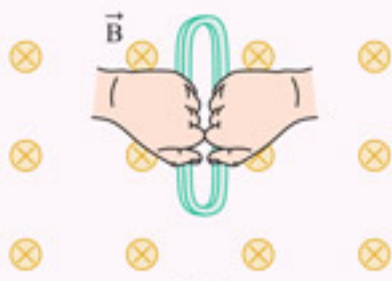
$$\text{3 تغییر زاویه: این قسمت را در بخش جریان متناوب به طور مفصل بررسی خواهیم کرد.}$$

سؤال الف) مطابق شکل (الف) حلقه‌ای به مساحت 25 cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه 0.3 T قرار دارد. شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید. (تمرین کتاب درسی)



(الف)

ب) اگر مطابق شکل (ب) و بدون تغییر $\vec{B}$ ، مساحت سطح حلقه را به 10 cm^2 برسانیم، تغییرات شار عبوری از حلقه را در این وضعیت حساب کنید.



(ب)





جواب الف) با توجه به رابطه شار مغناطیسی می توان نوشت:

$$\Phi = BA \cos \theta \xrightarrow{B = 0.3 \text{ T}, \theta = 0^\circ, A_1 = 25 \text{ cm}^2} \Phi = 0.3 \times 25 \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ = 75 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

ب) تغییرات شار، ناشی از تغییرات مساحت حلقه است؛ پس می توان نوشت:

$$\Delta \Phi = B \Delta A \cos \theta \xrightarrow{B = 0.3 \text{ T}, \theta = 0^\circ, A_1 = 25 \text{ cm}^2, A_2 = 10 \text{ cm}^2} \Delta \Phi = 0.3 \times (10 - 25) \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ = -45 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

سؤال قابی به مساحت 0.5 m^2 درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 0.4 T عمود بر میدان مغناطیسی قرار گرفته است. اگر پس از مدتی، اندازه میدان به 0.1 T برسد، تغییرات شار مغناطیسی درون قاب چند و بر است؟

جواب در این سؤال، تغییرات شار ناشی از تغییر میدان مغناطیسی است؛ بنابراین داریم:

$$\Delta \Phi = \Delta B A \cos \theta \xrightarrow{B_2 = 0.1 \text{ T}, B_1 = 0.4 \text{ T}, A = 0.5 \text{ m}^2, \theta = 0^\circ} \Delta \Phi = (0.1 - 0.4) \times 0.5 \times \cos 0^\circ = -0.15 \text{ Wb}$$

شار به اندازه 0.15 Wb کاهش یافته است.

سؤالات امتحانی

سؤالات جای خالی

جمله های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید.

۸۲۱. یکای شار مغناطیسی در SI و یکای فرعی آن است.
۸۲۲. هرگاه سطح حلقه خطوط میدان مغناطیسی باشد، شار عبوری از حلقه بیشینه می شود.
۸۲۳. هرگاه سطح حلقه خطوط میدان مغناطیسی باشد، شار عبوری از حلقه کمینه می شود.
۸۲۴. کاهش زاویه بین بردار میدان مغناطیسی با نیم خط عمود بر سطح، باعث شار مغناطیسی می شود.
۸۲۵. به کمیتی که نشان دهنده تعداد خطوط میدان مغناطیسی عبوری از یک رساناست، می گویند.
۸۲۶. شار مغناطیسی را با نماد Φ نشان می دهند و یک کمیت و است.
۸۲۷. با توجه به تعریف شار مغناطیسی، یک برابر با یک تسلا در متر مربع است.

سؤالات انتخاب کلمه

عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۸۲۸. شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بسته، هنگامی به بیشترین مقدار خود می رسد که سطح حلقه نسبت به میدان (عمود / موازی) باشد.
۸۲۹. شار مغناطیسی کمیتی (نرده ای / برداری) است.
۸۳۰. شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با افزایش تعداد حلقه ها (زیاد می شود / ثابت می ماند).
۸۳۱. یکای شار مغناطیسی در SI (تسلا در متر مربع / تسلا) است.
۸۳۲. اگر زاویه بین نیم خط عمود بر صفحه یک حلقه رسانا و خطوط میدان مغناطیسی کوچک تر از 90° باشد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه (مثبت / منفی) است.
۸۳۳. اگر سطح حلقه رسانا (عمود بر / موازی با) خطوط میدان مغناطیسی باشد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه کمینه می شود.
۸۳۴. شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه، هنگامی بیشینه است که خط های میدان (عمود بر / موازی با) سطح پیچه باشد. (امتحان نهایی)

سؤالات درست و نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت های زیر را مشخص کنید.

۸۳۵. شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با بزرگی میدان مغناطیسی نسبت مستقیم و با کسینوس زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و راستای خطوط میدان مغناطیسی، نسبت وارون دارد. ☐
۸۳۶. شار مغناطیسی یک کمیت نرده ای است که از رابطه $\Phi = \Phi_m \cos \theta$ به دست می آید. ☐
۸۳۷. در صورتی که زاویه بین نیم خط عمود بر حلقه و خطوط میدان از θ_1 به θ_2 تغییر کند، تغییر شار مغناطیسی برابر $\Delta \Phi = BA \cos \Delta \theta$ خواهد بود. ☐
۸۳۸. شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه رسانا همواره مثبت است. ☐
۸۳۹. علامت شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه به انتخاب جهت نیم خط عمود بر سطح حلقه بستگی دارد. ☐



سؤالات تشریحی

۸۴۰. شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه به چه عواملی بستگی دارد؟

۸۴۱. آهنربای تیغه‌ای را مطابق شکل، به پیچه‌ای نزدیک و از آن عبور می‌دهیم. شار مغناطیسی عبوری از پیچه در حین این فرایند چگونه تغییر می‌کند؟



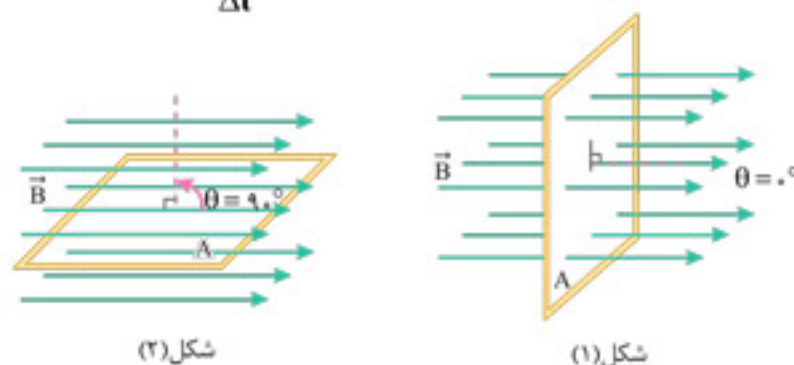
مسائل

۸۴۲. الف) مطابق شکل (۱)، سطح حلقه‌ی رسانایی به شکل مربع با ضلع 20 cm عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 400 G قرار دارد. شار عبوری از این حلقه را به دست آورید.

ب) اگر مطابق شکل (۲) حلقه را بچرخانیم به طوری که سطح حلقه موازی با خط‌های میدان مغناطیسی شود، شار مغناطیسی عبوری از آن چه قدر می‌شود؟

پ) تغییر شار مغناطیسی عبوری از حلقه را وقتی از موقعیت شکل (۱) به موقعیت شکل (۲) می‌چرخد، به دست آورید.

ت) اگر این تغییر شار مغناطیسی در بازه‌ی زمانی $\Delta t = 0.2\text{ s}$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\frac{\Delta \Phi}{\Delta t})$ را حساب کنید.



۸۴۳. از سیم‌لوله‌ای به طول 50 cm ، قطر 4 cm و تعداد 200 حلقه، جریان 1 A می‌گذرد. شار مغناطیسی گذرنده از هر حلقه سیم‌لوله چند میکروبر است؟
($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$, $\pi^2 = 10$)

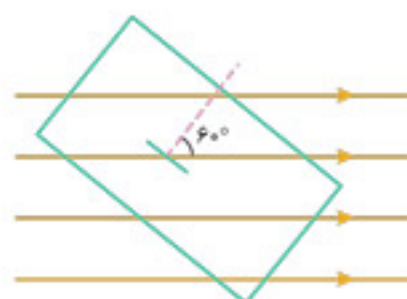
۸۴۴. در شکل مقابل، شار مغناطیسی گذرنده از سطح قاب رسانا را به دست آورید. ($A = 200\text{ cm}^2$, $B = 0.5\text{ T}$)
نیم خط عمود بر صفحه 60°

۸۴۵. حلقه رسانای دایره‌ای شکلی به مساحت 314 cm^2 درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی 0.4 T قرار دارد. اگر شار مغناطیسی عبوری از این حلقه $6/28 \times 10^{-2}\text{ Wb}$ باشد، زاویه‌ای که نیم خط عمود بر سطح حلقه با راستای میدان می‌سازد، چند درجه است؟ (امتحان نهایی)

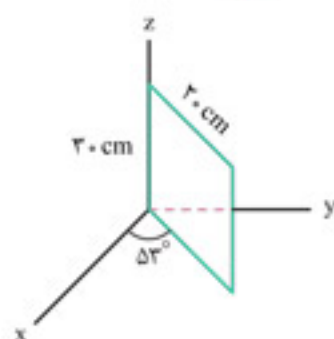
۸۴۶. سیم‌لوله‌ای به طول 20 cm دارای 100 حلقه به شعاع 2 cm است. وقتی جریان 0.5 A از سیم‌لوله می‌گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌لوله چند وبر است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$, $\pi^2 = 10$) (برگرفته از کنکور ریاضی خارج ۹۲)

۸۴۷. حلقه‌ای به قطر 50 cm ، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 400 G قرار دارد، به طوری که بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویه 53° می‌سازد. اندازه شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه چند میلی‌وبر است؟ ($\cos 53^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)

۸۴۸. شار مغناطیسی عبوری از سطح یک قاب مستطیل شکل رسانا به ابعاد $40\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ که خط عمود بر سطح قاب با میدان مغناطیسی یکنواخت 0.2 T زاویه 60° می‌سازد را حساب کنید. ($\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$)



۲۰+ ۸۴۹. قابی مستطیل شکل مطابق شکل مقابل، در دستگاه مختصات xyz قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (0.2\text{ T})\vec{j}$ باشد، شار مغناطیسی عبوری از این قاب چند وبر است؟ ($\cos 53^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$)
در این فضا وجود داشته باشد، شار مغناطیسی عبوری از این قاب چند وبر است؟



پاسخ نامه





پاسخ فصل اول

۱. کهربا ۴. پایستگی بار- ثابت

۲. خنثی ۵. بار بنیادی

۳. منفی

۶. **نادرست** زیرا X^{2-} به معنای آن است که این اتم دو الکترون بیشتر از پروتون‌های خود دارد.

۷. **درست**

۸. **نادرست** کولن یک یکای فرعی در دستگاه SI است.

۹. **درست**

۱۰. مجموع جبری بارهای الکتریکی یک جسم در یک دستگاه منزوی ثابت است؛ یعنی بار می‌تواند از جسمی به جسم دیگر منتقل شود، ولی هرگز امکان تولید یا نابودی یک بار خالص وجود ندارد.

۱۱. کمترین مقدار باری که می‌تواند وجود داشته باشد، بار یک الکترون یا پروتون است (بار بنیادی e)؛ بنابراین بار جسم مضرب درستی از بار بنیادی است.

۱۲. در صورتی که توازن بین تعداد الکترون‌ها یا پروتون‌های یک به هم بخورد (جسم الکترون بگیرد یا از دست بدهد)، جسم باردار می‌شود.

۱۳. زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن با هم برابر است؛ همچنین بار الکتریکی یک الکترون هم‌اندازه و قرینه بار الکتریکی یک پروتون است؛ بنابراین مجموع جبری بارهای یک جسم در شرایط عادی برابر صفر است.

۱۴. عدد اتمی $^{16}_8O^{2+}$ است؛ یعنی ۸ پروتون دارد و چون بارش $2+$ است؛ یعنی تعداد الکترون‌های آن ۶ تا است.

$$q = -ne \Rightarrow q = -6 \times 1/6 \times 10^{-19} = -9/6 \times 10^{-19} C$$

۱۵. برای این که باری در طبیعت وجود داشته باشد، باید مقدارش مضرب درستی از بار یک الکترون باشد.

$$q = ne \Rightarrow 4/8 \times 10^{-21} = n \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = \frac{4/8 \times 10^{-21}}{1/6 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{-2} = 0.3$$

چون 0.3 جزو اعداد صحیح نیست؛ پس $q = 4/8 \times 10^{-21} C$ نمی‌تواند در طبیعت وجود داشته باشد.

$$q = ne \Rightarrow 4 \times 10^{-17} = n \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = \frac{4 \times 10^{-17}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2/5 \times 10^2 \Rightarrow n = 250$$

n عددی صحیح به دست آمد، پس بار $q = 4 \times 10^{-17} C$ می‌تواند در طبیعت وجود داشته باشد.

۱۶. از رابطه کوانتیده بودن بار استفاده می‌کنیم:

$$q = -ne \Rightarrow -5/12 \times 10^{-9} = -n \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow n = \frac{5/12 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 3/2 \times 10^{10}$$

$$q_1 = +2e, \quad q_2 = -3e$$

$$\Delta q = q_2 - q_1 = (-3e) - (+2e) = -5e$$

$$q = -ne \Rightarrow q = -5 \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = -8 \times 10^{-19} C$$

۱۸. طول میله 20 cm است؛ پس میله در مجموع $n = 20 \times 3 \times 10^{11} = 60 \times 10^{11}$ الکترون گرفته (بار میله منفی است)؛ بنابراین داریم:

$$q = -ne = -(60 \times 10^{11}) \times (1/6 \times 10^{-19}) = -9/6 \times 10^{-7} C$$

$$\xrightarrow{\div 10^{-6}} q = -9/6 \times 10^{-1} \mu C$$

۱۹. به سراغ رابطه $q = ne$ می‌رویم:

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} \xrightarrow{q = 2 \times 10^{-9} C} n = \frac{2 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 1/25 \times 10^{10}$$

۲۰. هنگامی که جسمی با بار مثبت الکترون بگیرد و اندازه بار جسم ۳ برابر شود؛ یعنی بار جسم منفی شده است.

$$\Delta q = q_2 - q_1 \xrightarrow{q_2 = -3q_1} \Delta q = -3q_1 - (+q_1) = -4q_1$$

$$q = \pm ne \xrightarrow{\Delta q = -4q_1, n = 1000, e = -1/6 \times 10^{-19} C} -4q_1 = -10^3 \times 1/6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow q_1 = 4 \times 10^{-17} C$$

بنابراین بار ابتدایی جسم $4 \times 10^{-17} C$ بوده است.

۲۱. هنگامی که جسمی با بار منفی الکترون بگیرد، بار نهایی جسم نیز منفی می‌شود.

$$-q_2 = -2q_1$$

$$q_1 \text{ مبادله شده} = -2q_1 - (-q_1) = -q_1$$

جسم بار $-q$ مبادله کرده است که این مقدار بار برابر با بار 1000 الکترون است.

$$q = ne \Rightarrow -q_1 = -10^3 \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow q_1 = -16 \times 10^{-17} C$$

بار ابتدایی جسم $-16 \times 10^{-17} C$ بوده است.

۲۲. بار جسم در ابتدا مثبت بوده چرا که با گرفتن 6×10^5 الکترون بار جدیدش نصف شده است که مقدار بار جدید، هم می‌تواند مثبت و یا منفی باشد.

حالت اول: اگر بار جدید مثبت باشد:

$$q_2 = +\frac{q_1}{2}$$

$$q_1 \text{ مبادله شده} = +\frac{q_1}{2} - (+q_1) = -\frac{q_1}{2}$$

در نتیجه جسم به اندازه $-\frac{q_1}{2}$ بار مبادله کرده است.

$$q = ne \Rightarrow -\frac{q_1}{2} = -1/6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^5$$

$$\Rightarrow q_1 = 1/92 \times 10^{-13} C \Rightarrow q_2 = +\frac{q_1}{2} = 9/6 \times 10^{-14} C$$

پس بار جدید جسم در این حالت می‌تواند $9/6 \times 10^{-14} C$ باشد.

حالت دوم: اگر بار جدید منفی باشد:

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

$$q'_1 \text{ مبادله شده} = q'_2 - q'_1 = -\frac{q'_1}{2} - (+q'_1) = -3\frac{q'_1}{2}$$

اگر بار جدید را منفی فرض کنیم؛ یعنی جسم به اندازه $-3\frac{q'_1}{2}$ بار مبادله کرده است.

$$q = ne \Rightarrow -3\frac{q'_1}{2} = -6 \times 10^5 \times 1/6 \times 10^{-19}$$

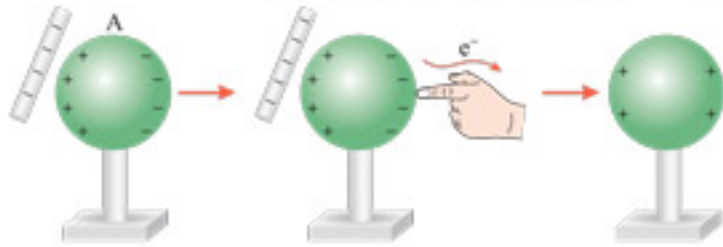
$$q'_1 = 6/4 \times 10^{-14} C \Rightarrow q'_2 = -\frac{q'_1}{2} = -3/2 \times 10^{-14} C$$

بار جدید جسم می‌تواند $-3/2 \times 10^{-14} C$ نیز باشد.





۴۷. مطابق جدول، میله پلاستیکی بار منفی خواهد داشت. وقتی آن را به کره نزدیک می‌کنیم، بار مثبت، سمت چپ کره و بار منفی، سمت راست کره القا خواهد شد؛ پس از این‌که انگشتمان را به کره تماس می‌دهیم، الکترون از کره وارد زمین شده و در نهایت بار مثبت در کره خواهد ماند.



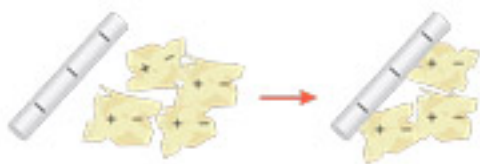
۴۸. چون پلاستیک و پلی اتیلن در سری تریبوالکتریک در یک جایگاه قرار دارند، تمایل به الکترون دهی و تمایل به الکترون خواهی یکسانی دارند؛ پس هیچ‌کدام باردار نخواهند شد.

۴۹. با تماس دادن گلوله به یکی از صفحه‌ها، گلوله دارای بار همنام صفحه می‌شود و در نتیجه از آن دور شده و به طرف صفحه مقابل با بار مخالف می‌رود و با آن برخورد می‌کند. بعد از تماس، بین گلوله و صفحه، مبادله بار رخ داده و به علت همنام شدن بار گلوله با آن صفحه، دوباره به طرف صفحه مقابل می‌رود و با آن برخورد می‌کند.

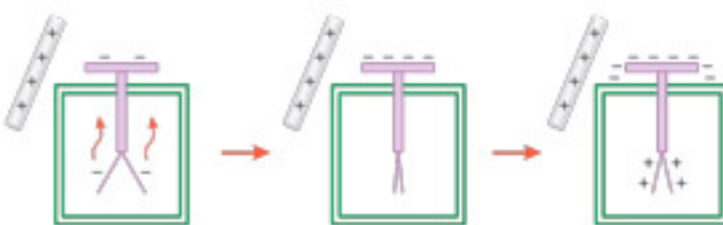
بعد از تماس با صفحه باردار، چون گلوله با صفحه دارای بار مخالف برخورد می‌کند، مقداری از بار صفحه به گلوله منتقل می‌شود و این نوسان تا زمانی ادامه دارد تا بار روی صفحه‌ها خنثی شوند.

۵۰. بادکنک باردار باعث می‌شود تا بارهای مخالف مولکول‌های آب، نزدیک بادکنک قرار گیرند و در نتیجه بین آن‌ها نیروی جاذبه به وجود می‌آید و باریکه آب به سمت بادکنک کشیده می‌شود.

۵۱. میله باردار، بارهای همنام خود را دفع و بارهای ناهمنام خود را جذب می‌کند؛ چون نیروی جاذبه بین میله و کاغذ از نیروی دافعه بین آن‌ها قوی‌تر است، خرده‌های کاغذ به سمت میله جذب می‌شوند.



۵۲. در ابتدا چون انحراف ورقه‌ها از هم کم شده است؛ پس میله باری مخالف بار الکتروسکوپ داشته که توانسته است بارهای منفی روی ورقه را جذب کرده و بارهای آن‌ها را کمتر کند، اما چون بار میله بسیار قوی بوده است، تمام بارهای منفی به سمت کلاهک رفته و بار ورقه‌ها خنثی خواهد شد. اما بار قوی میله باعث می‌شود پس از خنثی شدن ورقه‌ها، بارهای منفی بیشتری از کلاهک به سمت ورقه‌ها بروند و بار مثبت روی ورقه‌ها القا شود که این موضوع باعث دور شدن ورقه‌های الکتروسکوپ از هم خواهد شد.



۵۳. مطابق شکل، بار مثبت آونگ، موجب القای بارهای الکتریکی در کره می‌شود. بارهای منفی کره را جذب و بارهای مثبت آن را دفع می‌کند و چون جاذبه از دافعه قوی‌تر است، آونگ جذب کره خواهد شد.



- ۲۳. نارسانا
- ۲۴. مثبت
- ۲۵. مخالف - همنام
- ۲۶. برابر با - میانگین
- ۲۷. جنس
- ۲۸. الکترون خواهی
- ۲۹. مخالف
- ۳۰. به هم نزدیک
- ۳۱. خارجی
- ۳۲. نارسانا
- ۳۳. الکترون‌ها
- ۳۴. الکتروسکوپ
- ۳۵. اندازه
- ۳۶. جذب

۳۷. **نادرست** حالت دیگری نیز ممکن است که یکی از اجسام خنثی و دیگری باردار باشد.

۳۸. **درست**

۳۹. **نادرست** بار مثبت یعنی جای خالی الکترون و حرکت برای آن بی‌معناست. در این حالت، الکترون‌ها از زمین به کره می‌روند. بارهای مثبت (بار پروتون‌ها) حرکتی ندارند.

۴۰. **الف** پس از تماس گلوله، بار اولیه آونگ، بین گلوله و کره رسانا تقسیم می‌شود. نیروی بین دو آونگ به علت کم شدن باریکی از گلوله‌ها، کمتر می‌شود و زاویه انحراف بین دو آونگ کاهش می‌یابد. **ب** نیروی الکتریکی با اندازه بار گلوله‌ها نسبت مستقیم دارد.

۴۱. معمولاً اطراف اجسام بدون بار (خنثی) هستند و می‌دانیم اجسام باردار با نزدیک شدن به اجسام بدون بار، در آن‌ها بار مخالف القا و بر آن‌ها نیروی جاذبه وارد می‌کنند.

۴۲. بر اساس سری الکتریسیته مالشی داده شده در صورت سؤال پس از مالش، بار A و C همنام و مثبت و بار B و D همنام و منفی خواهند شد و یکدیگر را دفع خواهند کرد.

یادآوری: در سری تریبوالکتریک، هرچه از انتهای مثبت به انتهای منفی سری نزدیک شویم، میزان الکترون خواهی مواد بیشتر خواهد شد.

۴۳. ۱. مشخص کردن باردار یا خنثی بودن جسم

۲. نوع بار جسم باردار

۳. رسانا یا نارسانا بودن جسم

۴. مقایسه مقدار بار دو جسم مشابه

۴۴. ابتدا الکتروسکوپ را از طریق تماس یک میله باردار با کلاهک آن باردار می‌کنیم. حال جسم را به کلاهک الکتروسکوپ باردار شده تماس می‌دهیم، اگر جسم رسانا باشد، بار الکتروسکوپ تخلیه شده و ورقه‌ها به هم می‌چسبند؛ اما اگر جسم تماس داده شده نارسانا باشد، در انحراف ورقه‌ها تغییری مشاهده نمی‌شود.

۴۵. در جدول الکتریسیته مالشی، شیشه بالاتر از ابریشم است، در اثر مالش، بار شیشه مثبت و بار پارچه ابریشمی منفی خواهد شد. بار میله شیشه‌ای و الکتروسکوپ همنام و ورقه‌های آن از هم دور می‌شوند.

۴۶. مطابق شکل، ابتدا میله باردار در قسمت چپ کره، بار ناهمنام و در قسمت راست کره، بار همنام با بار خود القا می‌کند؛ اما چون بارهای ناهمنام به میله

نزدیک‌تر هستند؛ پس نیروی جاذبه بین میله و کره قوی‌تر از نیروی دافعه بین آن‌ها خواهد بود و گوی به سمت میله حرکت می‌کند. اگر بار میله به اندازه‌ای باشد که گوی به میله تماس پیدا کند، بعد از تماس گوی و میله، گوی بار همنام پیدا کرده و بین آن‌ها نیروی دافعه به وجود می‌آید و سپس گوی از میله دور می‌شود.



رشته تجربی

فیزیک ۲

کاربرگ امتحانی

از خود امتحان بگیر!

مجموعه کتاب‌های
پرست‌پک



۱۰ امتحان شامل:

۳ امتحان فصل به فصل در سطح سوالات نهایی

۵ امتحان شبیه‌ساز نهایی نوبت اول و دوم

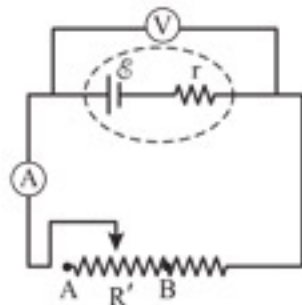
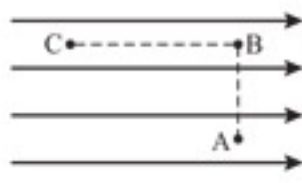
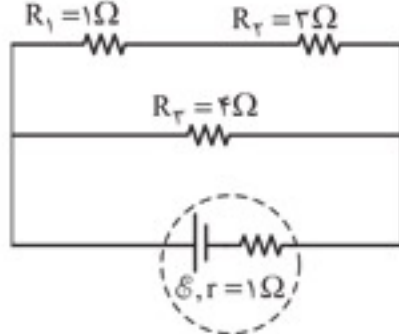
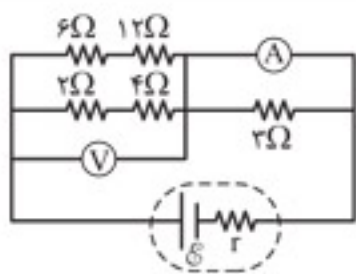
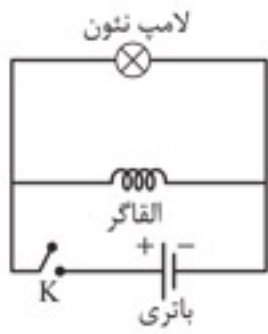
۲ امتحان نهایی اخیر

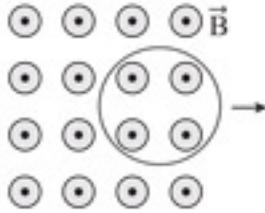
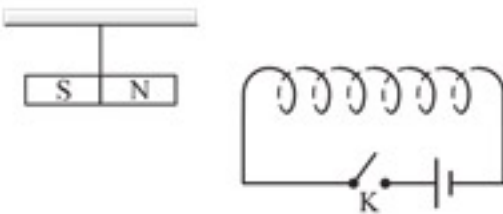
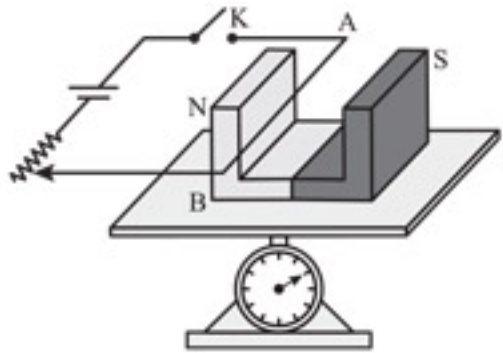
+ پاسخ‌نامه تشریحی به همراه ریزبارم و نکات آموزشی و مشاوره‌ای



امتحان ۸: نوبت دوم		سؤالات شبیه‌ساز نهایی		مهر و ماه
رشته: علوم تجربی	پایه: یازدهم	مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	ساعت شروع:	
سؤالات امتحانی درس: فیزیک ۲	نام و نام خانوادگی:	تاریخ امتحان:	تعداد صفحه: ۳	

ردیف	سؤالات	نمره
۱	درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. (الف) در یک جسم رسانای مخروطی شکل، پتانسیل الکتریکی در نقاط نوک‌تیز بیشتر از نقاط دیگر است. (ب) خازن برخلاف باتری می‌تواند انرژی را با آهنگ بسیار زیادی در مدار شارش دهد. (پ) فرومغناطیس‌های نرم به سرعت درون میدان مغناطیسی خارجی جهت‌گیری می‌کنند. (ت) نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، در راستای میدان است.	۱
۲	عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. (الف) خطوط میدان الکتریکی (می‌توانند / نمی‌توانند) همدیگر را قطع کنند. (ب) ولت‌سنج در مدارها به صورت (متوالی / موازی) با وسیله بسته می‌شود. (پ) میدان مغناطیسی به ذره باردار (ساکن / متحرک) نیرو اعمال می‌کند، به شرط آن‌که راستای حرکت ذرات موازی میدان نباشد.	۰/۷۵
۳	به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید. (الف) با توجه به شکل داده‌شده اگر به کلاهک واندوگراف بار الکتریکی منفی بزرگی داده شود، شعله کدام شمع انحراف بیشتری پیدا می‌کند؟ (ب) در شکل مقابل، بار الکتریکی q_1 منفی است و بردار $\vec{F}$ نیروی خالص وارد بر بار q_2 می‌باشد. نوع بارهای q_2 و q_3 را مشخص کنید. (پ) شیب مغناطیسی را تعریف کنید.	۱/۷۵
۴	با توجه به کلمات داده‌شده جملات زیر را کامل کنید. (دو مورد اضافه است). نیروی الکتریکی - انرژی الکتریکی - کمتر - بیشتر - القاگر - شارش خالص بار (الف) نیرویی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، نام دارد. (ب) برای داشتن جریان الکتریکی باید از یک سطح مقطع معین داشته باشیم. (پ) شمع خودرو، نوعی است که انرژی لازم برای جرقه‌زدن را تأمین می‌کند. (ت) در جدول تریبوالکتریک موادی که در انتهای مثبت سری هستند، الکترون خواهی دارند.	۱
۵	دو بار الکتریکی مطابق شکل مقابل، روی محور x ثابت شده‌اند. مختصات نقطه‌ای را به دست آورید که اگر بار الکتریکی $q_3 = -4 \mu C$ در آن نقطه قرار گیرد، نیروی خالص وارد بر آن صفر شود. $q_1 = 2 \mu C$ $q_2 = -18 \mu C$ $x(\text{cm})$	۱
۶	در مدار شکل مقابل، کلید K را می‌بندیم. اگر پس از مدت‌زمان کافی بین صفحات خازن، دی‌الکتریکی با ثابت $\kappa = 2$ قرار دهیم، با واژه‌های «افزایش، کاهش و ثابت می‌ماند» مشخص کنید هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کنند؟ (الف) عدد ولت‌سنج (ب) انرژی ذخیره‌شده در خازن (پ) بار الکتریکی روی صفحات خازن	۰/۷۵

امتحان ۸: نوبت دوم		سؤالات شبیه‌ساز نهایی		مهر و ماه	
رشته: علوم تجربی		پایه: یازدهم		مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	
سؤالات امتحانی درس: فیزیک ۲		نام و نام خانوادگی:		تعداد صفحه: ۳	
ردیف		سؤالات		نمره	
۷	ذره‌ای به جرم 200 g داخل میدان الکتریکی $\vec{E} = (+2000 \text{ N/C})\hat{j}$ به صورت معلق قرار گرفته است. نوع و اندازه بار ذره را به دست آورید.		۱/۵		
۸	در مدار مقابل با حرکت لغزنده رئوس تا از نقطه B به نقطه A، اعدادی که ولت‌سنج و آمپرسنج نمایش می‌دهند، چگونه تغییر می‌کنند؟ 		۰/۷۵		
۹	در میدان الکتریکی یکنواخت شکل مقابل که بزرگی آن برابر با $E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$ است، بار نقطه‌ای $q = 2 \text{ nC}$ از نقطه A به B و سپس به نقطه C می‌رود. الف) در این جابه‌جایی بار از نقطه A به نقطه C، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر می‌شود؟ ($BC = 2 \text{ cm}$) ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط A و C ($V_C - V_A$) را بیابید. 		۱/۲۵		
۱۰	مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی به طول $12/5 \text{ km}$ و سطح مقطع 10^{-5} m^2 برابر 50Ω است. مقاومت ویژه این فلز را تعیین کنید.		۱		
۱۱	در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت R_1 برابر 4 W است. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟ 		۱/۷۵		
۱۲	در مدار شکل مقابل، اگر ولت‌سنج آرمانی 18 V را نشان دهد، آمپرسنج آرمانی چند آمپر را نشان می‌دهد؟ 		۱/۲۵		
۱۳	در آزمایشی برای بررسی اثر خود-القایی، مدار مطابق شکل مقابل می‌بندیم. توضیح دهید پس از وصل کلید K نور لامپ چگونه خواهد شد؟ (القاگر را آرمانی با مقاومت صفر در نظر بگیرید). 		۱		
۱۴	یک ذره باردار با سرعت $4 \times 10^6 \text{ m/s}$ وارد میدان مغناطیسی درون‌سویی به شدت 0.5 T می‌شود و هنگام عبور از میدان، مسیری را مطابق شکل می‌پیماید. اگر نیرویی برابر 4 N از طرف میدان به این ذره وارد شود: الف) اندازه بار الکتریکی این ذره را محاسبه کنید. ب) نوع بار ذره را مشخص کنید. 		۱/۲۵		
صفحه ۲ از ۳					

امتحان ۸: نوبت دوم		سوالات شبیه ساز نهایی		مهر و ماه	
رشته: علوم تجربی		پایه: یازدهم		مدت امتحان: ۱۲۰ دقیقه	
سوالات امتحانی درس: فیزیک ۲		نام و نام خانوادگی:		تاریخ امتحان:	
				تعداد صفحه: ۳	
ردیف	سوالات				نمره
۱۵	پیچهای مسطح به مساحت 100 cm^2 شامل ۵۰ دور حلقه، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت 2 T قرار دارد. اگر این پیچه در مدت 1 s بچرخد و به موازات خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد، اندازه نیروی محرکه القایی در پیچه چند ولت است؟				۱/۲۵
۱۶	حلقه رسانایی را مطابق شکل مقابل، به طرف راست می کشیم و از میدان مغناطیسی برون سویی خارج می کنیم. با استدلال جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید. 				۰/۷۵
۱۷	به سوالات زیر پاسخ مناسب دهید. الف) در مدار شکل زیر، با بستن کلید K، وضعیت آهنربای آویخته شده، چه تغییری می کند؟ (با ذکر دلیل)  ب) در شکل زیر، با بستن کلید K، توضیح دهید عددی که ترازو نشان می دهد چگونه تغییر می کند و جهت نیروی وارد بر سیم را تعیین کنید. 				۱
۱۸	معادله جریان متناوبی بر حسب زمان در SI به صورت $i = 0.1 \sin 50\pi t$ است. الف) در چه لحظه ای برای اولین بار، جریان بیشینه می شود؟ ب) دوره تناوب جریان چند ثانیه است؟				۱
۲۰	جمع نمره				۲۰
صفحه ۳ از ۳					

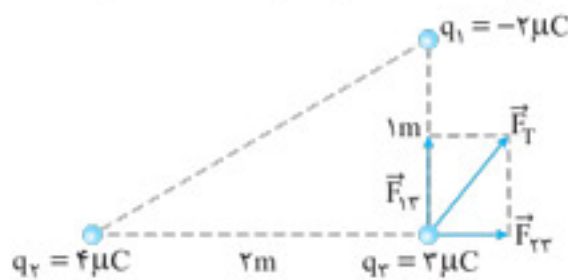
۴. الف) پارامغناطیسی (۰/۲۵) / ب) فرومغناطیسی سخت (۰/۲۵) /
پ) دیامغناطیسی (۰/۲۵) / ت) عمود بر هم (۰/۲۵)

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{rr} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{r^2} = 27 \times 10^{-3} \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$F_{rr} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{r^2} = 54 \times 10^{-3} \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{rr} + \vec{F}_{rr} = (27 \times 10^{-3} \text{ N})\vec{i} + (54 \times 10^{-3} \text{ N})\vec{j} \quad (۰/۲۵)$$



۶. الف) افزایش (۰/۲۵) / ب) افزایش (۰/۲۵) / پ) مثبت (۰/۲۵) / ت) منفی (۰/۲۵)

$$E = k \frac{q}{r^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$E_A = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9}}{r^2} = 36 \text{ N/C} \quad (۰/۲۵)$$

$$E_B = \frac{9 \times 10^9 \times 27 \times 10^{-9}}{r^2} = 27 \text{ N/C} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B = (-36 \text{ N/C})\vec{i} + (27 \text{ N/C})\vec{j} \quad (۰/۲۵)$$

$$E = \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = \sqrt{36^2 + 27^2} = 45 \text{ N} \quad (۰/۲۵)$$

۸. با توجه به واحدهای داده شده چون واحد صورت با مخرج ساده می شود، نیازی به تبدیل واحد نیست.

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

$$U_1 = \frac{q^2}{2 \times 15} \quad (۰/۲۵), \quad U_2 = \frac{(q+2)^2}{2 \times 15} \quad (۰/۲۵)$$

$$U_2 - U_1 = 0/9 \Rightarrow \frac{q^2 + 4q + 4 - q^2}{2 \times 15} = 0/9 \Rightarrow 4q + 4 = 6 \Rightarrow q = 2 \text{ mC} \quad (۰/۲۵)$$

اکنون بار q_1 را در معادله U_1 جای گذاری می کنیم:

$$U_1 = \frac{3^2}{2 \times 15} \quad (۰/۲۵) = 0/3 \text{ J} = 300 \text{ mJ} \quad (۰/۲۵)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (۰/۲۵) \quad \frac{A = \pi r^2}{\rho_r = \rho_1} \rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho \frac{L_r}{r_r^2}}{\rho \frac{L_1}{r_1^2}} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{R_r}{R_1} = \frac{L_1 \times r_1^2}{L_r \times \frac{1}{4} r_1^2} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = 4 \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{1,2} = 2 \Omega \quad (۰/۲۵)$$

$$R_{1,2} \Rightarrow R_{eq} = 2 + 2 = 4 \Omega \quad (۰/۲۵) \text{ به صورت متوالی است.}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow 1000 \times 10^{-4} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 200 \times I}{6} \quad (۰/۲۵)$$

$\Rightarrow I = 2500 \text{ A} \quad (۰/۲۵)$
۱۵. باتوجه به جهت جریان القایی وقانون لنز (۰/۲۵)، همچنین جهت اصلی $\vec{B}$ سیملوله و القایی $\vec{B}$ در حلقه می توان دریافت که شار در حال افزایش است؛ بنابراین جهت حرکت سیملوله به سمت حلقه است. (۰/۲۵)

۱۶. ابتدا شار مغناطیسی را در دو حالت زیر بررسی کرده و سپس تغییرات شار را محاسبه می کنیم:

$$\Phi_1 = 0/5 \times 20 \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ = 10 \times 10^{-4} \text{ Wb} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Phi_2 = 0/3 \times 20 \times 10^{-4} \times \cos 180^\circ = -6 \times 10^{-4} \text{ Wb} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (-6 \times 10^{-4}) - (10 \times 10^{-4}) = -16 \times 10^{-4} \text{ Wb} \quad (۰/۲۵)$$

بزرگی نیروی محرکه القایی را مطابق رابطه زیر به دست می آوریم:

$$|\mathcal{E}_{av}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \quad (۰/۲۵) = \left| -200 \times \frac{-16 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-1}} \right| \Rightarrow \mathcal{E}_{av} = 1/6 \text{ V} \quad (۰/۲۵)$$

$$\frac{T}{4} = \frac{1}{4} \Rightarrow T = 1 \text{ s} \quad (۰/۲۵)$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (۰/۲۵) \Rightarrow \mathcal{E} = 20 \sin 2\pi t \quad (۰/۲۵)$$

$$\mathcal{E}_m = R I_m \Rightarrow 20 = 4 \times I_m \Rightarrow I_m = 5 \text{ A} \quad (۰/۲۵) \quad (ب)$$

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \xrightarrow{T=1 \text{ s}} I = 5 \sin 2\pi t \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow I = 5 \sin(2\pi \times \frac{3}{4}) = -5 \text{ A} \quad (۰/۲۵)$$

پاسخ امتحان شماره ۷ - نوبت دوم

۱. الف) درست (۰/۲۵) / ب) نادرست (۰/۲۵): با ایجاد میدان الکتریکی درون رسانا، الکترون ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور آهسته سوق می یابند که این موجب برقراری جریان در رسانا می شود؛ اما اندازه سرعت سوق در یک رسانا بسیار کمتر از سرعت کاتوره ای الکترون های آزاد است. / پ) درست (۰/۲۵) / ت) نادرست (۰/۲۵): در مولدهای صنعتی، پیچه ساکن اند و آهنربای الکتریکی در آن ها می چرخند.

۲. الف) قلع (۰/۲۵) / ب) یکنواخت (۰/۲۵) / پ) نمی شود (۰/۲۵)

۳. الف) طبق رابطه $C = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d}$ ، با افزایش d ، ظرفیت خازن کاهش می یابد (۰/۲۵)؛ چون خازن از باتری جدا است، بار آن ثابت است (۰/۲۵)؛ بنابراین رابطه $C = \frac{Q}{V}$ ، با کاهش ظرفیت خازن، عدد ولت سنج افزایش می یابد. (۰/۲۵)

ب) شیشه (۰/۲۵)؛ زیرا شیشه الکترون از دست داده و مثبت می شود و سرب الکترون گرفته و منفی می شود و پس از نزدیک کردن میله سربی به کلاهک چون بار میله با بار ورقه ها هم نام است، یکدیگر را دفع کرده و ورقه ها از هم دورتر می شوند. (۰/۲۵)

پ) سیم اتصال به زمین (ارت)، وسایل برقی را به زمین متصل می کند که باعث جذب الکترون های اضافی و هدایت آن ها به زمین می شود (۰/۲۵)؛ در نتیجه کابل های زمین را در برابر شوک الکتریکی ناشی از نشتی جریان، محافظت می کند. (۰/۲۵)

ت) ۱. یک آهنربا با قطب های مشخص را به یکی از قطب های آن نزدیک می کنیم. اگر جاذبه ایجاد شد، قطب ها ناهم نام و اگر دافعه ایجاد شد، قطب ها هم نام هستند. (۰/۲۵) ۲. آهنربا را از وسط آن با نخ آویزان می کنیم. پس از مدتی آهنربا در راستای شمال - جنوب مغناطیسی زمین قرار می گیرد. (۰/۲۵)

مجموعه کتاب‌های
فیزیک

رشته تجربی

خلاصه کیسولی

فیزیک ۲

مرور سریع مطالب کتاب درسی:

- مفاهیم • فرمول‌ها • یکاها
- نمودارها • تصاویر • نکات امتحانی

۱ x ۳

ویژگی نهایی
۱۴۰۵

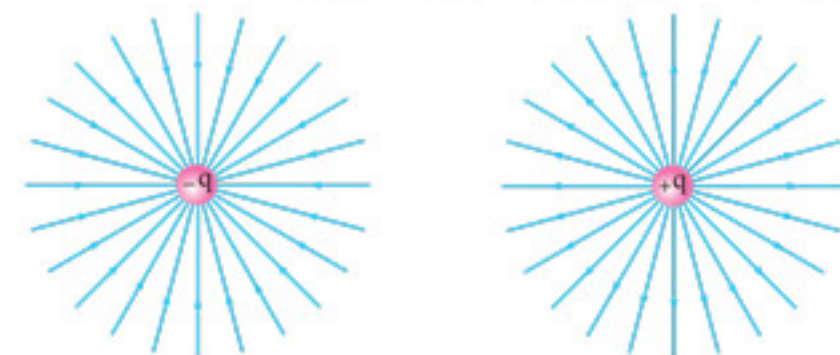


میدان الکتریکی

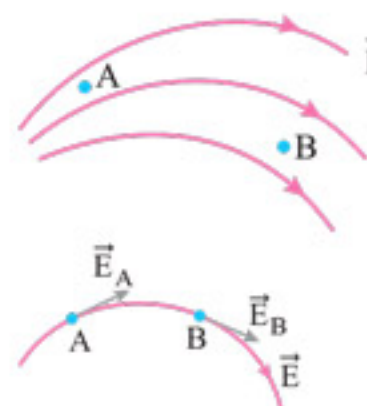
خاصیتی است در اطراف بار الکتریکی که به سبب آن به بارهای الکتریکی موجود در این فضا، نیرو وارد می‌کند.

ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

۱ خطوط میدان از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شوند.



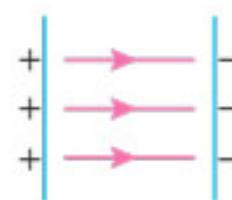
۲ تراکم خطوط میدان در یک محل، نشان دهنده قوی‌تر بودن میدان در آن جا است.
 $E_A > E_B$



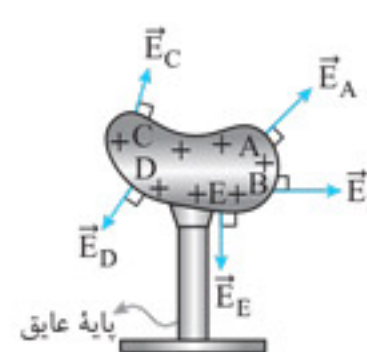
۳ خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

۴ بردار میدان الکتریکی، مماس بر خطوط میدان در آن نقطه و هم جهت با آن است.

۵ اگر خطوط میدان الکتریکی، موازی، هم فاصله و هم جهت باشند، میدان الکتریکی یکنواخت است.

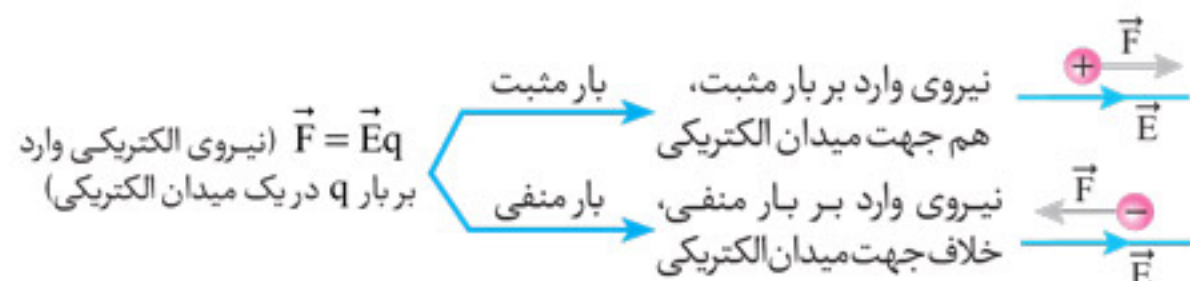


۶ میدان الکتریکی در داخل رسانای باردار برابر صفر و بردار میدان در هر نقطه از سطح رسانا بر سطح خارجی جسم رسانا عمود است.



روابط میدان الکتریکی

میدان بار q (N/C)
 $E = \frac{k|q|}{r^2}$
 اندازه بار تولیدکننده میدان (C) → q
 فاصله نقطه‌ای از فضا تا بار تولیدکننده میدان (m) → r



نقطه صفر شدن برابری میدان‌های الکتریکی

• اگر دو بار الکتریکی همنام باشند، آن نقطه بین دو بار، نزدیک به بار کوچک‌تر (به لحاظ اندازه) و روی خط واصل دو بار قرار دارد.

• اگر دو بار الکتریکی ناهمنام باشند، آن نقطه خارج از دو بار، نزدیک به بار کوچک‌تر (به لحاظ اندازه) و روی خط واصل دو بار قرار دارد.

انرژی پتانسیل الکتریکی (U) و پتانسیل الکتریکی (V)

روابط

زاویه بین نیروی الکتریکی و جابه‌جایی بار
 $\Delta U = -W_E = -E|q|d \cos \theta$
 تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی (J) ← ΔU
 اندازه بار (C) → q
 اندازه میدان (N/C) → E
 جابه‌جایی (m) → d
 زاویه بین نیروی الکتریکی و جابه‌جایی بار (°) → θ
 کار میدان (J) → W_E

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بر حسب ژول (J) → ΔU
 اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب (V) → ΔV
 اندازه بار (C) → q
 جابه‌جایی (m) → d
 زاویه بین نیروی الکتریکی و جابه‌جایی بار (°) → θ
 کار میدان (J) → W_E

نکته در این رابطه، بار q را با قید علامت به کار می‌بریم.

روابط ترکیب الکتریسیته ساکن و قضیه کار - انرژی جنبشی

$K_2 - K_1 = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) = W_E$, $W_E = -\Delta U$

اختلاف پتانسیل باتری

نکته اختلاف پتانسیل باتری همواره ثابت و مثبت است. پایانه منفی - پایانه مثبت $V_{\text{باتری}}$

تعیین علامت انرژی و پتانسیل الکتریکی

انرژی پتانسیل U (الف) جابه‌جایی بار در جهتی که تمایل دارد. ← کاهش انرژی پتانسیل
 (ب) جابه‌جایی بار در خلاف جهتی که تمایل دارد. ← افزایش انرژی پتانسیل

پتانسیل V (الف) جابه‌جایی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی ← افزایش پتانسیل الکتریکی
 (ب) جابه‌جایی در جهت خطوط میدان الکتریکی ← کاهش پتانسیل الکتریکی

نکته اگر عمود بر میدان الکتریکی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند و تغییر نمی‌کنند.

خازن وظیفه خازن، ذخیره بار و انرژی الکتریکی است و مزیت آن نسبت به باتری، آهنگ بسیار بیشتر انتقال انرژی الکتریکی است.

ظرفیت خازن نسبت بار به ولتاژ یک خازن $C = \frac{Q}{V}$
 مقدار ثابت است و آن را ظرفیت خازن می‌نامند. اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن (V) → V
 بار یکی از صفحات خازن (C) → Q
 ظرفیت خازن (فاراد) → C

رابطه ظرفیت خازن بر اساس ویژگی‌های ساختمان آن

ثابت دی‌الکتریک ϵ_r
 $C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$
 مساحت یکی از صفحات خازن (m²) → A
 فاصله بین دو صفحه خازن (m) → d
 ثابت گذردهی الکتریکی خلأ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
 ظرفیت خازن (فاراد) → C

تذکر $K_{\text{خلأ}} = K_{\text{هوا}} = 1$

نکته ۱ باردار شدن خازن تا زمانی ادامه می‌یابد که اختلاف پتانسیل آن با اختلاف پتانسیل باتری متصل به آن برابر شود.

نکته ۲ اگر خازن متصل به باتری باشد، اختلاف پتانسیل آن ثابت است و اگر جدا از باتری باشد، بار ثابت دارد.

انرژی خازن

$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} QV$

نکته ۱ انرژی که باتری به بار الکتریکی می‌دهد، $\Delta V \times Q = U_{\text{باتری}}$ است؛ اما انرژی ذخیره شده در خازن $U = \frac{1}{2} QV$ است که برابر با نصف انرژی داده شده به خازن است.

نکته ۲ توان تخلیه انرژی خازن، در واقع آهنگ تخلیه انرژی خازن است.

$P = \frac{U}{t}$