مقدمه

سلام قهرمان

پایهٔ یازدهم شـــوخی‌بردار نیست! 😎 چون معدل همین سال، ٪۲۰ از نتیجهٔ کنکورت رو می‌سازه. هر امتحان نهایی مثل یه مرحله از کنکوره و ما اینجاییم تا توی هر مرحله بدرخشی و نمرهٔ 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 نمرهٔ ۲۰ نمی‌گیری، بلکه استاد امتحان نهایی می‌شی و جلوی همهٔ 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، دفترچهٔ کاربرگ امتحانی و خلاصه کپسولی است.

کتاب پرسؤال

- درسنامه‌های کامل: هر نکتهٔ 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 نمیفته! همه امتحانات نهایی برگزارشده در سال‌های قبل + بهترین سؤالات تألیفی که دقیقاً شبیه امتحان نهایی هست، برای تو آماده شدن تا حلشون کنی!
- پاسخ‌نامهٔ 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 شدهٔ اخیر برات گردآوری شده، تا وقتی میری سر جلسهٔ 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 نتیجهٔ 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، پانیذ امینی و نرجس اسماعیلی، برای مشارکت مؤثر در تألیف و طراحی سؤالات.

در نهایت از شما خوانندهٔ عزیز که این کتاب را انتخاب کرده‌اید، سپاسگزاریم. اعتماد شما ارزش تمام تلاش‌هایمان را دوچندان می‌کند.

ارادتمند شما

فهرست

فصل اول:
الکتریسیتهٔ ساکن

درس‌نامه و سؤالات امتحانی ۵
پاسخ‌نامه ۱۸۰

فصل دوم:
جریان الکتریکی و...

درس‌نامه و سؤالات امتحانی ۵۵
پاسخ‌نامه ۱۹۷

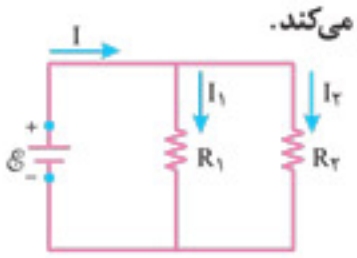
فصل سوم:
مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

درس‌نامه و سؤالات امتحانی ۱۰۳
پاسخ‌نامه ۲۱۳

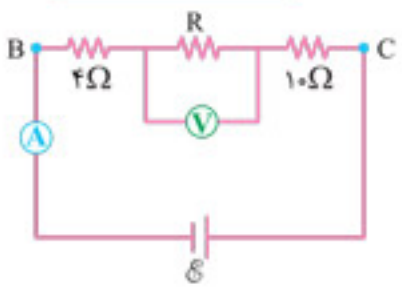
۵۰۵. در شکل زیر، یک باتری آرمانی اختلاف پتانسیل $\mathscr{E} = 12\ V$ را به دو سر مقاومت‌های $R_1 = 4/0\ \Omega$ و $R_2 = 6/0\ \Omega$ اعمال می‌کند.

الف) جریان عبوری از هر مقاومت را حساب کنید.

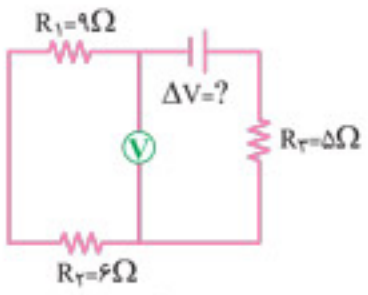
ب) جریانی که از باتری می‌گذرد چه‌قدر است؟



۵۰۶. اگر در شکل مقابل، آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل به‌ترتیب $12\ A$ و $24\ V$ را نشان دهند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ 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)

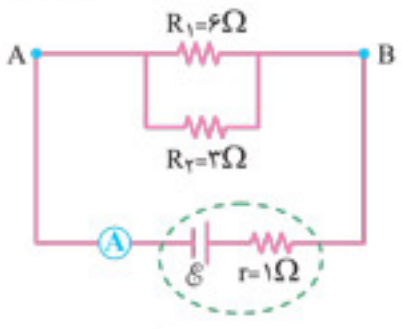


۵۰۸. در مدار شکل زیر، مقاومت درونی باتری 1Ω و آمپرسنج ایده‌آل جریان $3\ A$ را نشان می‌دهد. در این‌صورت:

الف) شدت جریان در هر مقاومت را محاسبه کنید.

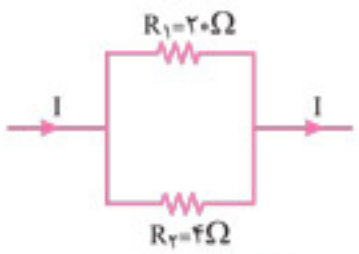
ب) نیروی محرکهٔ مولد چند ولت است؟

(امتحان نهایی)

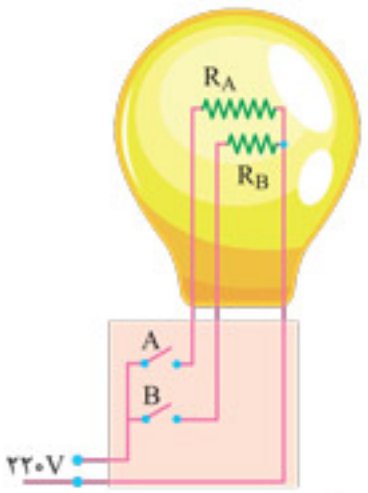


۵۰۹. سه مقاومت مساوی R را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌صورت موازی به هم می‌بندیم و هر بار دو سر مجموعه را به مداری با نیروی محرکهٔ $\mathscr{E}$ و مقاومت درونی $r = R$ وصل می‌کنیم. نسبت جریان در مدار در حالت متوالی به حالت موازی چه‌قدر است؟ (امتحان نهایی)

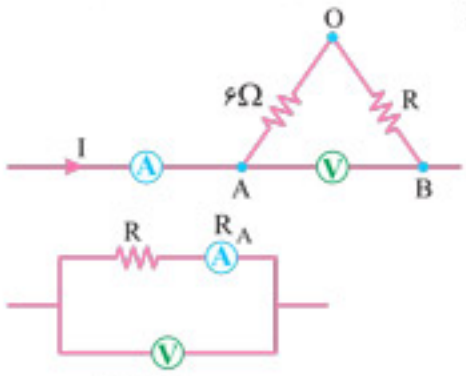
۵۱۰. در شکل مقابل، قسمتی از یک مدار را مشاهده می‌کنید. اگر توان مصرفی در مقاومت R_1 برابر $5\ W$ باشد، شدت جریان کل مدار را به دست آورید. (امتحان نهایی)



۵۱۱. مطابق شکل یک لامپ سه راههٔ $220\ V$ دو فیلامنتی برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. اگر کمترین و 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؟

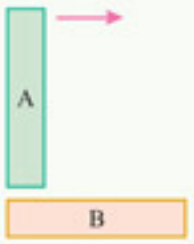


۵۱۳. +۲۰ شکل مقابل، بخشی از یک مدار است که برای اندازه‌گیری مقاومت R ساخته شده است. ولت‌سنج $24\ V$ و آمپرسنج غیرایده‌آل $0/2\ A$ را نشان می‌دهد. اگر مقاومت الکتریکی آمپرسنج 1Ω باشد، مقاومت R چند اهم است؟

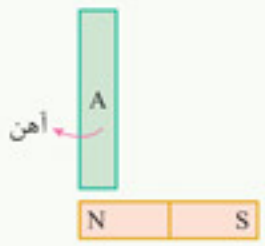
فصل سوم

مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

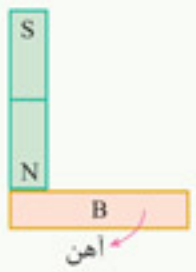
جواب مطابق شکل، ابتدا سر میلهٔ A را به سر میلهٔ B نزدیک می‌کنیم. حال میلهٔ A را بر روی میلهٔ B حرکت می‌دهیم. دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد:



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



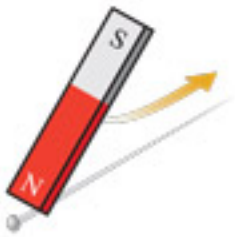
حالت دوم اگر با حرکت میلهٔ A به سمت وسط میلهٔ B ، نیروی جاذبهٔ بین دو میله تغییر نکند و دو میله به هم چسبیده باقی بمانند، میلهٔ B ،آهن و میلهٔ A ، آهنربا است.



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 اولیهٔ سوزن با آهنربا دارای قطب همنام و محل جداشدن آهنربا از سوزن دارای قطب ناهمنام با آهنربا خواهد بود.



نکته: اگر آهنربا را به‌صورت رفت‌وبرگشتی بکشیم، سوزن تبدیل به آهنربا نمی‌شود؛ بنابراین آهنربا باید چندین بار در یک جهت روی سوزن کشیده شود.

قطب‌نما و عقربهٔ 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، عقربهٔ 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

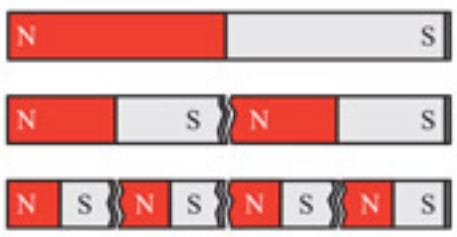
هنگامی که آهنربا را به یک قطعهٔ آهنی (مانند سوزن یا میخ) نزدیک می‌کنیم، آهنربا خاصیت مغناطیسی را در قطعه طوری القا می‌کند که قسمت نزدیک‌تر قطعه به آهنربا، تبدیل به قطب مخالف آهنربا شود؛ بنابراین قطعه تبدیل به یک آهنربای موقت می‌شود و جذب آهنربا خواهد شد. به این پدیده القای مغناطیسی گفته می‌شود.

دوقطبی مغناطیسی

اگر یک آهنربا را از وسط به دو نیم تقسیم کنیم، آیا دو قطب مجزا خواهیم داشت؟

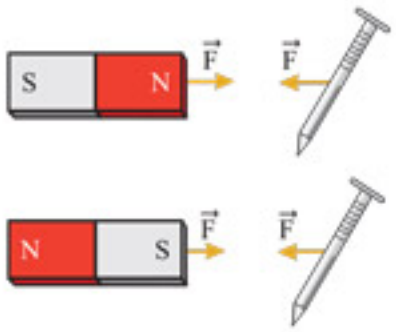
پاسخ منفی است. هنگامی که یک آهنربا را به دو یا چند قسمت تقسیم کنیم، هر قسمت به‌طور جداگانه دارای دو قطب N و S خواهد شد.

در واقع برعکس بارهای الکتریکی مثبت و منفی که مجزا و جدا از هم در طبیعت وجود دارند، قطب‌های مغناطیسی N و S به‌تنهایی در طبیعت یافت نمی‌شوند و همواره به‌صورت زوج و با هم وجود دارند؛ بنابراین هیچ‌گاه تک‌قطبی 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 واسطهٔ 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.

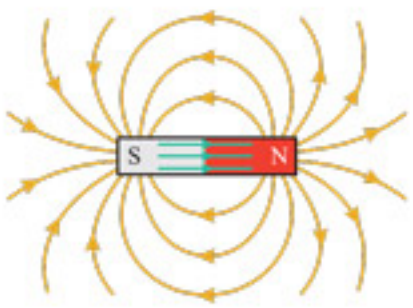
میدان مغناطیسی کمیت برداری و فرعی است و آن را با نماد $\vec{B}$ نشان می‌دهند.

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

خطوط میدان مغناطیسی

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

ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی



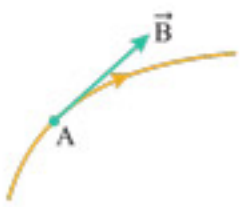
۱ خطوط میدان مغناطیسی خارج از آهنربا، از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند؛ اما داخل آهنربا از S به N خواهد بود.

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

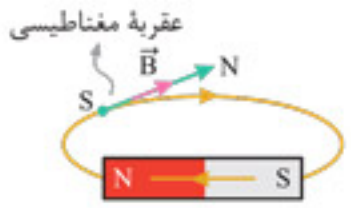
آهنربا و میدان مغناطیسی

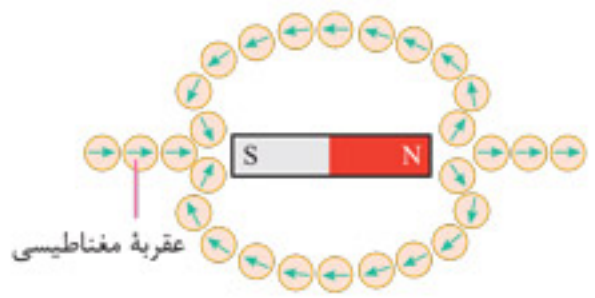
دو ذرهٔ باردار و میدان الکتریکی

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

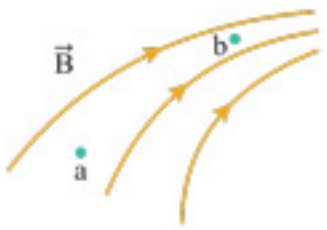


توجه: عقربهٔ مغناطیسی همواره به‌گونه‌ای جهت‌گیری می‌کند که در راستای بردار میدان مغناطیسی و هم‌جهت با آن باشد.





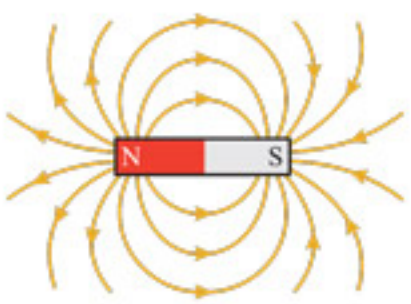
۳ در هر ناحیه‌ای که خطوط میدان متراکم‌تر باشند، میدان در آن ناحیه قوی‌تر است.



$B_b > B_a$

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

۴ خطوط میدان مغناطیسی هرگز همدیگر را قطع نمی‌کنند.



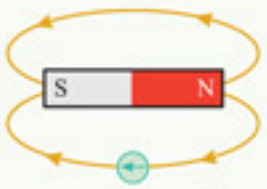
سؤال یک قطب‌نما را در نقطهٔ A قرار می‌دهیم. با توجه به جهت‌گیری عقربهٔ مغناطیسی در شکل زیر؛

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

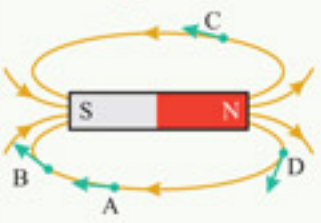
ب) اگر روی مسیر نشان داده‌شده، قطب‌نما را به‌آرامی حرکت دهیم، پس از یک دور چرخش کامل قطب‌نما، عقربه چند درجه می‌چرخد؟

(مشابه فعالیت کتاب درسی)

جواب الف) ابتدا خطوط میدان را برای آهنربا رسم می‌کنیم. با توجه به این‌که عقربهٔ مغناطیسی در هر نقطه هم‌جهت با بردار میدان مغناطیسی است؛ پس سمت راست میله باید قطب N و سمت چپ میله باید قطب S آهنربا باشد.

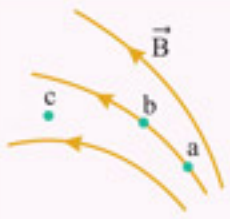


ب) با توجه به قطب‌های آهنربا ابتدا خطوط میدان مغناطیسی را رسم می‌کنیم. اگر جهت عقربه را در چهار نقطهٔ A ، B ، C و D (به‌طور دلخواه) رسم کنیم، می‌بینیم وقتی خود قطب‌نما را 360° بچرخانیم، عقربهٔ داخل آن 720° می‌چرخد.



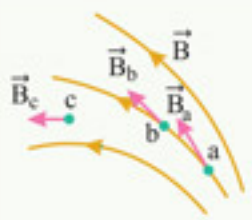
نتیجه: همواره مقدار چرخش عقربهٔ مغناطیسی، ۲ برابر مقدار چرخش قطب‌نما است.

سؤال خطوط میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای 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.



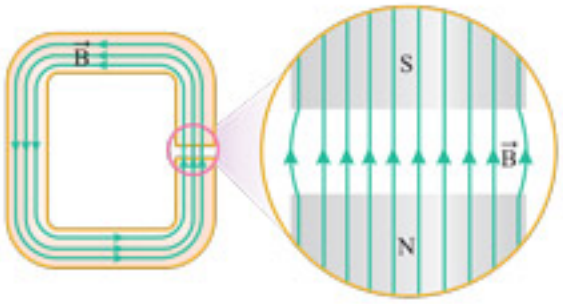
جواب با توجه به این‌که در هر محدوده‌ای که خطوط متراکم‌تر هستند باید میدان قوی‌تر باشد؛ بنابراین $\vec{B}_a > \vec{B}_b > \vec{B}_c$.

برای رسم بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه، باید بردار ی مماس بر خطوط میدان مغناطیسی و هم‌جهت با آن رسم کنیم.



میدان مغناطیسی یکنواخت

اگر در ناحیه‌ای از فضا اندازه و جهت خطوط میدان مغناطیسی ثابت باشد به آن میدان، میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گویند؛ بنابراین در میدان مغناطیسی یکنواخت، خطوط میدان موازی، هم‌جهت و هم‌فاصله هستند.

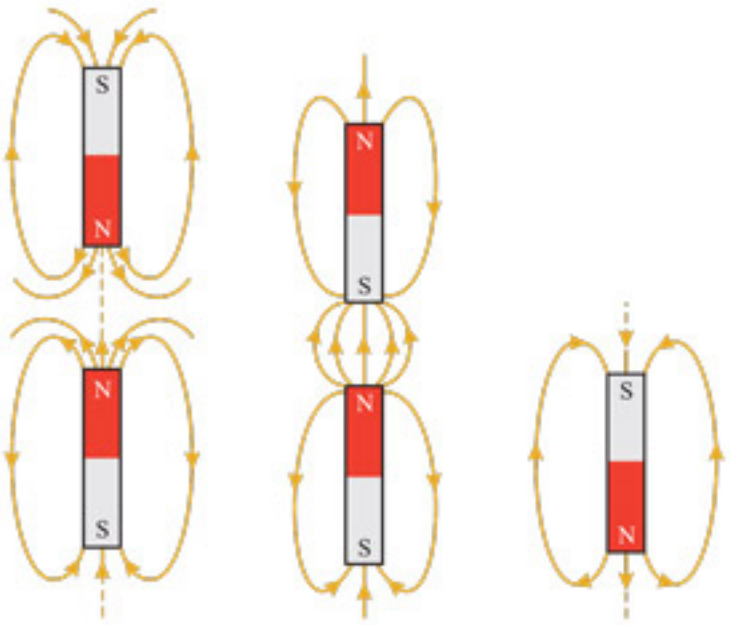


ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیهٔ بزرگی از فضا بسیار دشوار است؛ اما در ناحیهٔ کوچکی از فضا مانند ناحیهٔ بین قطب‌های آهنربای شکل روبه‌رو، می‌توان میدان مغناطیسی یکنواخت تولید کرد. در فضای بین قطب‌های این آهنربا و دور از لبه‌ها خطوط میدان مغناطیسی موازی، هم‌فاصله و هم‌جهت هستند؛ بنابراین میدان مغناطیسی یکنواخت است.

● مشاهدهٔ خطوط میدان مغناطیسی آهنربا

اگر مطابق شکل (الف) یک یا چند آهنربا را روی یک صفحهٔ مقوایی بگذاریم و روی صفحه، برادهٔ آهن بریزیم؛ سپس چند ضربه به صفحهٔ مقوایی بزنیم، مشاهده می‌شود که براده‌های آهن در جهت میدان مغناطیسی آهنربا قرار می‌گیرند. از این رو می‌توان از این آزمایش برای رسم خطوط میدان مغناطیسی آهنربا مطابق شکل (ب) استفاده کرد.

الف) قرارگیری براده‌های آهن در سه وضعیت متفاوت اطراف آهنربا

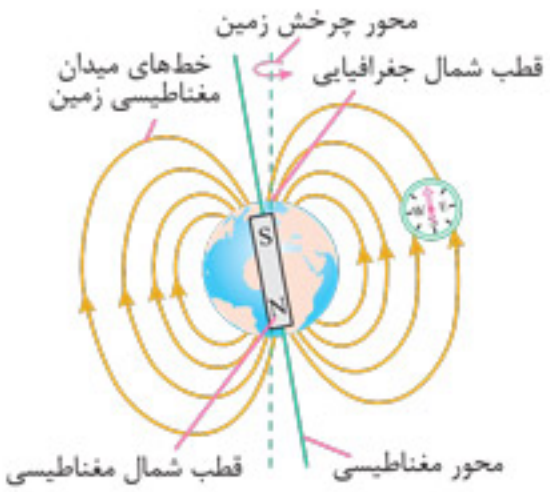


ب) تصویر مدل‌سازی شدهٔ خطوط میدان از شکل (الف)

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 کرهٔ 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، به‌طور کامل وارون می‌شود.
- قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی منطبق نیستند و فاصلهٔ نسبتاً زیادی از هم دارند؛ مثلاً قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصلهٔ ۱۸۰۰ کیلومتری از قطب شمال جغرافیایی قرار دارد و این یعنی عقربهٔ 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 به‌صورت آویزان نگه داریم، آهنربا تقریباً در راستای شمال ـ جنوب جغرافیایی قرار می‌گیرد و قطب N آهنربا، نشان‌دهندهٔ قطب شمال جغرافیایی کرهٔ 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

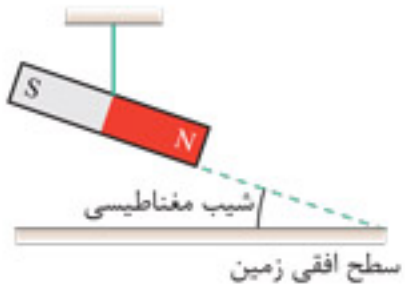
رو به عقب ← جنوب

نکته: ۱ برای رسم برداری که به سمت داخل صفحه است، از نماد درون‌سو (⊗) و برای رسم برداری که به سمت بیرون صفحه است، از نماد برون‌سو (⊙) استفاده می‌کنند.

۲ فرض ما برای حل سؤالات این است که، نماد درون‌سو نشان‌دهندهٔ جهت شمال جغرافیایی و نماد برون‌سو نشان‌دهندهٔ جهت جنوب جغرافیایی است.

توجه: در سؤال‌هایی که میدان مغناطیسی، میدان مغناطیسی زمین فرض می‌شود، باید آن را در جهت شمال (درون صفحه ⊗ (درون‌سو)) فرض کنیم.

● **شیب مغناطیسی:** وقتی یک آهنربای سبک را آویزان می‌کنیم، در بیشتر نقاط زمین، به‌طور 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.

بسته ۷ پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

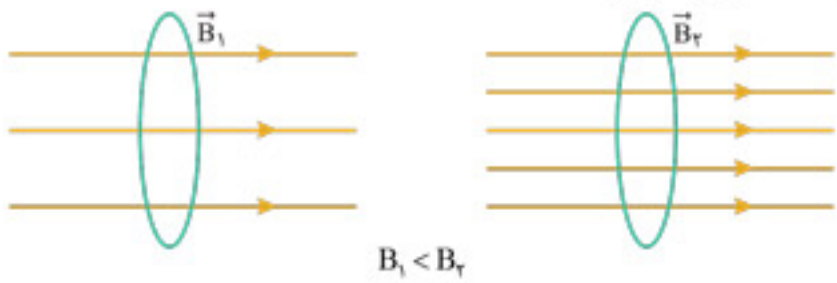
در فصل قبل دیدیم که با عبور جریان الکتریکی از یک سیم، در اطراف آن میدان مغناطیسی تولید می‌شود. در این فصل می‌خواهیم برعکس این پدیده، یعنی تولید جریان الکتریکی توسط میدان مغناطیسی را بررسی کنیم که به این پدیده، القای الکترومغناطیسی و جریان تولیدشده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

شار مغناطیسی

در علم فیزیک برای نشان‌دادن 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.

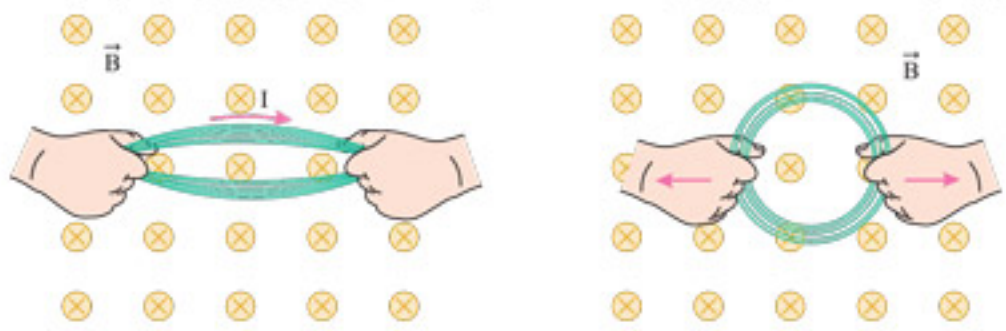
عوامل مؤثر بر شار مغناطیسی

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.

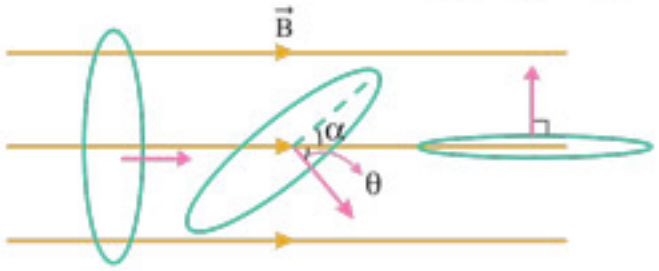


$B_1 < B_2$

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 نیم‌خط عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان مغناطیسی پیچه، تعداد خطوط مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر می‌کند، به‌گونه‌ای 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.



برای به دست آوردن شار مغناطیسی از رابطهٔ مقابل استفاده می‌کنیم: $\Phi = BA\cos\theta$

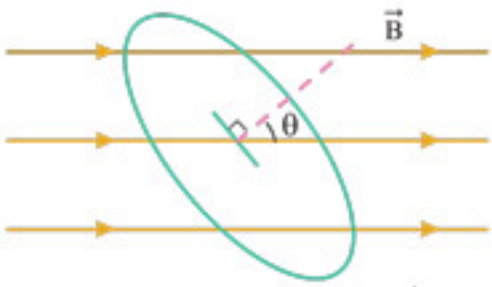
Φ : شار مغناطیسی برحسب وِبِر (Wb)

B: اندازهٔ میدان مغناطیسی برحسب تسلا (T)

A: مساحت حلقه برحسب متر مربع (m^2)

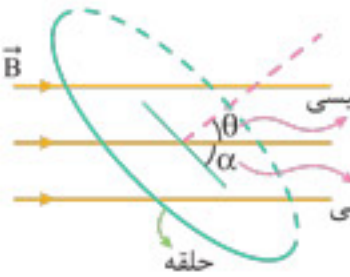
θ : زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و بردار میدان مغناطیسی

نکته: ۱ در فیزیک برای تعیین جهت بردار سطح، به‌صورت قراردادی نیم‌خطی عمود بر حلقه رسم می‌شود، به‌گونه‌ای که از سطح حلقه خارج شده و بر آن عمود است.



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

۲ اگر در سؤالی زاویهٔ بین سطح حلقه و خطوط میدان مغناطیسی (α) مطرح شود، می‌توانیم بنویسیم: $\alpha+\theta=90^\circ \Rightarrow \theta=90^\circ-\alpha$



زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و خطوط میدان مغناطیسی

زاویهٔ بین سطح حلقه و خطوط میدان مغناطیسی

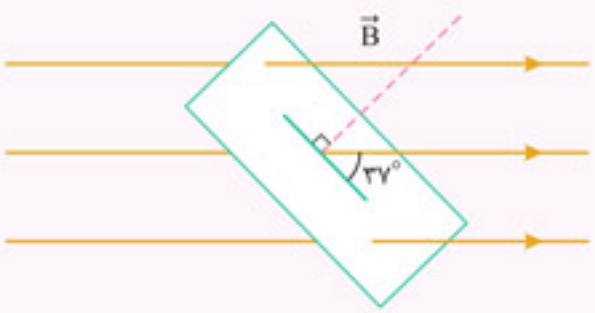
سؤال یک قاب مستطیل‌شکل به ابعاد $20\,cm \times 30\,cm$ به‌گونه‌ای در یک میدان مغناطیسی قرار گرفته است که نیم‌خط عمود بر سطح قاب با میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0/01\,T$، زاویه‌ای برابر 60° درجه می‌سازد. شار مغناطیسی عبوری از قاب را حساب کنید. $(\cos 60^\circ = 0/5)$

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

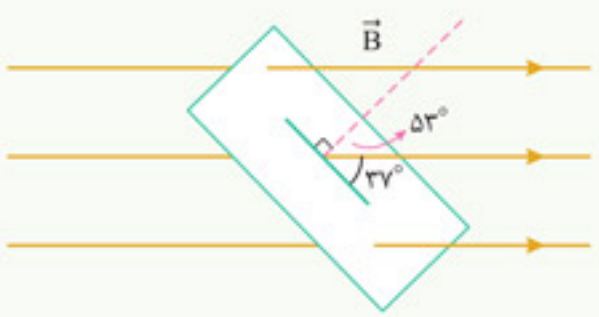
$$A = 20 \times 30 = 600\,cm^2 = 0/06\,m^2$$

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[A = 0/06\,m^2,\ \theta = 60^\circ]{B = 0/01\,T} \Phi = 0/01 \times 0/06 \times \overset{0/5}{\cancel{\cos 60^\circ}} = 3 \times 10^{-4}\,Wb$$

سؤال با توجه به شکل زیر، یک قاب مستطیل‌شکل رسانا به ابعاد $4\,cm \times 2/5\,cm$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $30\,G$ قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند وبر است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8,\ \cos 53^\circ = 0/6)$



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



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

در مرحلهٔ بعدی مساحت قاب را به دست می‌آوریم و سپس طبق رابطهٔ شار مغناطیسی داریم:

$$A = 2/5 \times 4 = 10\,cm^2 = 0/001\,m^2$$

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[A = 10^{-3}\,m^2,\ \theta = 53^\circ]{B = 30\,G = 30 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-3}\,T} \Phi = 3 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times \overset{0/6}{\cancel{\cos 53^\circ}} = 18 \times 10^{-7}\,Wb$$

تغییرات شار مغناطیسی

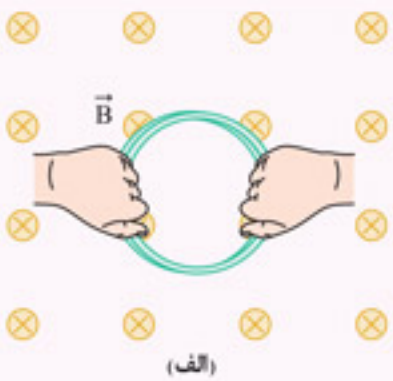
هنگامی شار مغناطیسی تغییر می‌کند که یکی از عوامل مساحت (A)، بزرگی میدان مغناطیسی (B) و یا زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر حلقه و خطوط میدان مغناطیسی (θ) تغییر کند.

۱ **تغییر بزرگی میدان (ΔB):**
$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = B_2 A\cos\theta - B_1 A\cos\theta = (B_2 - B_1)A\cos\theta \Rightarrow \Delta\Phi = \Delta B\, A\cos\theta$$

۲ **تغییر مساحت (ΔA):**
$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = BA_2\cos\theta - BA_1\cos\theta = B(A_2 - A_1)\cos\theta \Rightarrow \Delta\Phi = B\,\Delta A\cos\theta$$

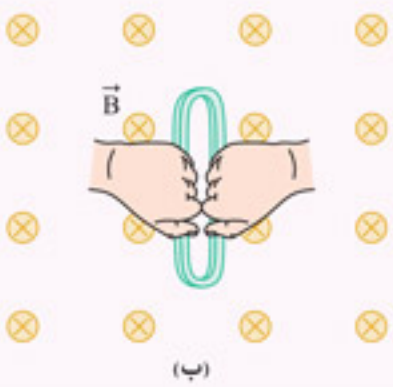
۳ **تغییر زاویه:** این قسمت را در بخش جریان متناوب به‌طور مفصل بررسی خواهیم کرد.

سؤال الف) مطابق شکل (الف) حلقه‌ای به مساحت $25\,cm^2$ درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به اندازهٔ $0/03\,T$ 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 رابطهٔ شار مغناطیسی می‌توان نوشت:

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[A_1 = 25\,cm^2]{B = 0/03\,T,\ \theta = 0^\circ} \Phi = 0/03\times 25\times 10^{-4}\times \cos 0^\circ = 75\times 10^{-6}\ Wb$$

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

$$\Delta\Phi = B\Delta A\cos\theta \xrightarrow[A_1=25\,cm^2,\ A_2=10\,cm^2]{B = 0/03\,T,\ \theta = 0^\circ} \Delta\Phi = 0/03\times(10-25)\times 10^{-4}\times\cos 0^\circ = -45\times 10^{-6}\ Wb$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش شار است.

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، اندازهٔ میدان به $0/1\ T$ برسد، تغییرات شار مغناطیسی درون قاب چند وبر است؟**

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

$$\Delta\Phi = \Delta BA\cos\theta \xrightarrow[A = 0/5\,m^2,\ \theta = 0^\circ]{B_2 = 0/1\,T,\ B_1 = 0/4\,T} \Delta\Phi = (0/1-0/4)\times 0/5\times\cos 0^\circ = -0/15\,Wb$$

شار به اندازهٔ $0/15\ Wb$ کاهش یافته است.

سؤالات امتحانی

سؤالات جای خالی

جمله‌های 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 می‌شود.

۸۲۳. هرگاه سطح حلقه ..... خطوط میدان مغناطیسی باشد، شار عبوری از حلقه کمینه می‌شود.

۸۲۴. کاهش زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی با نیم‌خط عمود بر سطح، باعث ..... شار مغناطیسی می‌شود.

۸۲۵. به کمیتی که نشان‌دهندهٔ تعداد خطوط میدان مغناطیسی عبوری از یک رساناست، ..... می‌گویند.

۸۲۶. شار مغناطیسی را با نماد Φ نشان می‌دهند 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 حلقهٔ بسته، هنگامی به بیشترین مقدار خود می‌رسد که سطح حلقه نسبت به میدان (عمود / موازی) باشد.

۸۲۹. شار مغناطیسی کمیتی (نرده‌ای / برداری) است.

۸۳۰. شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با افزایش تعداد حلقه‌ها (زیاد می‌شود / ثابت می‌ماند).

۸۳۱. یکای شار مغناطیسی در SI (تسلا در متر مربع / تسلا) است.

۸۳۲. اگر زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر صفحهٔ یک حلقهٔ رسانا و خطوط میدان مغناطیسی کوچک‌تر از 90° باشد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه (مثبت / منفی) است.

۸۳۳. اگر سطح حلقهٔ رسانا (عمود بر / موازی با) خطوط میدان مغناطیسی باشد، شار مغناطیسی عبوری از حلقه کمینه می‌شود.

۸۳۴. شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه، هنگامی بیشینه است که خط‌های میدان (عمود بر / موازی با) سطح پیچه باشد. (امتحان نهایی)

سؤالات درست و نادرست

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

۸۳۵. شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه با بزرگی میدان مغناطیسی نسبت مستقیم و با کسینوس زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح حلقه و راستای خطوط میدان مغناطیسی، نسبت وارون دارد.

۸۳۶. شار مغناطیسی یک کمیت نرده‌ای است که از رابطهٔ $\Phi = \Phi_m\cos\theta$ به دست می‌آید.

۸۳۷. در صورتی‌که زاویهٔ بین نیم‌خط 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 حلقهٔ رسانا همواره مثبت است.

۸۳۹. علامت شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه به انتخاب جهت نیم‌خط 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؟

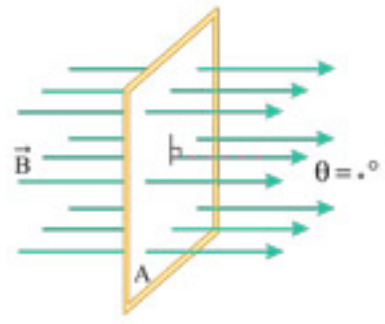
مسائل

۸۴۲. الف) مطابق شکل (۱)، سطح حلقهٔ 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. (مشابه مثال کتاب درسی)

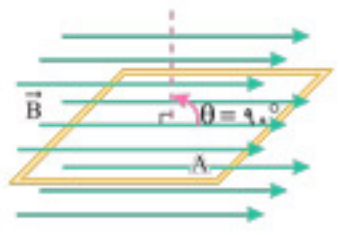
ب) اگر مطابق شکل (۲) حلقه را بچرخانیم به‌طوری که سطح حلقه موازی با خط‌های میدان مغناطیسی شود، شار مغناطیسی عبوری از آن چه‌قدر می‌شود؟

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 بازهٔ زمانی $\Delta t = 0/02\,s$ رخ داده باشد، آهنگ تغییر شار $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ را حساب کنید.



شکل (۱)

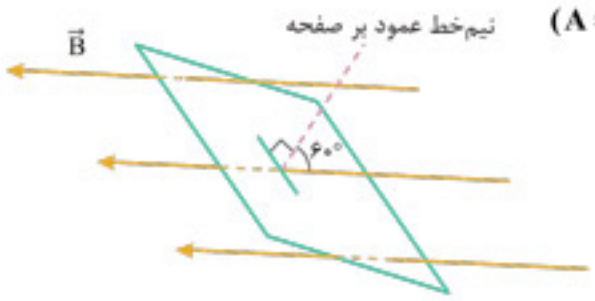


شکل (۲)

۸۴۳. از سیملوله‌ای به طول $50\,cm$، قطر $4\,cm$ و تعداد ۲۰۰ حلقه، جریان $1\,A$ می‌گذرد. شار مغناطیسی گذرنده از هر حلقهٔ سیملوله چند میکروویر است؟

$(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A\,,\ \pi^2 = 10)$

۸۴۴. در شکل مقابل، شار مغناطیسی گذرنده از سطح قاب رسانا را به دست آورید. $(B = 0/5\,T\,,\ A = 200\,cm^2)$

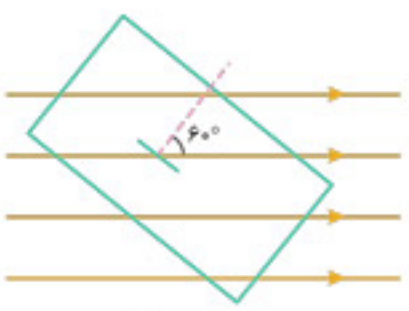


۸۴۵. حلقهٔ رسانای دایره‌ای‌شکلی به مساحت $314\,cm^2$ درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $0/04\,T$ قرار دارد. اگر شار مغناطیسی عبوری از این حلقه $6/28\times10^{-4}\,Wb$ باشد، زاویه‌ای که نیم‌خط عمود بر سطح حلقه با راستای میدان می‌سازد، چند درجه است؟ (امتحان نهایی)

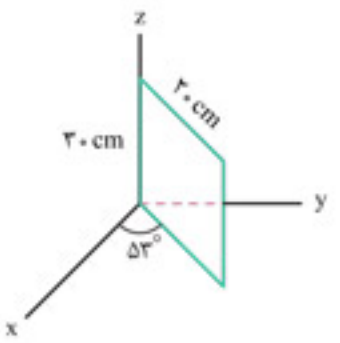
۸۴۶. سیملوله‌ای به طول $20\,cm$ دارای ۱۰۰ حلقه به شعاع $2\,cm$ است. وقتی جریان $0/5\,A$ از سیملوله می‌گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\,T\cdot m/A\,,\ \pi^2 = 10)$ (برگرفته از کنکور ریاضی خارج ۹۲)

۸۴۷. حلقه‌ای به قطر $50\,cm$، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $400\,G$ قرار دارد، به‌طوری که بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویهٔ 53° می‌سازد. اندازهٔ شار مغناطیسی عبوری از سطح حلقه چند میلی‌وبر است؟ $(\cos37^\circ = 0/8\,,\ \cos53^\circ = 0/6)$

۸۴۸. شار مغناطیسی عبوری از سطح یک قاب مستطیل‌شکل رسانا به ابعاد $20\,cm\times40\,cm$ که خط عمود بر سطح قاب با میدان مغناطیسی یکنواخت $0/02\,T$، زاویهٔ 60° می‌سازد را حساب کنید. $(\cos60^\circ = \frac{1}{2})$



+۲۰ ۸۴۹. قابی مستطیل‌شکل مطابق شکل مقابل، در دستگاه مختصات xyz قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = (0/2\,T)\,\vec{j}$ در این فضا وجود داشته باشد، شار مغناطیسی عبوری از این قاب چند وبر است؟ $(\cos37^\circ = 0/8\,,\ \cos53^\circ = 0/6)$



پاسخ‌نامه

پاسخ فصل اول

۱. کهربا
۲. خنثی
۳. منفی
۴. پایستگی بار ـ ثابت
۵. بار بنیادی

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 صورتی‌که 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 قرینهٔ بار الکتریکی یک پروتون است؛ بنابراین مجموع جبری بارهای یک جسم در شرایط عادی برابر صفر است.

۱۴. عدد اتمی $^{16}_{8}O^{2+}$، ۸ است؛ یعنی ۸ پروتون دارد و چون بارش +۲ است؛ یعنی تعداد الکترون‌های آن ۶تا است.

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

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

الف

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

$$\Rightarrow n=\frac{4/8\times 10^{-21}}{1/6\times 10^{-19}}=3\times 10^{-2}=0/03$$

چون ۰/۰۳ جزو اعداد صحیح نیست؛ پس $q=4/8\times 10^{-21}C$ نمی‌تواند در طبیعت وجود داشته باشد.

ب

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

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

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

۱۶. از رابطهٔ کوانتیده‌بودن بار استفاده می‌کنیم:

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

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

۱۷.

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

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

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

۱۸. طول میله ۲۰cm 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 رابطهٔ $q=ne$ 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 اندازهٔ بار جسم ۳ برابر شود؛ یعنی بار جسم منفی شده است.

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

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

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

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.

$$-q_2=-2q_1$$

$$q_{\text{مبادله‌شده}}=-2q_1-(-q_1)=-q_1$$

جسم بار $-q$ مبادله کرده است که این مقدار بار برابر با بار ۱۰۰۰ 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 چراکه 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:

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

$$q_{\text{مبادله‌شده}}=+\frac{q_1}{2}-(+q_1)=-\frac{q_1}{2}$$

در نتیجه جسم به اندازهٔ $-\frac{q_1}{2}$ 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:

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

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

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

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

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

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

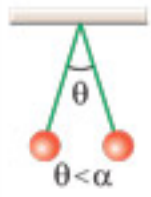
۲۳. نارسانا
۲۴. مثبت
۲۵. مخالف ـ همنام
۲۶. برابر با ـ میانگین
۲۷. جنس
۲۸. الکترون‌خواهی
۲۹. مخالف
۳۰. به هم نزدیک
۳۱. خارجی
۳۲. نارسانا
۳۳. الکترون‌ها
۳۴. الکتروسکوپ
۳۵. اندازه
۳۶. جذب

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 اولیهٔ آونگ، بین گلوله و کرهٔ رسانا تقسیم می‌شود. نیروی بین دو آونگ به علت کم‌شدن بار یکی از گلوله‌ها، کمتر می‌شود و زاویهٔ انحراف بین دو آونگ کاهش می‌یابد.



ب نیروی الکتریکی با اندازهٔ بار گلوله‌ها نسبت مستقیم دارد.

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

۴۲. بر اساس سری الکتریسیتهٔ مالشی داده‌شده 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.

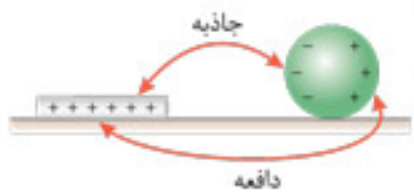
یادآوری: در سری تریبوالکتریک، هرچه از انتهای مثبت به انتهای منفی سری نزدیک شویم، میزان الکترون‌خواهی مواد بیشتر خواهد شد.

۴۳. ۱ مشخص‌کردن باردار یا خنثی بودن جسم
۲ نوع بار جسم باردار
۳ رسانا یا نارسانا بودن جسم
۴ مقایسهٔ مقدار بار دو جسم مشابه

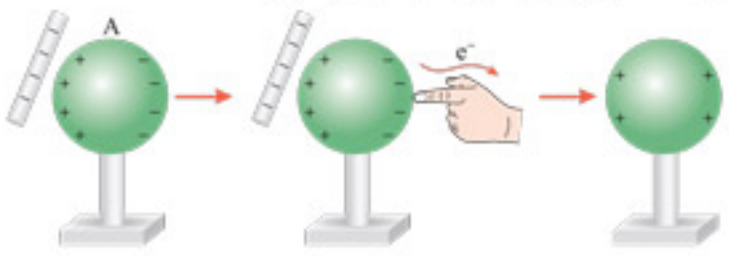
۴۴. ابتدا الکتروسکوپ را از طریق تماس یک میلهٔ باردار با کلاهک آن باردار می‌کنیم. حال جسم را به کلاهک الکتروسکوپ باردارشده تماس می‌دهیم، اگر جسم رسانا باشد، بار الکتروسکوپ تخلیه شده و ورقه‌ها به هم می‌چسبند؛ اما اگر جسم تماس داده‌شده نارسانا باشد، در انحراف ورقه‌ها تغییری مشاهده نمی‌شود.

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

۴۶. مطابق شکل، ابتدا میلهٔ 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 جاذبهٔ بین میله و کره قوی‌تر از نیروی دافعهٔ 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.



۴۷. مطابق جدول، میلهٔ 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.

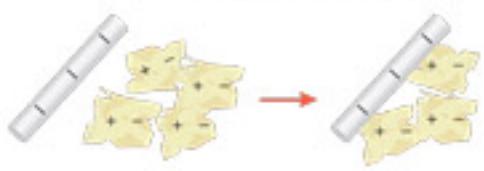


۴۸. چون پلاستیک و پلی‌اتیلن در سری تریبوالکتریک در یک جایگاه قرار دارند، تمایل به الکترون‌دهی و تمایل به الکترون‌خواهی یکسانی دارند؛ پس هیچ‌کدام باردار نخواهند شد.

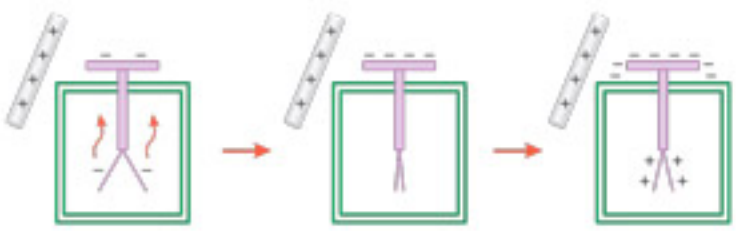
۴۹. با تماس‌دادن گلوله به یکی از صفحه‌ها، گلوله دارای بار همنام صفحه می‌شود و در نتیجه از آن دور شده و به طرف صفحهٔ مقابل با بار مخالف می‌رود و با آن برخورد می‌کند. بعد از تماس، بین گلوله و صفحه، مبادلهٔ بار رخ داده و به علت همنام‌شدن بار گلوله با آن صفحه، دوباره به طرف صفحهٔ مقابل می‌رود و با آن برخورد می‌کند.
بعد از تماس با صفحهٔ باردار، چون گلوله با صفحهٔ 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 باریکهٔ آب به سمت بادکنک کشیده می‌شود.

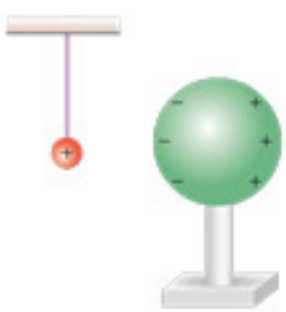
۵۱. میلهٔ باردار، بارهای همنام خود را دفع و بارهای ناهمنام خود را جذب می‌کند؛ چون نیروی جاذبهٔ بین میله و کاغذ از نیروی دافعهٔ بین آن‌ها قوی‌تر است، خرده‌های کاغذ به سمت میله جذب می‌شوند.



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 خنثی‌شدن ورقه‌ها، بارهای منفی بیشتری از کلاهک به سمت ورقه‌ها بروند و بار مثبت روی ورقه‌ها القا شود که این موضوع باعث دورشدن 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.



کاربرگ امتحانی

فیزیک ۲

رشتهٔ تجربی

از خودت امتحان بگیر!

مجموعه کتاب‌های پیست پک

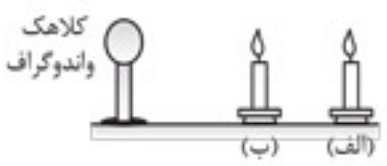
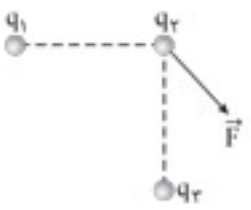
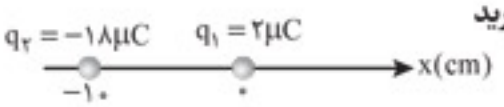
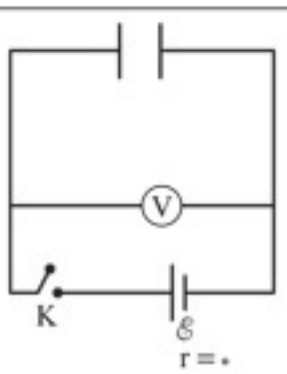
شبیه‌ساز امتحانی
برگه‌ها را جدا کن و از خودت امتحان بگیر!

- ۱۰ امتحان شامل:
- ۳ امتحان فصل‌به‌فصل در سطح سؤالات نهایی
- ۵ امتحان شبیه‌ساز نهایی نوبت اول و دوم
- ۲ امتحان نهایی اخیر
- + پاسخ‌نامهٔ تشریحی به‌همراه ریزبارم و نکات آموزشی و مشاوره‌ای

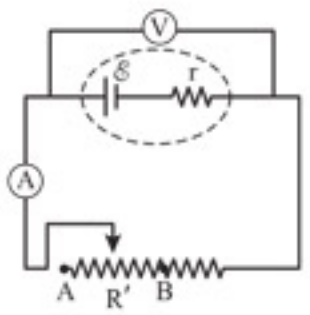
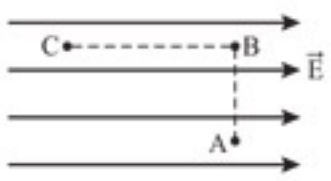
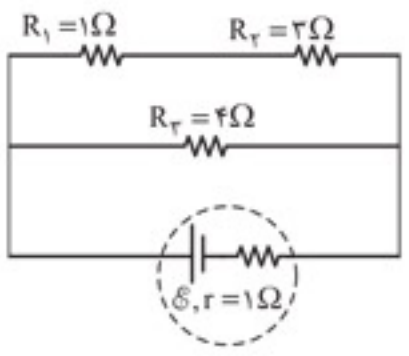
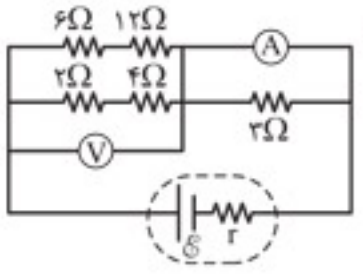
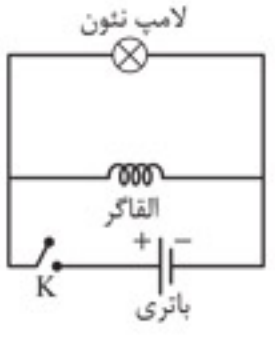
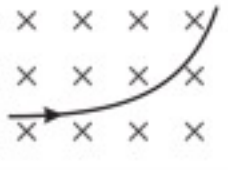
مهروماه

باسمه تعالی

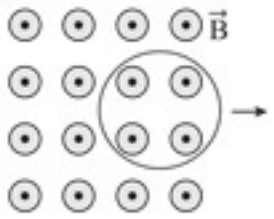
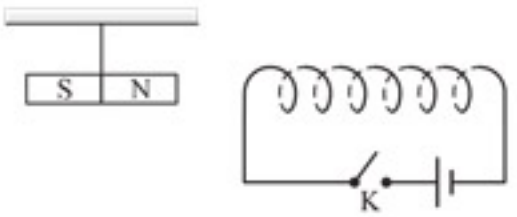
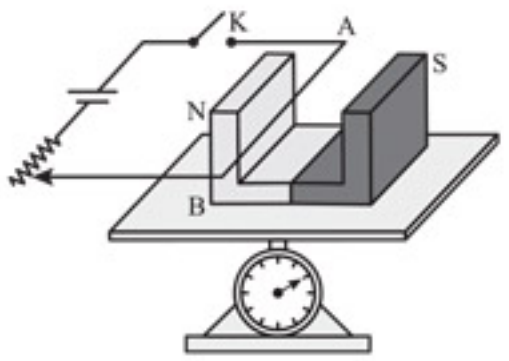
امتحان ۸: نوبت دوم	سؤالات شبیه‌ساز نهایی		مهروماه
رشته: **علوم تجربی**	پایه: **یازدهم**	مدت امتحان: **۱۲۰ دقیقه**	ساعت شروع:
سؤالات امتحانی درس: **فیزیک ۲**	نام و نام‌خانوادگی:	تاریخ امتحان:	تعداد صفحه: **۳**

ردیف	سؤالات	نمره
۱	درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید. الف) در یک جسم رسانای مخروطی‌شکل، 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 به‌صورت (متوالی / موازی) با وسیله بسته می‌شود. پ) میدان مغناطیسی به ذرهٔ 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، شعلهٔ 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 ـ انرژی الکتریکی ـ کمتر ـ بیشتر ـ القاگر ـ 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، الکترون‌خواهی ..... 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. 	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

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

ردیف	سؤالات	نمره
۷	ذره‌ای به جرم $200\,g$ داخل میدان الکتریکی $\vec{E}=(+2000\,N/C)\vec{j}$ به‌صورت معلق قرار گرفته است. نوع و اندازهٔ بار ذره را به دست آورید.	۱/۵
۸	در مدار مقابل با حرکت لغزندهٔ رئوستا از نقطهٔ B به نقطهٔ 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 $E=5\times10^{5}\,N/C$ است، بار نقطه‌ای $q=2\,nC$ از نقطهٔ A به B و سپس به نقطهٔ C می‌رود. الف) در این جابه‌جایی بار از نقطهٔ A به نقطهٔ C ، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی آن چقدر می‌شود؟ $(BC=2\,cm)$ ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین نقاط A و C (V_C-V_A) را بیابید. 	۱/۲۵
۱۰	مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی به‌طول $12/5\,km$ و سطح مقطع $10^{-5}\,m^2$ برابر $50\,\Omega$ است. مقاومت ویژهٔ این فلز را تعیین کنید.	۱
۱۱	در مدار مقابل، توان مصرفی مقاومت R_1 برابر $4W$ است. نیروی محرکهٔ 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-القاوری، مداری 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 ذرهٔ باردار با سرعت $4\times10^{6}\,m/s$ وارد میدان مغناطیسی درون‌سویی به شدت $0/05\,T$ می‌شود و هنگام عبور از میدان، مسیری را مطابق شکل می‌پیماید. اگر نیرویی برابر $0/4\,N$ از طرف میدان به این ذره وارد شود؛ الف) اندازهٔ بار الکتریکی این ذره را محاسبه کنید. ب) نوع بار ذره را مشخص کنید. 	۱/۲۵

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

ردیف	سؤالات	نمره
۱۵	پیچه‌ای مسطح به مساحت $100\,cm^2$ شامل ۵۰ دور حلقه، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $0/2\,T$ قرار دارد. اگر این پیچه در مدت $0/1\,s$ بچرخد و به موازات خطوط میدان مغناطیسی قرار گیرد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی در پیچه چند ولت است؟	۱/۲۵
۱۶	حلقهٔ رسانایی را مطابق شکل مقابل، به‌طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی برون‌سویی خارج می‌کنیم. با استدلال جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید. 	۰/۷۵
۱۷	به سؤالات زیر پاسخ مناسب دهید. الف) در مدار شکل زیر، با بستن کلید K ، وضعیت آهنربای آویخته‌شده، چه تغییری می‌کند؟ (با ذکر دلیل)  ب) در شکل زیر، با بستن کلید K ، توضیح دهید عددی که ترازو نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند و جهت نیروی وارد بر سیم را تعیین کنید. 	۱
۱۸	معادلهٔ جریان متناوبی برحسب زمان در SI به‌صورت $I = 0/8\sin 50\pi t$ است. الف) در چه لحظه‌ای برای اولین بار، جریان بیشینه می‌شود؟ ب) دورهٔ تناوب جریان چند ثانیه است؟	۱
	جمع نمره	۲۰

۱۴. $B=\frac{\mu_0 NI}{\ell}$ (۰/۲۵) $\Rightarrow ۱۰۰۰\times۱۰^{-۴}=\frac{۴\pi\times۱۰^{-۷}\times۲۰۰\times I}{۶}$ (۰/۵)

$\Rightarrow I=۲۵۰۰\,A$ (۰/۲۵)

۱۵. باتوجه‌به‌جهت‌جریان‌القایی‌وقانون‌لنز(۰/۲۵)،همچنین‌جهت‌اصلی $\vec{B}$ سیملوله و القایی $\vec{B}$ در حلقه می‌توان دریافت که شار در حال افزایش است؛ بنابراین جهت حرکت سیملوله به سمت حلقه است.(۰/۵)

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

$\Phi=BA\cos\theta$ (۰/۲۵)

$\Phi_1=۰/۵\times۲۰\times۱۰^{-۴}\times\cos۰^\circ=۱۰\times۱۰^{-۴}\,Wb$ (۰/۲۵)

$\Phi_2=۰/۳\times۲۰\times۱۰^{-۴}\times\cos۱۸۰^\circ=-۶\times۱۰^{-۴}\,Wb$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow\Delta\Phi=\Phi_2-\Phi_1=(-۶\times۱۰^{-۴})-(۱۰\times۱۰^{-۴})=-۱۶\times۱۰^{-۴}\,Wb$ (۰/۲۵)

بزرگی نیروی محرکهٔ القایی را مطابق رابطهٔ زیر به دست می‌آوریم:

$|\mathcal{E}_{av}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|$ (۰/۲۵) $=|-۲۰۰\times\frac{-۱۶\times۱۰^{-۴}}{۲\times۱۰^{-۱}}|\Rightarrow\mathcal{E}_{av}=۱/۶\,V$ (۰/۲۵)

۱۷. الف) $\frac{T}{۴}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow T=۱s$

$\mathcal{E}=\mathcal{E}_m\sin\frac{۲\pi}{T}t$ (۰/۲۵) $\Rightarrow\mathcal{E}=۲۰\sin۲\pi t$ (۰/۲۵)

ب) $\mathcal{E}_m=RI_m\Rightarrow۲۰=۴\times I_m\Rightarrow I_m=۵A$ (۰/۲۵)

$I=I_m\sin\frac{۲\pi}{T}t\xrightarrow{T=۱s}I=۵\sin۲\pi t$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow I=۵\sin(۲\pi\times\frac{۳}{۴})=-۵A$ (۰/۲۵)

پاسخ امتحان شمارهٔ ۷ - نوبت دوم

۱. الف) درست (۰/۲۵) / ب) نادرست (۰/۲۵)؛ با ایجاد میدان الکتریکی درون رسانا، الکترون‌ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور آهسته سوق می‌یابند که این موجب برقراری جریان در رسانا می‌شود؛ اما اندازهٔ سرعت سوق در یک رسانا بسیار کمتر از سرعت کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد است. / پ) درست (۰/۲۵) / ت) نادرست (۰/۲۵)؛ در مولدهای صنعتی، پیچه ساکن‌اند و آهنربای الکتریکی در آن‌ها می‌چرخند.

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

۳. الف) طبق رابطهٔ $C=\kappa\frac{\varepsilon_0 A}{d}$، با افزایش d، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد(۰/۲۵)؛ چون خازن از باتری جدا است، بار آن ثابت است (۰/۲۵)؛ بنا بر رابطهٔ $C=\frac{Q}{V}$، با کاهش ظرفیت خازن، عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد. (۰/۲۵)

ب) شیشه (۰/۲۵)؛ زیرا شیشه الکترون از دست‌داده و مثبت می‌شود و سرب الکترون گرفته و منفی می‌شود و پس از نزدیک‌کردن میلهٔ سربی به کلاهک چون بار میله با بار ورقه‌ها همنام است، یکدیگر را دفع کرده و ورقه‌ها از هم دورتر می‌شوند. (۰/۲۵)

پ) سیم اتصال به زمین (ارت)، وسایل برقی را به زمین متصل می‌کند که باعث جذب الکترون‌های اضافی و هدایت آن‌ها به زمین می‌شود (۰/۲۵)؛ در نتیجه کابل‌های زمین را در برابر شوک الکتریکی ناشی از نشتی جریان، محافظت می‌کند.(۰/۲۵)

ت) ۱ یک آهنربا با قطب‌های مشخص را به یکی از قطب‌های آن نزدیک می‌کنیم. اگر جاذبه ایجاد شد، قطب‌ها ناهمنام و اگر دافعه ایجاد شد، قطب‌ها همنام هستند. (۰/۲۵) ۲ آهنربا را از وسط آن با نخی آویزان می‌کنیم. پس از مدتی آهنربا در راستای شمال ـ جنوب مغناطیسی زمین قرار می‌گیرد. (۰/۲۵)

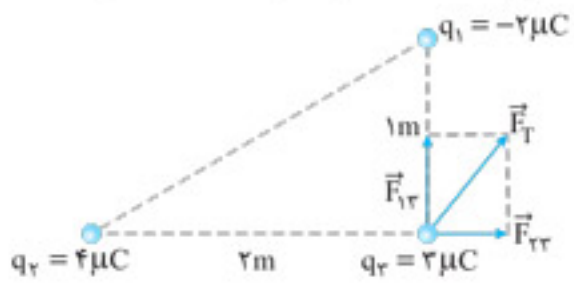
۴. الف) پارامغناطیسی (۰/۲۵) / ب) فرومغناطیسی سخت (۰/۲۵) / پ) دیامغناطیسی (۰/۲۵) / ت) عمود بر هم (۰/۲۵)

۵. $F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ (۰/۲۵)

$F_{23}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۴\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^{-۶}}{۲^2}=۲۷\times۱۰^{-۳}\,N$ (۰/۲۵)

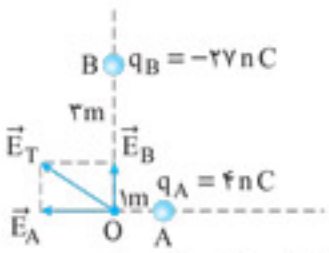
$F_{13}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۲\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^{-۶}}{۱^2}=۵۴\times۱۰^{-۳}\,N$ (۰/۲۵)

$\vec{F}_T=\vec{F}_{23}+\vec{F}_{13}=(۲۷\times۱۰^{-۳}\,N)\vec{i}+(۵۴\times۱۰^{-۳}\,N)\vec{j}$ (۰/۵)



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

۷.



$E=k\frac{q}{r^2}$ (۰/۲۵)

$E_A=\frac{۹\times۱۰^۹\times۴\times۱۰^{-۹}}{۱^2}=۳۶\,N/C$ (۰/۲۵)

$E_B=\frac{۹\times۱۰^۹\times۲۷\times۱۰^{-۹}}{۳^2}=۲۷\,N/C$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow\vec{E}_T=\vec{E}_A+\vec{E}_B=(-۳۶\,N/C)\vec{i}+(۲۷\,N/C)\vec{j}$ (۰/۲۵)

$E=\sqrt{E_A^2+E_B^2}=\sqrt{۳۶^2+۲۷^2}=۴۵N$ (۰/۵)

۸. با توجه به واحدهای داده‌شده چون واحد صورت با مخرج ساده می‌شود، نیازی به تبدیل واحد نیست.

$U=\frac{q^2}{۲C}$

$U_1=\frac{q^2}{۲\times۱۵}$ (۰/۲۵) ، $U_2=\frac{(q+۳)^2}{۲\times۱۵}$ (۰/۲۵)

$U_2-U_1=۰/۹\Rightarrow\frac{q^2+۹+۶q-q^2}{۳۰}=۰/۹\Rightarrow۹+۶q=۲۷$

$\Rightarrow q=۳\,mC$ (۰/۲۵)

اکنون بار q_1 را در معادلهٔ U_1 جای‌گذاری می‌کنیم:

$U_1=\frac{۳^2}{۲\times۱۵}$ (۰/۲۵) $=۰/۳\,J=۳۰۰\,mJ$ (۰/۲۵)

۹. $R=\rho\frac{L}{A}$ (۰/۲۵) $\xrightarrow[\rho_2=\rho_1]{A=\pi r^2}\frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho\frac{L_2}{r_2^2}}{\rho\frac{L_1}{r_1^2}}\xrightarrow[L_2=L_1]{r_2=\frac{۱}{۲}r_1}$

$\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_1\times r_1^2}{L_1\times\frac{۱}{۴}r_1^2}$ (۰/۵) $\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=۴$ (۰/۲۵)

۱۰. $\frac{۱}{R_{1,2}}=\frac{۱}{R_1}+\frac{۱}{R_2}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}\Rightarrow R_{1,2}=۲\,\Omega$ (۰/۲۵)

$R_{1,2}$ با R_3 به‌صورت متوالی است. $\Rightarrow R_{eq}=۲+۲=۴\,\Omega$ (۰/۲۵)

مجموعه کتاب‌های نوشت

رشتهٔ تجربی

خلاصه کیسوالی

فیزیک ۲

مرور سریع مطالب کتاب درسی:

• مفاهیم • فرمول‌ها • یکاها

• نمودارها • تصاویر • نکات امتحانی

۳ x ۱

ویژهٔ نهایی

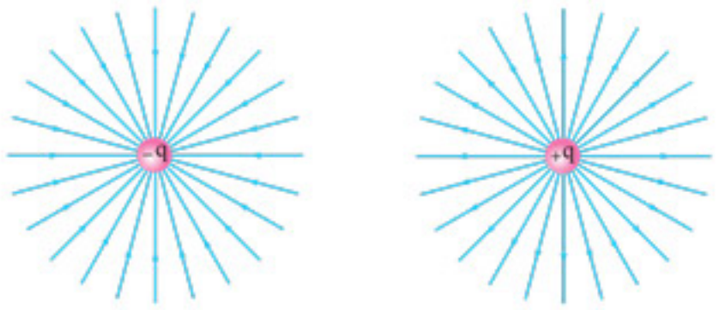
۱۴۰۵

میدان الکتریکی

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

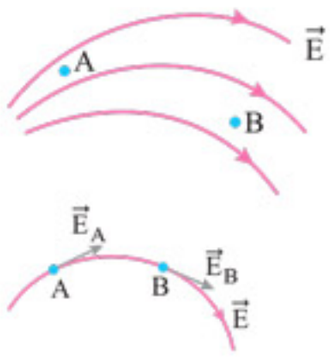
ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی

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



۲ تراکم خطوط میدان در یک محل، نشان‌دهندهٔ قوی‌تر بودن میدان در آن‌جا است.

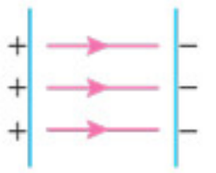
$$E_A > E_B$$



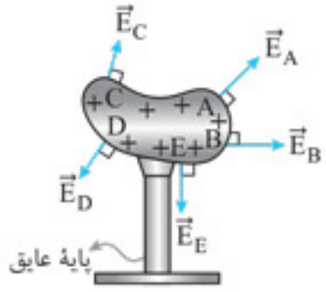
۳ خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

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

۵ اگر خطوط میدان الکتریکی، موازی، هم فاصله و هم‌جهت 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.



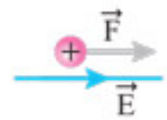
روابط میدان الکتریکی

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

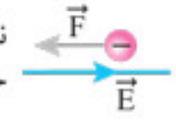
E: میدان بار q (N/C)، $|q|$: اندازهٔ بار تولیدکنندهٔ میدان (C)، r: فاصلهٔ نقطه‌ای از فضا تا بار تولیدکنندهٔ میدان (m)

$\vec{F} = \vec{E}q$ (نیروی الکتریکی وارد بر بار q در یک میدان الکتریکی)

- بار مثبت ← نیروی وارد بر بار مثبت، هم جهت میدان الکتریکی



- بار منفی ← نیروی وارد بر بار منفی، خلاف جهت میدان الکتریکی



نقطهٔ صفر شدن برایند میدان‌های الکتریکی

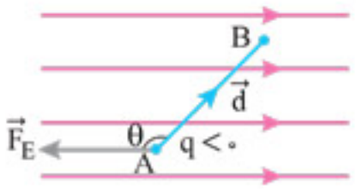
- اگر دو بار الکتریکی همنام باشند، آن نقطه بین دو بار، نزدیک به بار کوچک‌تر (به لحاظ اندازه) و روی خط واصل دو بار قرار دارد.
- اگر دو بار الکتریکی ناهمنام باشند، آن نقطه خارج از دو بار، نزدیک به بار کوچک‌تر (به لحاظ اندازه) و روی خط واصل دو بار قرار دارد.

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

روابط

$$\Delta U = -W_E = -E|q|d\cos\theta$$

- ΔU: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برحسب ژول (J)
- W_E: کار میدان (J)
- E: اندازهٔ میدان (N/C)
- $|q|$: اندازهٔ بار (C)
- d: جابه‌جایی (m)
- θ: زاویهٔ بین نیروی الکتریکی و جابه‌جایی بار



$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$$

- ΔV: اختلاف پتانسیل الکتریکی برحسب (V)
- ΔU: تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برحسب ژول (J)
- q: اندازهٔ بار (C)

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

روابط ترکیب الکتریسیتهٔ ساکن و قضیهٔ کار- انرژی جنبشی

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

اختلاف پتانسیل باتری

نکته اختلاف پتانسیل باتری همواره ثابت و مثبت است.

$$\Delta V_{\text{باتری}} = V_{\text{پایانهٔ مثبت}} - V_{\text{پایانهٔ منفی}}$$

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

وظیفهٔ خازن، ذخیرهٔ 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 مقداری ثابت است و آن را ظرفیت خازن می‌نامند.

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

- C: ظرفیت خازن (F فاراد)
- Q: بار یکی از صفحات خازن (C)
- V: اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن (V)

رابطهٔ ظرفیت خازن بر اساس ویژگی‌های ساختمان آن

$$C = \kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$$

- κ: ثابت دی‌الکتریک
- ε_0: ثابت گذردهی الکتریکی خلأ ($8/85 \times 10^{-12}\ F/m$)
- A: مساحت یکی از صفحات خازن (m^2)
- d: فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن (m)

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

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

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

۲ توان تخلیهٔ انرژی خازن، در واقع آهنگ تخلیهٔ انرژی خازن است.

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