


مقدمه مولف

گاهی وقتا پای صحبت بزرگ‌ترها که می‌نشینیم، می‌شنویم که میگن کاش فلان چیز مثل قدیم‌ها بود چه صفایی داشت، چه حالی داشت و ...

از بین اون همه آرزو حالا به چیز داره مثل قدیم می‌شه، چی؟

امتحان نهایی در سال یازدهم 

قدیم توی سال سوم دبیرستان که معادل یازدهم الان می‌شد، امتحان‌های خردادماه نهایی بود، حالا مثل قدیم شده و قراره که امتحان خرداد امسال تو هم نهایی باشه.

حالا این خوبه یا بد، خدا داند!

اما نگران نباش؛ خیلی سبز مثل همیشه در کنارت بوده، هست و خواهد بود.

در کنارتیم که بهترین نتیجه رو توی امتحان‌های نهایی امسال بگیری. اصلاً برای همین این کتاب رو نوشتیم که با سبک سؤالات امتحان نهایی آشنا بشی. پس قرص و محکم پای این کتاب بشین، سؤالات این کتاب رو که نزدیک به سبک امتحانات نهایی هست رو حل کن، اگر جایی گیر کردی به نگاه به درس‌نامه‌های مختصر ولی بسیار مفیدش بنداز و اگر باز سر به سؤالی دیگه خیلی گیر کردی یواشکی پاسخ‌های کاملاً تشریحی‌اش رو بخون و قال قضیه رو بکن. راستی چندتا آزمون هم به سبک امتحان نهایی و با همون بارم‌بندی، اون آخر ماخرا داریم، اون‌ها رو از خودت امتحان بگیر و بعد پاسخ‌نامه رو حتماً چک کن. پاسخ‌نامه آزمون‌ها رو ریزه‌ریز بارم‌بندی کردیم!

پاسخ‌ها رو ببین و چک کن که چه چیزی برای تصحیح‌کننده سؤال مهم بوده و تو اون رو جا انداختی و حواست رو جمع کن که سر جلسه امتحان اصلی اون رو جا نندازی. برات از صمیم قلب آرزوی موفقیت می‌کنم.

موفق باشی

■ در آخر جا داره از خیلی از دوستان که تو این مدت زحمت کشیدن و خون‌دل خوردن تشکر کنم.

● دکتر کمیل نصری

● جناب آقای علی‌نژاد و جناب آقای مهدی هاشمی عزیز

● تمام دوستان در واحد تولید مخصوصاً سهیل سمایی عزیز

● ویراستاران و کارشناسان علمی توانمندمون آقای امیر محمود انزایی و خانم‌ها مینا غلام‌پور و مریم گلی‌حسنلو که خیلی با

دقت اثر رو خوندن، کامنت گذاشتن و خطاها رو تصحیح کردن.

الهی به امید تو

پاییز ۱۴۰۲

فرزاد نامی

فهرست مطالب

درس نامه
+
پاسخ

سؤال

فصل اول: الکتروستاتیته ساکن

۶۱	۵	..... بخش اول: بار الکتریکی
۶۴	۷	..... بخش دوم: قانون کولن، برهم نهی نیروهای الکتریکی
۶۹	۱۰	..... بخش سوم: میدان الکتریکی، میدان الکتریکی ذره باردار و برهم نهی میدان های الکتریکی
۷۴	۱۲	..... بخش چهارم: خطوط میدان الکتریکی، میدان الکتریکی یکنواخت
۷۶	۱۳	..... بخش پنجم: انرژی پتانسیل الکتریکی و پتانسیل الکتریکی
۸۰	۱۶	..... بخش ششم: میدان الکتریکی در داخل رساناها
۸۱	۱۷	..... بخش هفتم: چگالی سطحی بار الکتریکی رسانا
۸۲	۱۸	..... بخش هشتم: خازن، ساختار خازن، انرژی ذخیره شده در خازن

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۸۵	۲۱	..... بخش اول: جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی و قانون اهم
۸۸	۲۳	..... بخش دوم: عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی
۹۱	۲۵	..... بخش سوم: انواع مقاومت ها - کدگذاری رنگی مقاومت های کربنی
۹۳	۲۶	..... بخش چهارم: نیروی محرکه الکتریکی و مدارها - توان در مدارهای الکتریکی
۱۰۱	۳۰	..... بخش پنجم: ترکیب مقاومت ها

فصل سوم: مغناطیس

۱۰۹	۳۷	..... بخش اول: مغناطیس و قطب های مغناطیسی - میدان مغناطیسی
۱۱۲	۳۹	..... بخش دوم: نیروی مغناطیسی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی
۱۱۴	۴۱	..... بخش سوم: نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان
۱۱۶	۴۳	..... بخش چهارم: میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست حامل جریان
۱۱۸	۴۴	..... بخش پنجم: میدان مغناطیسی حاصل از حلقه و پیچ مسطح و سیم لوله
۱۲۱	۴۷	..... بخش ششم: ویژگی های مغناطیسی مواد

فصل چهارم: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

۱۲۳	۴۸	..... بخش اول: پدیده القای الکترومغناطیسی / شار مغناطیسی / قانون القای فاراده
۱۲۹	۵۲	..... بخش دوم: قانون لنز
۱۳۲	۵۵	..... بخش سوم: القاگرها
۱۳۵	۵۷	..... بخش چهارم: جریان متناوب و مبدل ها

ضمیمه: امتحانات شبیه ساز نهایی

۱۵۲	۱۴۰	..... امتحان شماره ۱: نوبت اول (میان سال)
۱۵۳	۱۴۱	..... امتحان شماره ۲: نوبت اول (میان سال)
۱۵۴	۱۴۳	..... امتحان شماره ۳: نوبت دوم (پایان سال)
۱۵۵	۱۴۶	..... امتحان شماره ۴: نوبت دوم (پایان سال)
۱۵۷	۱۴۸	..... امتحان شماره ۵: نوبت دوم (پایان سال)
۱۵۹	۱۵۰	..... امتحان شماره ۶: نوبت دوم (پایان سال)

الکتریسیته ساکن

فصل ۱

صفحه ۲ تا ۵ کتاب درسی

بار الکتریکی

بخش ۱

درس نامه ۱ را در صفحه ۶۱ ببینید.

درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید:

- ۱- اگر جسمی نسبت به حالت خنثی الکترون از دست داده باشد، بار الکتریکی آن مثبت است.
- ۲- بار الکتریکی یک جسم همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است.
- ۳- مجموع جبری همه بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی، ثابت است.
- ۴- بارهای همنام همدیگر را می‌رانند و بارهای ناهمنام همدیگر را می‌ربایند.
- ۵- به کمک یک الکتروسکوپ می‌توانیم اندازه بار الکتریکی یک جسم را اندازه‌گیری کنیم.
- ۶- با مالش دو جسم نارسانای خنثی به هم، هر دو دارای بارهای هم‌اندازه و همنام می‌شوند.
- ۷- اگر جسم بارداری را به یک رسانای خنثی نزدیک کنیم، بر اثر القا، جسم باردار، رسانا را می‌رباید.
- ۸- وقتی میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم، میله شیشه‌ای، دارای بار مثبت و پارچه ابریشمی، دارای بار منفی می‌شوند.

جمله‌های زیر را به کمک کلمه یا عبارت مناسب به درستی تکمیل نمایید:

- ۹- اگر جمع جبری بارهای یک دستگاه منزوی صفر باشد، از نظر الکتریکی دستگاه (باردار - خنثی) است.
- ۱۰- بار الکتریکی هسته یک اتم (می‌تواند - نمی‌تواند) $C \times 10^{-18} / 8 + 5$ باشد.
- ۱۱- یکای اندازه‌گیری بار الکتریکی در SI (کولن - آمپر ساعت) است.
- ۱۲- در یک آذرخش، نوعی بار از مرتبه ($10^6 C - 10 \mu C$) به زمین منتقل می‌شود.
- ۱۳- در اثر مالش، بار الکتریکی جسمی که الکترون خواهی کم‌تری دارد، (منفی - مثبت) می‌شود.
- ۱۴- وقتی میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم، میله پلاستیکی بار (مثبت - منفی) می‌گیرد.
- ۱۵- اگر میله‌ای با بار مثبت را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی نزدیک کنیم، بار کلاهک الکتروسکوپ (مثبت - منفی) و بار ورقه‌های آن (مثبت - منفی) می‌شود.
- ۱۶- اگر میله‌ای با بار مثبت را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی تماس دهیم، بار کلاهک الکتروسکوپ (مثبت - منفی) و بار ورقه‌های آن (مثبت - منفی) می‌شود.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- ۱۷- چرا وقتی روکش پلاستیکی (نوار سلوفان) را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟

(پرسش کتاب درسی)

- ۱۸- دو کاربرد از کاربردهای الکتروسکوپ را بنویسید.
- ۱۹- چگونه به وسیله یک الکتروسکوپ می‌توانیم باردار بودن یک جسم باردار را تشخیص دهیم؟
- ۲۰- چگونه به وسیله یک الکتروسکوپ می‌توانیم نوع بار یک جسم باردار را تشخیص دهیم؟
- ۲۱- چگونه به وسیله یک الکتروسکوپ می‌توانیم رسانا یا عایق بودن یک جسم را تشخیص دهیم؟

انتهای مثبت سری

شیشه

ابریشم

کهربا

پلاستیک

انتهای منفی سری

۲۲- با توجه به جدول سری الکتروسیبته مالشی، نوع بار هر یک از جسم‌های زیر را پس از مالش با همدیگر مشخص کنید.

الف) میله شیشه‌ای با پارچه ابریشمی

ب) توپ پلاستیکی با پارچه ابریشمی

۲۳- اگر بادکنک را به اندازه کافی به دیوار مالش دهید، مشاهده می‌کنید که بادکنک به دیوار می‌چسبد. دلیل چسبیدن بادکنک به دیوار را توضیح دهید.

۲۴- مطابق شکل، دو نی پلاستیکی را از نزدیکی یک انتهای آن‌ها خم کنید و پس از مالش دادن با پارچه‌ای پشمی، نزدیک یکدیگر قرار دهید. اگر نی‌ها به خوبی باردار شده باشند، نیروی دافعه آن‌ها را می‌توانید به وضوح بر روی انگشتان خود حس کنید. دلیل این پدیده را توضیح دهید.

(فعالیت کتاب درسی)



۲۵- با وسایل زیر، آزمایشی را طراحی کنید که نشان دهد بارهای الکتریکی همانم یکدیگر را می‌رانند و بارهای غیرهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

(امتحان نهایی)

«دو بادکنک پلاستیکی - نخ خشک کم‌تاب - پارچه پشمی»

(نهایی)

۲۶- در محیط اطراف ما، جاذبه الکتریکی بیشتر از دافعه‌های الکتریکی مشاهده می‌شود. با ذکر دلیل، علت را توضیح دهید.

۲۷- یک میله سربی را با پارچه پشمی مالش داده، سپس میله سربی را با کلاهک الکتروسکوپ بدون باری تماس می‌دهیم.

حالا یک قطعه کهربا را پس از مالش با پارچه کتان به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل بیان کنید که با نزدیک کردن کهربا به کلاهک الکتروسکوپ، وضعیت تیغه‌های آن چگونه تغییر می‌کند؟

انتهای مثبت سری

پشم

سرب

کتان

کهربا

انتهای منفی سری

۲۸- اصل پایستگی بار الکتریکی را تعریف کنید.

۲۹- اصل کوانتیده‌بودن بار الکتریکی را تعریف کنید.

۳۰- یک میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میله پلاستیکی $19/2 \text{ nC}$ - می‌شود.

الف) بار الکتریکی ایجادشده در پارچه پشمی چه قدر است؟

ب) تعداد الکترون‌های منتقل شده از پارچه پشمی به میله پلاستیکی را محاسبه کنید. ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۳۱- چه تعداد الکترون از سکه‌ای خنثی بگیریم تا بار آن $+1 \text{ C}$ شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۳۲- بار الکتریکی اتم و هسته اتم نیتروژن ($^{14}_7\text{N}$) چند کولن است؟

ب) بار الکتریکی اتم نیتروژن دو بار یونیده (N^{+2}) چه قدر است؟

۳۳- دو کره هم‌اندازه و رسانا با بارهای $q_A = 5 \mu\text{C}$ و $q_B = 13 \mu\text{C}$ را با هم تماس می‌دهیم.

الف) پس از برقراری تعادل، بار هر یک از کره‌ها چند میکروکولن است؟ ب) کدام کره الکترون از دست داده است؟

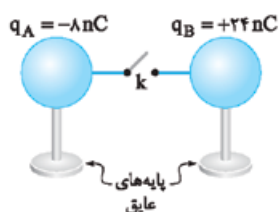
ب) چه تعداد الکترون را بین کره‌ها جابه‌جا کنیم تا بار کره‌ها هم‌اندازه شوند؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

۳۴- در شکل مقابل، با بستن کلید (k) بار کره‌های رسانا و هم‌اندازه، یکسان می‌شوند.

الف) پس از برقراری تعادل، بار هر یک از کره‌ها چند میکروکولن است؟

ب) کدام کره الکترون از دست داده است؟

ب) چه تعداد الکترون بین کره‌ها جابه‌جا شوند تا بار کره‌ها هم‌اندازه شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)



۱- دانش‌آموز عزیز: منظور از امتحان نهایی، امتحانات نهایی در نظام آموزشی قبلی است.

۳۵- جسمی دارای بار مثبت Q_1 است. اگر تعداد الکترون از آن بگیریم، مقدار بار آن 20% تغییر می‌کند. بار جسم چند میکروکولن می‌شود؟
($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

۳۶- جسمی دارای بار منفی Q_1 است. اگر تعداد الکترون از آن بگیریم، مقدار بار آن 25% تغییر می‌کند. بار جسم چند میکروکولن می‌شود؟
($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

صفحه ۵۵ فاه کتاب درسی

قانون کولن، برهم‌نهی نیروهای الکتریکی



درس نامه ۲ را در صفحه ۶۴ ببینید.

درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۳۷- با کاهش فاصله بین دو ذره باردار، بزرگی نیروی الکتریکی بین آن‌ها کاهش می‌یابد.

۳۸- اگر بار ذره (۱) بزرگ‌تر از بار ذره (۲) باشد، $|F_{12}| > |F_{21}|$ است.

۳۹- یکای اندازه‌گیری ضریب گذردهی الکتریکی خلأ (ϵ_0) در SI، $\frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$ است.

۴۰- نیروهای الکتریکی‌ای که دو جسم باردار به هم وارد می‌کنند، همواره در جهت مخالف هم‌اند.

با انتخاب عبارت مناسب برای جای خالی، جمله‌ها را به درستی تکمیل نمایید.

۴۱- نیرویی که دو بار الکتریکی بر هم وارد می‌کنند، با (فاصله - مربع فاصله) بارها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

(نهایی)

۴۲- اگر فاصله دو بار الکتریکی را نصف کنیم، نیروی الکتریکی (نصف - دو برابر - چهار برابر) می‌شود.

(نهایی)

۴۳- یکای اندازه‌گیری ثابت کولن (k) در SI $\left(\frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2} - \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}\right)$ است.

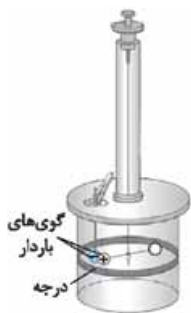
به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۴۴- قانون کولن را بیان کنید.

(نهایی)

۴۵- شکل روبه‌رو چه دستگاهی است و کاربرد آن چیست؟

(نهایی)



۴۶- در مدل بور برای اتم هیدروژن، فاصله الکترون از پروتون هسته در حالت پایه تقریباً $5 \times 10^{-11} \text{ m}$ است. اندازه نیروی الکتریکی‌ای را که پروتون به الکترون وارد می‌کند، محاسبه کنید.

در هسته اتم هلیوم، دو پروتون به فاصله تقریبی $r = 2/5 \times 10^{-15} \text{ m}$ از هم قرار دارند. اندازه نیرویی که پروتون‌ها بر هم وارد می‌کنند را محاسبه کنید.

$$(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$$

توضیح دهید با وجود نیروی دافعه بین دو پروتون، چرا هسته اتم‌ها فرو نمی‌پاشد؟

۴۷- دو گوی رسانای کوچک و یکسان، به بارهای $q_1 = 2/5 \mu\text{C}$ و $q_2 = -6/5 \mu\text{C}$ را با هم تماس می‌دهیم و سپس تا فاصله $r = 60 \text{ cm}$ از هم دور می‌کنیم. نیروی برهم‌کنش الکتریکی بین دو گوی را محاسبه کنید. این نیرو رانشی است یا ریپوشی؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۴۸- در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $3/6 \text{ g}$ و بار یکسان مثبت q در فاصله 3 cm از هم قرار دارند، به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است.

(مشابه تمرین کتاب درسی)

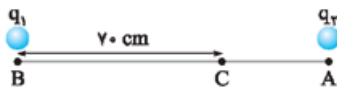
اندازه بار q را محاسبه کنید.

تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی را به دست آورید. ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}, g = 10 \text{ N/kg}$)



۴۹- دو ذره باردار به جرم 40 g و بارهای 15 nC و $8 \mu\text{C}$ را بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی و در فاصله 15 cm از هم رها می‌کنیم. شتاب هر یک از ذره‌ها را در لحظه رهاشدن محاسبه کنید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

۵۰- دو ذره باردار $q_1 = 50 \text{ nC}$ و $q_2 = -160 \text{ nC}$ روی سطح بدون اصطکاکی در فاصله 1 m متری هم ثابت نگه داشته شده‌اند. ذره (۱) به جرم 5 g را رها می‌کنیم:



الف) شتاب ذره (۱) را در لحظه رهاشدن به دست آورید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

ب) شتاب ذره (۱) در نقطه (C) چه قدر از شتابش در لحظه رهاشدن بیشتر است؟

۵۱- دو ذره باردار q_1 و q_2 در فاصله r از هم قرار گرفته‌اند و بر هم نیروی الکتریکی \vec{F} را وارد می‌کنند. اگر اندازه بار هر ذره را ۳ برابر و فاصله آن‌ها را نصف کنیم، اندازه نیروی الکتریکی‌ای که به هم وارد می‌کنند، چند برابر می‌شود؟

۵۲- دو ذره باردار در فاصله r از هم ثابت شده‌اند. اگر اندازه یکی از بارها و فاصله آن‌ها از هم دو برابر شود، نیرویی که بر هم وارد می‌کنند، چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

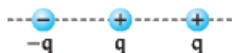
۵۳- دو ذره باردار با بارهای $q_1 = 8q$ و $q_2 = 4q$ در فاصله r از هم قرار دارند. ۲۵٪ از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 منتقل می‌کنیم. نیرویی که در این حالت به هم وارد می‌کنند، چند برابر حالت اول است؟

۵۴- دو ذره باردار با بارهای $q_1 = -8q$ و $q_2 = 4q$ در فاصله r از هم قرار دارند. ۲۵٪ از بار q_1 را برداشته و به بار q_2 منتقل می‌کنیم. نیرویی که در این حالت به هم وارد می‌کنند، چند برابر حالت اول است؟

۵۵- دو ذره باردار با بارهای مشابه q در فاصله r از هم ثابت شده‌اند. ۲۰٪ از یکی از ذره‌ها را برداشته و به دیگری منتقل می‌کنیم و فاصله بین آن‌ها را 60% کاهش می‌دهیم. نیرویی الکتریکی‌ای که این دو ذره به هم وارد می‌کنند، چند برابر حالت اول می‌شود؟

۵۶- اصل برهم‌نهی نیروهای الکتروستاتیکی را بیان کنید.

۵۷- سه ذره باردار مانند شکل زیر، روی یک خط راست قرار دارند و فاصله بارهای سمت راست و چپ از بار میانی، برابر است.



الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.

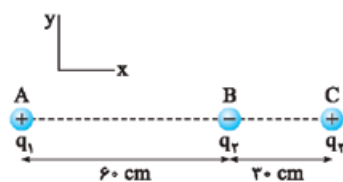
ب) اگر ذره سمت راست به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟ (پرسش کتاب درسی)

۵۸- سه ذره با بارهای $q_1 = 9 \mu\text{C}$ ، $q_2 = -2 \mu\text{C}$ و $q_3 = 4 \mu\text{C}$ در نقطه‌های A، B و C مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند.

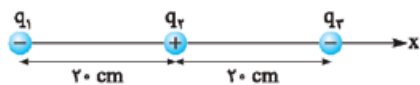
(مشابه مثال کتاب درسی)

الف) نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

ب) نیروی خالص وارد بر بار q_2 را به دست آورید.



۵۹- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -8 \text{ nC}$ ، $q_2 = +10 \text{ nC}$ و $q_3 = -8 \text{ nC}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_2 و q_3 را به دست آورید.

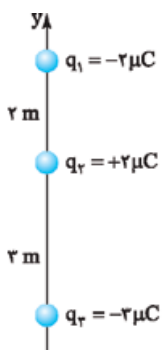


(مشابه تمرین کتاب درسی)

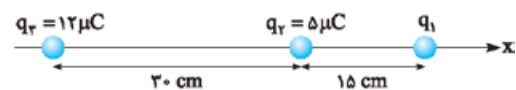
($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

۶۰- سه ذره باردار روی محور y ها مطابق شکل مقابل قرار دارند. برایند نیروهای وارد بر بار q_2 در SI برحسب بردارهای یک

محاسبه کنید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$) (نهایی)

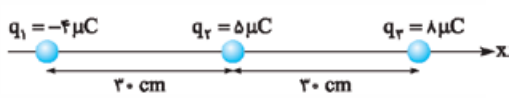


۶۱- در شکل زیر سه ذره باردار بر روی خط راستی ثابت شده‌اند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 در SI، 10^4 باشد، نوع و اندازه بار q_1 را به



دست آورید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

۶۲- در شکل زیر سه ذره باردار روی محور X قرار دارند. اگر روی محور X بار q_3 را به اندازه 1 cm به بار q_1 نزدیک کنیم، بزرگی نیروی وارد بر بار q_2 چند نیوتون تغییر می‌کند؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)



۶۳- دو ذره باردار $q_1 = 2 \text{ nC}$ و $q_2 = 18 \text{ nC}$ در فاصله 60 cm از هم قرار گرفته‌اند. بار q_3 را در چه فاصله‌ای از بار q_2 قرار دهیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر شود؟

۶۴- دو ذره باردار $q_1 = 2 \text{ nC}$ و $q_2 = -18 \text{ nC}$ در فاصله 60 cm از هم قرار گرفته‌اند. بار q_3 را در چه فاصله‌ای از بار q_2 قرار دهیم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر آن صفر شود؟

۶۵- دو ذره باردار $q_1 = 6 \text{ microC}$ و $q_2 = 24 \text{ microC}$ در فاصله 36 cm از هم قرار گرفته‌اند. بار q_3 را در مکانی قرار می‌دهیم که نیروی الکتریکی وارد بر هر سه بار صفر شود.

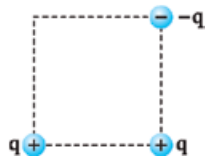
الف) فاصله بار q_3 از بار q_1 را به دست آورید. ب) نوع و اندازه بار q_3 را مشخص کنید.

(امتحان نهایی)



۶۶- در شکل زیر، \vec{F} برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 است. نوع بارهای q_2 و q_3 را مشخص کنید. (q_1 مثبت است.)

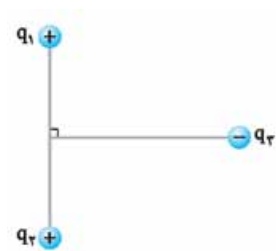
(پرسش کتاب درسی)



۶۷- سه ذره باردار مطابق شکل زیر، در سه گوشه یک مربع قرار دارند.

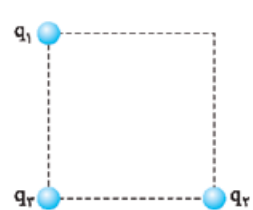
الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره سمت چپ پایینی به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟



۶۸- مطابق شکل روبه‌رو، بار نقطه‌ای q_3 روی عمودمنصف خط واصل دو ذره باردار مساوی q_1 و q_2 قرار دارد. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار q_3 را رسم کنید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)

(امتحان نهایی)

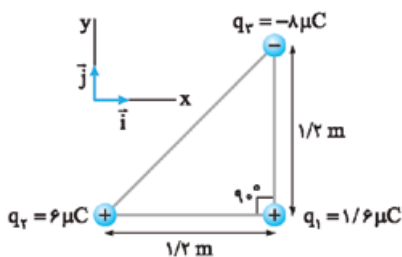


۶۹- سه ذره باردار q_1 ، q_2 و q_3 مطابق شکل در سه رأس مربعی به ضلع 60 cm ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = -3 \text{ microC}$ و $q_3 = +4 \text{ microC}$ باشد، نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را برحسب بردارهای یکه \vec{i} و \vec{j} تعیین کنید.

(مشابه تمرین کتاب درسی)

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$$

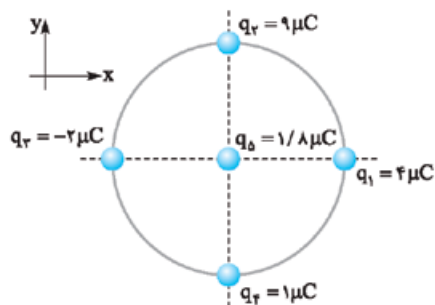
(مشابه مثال کتاب درسی)



۷۰- سه ذره باردار مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث قائم‌الزویه‌ای ثابت شده‌اند.

الف) نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره واقع در رأس قائمه را به دست آورید.

ب) اندازه این نیرو را محاسبه کنید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$)



۷۱- ذره بارداري در مرکز و چهار ذره باردار ديگر مطابق شکل بر روی محیط دایره‌ای به شعاع ۹۰ cm ثابت شده‌اند.

الف) نیروی وارد بر ذره بارداري را که در مرکز دایره قرار دارد، برحسب بردارهای یکه به دست آورید.

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$$

ب) بزرگی نیرویی را که در قسمت (الف) به دست آوردید، محاسبه کنید.

صفحه ۱۷ کتاب درسی

میدان الکتریکی، میدان الکتریکی ذره باردار و برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی

بخش ۳

درس نامه ۳ را در صفحه ۶۹ ببینید.

درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۷۲- جسم باردار به وسیله میدانی که در اطراف خود ایجاد می‌کند، بر اجسام باردار دیگر نیرو وارد می‌کند.

۷۳- جهت میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا، هم‌جهت با نیروی الکتریکی وارد بر بار آزمون مثبت است.

۷۴- به علت آن‌که جهت میدان الکتریکی قراردادی است، میدان الکتریکی یک کمیت عددی است.

۷۵- با دور شدن از یک جسم باردار، میدان الکتریکی آن کوچک می‌شود.

۷۶- واندوگرافی که بار کلاهد آن منفی است، شعله شمع را دفع می‌کند.

با پر کردن جاهای خالی، جمله‌ها را به درستی تکمیل نمایید.

۷۷- برای اندازه‌گیری و تعیین جهت میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا، از بار کوچکی با علامت (منفی - مثبت) به نام بار آزمون استفاده می‌کنیم.

۷۸- یکای اندازه‌گیری میدان الکتریکی در SI (نیوتون بر کولن - کولن) است.

۷۹- اندازه میدان الکتریکی در فاصله معینی از یک ذره باردار با (اندازه بار - مربع فاصله) نسبت عکس دارد.

۸۰- نیروی وارد بر یک بار منفی در (جهت - خلاف جهت) میدان الکتریکی است.

به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۸۱- چگونه میدان الکتریکی را در هر نقطه از فضای اطراف یک جسم باردار الکتریکی تعیین می‌کنند؟

۸۲- به کمک یک واندوگراف و شمع، آزمایشی را طراحی کنید که تقریباً نشان دهد که بزرگی میدان الکتریکی و فاصله از جسم باردار، با هم رابطه عکس دارند.

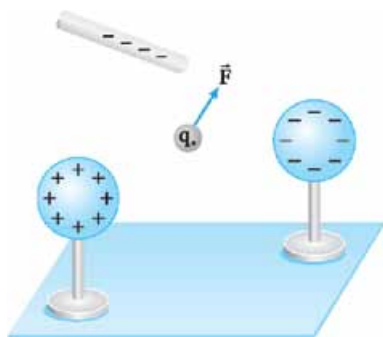
۸۳- اصل برهم‌نهی میدان‌های الکتریکی را بیان کنید.

۸۴- بار آزمون (q_0) نشان داده شده در شکل $C \times 10^{-8} + 5$ است و از سوی دو گوی و یک میله باردار،

نیرویی برابر با $F = 8 \times 10^{-5} N$ در جهت نشان داده شده بر آن وارد می‌شود. (مشابه مثال کتاب درسی)

الف) میدان الکتریکی در محل بار آزمون را تعیین کنید.

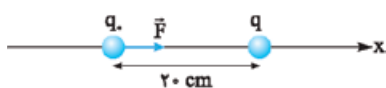
ب) اگر بار $C \times 10^{-8} 7$ را به جای q_0 قرار دهیم، چه نیرویی به آن وارد می‌شود؟



۸۵- در شکل زیر، نیرویی که ذره باردار q بر بار آزمون $q_0 = +2 nC$ وارد می‌کند، در SI به صورت $\vec{F} = (+9 \times 10^{-5} N)\vec{i}$ است.

الف) میدان الکتریکی بار q را در محل بار آزمون به دست آورید.

ب) نوع و اندازه بار q را مشخص کنید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



(امتحان نهایی)

۸۶- در شکل روبه‌رو، بزرگی میدان الکتریکی ناشی از ذره باردار $q = -1 \mu C$ در نقطه A برابر $N/C \times 10^5 2$ است.

الف) بردار میدان الکتریکی را در نقطه A رسم کنید.

ب) در چه فاصله‌ای از بار q ، میدان الکتریکی نصف می‌شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

q A

(تمرین کتاب درسی)

۸۷- طبق مدل بور برای اتم هیدروژن، در حالت پایه، فاصله الکترون از پروتون هسته تقریباً برابر $m \times 10^{-11} / 5$ است.

اندازه میدان الکتریکی ناشی از پروتون هسته را در این فاصله تعیین کنید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}, e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

(تمرین کتاب درسی)

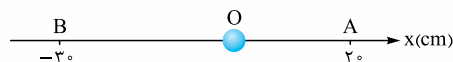
۸۸- هسته اتم آهن، شعاعی در حدود $m \times 10^{-15} \times 4$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.

الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $m \times 10^{-15} \times 4$ از هم قرار دارند، چه قدر است؟

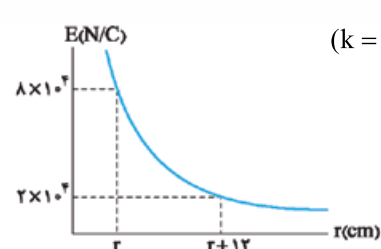
ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $m \times 10^{-1} \times 1$ از مرکز هسته چه قدر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}, e = 1/6 \times 10^{-19} C)$

۸۹- در شکل زیر، ذره باردار $q = 4 \text{ nC}$ در نقطه O ثابت شده است. اندازه میدان الکتریکی‌ای که این بار در نقطه A ایجاد می‌کند، از اندازه میدان

الکتریکی‌ای که در نقطه B ایجاد می‌کند، چه قدر بیشتر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



۹۰- نمودار اندازه میدان الکتریکی بر حسب فاصله $(E - r)$ از بار نقطه‌ای q مطابق شکل است. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



الف) اندازه r را به دست آورید.

ب) اندازه بار q را محاسبه کنید.

۹۱- مطابق شکل، دو ذره با بارهای $q_1 = 8 \mu C$ و $q_2 = -12 \mu C$ در فاصله 8 cm از یکدیگر



ثابت شده‌اند. اندازه میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های زیر به دست آورید: (مشابه مثال کتاب درسی)

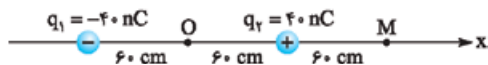
الف) در وسط خط وصل دو ذره.

ب) در نقطه‌ای روی خط وصل دو ذره به فاصله 4 cm از بار q_1 و 12 cm از بار q_2 . $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

۹۲- شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در فاصله 12 cm از هم قرار دارند. میدان الکتریکی

(مشابه تمرین کتاب درسی)

خالص را در نقطه‌های O و M به دست آورید.



(امتحان نهایی)

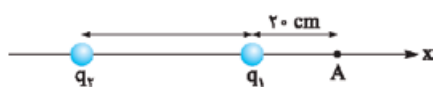
۹۳- دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = 3 \mu C$ در فاصله 7 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند.

الف) به مجموعه این دو بار الکتریکی چه گفته می‌شود؟

ب) بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A محاسبه کنید و بردار آن را رسم نمایید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



۹۴- در شکل زیر، میدان خالص در نقطه A، $\vec{I} (12 \times 10^5 \text{ N/C})$ است. اگر بار q_1 را خنثی کنیم، میدان در آن نقطه $\vec{I} (-6 \times 10^5 \text{ N/C})$ می‌شود. نوع

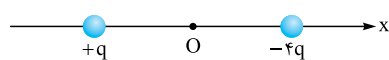


و اندازه بار q_1 را مشخص کنید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

۹۵- شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور X ثابت شده‌اند. بارها در فاصله یکسان a از مبدأ مختصات (نقطه O) قرار دارند.

(مشابه تمرین کتاب درسی)

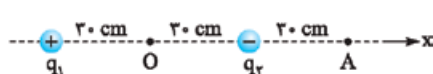
الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) بر حسب a نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برآیند برابر با صفر است؟



ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مبدأ مختصات را بر حسب q و a بیابید.

(مشابه تمرین کتاب درسی)

۹۶- دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = 2 \text{ nC}$ و $q_2 = -2 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله 6 cm از یکدیگر قرار دارند.



الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟

۹۷- دو بار نقطه‌ای $q_1 = 36 \text{ nC}$ و $q_2 = 4 \text{ nC}$ در فاصله 48 cm از هم قرار گرفته‌اند. در چه فاصله‌ای از بار q_1 ، میدان الکتریکی خالص صفر است؟

۹۸- دو بار نقطه‌ای با مقادیر q و $-4q$ به فاصله 30 cm از هم قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار الکتریکی $-4q$ روی خط وصل، میدان الکتریکی برآیند

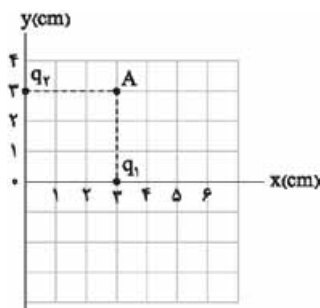
(امتحان نهایی)

صفر است؟

۹۹- شکل مقابل، دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 را در صفحه xy نشان می‌دهد. میدان الکتریکی خالص را در نقطه A برحسب بردارهای یک‌ه تعیین کنید.

(مشابه مثال کتاب درسی)

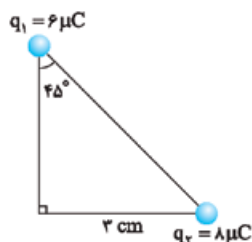
$$(q_2 = -4 \mu\text{C} \text{ و } q_1 = 8 \mu\text{C})$$



۱۰۰- با توجه به شکل مقابل، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید: $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ (امتحان نهایی)

۱- بزرگی میدان الکتریکی برابند را در رأس قائم مثلث با رسم شکل به دست آورید.

۲- اگر در رأس قائم بار الکتریکی $q' = 5 \text{ nC}$ قرار گیرد، بزرگی نیروی وارد بر آن چند نیوتون می‌شود؟

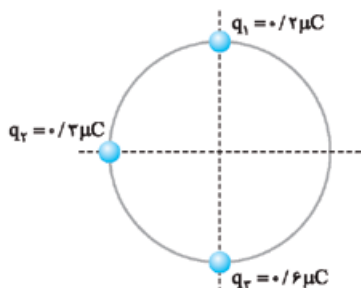


۱۰۱- دو بار الکتریکی ذره‌ای $q_1 = -q_2 = 10 \mu\text{C}$ در فاصله 6 cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی را روی عمودمنصف خطی که دو ذره را به

یکدیگر وصل می‌کند و به فاصله 3 cm از وسط خط واصل دو ذره است، به دست آورید. (با رسم شکل) $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$ (امتحان نهایی)

۱۰۲- سه ذره باردار مطابق شکل بر روی محیط دایره‌ای به شعاع 20 cm ثابت شده‌اند. اندازه میدان

الکتریکی را در مرکز دایره محاسبه کنید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$



صفحه ۱۷ کتاب درسی

خطوط میدان الکتریکی، میدان الکتریکی یکنواخت

بخش ۴

درس نامه ۴ را در صفحه ۷۴ ببینید.

در هر یک از جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید:

۱۰۳- میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، برداری است که به صورت (مماس - عمود) بر خط میدان در آن نقطه رسم می‌شود. (نهایی)

۱۰۴- جهت خطوط میدان الکتریکی از بار (منفی - مثبت) به سمت بار (منفی - مثبت) است. (نهایی)

۱۰۵- میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه رسانای موازی با بار مساوی و ناهمنام (یکنواخت - غیریکنواخت) است. (نهایی)

درست یا نادرست بودن جمله‌های زیر را مشخص کنید.

۱۰۶- آزمایش قطره - روغن میلیکان به توضیح کوانتیده بودن بار می‌پردازد.

۱۰۷- هر چه تراکم خطوط میدان الکتریکی در یک ناحیه از فضا بیشتر باشد، اندازه میدان در آن ناحیه بیشتر است.

۱۰۸- با حرکت در جهت خطوط میدان، اندازه میدان کاهش می‌یابد.

۱۰۹- در نزدیکی دوقطبی الکتریکی، خطوط میدان همدیگر را قطع می‌کنند.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱۱۰- دو ویژگی خط‌های میدان الکتریکی را ذکر کنید.

(امتحان نهایی)

۱۱۱- خط‌های میدان الکتریکی مربوط به دو بار همنام مثبت و مساوی را رسم کنید.

(امتحان نهایی)

۱۱۲- مطابق شکل، خطوط میدان الکتریکی در اطراف دو بار الکتریکی رسم شده است.

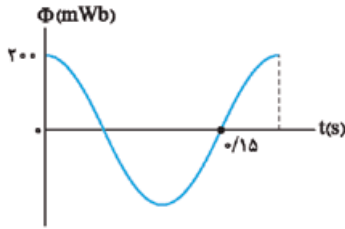
۱- اگر بار q_2 مثبت باشد، نوع بار و جهت خطوط میدان بار q_1 را مشخص کنید.

۲- اندازه بار q_1 و q_2 را با یکدیگر مقایسه کنید.



(امتحان نهایی)

۶۵۹- نمودار شار مغناطیسی گذرنده از پیچۀ مولد جریان متناوبی مطابق شکل است.



الف) معادله شار مغناطیسی را برحسب زمان در SI بنویسید.

ب) در لحظه $t = 0.3$ s شار را به دست آورید.

۶۶۰- معادله شار مغناطیسی گذرنده از پیچۀ مولد جریان متناوبی در SI، به صورت $\Phi = 0.3 \cos 5\pi t$ است.

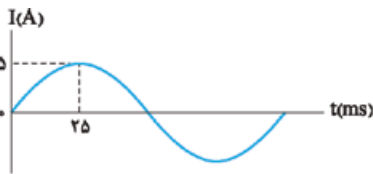
الف) اگر مساحت سطح پیچه 15 cm^2 باشد، بزرگی میدان مغناطیسی‌ای که پیچه را احاطه کرده است، به دست آورید.

ب) دوره تناوب چرخش پیچه را محاسبه کنید.

ج) پس از لحظه $t = 0$ ، در چه لحظه‌ای برای اولین بار شار گذرنده از پیچه بیشینه می‌شود؟

۶۶۱- شکل مقابل، نمودار جریان متناوب سینوسی را نشان می‌دهد که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است. معادله جریان برحسب زمان را بنویسید.

(مشابه مثال کتاب درسی)



(مشابه تمرین کتاب درسی)

۶۶۲- معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I = 5 \sin 10\pi t$ است.

الف) جریان در دو لحظه $t_1 = 20 \text{ ms}$ و $t_2 = 80 \text{ ms}$ چه قدر است؟

ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره کامل رسم کنید.

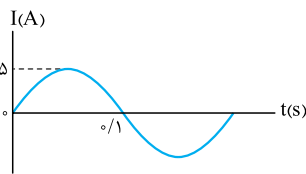
۶۶۳- جریان متناوبی که بیشینه آن 4 A و دوره آن 0.1 s است، از یک رسانای 15Ω می‌گذرد.

الف) اولین لحظه‌ای که در آن جریان بیشینه است، چه لحظه‌ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چه قدر است؟

ب) در لحظه $t = \frac{1}{30} \text{ s}$ ، جریان چه قدر است؟

۶۶۴- شکل مقابل، نمودار تغییرات جریان متناوب برحسب زمان را در یک مدار الکتریکی نشان می‌دهد. اگر

مقاومت مدار $R = 4 \Omega$ باشد، معادله نیروی محرکه القایی برحسب زمان را (در SI) بنویسید. (امتحان نهایی)



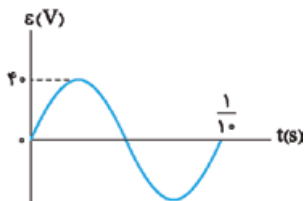
۶۶۵- معادله جریان متناوبی در دستگاه SI به صورت $I = 2 \sin 10\pi t$ است. نمودار جریان برحسب زمان را در یک دوره رسم کنید. (امتحان نهایی)

۶۶۶- جریان متناوب عبوری از یک مقاومت، با معادله $I = 2 \sin 10\pi t$ تغییر می‌کند. دوره جریان را حساب کنید و مقدار جریان الکتریکی در لحظه

(امتحان نهایی) $t = \frac{1}{30} \text{ s}$ را به دست آورید.

۶۶۷- نمودار تغییرات نیروی محرکه برحسب زمان در یک مولد مطابق شکل است. اگر مقاومت در مدار 8 اهم

باشد، معادله شدت جریان متناوب را برحسب زمان (در SI) بنویسید. (امتحان نهایی)



۶۶۸- از یک رسانای اهمی به مقاومت 100Ω ، جریان متناوبی با بیشینه نیروی محرکه 25 V می‌گذرد. اگر دوره تناوب این جریان 0.2 s باشد، معادله

(امتحان نهایی) شدت جریان برحسب زمان را در SI بنویسید.

۶۶۹- جریان متناوبی به معادله $I = 5 \sin(10\pi t)$ (در SI) از سیم‌لوله‌ای به ضریب خودالقایی 2 H عبور می‌کند.

(امتحان نهایی)

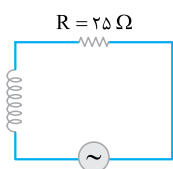
الف) دوره تناوب این جریان، چند ثانیه است؟

ب) بیشترین انرژی ذخیره‌شده در سیم‌لوله چند ژول است؟

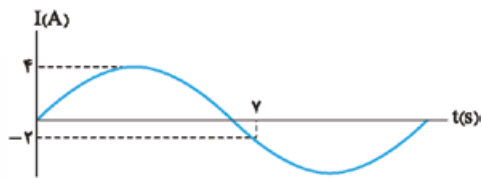
۶۷۰- معادله نیروی محرکه متناوب مولد مدار شکل مقابل در SI به صورت $\varepsilon = 10 \sin 5\pi t$ است.

الف) بیشینه جریان گذرنده از مقاومت R چند آمپر است؟

ب) اگر ضریب القاوری القاگر آرمانی 0.3 H باشد، در لحظه $t = \frac{1}{3} \text{ s}$ انرژی ذخیره‌شده آن چند ژول است؟

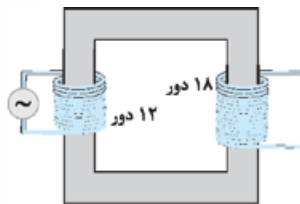


۶۷۱- نمودار جریان متناوب گذرنده از یک رسانای اهمی مطابق شکل زیر است. معادله جریان را بر حسب زمان در SI به دست آورید.



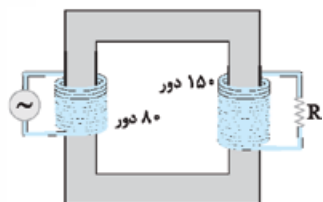
(امتحان نهایی)

۶۷۲- در مبدل شکل زیر، اگر بیشینه ولتاژ مولد، برابر 4 V باشد، بیشینه ولتاژ دو سر پیچۀ ثانویه چند ولت است؟



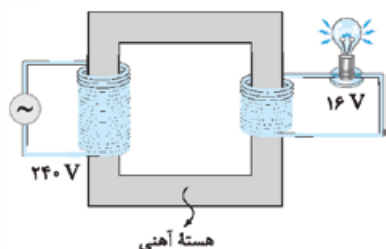
(مشابه تمرین کتاب درسی)

۶۷۳- در مبدل آرمانی شکل زیر، اگر بیشینه ولتاژ دو سر مقاومت R برابر $7/5\text{ V}$ باشد، بیشینه ولتاژ مولد چه قدر است؟



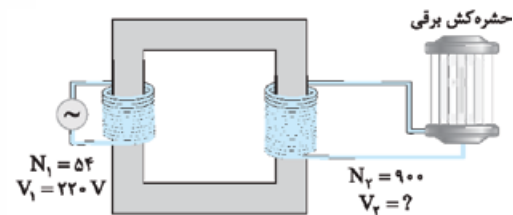
۶۷۴- شکل زیر، یک مبدل 240 V به 16 V را نشان می‌دهد. پیچۀ اولیه 3600 دور دارد. با فرض آرمانی بودن مبدل، تعداد دورهای پیچۀ ثانویه را پیدا کنید.

(مشابه مثال کتاب درسی)



۶۷۵- برخی از وسیله‌های برقی، مانند حشره‌کش برقی، برای کار کردن نیاز به ولتاژهای بالا از مرتبۀ چند هزار ولت دارند. شکل زیر مبدلی را نشان می‌دهد که ولتاژ لازم را برای کار یک دستگاه حشره‌کش برقی فراهم می‌کند. اگر تعداد دور اولیه مبدل $N_1 = 54$ و تعداد دور ثانویه $N_2 = 900$ باشد، مبدل تقریباً چه ولتاژی را برای کار کردن دستگاه حشره‌کش تأمین می‌کند؟

(تمرین کتاب درسی)



۶۷۶- می‌خواهیم یک لامپ 60 W با مقاومت الکتریکی $15\ \Omega$ را به کمک یک مبدل آرمانی با اتصال به یک منبع نیروی محرکه متناوب با بیشینه ولتاژ 150 V روشن کنیم.

الف) از مبدل کاهنده استفاده کنیم یا افزایشده؟

ب) اگر تعداد دورهای پیچۀ ورودی مبدل 100 دور باشد، حداقل دورهای پیچۀ خروجی چه تعداد باید باشد؟

فصل ۱
بخش ۱

بار الکتریکی

صفحه ۲ تا ۵ کتاب درسی

بار الکتریکی

اگر تعداد پروتون‌ها (بار مثبت) و الکترون‌ها (بار منفی) یکسان نباشند، آن جسم دارای بار الکتریکی خالص است:

مقایسهٔ تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها	بار جسم
تعداد الکترون = تعداد پروتون	خنثی
تعداد الکترون < تعداد پروتون	منفی
تعداد الکترون > تعداد پروتون	مثبت

● بار الکتریکی کمیتهٔ نرده‌ای است که با حرف Q نمایش داده می‌شود و یکان آن در SI، کولن (C) است.

نیروی الکتریکی: به نیرویی که دو جسم باردار به خاطر بار الکتریکی‌شان به هم وارد می‌کنند، نیروی الکتریکی می‌گویند. اگر بارهای دو جسم هم‌نام (مثبت و مثبت یا منفی و منفی) باشند، دو جسم یکدیگر را دفع می‌کنند و اگر بارهای دو جسم ناهمنام (مثبت و منفی) باشند، دو جسم یکدیگر را جذب می‌کنند.

روش‌های باردار کردن اجسام

اجسام را به سه روش می‌توانیم باردار کنیم: ۱ مالش ۲ تماس ۳ القای الکتریکی
مالش: اگر دو جسم به هم مالش داده شوند، تعدادی الکترون از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. اگر دو جسم در ابتدا خنثی بوده باشند، بار آن‌ها پس از مالش به هم، ناهمنام و هم‌اندازه می‌شود.

سری الکتریسیتهٔ مالشی (سری تریوالکتریک):
به این جدول سری الکتریسیتهٔ مالشی می‌گوییم:

انتهای مثبت سری
موی انسان
شیشه
نایلون
پشم
موی گربه
شرب
ابریشم
آلومینیم
پوست انسان
کاغذ
چوب
پارچهٔ کتان
کهربا
برنج، نقره
پلاستیک، پلی اتیلن
لاستیک
تفلون
انتهای منفی سری

به کمک این جدول می‌توانیم نوع بار هر یک از اجسام را پس از مالش به هم به دست آوریم. هر چه جسمی به انتهای منفی سری نزدیک‌تر باشد، الکترون‌خواهی بیشتری دارد؛ بنابراین در مالش با جسم دیگر که الکترون‌خواهی کم‌تری دارد، الکترون می‌گیرد و بارش منفی می‌شود.

مثال در مالش میلهٔ شیشه‌ای به پارچهٔ کتان، کدام جسم دارای بار

منفی و کدام جسم دارای بار مثبت می‌شود؟

✓ **پاسخ:** پارچهٔ کتان به انتهای منفی سری نزدیک‌تر است؛ پس الکترون‌خواهی بیشتری دارد. در نتیجه با مالش میلهٔ شیشه‌ای به پارچهٔ کتان، پارچهٔ کتان الکترون می‌گیرد و بارش منفی می‌شود و میلهٔ شیشه‌ای الکترون از دست می‌دهد و بارش مثبت می‌شود.

تماس: اگر یک جسم رسانای باردار را به یک جسم رسانای خنثی تماس دهیم، بخشی از بار الکتریکی جسم باردار به رسانای خنثی منتقل می‌شود و آن را باردار می‌کند.

● **نکته:** پس از تماس دو جسم رسانا به هم، نوع بار الکتریکی آن‌ها یکسان می‌شود. **القای الکتریکی در رسانا:** این روش را در دو حالت بررسی می‌کنیم:

۱ باردار کردن یک کرهٔ رسانای خنثی:

مرحلهٔ ۱: جسم باردار را مطابق شکل روبه‌رو به یک کرهٔ خنثی نزدیک می‌کنیم.



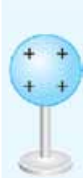
مرحلهٔ ۲: بدون این که میله را دور کنیم، کره را به زمین وصل می‌کنیم تا مقداری الکترون از کره به زمین منتقل شود:



مرحلهٔ ۳: در حضور میله، اتصال کره به زمین را قطع می‌کنیم:

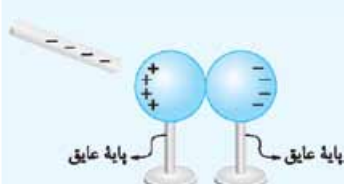


مرحلهٔ ۴: میله را از کره دور می‌کنیم. حالا یک کره با بار مخالف بار میله داریم.

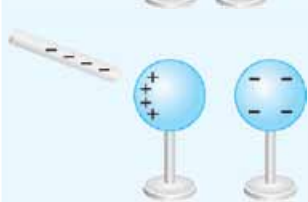


۲ باردار کردن دو کرهٔ رسانای خنثی:

مرحلهٔ ۱: مطابق شکل، دو کرهٔ رسانا را در تماس با هم قرار می‌دهیم و میلهٔ باردار را به آن‌ها نزدیک می‌کنیم.

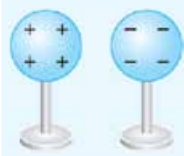


مرحلهٔ ۲: در حضور میله، کره‌ها را از هم جدا می‌کنیم:



مرحلهٔ ۳: میله را دور می‌کنیم.

حالا دو کرهٔ باردار با بار ناهمنام داریم.



الکتروسکوپ

وسایلهای به شکل زیر است که با آن می‌توانیم موارد زیر را تعیین کنیم:

۱ رسانا یا نارسنای الکتریکی بودن

یک جسم

۲ باردار بودن یا باردار نبودن یک

جسم

۳ نوع بار یک جسم



تعیین رسانا یا نارسنای الکتریکی بودن یک جسم به کمک الکتروسکوپ:

جسمی را که می‌خواهیم بدانیم که رسانا است یا عایق، به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس می‌دهیم. اگر جسم رسانا باشد، بخشی از بار الکتروسکوپ تخلیه می‌شود و تیغه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند، اما اگر عایق باشد، بار الکتروسکوپ تخلیه نمی‌شود و در نتیجه فاصله بین تیغه‌ها تقریباً تغییری نمی‌کند.

تشخیص باردار بودن یا باردار نبودن یک جسم به کمک الکتروسکوپ:

اگر جسمی را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی تماس دهیم و یا بسیار نزدیک کنیم، اگر تیغه‌های الکتروسکوپ از هم دور شوند، نتیجه می‌گیریم که جسم باردار است و اگر تیغه‌ها حرکت نکنند، نتیجه می‌گیریم که جسم خنثی است.



تشخیص نوع بار یک جسم باردار به کمک الکتروسکوپ: جسمی را که بار

آن نامشخص است، از راه دور به تدریج به کلاهک الکتروسکوپی که بار آن برای ما مشخص است، نزدیک می‌کنیم. اگر تیغه‌های الکتروسکوپ دور تر شدند، یعنی بار جسم، همنام با بار الکتروسکوپ است و اگر تیغه‌های الکتروسکوپ ابتدا به هم نزدیک شدند، یعنی بار جسم، با بار الکتروسکوپ ناهمنام است.

نوجه اگر بار جسم، ناهمنام با الکتروسکوپ و نسبتاً بزرگ باشد، تیغه‌های الکتروسکوپ، ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند. (برای همین است که جسم را از راه دور به تدریج به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک‌تر می‌کنیم.)

اصل پایستگی بار الکتریکی

مجموع جبری همه بارهای الکتریکی 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، یعنی:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots = q'_1 + q'_2 + q'_3 + \dots$$

مثال دو کره فلزی یکسان دارای بار الکتریکی $q_1 = 8 \text{ nC}$ و

$q_2 = -2 \text{ nC}$ روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر این دو کره را به هم

تماس دهیم، بار هر کدام چند نانوکولن می‌شود؟

✓ **پاسخ:** چون دو کره یکسان هستند، پس از تماس با هم، بارشان یکسان می‌شود؛ بنابراین، براساس اصل پایستگی بار داریم:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \quad q'_1 = q'_2 = q \rightarrow q_1 + q_2 = 2q \\ \Rightarrow 8 + (-2) = 2q \Rightarrow q = 3 \text{ nC}$$

اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی

بار الکتریکی یک جسم، همواره مضرب درستی از بار بنیادی e است که

$$e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$q = \pm ne$$

در رابطه بالا $n = 0, 1, 2, \dots$ است.

مثال دو کره رسانای مشابه با بارهای $q_1 = 5 \mu\text{C}$ و $q_2 = 1 \mu\text{C}$ را با

هم تماس می‌دهیم:

الف) کدام کره الکترون از دست می‌دهد؟

ب) چند الکترون بین دو کره جابه‌جا می‌شود؟

✓ **پاسخ:** الف) بار کره (۱) از بار کره (۲) مثبت‌تر است؛ بنابراین با تماس دو کره به یکدیگر، کره (۲) الکترون از دست می‌دهد و کره (۱) الکترون می‌گیرد.

ب) **گام اول:** ابتدا بار دو کره را پس از تماس با هم به دست می‌آوریم:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{5 + 1}{2} = 3 \mu\text{C}$$

گام دوم: حالا تغییرات بار یکی از کره‌ها را تعیین می‌کنیم:

$$\Delta q_1 = q'_1 - q_1 = 3 - 5 = -2 \mu\text{C}$$

گام سوم: تعداد الکترون‌های جابه‌جاشده برابر است با:

$$n = \frac{\Delta q_1}{-e} = \frac{-2 \times 10^{-6}}{-1/6 \times 10^{-19}} = 1/25 \times 10^{13}$$

پاسخ سؤالات

۱. درست
۲. درست
۳. درست
۴. درست
۵. نادرست، به کمک یک الکتروسکوپ می‌توانیم باردار بودن یا باردار نبودن یک جسم و نوع بار آن جسم را تعیین کنیم.
۶. نادرست، در این حالت اندازه بارها با هم مساوی است، اما علامت آن‌ها متفاوت است.
۷. درست
۸. درست
۹. خنثی
۱۰. نمی‌تواند، $C \times 10^{-18} / 8$ ضرب صحیحی از بار بنیادی e نیست. زیرا:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{5/8 \times 10^{-18}}{1/6 \times 10^{-19}} = 36/25$$
۱۱. کولن
۱۲. 10 C
۱۳. مثبت
۱۴. منفی
۱۵. منفی - مثبت
۱۶. مثبت - مثبت
۱۷. هنگامی که روکش پلاستیکی را به بدنه ظرف مالش می‌دهیم، الکترون‌ها از بدنه ظرف به روکش پلاستیکی منتقل می‌شوند. در این صورت، روکش پلاستیکی، دارای بار منفی و بدنه ظرف، دارای بار مثبت می‌شود و جاذبه بین بارهای ناهمنام، باعث چسبیدن روکش پلاستیکی به لبه‌های ظرف می‌شود.
۱۸. تعیین باردار بودن یا نبودن جسم (۲) تعیین نوع بار جسم باردار (۳) تعیین رسانا یا عایق بودن جسم

۲۶. وقتی دو جسم که در کنار هم قرار گرفته‌اند، با هم مالش داده می‌شوند، بار یکی مثبت و بار دیگری منفی می‌شود. به همین خاطر یکدیگر را جذب می‌کنند. این موضوع باعث می‌شود که ما بیشتر جاذبه الکتریکی را ببینیم.

۲۷. گام اول: وقتی میله سربی را با پارچه پشمی مالش می‌دهیم، بار میله سربی، منفی و بار پارچه پشمی، مثبت می‌شود. حالا اگر میله سربی را به کلاهک یک الکتروسکوپ بدون بار تماس دهیم، بار الکتروسکوپ هم منفی می‌شود و این موضوع باعث می‌شود که تیغه‌های الکتروسکوپ از هم دور شوند. گام دوم: با مالش کهریا به پارچه کتان، بار کهریا منفی می‌شود.

گام سوم: حالا با نزدیک کردن کهریا به کلاهک الکتروسکوپ، مطابق شکل، الکترون‌های کلاهک توسط کهریا دفع می‌شوند و به سمت تیغه‌ها که بار منفی داشته‌اند، می‌روند. در نتیجه بار منفی روی تیغه‌ها افزایش می‌یابد و این تیغه‌ها از هم بیشتر دور می‌شوند.



۲۸. اصل پایستگی بار: مجموع جبری همه بارهای الکتریکی 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.

۲۹. اصل کوانتیده‌بودن بار الکتریکی: همواره بار الکتریکی مشاهده‌شده جسم، مضرب درستی از بار بنیادی $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.

۳۰. الف) $19/2 \text{ nC}$

ب) $q = ne \Rightarrow n = \frac{19/2 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 12 \times 10^{10} = 1/2 \times 10^{11}$

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

$\Rightarrow n = \frac{1}{1/6 \times 10^{-19}} = 625 \times 10^{16} = 6/25 \times 10^{18}$

۳۲. الف) یک اتم در حالت عادی خنثی است، چون تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌های آن برابر است؛ بنابراین، بار الکتریکی اتم نیتروژن صفر است.

هسته اتم: بار الکتریکی هسته اتم، برابر با بار حاصل از پروتون‌های داخل هسته است و داریم: $q_{\text{هسته}} = 7 \times 1/6 \times 10^{-19} = 7 \times 10^{-19} \text{ C}$

$= 11/2 \times 10^{-19} \text{ C} = 1/12 \times 10^{-18} \text{ C}$

ب) وقتی یک اتم دو بار یونیده می‌شود، یعنی دو الکترون از دست می‌دهد؛ پس، بار آن مثبت و برابر با $q = ne = 2 \times 1/6 \times 10^{-19} = 3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$ می‌شود.

۳۳. الف) وقتی دو کره مشابه را با هم تماس می‌دهیم، بار هر کدام برابر می‌شود با: $q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{5 + 13}{2} = 9 \mu\text{C}$

ب) کره A: بار این کره، با از دست دادن الکترون، مثبت‌تر شده و از $5 \mu\text{C}$ به $9 \mu\text{C}$ رسیده است.

پ) تعداد الکترون جابه‌جاشده برابر است با:

$n = \frac{\Delta q_A}{e} = \frac{q'_A - q_A}{e} = \frac{9 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{4 \times 10^{-6}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2/5 \times 10^{13}$

۳۴. الف) $q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{-8 + 24}{2} = 8 \text{ nC}$

ب) کره A: بار این کره منفی بوده و با از دست دادن الکترون، مثبت شده است.

۱۹. تشخیص باردار بودن یا نبودن یک جسم: اگر جسمی را به کلاهک یک الکتروسکوپ خنثی تماس دهیم و یا بسیار نزدیک کنیم، اگر تیغه‌های الکتروسکوپ از هم دور شوند، نتیجه می‌گیریم که جسم باردار است. اگر تیغه‌ها حرکت نکنند، نتیجه می‌گیریم که جسم خنثی است.



۲۰. تشخیص نوع بار یک جسم باردار: جسمی را که بار آن نامشخص است، از راه دور به تدریج به کلاهک الکتروسکوپی که بار آن برای ما مشخص است، نزدیک می‌کنیم. اگر تیغه‌های الکتروسکوپ دور شدند، یعنی بار جسم، همانم بار الکتروسکوپ است و اگر تیغه‌های الکتروسکوپ ابتدا به هم نزدیک شدند، یعنی بار جسم با بار الکتروسکوپ ناهمنام است.

نوع) اگر بار جسم، ناهمنام با الکتروسکوپ و نسبتاً بزرگ باشد، ورقه‌های الکتروسکوپ ابتدا بسته و سپس باز می‌شود. (برای همین است که جسم را از راه دور به تدریج به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک‌تر می‌کنیم.)

۲۱. جسمی را که می‌خواهیم بدانیم رسانا است یا عایق، به کلاهک الکتروسکوپ باردار تماس می‌دهیم. اگر جسم رسانا باشد، بخشی از بار الکتروسکوپ تخلیه می‌شود و تیغه‌های آن به هم می‌چسبند، اما اگر عایق باشد، بار الکتروسکوپ تخلیه نمی‌شود و در نتیجه فاصله بین تیغه‌ها تقریباً تغییری نمی‌کند.

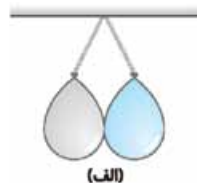
۲۲. الف) میله شیشه‌ای: مثبت - پارچه ابریشمی: منفی

ب) توپ پلاستیکی: منفی - پارچه ابریشمی: مثبت

۲۳. وقتی بادکنک را به دیوار مالش می‌دهیم، در اثر مالش، بادکنک و دیوار هر دو باردار می‌شوند و بار آن‌ها ناهمنام است. از آن‌جا که دو جسم با بار ناهمنام، یکدیگر را جذب می‌کنند، وقتی بادکنک را به اندازه کافی به دیوار مالش می‌دهیم، یکدیگر را جذب می‌کنند و به هم می‌چسبند.

۲۴. نه‌ای پلاستیکی در اثر مالش با پارچه پشمی دارای بارهای همانم (منفی) می‌شوند. به همین دلیل به یکدیگر نیروی الکتریکی رانشی (دافعه) وارد می‌کنند.

۲۵. ابتدا دو بادکنک را مطابق شکل (الف) به وسیله نخ از یک نقطه آویزان می‌کنیم.

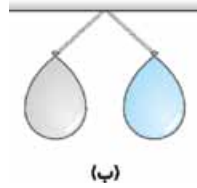


سپس بادکنک‌ها را به طور جداگانه به پارچه پشمی مالش می‌دهیم.

با این کار، بادکنک‌ها بار منفی و پارچه پشمی بار مثبت می‌گیرند.

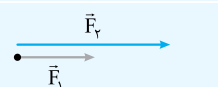
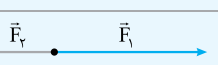

می‌بینیم که این دو بادکنک یکدیگر را

مطابق شکل (ب) دفع می‌کنند. این موضوع نشان می‌دهد که بارهای الکتریکی همانم یکدیگر را دفع می‌کنند. حالا اگر پارچه پشمی را به هر یک از بادکنک‌ها نزدیک کنیم، می‌بینیم که این بادکنک‌ها جذب پارچه می‌شوند؛ بنابراین می‌فهمیم که بارهای الکتریکی ناهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند.



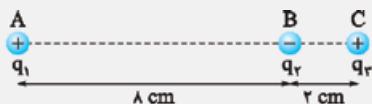
یادآوری ریاضی

برای پیدا کردن جهت برآیند چند بردار، یکی از سه حالت زیر رخ می‌دهد:

حالت بردارها	محاسبه برآیند
هم‌جهت هم‌راستا	 $\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow |\vec{F}_T| = |\vec{F}_1| + |\vec{F}_2|$
خلاف جهت	 $\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow |\vec{F}_T| = |\vec{F}_1| - |\vec{F}_2|$
عمود	 <p>از رابطه فیثاغورس:</p> $\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow |\vec{F}_T| = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

مثال

سه ذره با بارهای $q_1 = +10 \text{ nC}$ ، $q_2 = -2 \text{ nC}$ و $q_3 = 8 \text{ nC}$ در نقطه‌های A، B و C مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید.



✓ پاسخ: نیروی الکتریکی خالصی که بر بار q_3 وارد می‌شود، برآیند دو نیرویی است که از طرف بارهای q_1 و q_2 بر آن وارد می‌شوند. برای محاسبه این نیرو، نیروی را که هر یک از بارهای q_1 و q_2 در نبود دیگری، بر بار q_3 وارد می‌کند، محاسبه می‌کنیم. نیروی الکتریکی وارد بر q_3 ، برآیند این دو نیرو است.

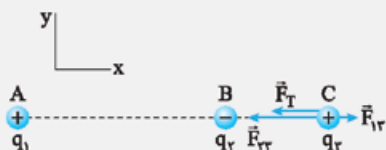
فاصله بین بارهای q_1 و q_3 را با r_{13} و فاصله بین بارهای q_2 و q_3 را با r_{23} نشان می‌دهیم؛ بنابراین داریم:

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = (9 \times 10^9) \frac{(10 \times 10^{-9})(8 \times 10^{-9})}{(10 \times 10^{-2})^2} = 0.72 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = (9 \times 10^9) \frac{(2 \times 10^{-9})(8 \times 10^{-9})}{(2 \times 10^{-2})^2} = 3/6 \times 10^{-4} \text{ N}$$

نیرویی که بار q_1 بر بار q_3 وارد می‌کند، دافعه و نیرویی که بار q_2 بر بار q_3 وارد می‌کند، جاذبه است.

مطابق شکل، نیروهای \vec{F}_{13} و \vec{F}_{23} در جهت‌های مخالف یکدیگرند و برآیند آن‌ها برابر است با:



$$\vec{F}_T = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = (0.72 \times 10^{-4} \text{ N})\vec{i} + (-3/6 \times 10^{-4} \text{ N})\vec{i}$$

$$= (-2/88 \times 10^{-4} \text{ N})\vec{i}$$

$$n = \frac{\Delta q_A}{e} = \frac{q'_A - q_A}{e} = \frac{8 \times 10^{-9} - (-8 \times 10^{-9})}{1/6 \times 10^{-19}} \quad (\text{پ})$$

$$= \frac{16 \times 10^{-9}}{1/6 \times 10^{-19}} = 1.01$$

۳۵. گام اول: ابتدا مقدار تغییرات بار جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta Q = ne = 8 \times 10^{13} \times 1/6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-6} \text{ C} = 8 \mu\text{C}$$

گام دوم: این مقدار بار، معادل ۲۰٪ بار اولیه است؛ پس:

$$\frac{20}{100} Q_1 = \Delta Q \Rightarrow \frac{1}{5} Q_1 = 8 \Rightarrow Q_1 = 40 \mu\text{C}$$

گام سوم: بار نهایی جسم برابر است با:

$$Q_2 - Q_1 = \Delta Q \Rightarrow Q_2 - 40 = 8 \Rightarrow Q_2 = 48 \mu\text{C}$$

۳۶. گام اول: ابتدا مقدار تغییرات بار جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta Q = ne = 3 \times 10^{13} \times 1/6 \times 10^{-19} = 4/8 \times 10^{-6} \text{ C} = 4/8 \mu\text{C}$$

گام دوم: چون بار اولیه جسم منفی بوده است، با گرفتن الکترون از آن، اندازه بار آن کاهش می‌یابد؛ پس با توجه به این که با گرفتن 3×10^{13} الکترون از جسم، بار آن ۲۵٪ تغییر می‌کند، داریم:

$$Q_2 - Q_1 = \Delta Q \xrightarrow{Q_2 = \frac{75}{100} Q_1} Q_2 - \frac{75}{100} Q_2 = 4/8 \mu\text{C}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{4} Q_2 = 4/8 \mu\text{C} \Rightarrow Q_2 = -14/4 \mu\text{C}$$

فصل ۱

بخش ۲

قانون کولن، برهم‌نهی نیروهای الکتریکی

صفحه ۵ تا ۸ کتاب درسی

قانون کولن

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

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

در این رابطه اگر F برحسب نیوتون، q_1 و q_2 برحسب کولن و r برحسب متر باشد، ثابت کولن $k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$ است.

مثال دو بار الکتریکی 10 و 18 نانوکولنی در فاصله 6 سانتی‌متری از یکدیگر قرار گرفته‌اند. نیروی الکتریکی بین این دو بار چند نیوتون است؟

✓ پاسخ: به کمک قانون کولن داریم:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{18 \times 10^{-9} \times 10 \times 10^{-9}}{(6 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{18 \times 10^{-9} \times 10 \times 10^{-9}}{36 \times 10^{-4}} = 45 \times 10^{-5} = 4/5 \times 10^{-4} \text{ N}$$

اصل برهم‌نهی نیروهای الکتریکی

اگر تعدادی بار نقطه‌ای داشته باشیم، نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره، برآیند نیروهایی است که هر یک از ذرات دیگر در غیاب سایر ذره‌ها بر ذره مورد نظر وارد می‌کنند.

۴۳. $\frac{N.m^2}{C^2}$

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

۴۵. ترازوی پیچشی کولن - کاربرد آن اندازه‌گیری نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای است.

۴۶. الف) قبل از حل سؤال بگوییم که p معرف پروتون و e معرف الکترون است.

$$F_{pe} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1/6 \times 10^{-19} \times 1/6 \times 10^{-19}}{(\delta \times 10^{-11})^2}$$

$$= 0/9216 \times 10^{-7} = 9/216 \times 10^{-8} \text{ N}$$

ب) $F_{pp} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1/6 \times 10^{-19} \times 1/6 \times 10^{-19}}{(2/5 \times 10^{-15})^2}$

$$= 3/6864 \times 10^{-1} \text{ N}$$

پ) در هسته، نیروی دیگری وجود دارد که از نوع جاذبه است و این نیرو، مانع فروپاشی هسته می‌شود. به این نیرو، نیروی هسته‌ای می‌گوییم.

۴۷. گام اول: وقتی گوی‌ها را به هم تماس می‌دهیم، براساس اصل پایستگی بار

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{2/5 - 6/5}{2} = -2 \mu\text{C}$$

الکتریکی داریم:

گام دوم: اندازه نیروی الکتریکی بین این دو گوی برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0/6)^2} = 0/1 \text{ N}$$

این نیرو رانشی است، چون بار دو گوی پس از تماس همنام می‌شود.

۴۸. الف) چون گوی بالایی معلق مانده است، پس اندازه نیروی الکتریکی وارد بر گوی بالایی برابر با اندازه وزن آن است و داریم:

$$W = F_e \Rightarrow mg = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow 3/6 \times 10^{-3} \times 10 = 9 \times 10^9 \frac{q^2}{9 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q^2 = 36 \times 10^{-16} \Rightarrow q = 6 \times 10^{-8} \text{ C}$$

ب) به کمک رابطه $q = ne$ داریم:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{6 \times 10^{-8}}{1/6 \times 10^{-19}} = 3/75 \times 10^{11}$$

۴۹. گام اول: نیروی الکتریکی‌ای را که هر ذره بر دیگری وارد می‌کند، محاسبه

$$F_{12} = F_{21} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{15 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^{-6}}{(15 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 4/8 \times 10^{-2} \text{ N}$$

گام دوم: چون جرم دو ذره با هم برابر است، داریم:

$$a = \frac{F_{12}}{m} = \frac{F_{21}}{m} = \frac{4/8 \times 10^{-2}}{40 \times 10^{-3}} = 1/2 \text{ m/s}^2$$

۵۰. الف) اندازه نیروی الکتریکی وارد بر ذره را برابر با ma قرار می‌دهیم:

$$ma_1 = F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{AB}^2}$$

$$\Rightarrow (\delta \times 10^{-3}) a_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{50 \times 10^{-9} \times 160 \times 10^{-9}}{1^2}$$

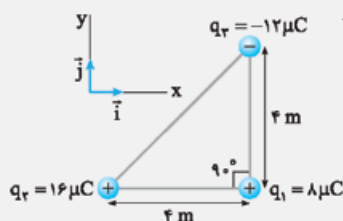
$$\Rightarrow a_1 = 1/44 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

مثال سه ذره باردار مطابق شکل زیر در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای

ثابت شده‌اند. جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره واقع در رأس

قائمه را به دست آورده و اندازه

این نیرو را محاسبه کنید.



پاسخ: نیروی الکتریکی بین بارهای q_1 و q_2 ، دافعه و نیروی بین

بارهای q_1 و q_3 ، جاذبه است. با استفاده از رابطه $F = k \frac{|q||q'|}{r^2}$ داریم:

$$F_{12} = k \frac{|q_2||q_1|}{r_{12}^2} = (9 \times 10^9) \frac{(16 \times 10^{-6})(8 \times 10^{-6})}{(4)^2}$$

$$= 7/2 \times 10^{-2} \text{ N}$$

با توجه به دستگاه مختصات داده‌شده، \vec{F}_{12} در جهت مثبت محور X

است؛ بنابراین $\vec{F}_{12} = (7/2 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{i}$ می‌شود. به همین ترتیب،

برای نیروی بین بارهای q_1 و q_3 داریم:

$$F_{13} = k \frac{|q_3||q_1|}{r_{13}^2} = (9 \times 10^9) \frac{(12 \times 10^{-6})(8 \times 10^{-6})}{(4)^2}$$

$$= 5/4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

با توجه به دستگاه مختصات داده‌شده،

\vec{F}_{13} در جهت مثبت محور Y است؛

بنابراین $\vec{F}_{13} = (5/4 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{j}$

می‌شود.

پس برآیند نیروهای الکتریکی وارد

بر بار q_1 برابر است با:

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} = (7/2 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{i} + (5/4 \times 10^{-2} \text{ N}) \vec{j}$$

و بزرگی آن با استفاده از رابطه فیثاغورس، چنین به دست می‌آید:

$$F_T = \sqrt{F_{12}^2 + F_{13}^2} = \sqrt{(7/2 \times 10^{-2} \text{ N})^2 + (5/4 \times 10^{-2} \text{ N})^2}$$

$$= 9 \times 10^{-2} \text{ N}$$

پاسخ سؤالات

۳۷. نادرست، با توجه به قانون کولن، بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره

باردار، با مجذور فاصله آن‌ها از هم رابطه عکس دارد؛ بنابراین با کاهش فاصله

بین دو ذره، بزرگی نیروی الکتریکی بین آن‌ها افزایش می‌یابد.

۳۸. نادرست، نیروهای الکتریکی‌ای که دو جسم باردار به هم وارد می‌کنند،

عمل و عکس‌العمل هم هستند؛ بنابراین $|F_{12}| = |F_{21}|$.

۳۹. نادرست، یکای اندازه‌گیری ضریب گذردهی الکتریکی خلأ (ϵ_0) در SI،

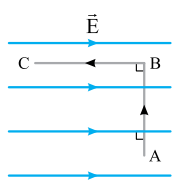
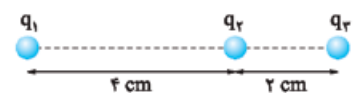
$$\frac{C^2}{N.m^2}$$

است.

۴۰. درست، چون این نیروها عمل و عکس‌العمل هم هستند.

۴۱. مربع فاصله ($F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$) ۴۲. چهار برابر ($F \propto \frac{1}{r^2}$)

ردیف	امتحان شماره ۱	پایه یازدهم دوره دوم متوسطه	رشته: ریاضی و فیزیک	تاریخ امتحان: دی‌ماه	نمره
۱	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید. (الف) اگر دو جسم نارسای خنثی را با هم مالش دهیم، هر دو باردار شده و پس از مالش همدیگر را دفع می‌کنند. (ب) اگر در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی قوی‌تر باشد، خطوط میدان الکتریکی در آن ناحیه متراکم‌تر رسم می‌شود. (پ) با حرکت یک ذره باردار در مسیری که بر خطوط میدان الکتریکی عمود است، انرژی پتانسیل ذره تغییر نمی‌کند. (ت) خازن تختی به باتری متصل است. اگر در این حالت فاصله بین صفحه‌های آن را افزایش دهیم، بار الکتریکی ذخیره‌شده بر روی صفحه‌های آن افزایش می‌یابد. (ث) جهت سرعت سوق الکترون‌ها در سیم‌رسانا، برخلاف جهت میدان الکتریکی درون سیم است. (ج) با افزایش دمای یک نیم‌رسانا مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد.	۱/۵			
۲	با انتخاب عبارت مناسب، جمله‌ها را به درستی تکمیل نمایید. (الف) اگر جسم بارداری با بار مثبت را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری نزدیک کنیم، بار کلاهک (منفی - مثبت) و بار تیغه‌ها (منفی - مثبت) می‌شود. (ب) نیروی وارد بر یک بار منفی در (جهت - خلاف جهت) میدان الکتریکی است. (پ) با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط (افزایش - کاهش) می‌یابد. (ت) خازن تخت پر شده‌ای را از باتری جدا کرده‌ایم. با خارج کردن دی‌الکتریک بین صفحه‌های خازن، بزرگی میدان الکتریکی بین صفحه‌های آن (افزایش - کاهش) می‌یابد. (ث) به نسبت بار گذرنده از رسانا به مدت‌زمان عبور بار از هر سطح مقطع فرضی آن، (جریان الکتریکی - مقاومت الکتریکی) می‌گوییم. (ج) در پدیده ابررسانایی، مقاومت الکتریکی برخی از فلزات در دماهای پایین (نزدیک به صفر کلوین) (به تدریج - ناگهان) صفر می‌شود.	۱/۷۵			
۳	به کمک یک شانه پلاستیکی و یک الکتروسکوپ، آزمایشی را طراحی کنید که بتوانید نوع بار یک جسم باردار را تعیین کنید. (اگر شانه پلاستیکی را با موی سر خود مالش دهید، بار شانه منفی می‌شود.)	۱/۲۵			
۴	به کمک یک منبع نیروی محرکه، یک مقاومت متغیر، یک آمپرسنج آرمانی، یک ولت‌سنج آرمانی، کلید و تعدادی سیم رابط آزمایشی را طرح کنید که اهمی بودن یا غیراهمی بودن یک قطعه الکتریکی، مشخص شود.	۱			
۵	در مدار شکل مقابل، با نزدیک کردن لامپ به مقاومت نوری (LDR) چه تغییری در عددی که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، ایجاد می‌شود؟	۱			
۶	خطوط میدان الکتریکی را به صورت کیفی در اطراف یک دوقطبی الکتریکی رسم کنید.	۰/۵			
۷	در مدار شکل مقابل، مقاومت رئوستا را از صفر تا بی‌نهایت افزایش می‌دهیم. نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری را برحسب جریان گذرنده از آن رسم کنید.	۱/۲۵			
۸	در شکل زیر، سه ذره باردار بر روی محور X ثابت شده‌اند. بردار نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_3 را به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$	۱/۵			
۹	دو ذره باردار در رأس‌های مثلث قائم‌الزاویه‌ای که در شکل مشاهده می‌کنید، قرار دارند. بزرگی برایند میدان‌های الکتریکی در رأس قائم را به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$	۱/۵			

ردیف	امتحان نوبت دوم (پایان سال): فیزیک ۲		رشته: ریاضی و فیزیک													
	امتحان شماره ۶	پایه یازدهم دوره دوم متوسطه	تاریخ امتحان: خردادماه	مدت امتحان: ۱۰۰ دقیقه												
۱	عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. الف) میدان الکتریکی در هر نقطه، برداری است (مماس - عمود) بر خط میدانی که از آن نقطه می‌گذرد. ب) در رسانای (اهمی - غیراهمی) نسبت جریان عبوری از رسانا به اختلاف پتانسیل دو سر آن $(\frac{I}{V})$ در جریان‌های مختلف متفاوت است. پ) هرگاه جریانی که از دو سیم موازی می‌گذرد (هم‌سو - در جهت مخالف) باشد، دو سیم یکدیگر را می‌ریابند. ت) ضریب القاوری با سطح مقطع سیم‌لوله رابطه (عکس - مستقیم) دارد.															
۲	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید. الف) چگالی سطحی بار در نقاط تیز سطح جسم رسانای باردار از نقاط دیگر آن بیشتر است. ب) با فرسوده شدن باتری نیروی محرکه الکتریکی آن افزایش می‌یابد. پ) در مواد پارامغناطیس، دوقطبی‌های مغناطیسی درون هر حوزه مغناطیسی به طور کامل هم‌خط هستند. ت) یکای ولت‌ثانیه (V.S) معادل تسلا. متر مربع $(T.m^2)$ است.															
۳	جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید. الف) با قراردادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن تخت، ظرفیت آن می‌یابد. ب) در یک جسم نیم‌رسانا با دما، تعداد حامل‌های بار درون آن به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. پ) در میدان مغناطیسی زمین و به دور از هر میدان مغناطیسی دیگر، قطب N عقربه مغناطیسی در جهت قطب مغناطیسی زمین قرار می‌گیرد. ت) خط‌های انتقال توان الکتریکی به طور معمول از ولتاژهایی در حدود کیلوولت استفاده می‌کنند.															
۴	ذره بارداری با بار مثبت در یک میدان الکتریکی یکنواخت مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. جاهای خالی را با کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) پر کنید.															
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>مسیر</th> <th>میدان الکتریکی (E)</th> <th>انرژی پتانسیل الکتریکی (U)</th> <th>پتانسیل الکتریکی (V)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A → B</td> <td>الف)</td> <td></td> <td>ب)</td> </tr> <tr> <td>B → C</td> <td></td> <td>پ)</td> <td>ت)</td> </tr> </tbody> </table>		مسیر	میدان الکتریکی (E)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	پتانسیل الکتریکی (V)	A → B	الف)		ب)	B → C		پ)	ت)
مسیر	میدان الکتریکی (E)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	پتانسیل الکتریکی (V)													
A → B	الف)		ب)													
B → C		پ)	ت)													
۵	خازن تختی را به مولد وصل می‌کنیم و پس از پر شدن از مولد جدا می‌کنیم. در این وضعیت فاصله صفحات خازن را دو برابر می‌کنیم. با استفاده از عبارت‌های داخل کادر زیر به سؤال‌ها پاسخ دهید. (یک عبارت اضافی است). ۴ برابر می‌شود - ثابت می‌ماند - نصف می‌شود - دو برابر می‌شود الف) بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن چگونه تغییر می‌کند؟ ب) ظرفیت خازن چگونه تغییر می‌کند؟ پ) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازن چگونه تغییر می‌کند؟															
۶	به کمک یک آونگ الکتریکی، یک ظرف فلزی درب‌دار و یک الکتروسکوپ آزمایشی طرح کنید که نشان دهد بار الکتریکی بر روی سطح خارجی رسانا توزیع می‌شود.															
۷	در شکل زیر، بزرگی برابند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره باردار q_3 را حساب کنید. $(q_1 = 8 \mu C, q_2 = q_3 = -4 \mu C, k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$															
																
۸	مساحت صفحه‌های خازن تختی 200 cm^2 و فاصله بین صفحه‌ها 3 mm است. اگر بین صفحه‌ها را دی‌الکتریک با ثابت ϵ پر کرده باشد، ظرفیت خازن چند نانوفاراد است؟ $(\epsilon_0 \approx 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2})$															