به نام خدا

فارآزمون

فیزیک یازدهم

رشته ریاضی

مهندس علیرضا ایدلخانی

انتشارات علمی فار
phare
www.pharepub.com

سرشناسه: علیرضا ایدلخانی ۱۳۶۶-
عنوان و نام پدیدآور: فیزیک یازدهم ـ فارآزمون
مشخصات نشر: تهران: انتشارات علمی فار، ۱۳۹۶
مشخصات ظاهری: ۲۷۲ ص.؛ ۲۲×۲۹ س م.
شابک: ۱ ـ ۱۶ ـ ۷۹۲۶ ـ ۶۰۰ ـ ۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپای مختصر
یادداشت: فهرست‌نویسی کامل این اثر در نشانی:
http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
شماره کتاب‌شناسی ملی: ۴۰۷۸۶۹۷

فیزیک ریاضی یازدهم

فار آزمون

مهندس علیرضا ایدلخانی

ویراستاران: مسعود اسدی
ناشر: انتشارات علمی فار
مدیر مسئول: علی امین‌صادقیه
صفحه‌آرا: نسرین صداقت
حروفچینی: فرناز صفی
رسم شکل: ندا صداقت
ناظر چاپ: سعید حیدری
چاپ: اول، ۱۳۹۶
شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه
بها: ۲۷۰۰۰ تومان

فار نما: www.PharePub.com
پست الکترونیک: info@pharepub.com
روابط عمومی: ۶۶۵۹۷۹۹۹ ـ ۸۸۳۹۱۴۳۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب برای انتشارات علمی فار و پدیدآورندگان آن محفوظ است.

مقدمه

مقدمه‌ی مؤلفین

شـاید برای شـما هم سـؤال پیش آمده باشد که خوشبختی چیست؟ قطعاً از نظر افراد مختلف تعابیر متفاوتی دارد ولی بیش‌تر آن ها یکی از ارکان آن را داشـتن شـغلی متناسـب با اسـتعداد و علاقهٔ خود عنوان می‌کنند که در این صورت، دچار روزمرگی و خمودی نمی‌شوند و از فعالیت‌های روزانهٔ خود لذت می‌برند.

دوستان عزیز؛ همهٔ شما این فرصت را دارید که علاقه و استعدادهای نهفته خود را پیدا و با جهت دادن به آن، به آینده‌ای روشن دست پیدا کنید. اگر به کنکور به عنوان ابزاری برای رسیدن به این هدف (و نه به عنوان هدف) نگاه کنید، درس خواندن لذت‌بخش می‌شود. در این راه ما هم سـعی کردیم همراهتان باشـیم و با تألیف این کتاب کاری کنیم که این راه کمی آسـانتر شـود. در کنار ما، دوستانمان در انتشـارات فار کمک کردند اثری متفاوت و کم‌نقص در اختیار شـما قرار گیرد که علاوه بر برآورده کردن خواسـته‌های شـما در این درس علاقه‌تان به ریاضی نیز افزایش یابد.

تألیـف ایـن اثر کار بسـیار دشـواری بود و اگـر کمک‌های تک‌تک اعضاء انتشـارات فار نبود به نتیجه نمی‌رسـید. لـذا لازم می‌دانیم تـا از تـلاش تمامـی همـکاران عزیزمـان در واحدهـای تایپ، تولید، روابـط عمومی و یکایک بخش‌های دیگر انتشـارات فـار و هم‌چنین ویراستاران که مسئولیت برطرف شدن ایرادات فنی و ادبی را برعهده داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را بنماییم.

کلام آخر؛

از لحظات زندگی خود، لذت ببرید زیرا زندگی فرصت دوباره‌ای به انسان نمی‌دهد.

چشم‌ها و لب‌هایتان خندان

علیرضا ایدلخانی

پاییز ۹۶

Email: phare.math@gmail.com

راهنمای استفاده از کتاب

۱ـ آزمون‌های مویرگی: ابتدای هر فصل، آزمون‌های مویرگی شروع می‌شود. برای پاسخ‌گویی به این آزمون‌ها لازم است ابتدا مبحث مورد نظر را به طور دقیق از روی کتاب درسی و جزوهٔ دبیر مطالعه کنید و سپس به سراغ این آزمون‌ها بروید. حتماً در پایان هر آزمون پاسخ‌نامهٔ کامل و تشریحی نوشته شده را به طور دقیق مطالعه کنید. حتی پاسخ تست‌هایی که درست پاسخ داده‌اید را دوباره بررسی کنید. این کار سبب می‌شود راه‌های ساده‌تر و نکات مربوط به هر تست را فرا بگیرید. از آن‌جایی که آزمون‌های مویرگی برای تکمیل آموزش ریزبخش‌های هر فصل طراحی شده است لذا رعایت وقت پیشنهادی ضرورتی ندارد بنابراین بدون نگرانی از زمان و به قصد یادگیری از این آزمون‌ها استفاده کنید.

۲ـ آزمون‌های جامع هر فصل: در پایان هر فصل آزمون‌هایی از مباحث کل فصل طراحی شده است. این آزمون‌ها را وقتی پاسخ دهید که مطالعهٔ فصل را به طور کامل انجام داده و مطالب را کاملاً فرا گرفته‌اید. باز هم در پایان هر آزمون پاسخ‌نامه را دقیق مورد بررسی قرار دهید. در این آزمون‌ها سعی کنید کم‌کم بحث زمان‌بندی را هم تمرین کنید.

۳ـ آزمون‌های دوره‌ای و مروری: در پایان بعضی از فصول کتاب آزمون‌هایی قرار دارد که ۲ یا ۳ فصل قبلی را مورد ارزیابی قرار می‌دهد؛ این آزمون‌ها برای مرور فصل‌های قبلی در نظر گرفته شده است و باعث می‌شود تا با سوالات ترکیبی از آن چند فصل روبه‌رو شوید و هم چنین دوره‌ای از فصل‌های گذشته داشته باشید. در این آزمون‌ها حتماً وقت پیشنهادی را برای پاسخ‌گویی در نظر بگیرید.

۴ـ آزمون‌های جامع پایان کتاب: این آزمون‌ها برای دورهٔ کامل مطالب کتاب طراحی شده است. معمولاً زمان پاسخ‌گویی به این آزمون‌ها حوالی اردیبهشت ماه است (البته برای دانش‌آموزان پایهٔ دهم داوطلبان کنکور می‌توانند هر زمان که مطالب کتاب ریاضی دهم را به طور کامل آموختند سراغ این آزمون‌ها بروند). این آزمون‌ها محک خوبی برای آموخته‌های شما از کتاب ریاضی دهم است. باز هم توصیه می‌کنم پاسخ‌نامهٔ هر یک از آزمون‌ها که به طور جامع و تشریحی نوشته شده است را در پایان هر آزمون به دقت بررسی کنید.

موفق باشید

روش مطالعهٔ درس فیزیک

چگونه فیزیک یازدهم را بخوانیم

بدون شک فیزیک یکی از زیباترین و هیجان‌انگیزترین دروس دورهٔ دوم متوسطه است. (فکر نکن چون معلم فیزیک هستم اینو می‌گم. باور کن اگر معلم درس دیگه‌ای هم بود نظرم راجع به فیزیک همین بود.)

کتاب درسی فیزیک یازدهم نسبت به کتاب قبلی که فیزیک سوم دبیرستان بود، تغییرات زیادی داشته است. قطعاً دبیران و دانش‌آموزان پایه یازدهم برای دست‌یابی به نتیجه مطلوب باید به این تغییرات توجه ویژه‌ای داشته باشند.

در کتاب درسی جدید از حجم روابط و مسائلی که محاسبات ریاضی پیچیده دارند کاسته شده و به مطالب مفهومی و مسائل کاربردی توجه بیش‌تری شده است. به طور کلی مؤلفین کتاب درسی سعی کرده‌اند مطالب به گونه‌ای مطرح شود که دانش‌آموز بتواند بین مسائل موجود در زندگی روزمره و تئوری‌های مطرح شده در کتاب درسی ارتباط برقرار کنند.

به نظر می‌رسد این سیاست در آزمون‌های نهایی و کنکور سراسری نیز پیگیری شود، بنابراین توصیه می‌کنم متن کتاب درسی را به دقت مطالعه کنید، فعالیت‌ها، تمارین و مثال‌های مطرح شده در کتاب درسی را به دقت بررسی کنید و تمامی مسائل مطرح شده را به طور کامل حل کنید. معمولاً در ابتدای این مسائل توضیحاتی راجع به کاربرد مسأله مورد نظر در زندگی روزمره داده شده است که دانش‌آموزان به این توضیحات به اندازهٔ کافی توجه نمی‌کنند. لطفاً حتماً این توضیحات را به دقت مطالعه کنید، تا هم با کاربرد درس شیرین فیزیک در زندگی آشنا شوید و هم در صورت مطرح شدن سؤالاتی از این دست در آزمون‌های سراسری غافلگیر نشوید.

بعد از مطالعه کتاب درسی توصیه می‌کنم با حل سؤالات متعدد و متنوع، قوهٔ حل مسألهٔ خود را تقویت کنید. کتاب فار آزمون می‌تواند در این قسمت بسیار به شما کمک کند. در ادامه توصیه‌های تخصصی در مورد هر فصل به طور مجزا مطرح شده است. لطفاً حتماً این توصیه‌ها را جدی بگیرید.

فصل (۱): الکتریسیتهٔ ساکن

۱ـ اگر فرصت و امکانات کافی در اختیار دارید آزمایش‌های سادهٔ این فصل را انجام دهید.

۲ـ در قسمت برایند نیروهای الکتریکی و برایند میدان‌های الکتریکی کتاب درسی تأکید دارد که دانش‌آموزان با سؤالاتی آشنا شوند که یا بردارها عمود بر هم باشند و یا هم راستا باشند. (توصیه می‌کنم حتماً محاسبهٔ برایند بردارها را در حالت‌هایی که بردارها عمود بر هم و یا هم راستا نیستند نیز یاد بگیرید.)

۳ـ در مبحث اختلاف پتانسیل و انرژی پتانسیل الکتریکی علامت پارامترهای مختلف که در روابط جای‌گذاری می‌شوند بسیار مهم هستند. در حل مسائل به علامت‌ها بسیار توجه کنید.

۴ـ در مبحث خازن‌ها لزومی به حل مسائل مدارهای الکتریکی که در کتاب درسی قبلی و سؤالات کنکورهای سال‌های گذشته مطرح شده‌اند، نیست. لطفاً در این قسمت تمرکز خود را به مسائل ساختمان خازن و انرژی ذخیره شده در خازن قرار دهید.

فصل (۲): جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۱ـ در مبحث عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی به سؤالات تناسبی توجه کنید و سعی کنید با حل مسائل متعدد در این قسمت به تسلط برسید.

۲ـ در کنکورهای سال‌های اخیر مبحث ترکیب مقاومت‌ها و مدارهای الکتریکی سؤالات بسیار زیادی داشته‌اند. سعی کنید در این قسمت با حل سؤالات زیاد و متنوع با انواع ایده‌های مطرح شده در مسائل مدار آشنا شوید. حل آزمون‌های این کتاب در این

قسمت بسیار به شما کمک خواهد کرد.

۳- در مبحث توان در مدارهای الکتریکی کلی پا را فراتر از مطالب مطح شده در کتاب درسی بگذارید. در این قسمت با مطالعه ایستگاه‌های مطرح شده در پاسخنامه می‌توانید نکات جدید و جالب زیادی یاد بگیرید.

فصل (۳): مغناطیس

۱- در این فصل به قاعدهٔ دست راست بسیار توجه کنید. در فصل آینده با مسائل ترکیبی بسیار زیادی مواجه خواهید شد که برای حل آن‌ها نیازمند استفاده از قاعدهٔ دست راست خواهید بود.

۲- مسائل این فصل نسبت به فصل قبل تنوع کم‌تری دارند و شما با صرف وقت و انرژی کم‌تری می‌توانید به راحتی با ایده‌های رایج مطرح شده در سؤالات آشنا شوید.

۳- در دو فصل پایانی کتاب خلاصه‌نویسی دقیقی از روابط مطرح شده تهیه کنید و سعی کنید با مطالعهٔ مکرر خلاصه‌نویسی خود بر روابط این فصول مسلط شوید.

فصل (۴): القای الکترو مغناطیس و جریان متناوب

۱- اگر در فصل قبل قانون دست راست را خوب یاد نگرفته‌اید پیشنهاد می‌کنم مطالعهٔ این فصل را شروع نکنید.

۲- تنوع سؤالاتی که از این فصل در کنکور سراسری مطرح می‌شوند نسبت به دو فصل اول کتاب درسی کم‌تر است. بنابراین اگر در این فصل تمارین و مسائل کتاب درسی را به طور کامل یاد بگیرید می‌توانید تعداد زیادی از سؤالات مطرح شده در کنکورهای سال‌های اخیر را حل کنید.

۳- برای حل برخی از سؤالات این فصل نیاز به روابط مثلثاتی است. لطفاً مروری بر روابط مورد نظر از کتاب ریاضی خود داشته باشید.

امیدوارم فیزیک یازدهم را عمیق، دقیق و کاربردی بخوانید و با تمام وجود از آن لذت ببرید.

تفکر و دقت گام اول برای موفقیت است

در پناه خداوند متعال پیروز و موفق باشید

علیرضا ایدلخانی

پاییز ۹۶

فهرست

بخش اول آزمون‌ها

آزمون‌های فصل اول: الکتریسیته ساکن ۲

آزمون ۱ الفبای الکتریسیته ساکن و قانون کولن ۲

آزمون ۲ میدان الکتریکی ۵

آزمون ۳ برایند نیروهای الکتریکی و میدان الکتریکی در حالتی که بردارها عمود برهم و هم‌راستا نیستند. ۷

آزمون ۴ پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی و چگالی سطحی بار الکتریکی ۱۱

آزمون ۵ خازن ۱۴

آزمون ۶ جامع ۱۶

آزمون‌های فصل دوم: جریان الکتریکی ۲۰

آزمون ۷ الفبای جریان الکتریکی ۲۰

آزمون ۸ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی ۲۳

آزمون ۹ مدارهای الکتریکی ۲۵

آزمون ۱۰ مدارهای الکتریکی ۲۸

آزمون ۱۱ انرژی و توان در مدارهای الکتریکی ۳۱

آزمون ۱۲ انرژی و توان در مدارهای الکتریکی ۳۳

آزمون ۱۳ کاربرد کلید، آمپرسنج و ولت‌سنج در مدارهای الکتریکی ۳۶

آزمون ۱۴ جامع جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۴۰

آزمون ۱۵ جامع جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۴۳

آزمون‌های فصل سوم: مغناطیس ۴۶

آزمون ۱۶ الفبای مغناطیسی و ویژگی‌های مغناطیسی مواد ۴۶

آزمون ۱۷ نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی ۴۹

آزمون ۱۸ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان ۵۱

آزمون ۱۹ میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی ۵۵

آزمون ۲۰ جامع ۵۷

آزمون‌های فصل چهارم: الکترومغناطیس ۶۲

آزمون ۲۱ پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی و قانون فاراده ۶۲

آزمون ۲۲ کاربرد قانون فاراده در مسائلی که میدان مغناطیسی و مساحت تغییر می‌کند ۶۵

آزمون ۲۳ قانون لنز ۶۹

آزمون ۲۴ القاگرها ۷۲

آزمون ۲۵ جریان متناوب ۷۵

آزمون ۲۶ جامع ۷۸

فصل پنجم: آزمون‌های جامع ۸۲

آزمون ۲۷ آزمون جامع فصل ۱ و ۲ ۸۲

آزمون ۲۸ آزمون جامع فصل ۱ و ۲ ۸۵

آزمون ۲۹ آزمون جامع فصل ۳ و ۴ ۸۷

آزمون ۳۰ آزمون جامع فصل ۳ و ۴ ۹۰

آزمون ۳۱ آزمون جامع جامع ۹۳

آزمون ۳۲ آزمون جامع جامع ۹۶

بخش اول آزمون‌ها

پاسخ‌نامه فصل اول: الکتریسیته ساکن ۱۰۲

آزمون ۱ الفبای الکتریسیته ساکن و قانون کولن ۱۰۲

آزمون ۲ میدان الکتریکی ۱۰۷

آزمون ۳ برایند نیروهای الکتریکی و میدان الکتریکی در حالتی که بردارها عمود برهم و هم‌راستا نیستند. ۱۱۲

آزمون ۴ پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی و چگالی سطحی بار الکتریکی ۱۱۹

آزمون ۵ خازن ۱۲۳

آزمون ۶ جامع ۱۲۷

پاسخ‌نامه فصل دوم: جریان الکتریکی ۱۳۲

آزمون ۷ الفبای جریان الکتریکی ۱۳۲

آزمون ۸ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی ۱۳۶

آزمون ۹ مدارهای الکتریکی ۱۴۱

آزمون ۱۰ مدارهای الکتریکی ۱۴۹
آزمون ۱۱ انرژی و توان در مدارهای الکتریکی ۱۵۵
آزمون ۱۲ انرژی و توان در مدارهای الکتریکی ۱۶۱
آزمون ۱۳ کاربرد کلید، آمپرسنج و ولت‌سنج در مدارهای الکتریکی ۱۶۶
آزمون ۱۴ جامع جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۷۴
آزمون ۱۵ جامع جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۷۹

پاسخ‌نامه فصل سوم: مغناطیس ۱۸۶

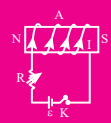
آزمون ۱۶ الفبای مغناطیسی و ویژگی‌های مغناطیسی مواد ۱۸۶
آزمون ۱۷ نیروی مغناطیسی وارد بر ذرّهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی ۱۸۹
آزمون ۱۸ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان ۱۹۴
آزمون ۱۹ میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی ۱۹۹
آزمون ۲۰ جامع ۲۰۴

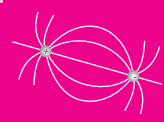
پاسخ‌نامه فصل چهارم: الکترومغناطیس ۲۱۰

آزمون ۲۱ پدیده‌ی القای الکترومغناطیسی و قانون فاراده ۲۱۰
آزمون ۲۲ کاربرد قانون فاراده در مسائلی که میدان مغناطیسی و مساحت تغییر می‌کند ۲۱۴
آزمون ۲۳ قانون لنز ۲۱۹
آزمون ۲۴ القاگرها ۲۲۵
آزمون ۲۵ جریان متناوب ۲۲۹
آزمون ۲۶ جامع ۲۳۳

پاسخ‌نامه فصل پنجم: آزمون‌های جامع ۲۳۸

آزمون ۲۷ آزمون جامع فصل ۱ و ۲ ۲۳۸
آزمون ۲۸ آزمون جامع فصل ۱ و ۲ ۲۴۲
آزمون ۲۹ آزمون جامع فصل ۳ و ۴ ۲۴۷
آزمون ۳۰ آزمون جامع فصل ۳ و ۴ ۲۵۱
آزمون ۳۱ آزمون جامع جامع ۲۵۶
آزمون ۳۲ آزمون جامع جامع ۲۶۰





بخش اول

آزمون‌ها

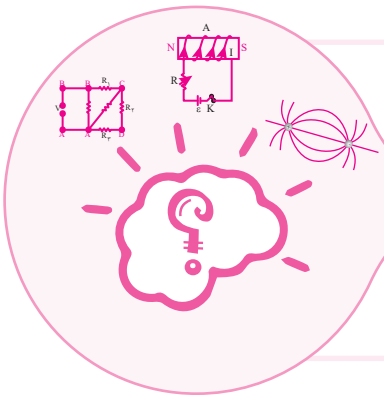
فصل اول : الکتریسیته ساکن ـــــ ۲

فصل دوم: جریان الکتریکی ـــــ ۲۰

فصل سوم: مغناطیس. ـــــ ۴۶

فصل چهارم: الکترومغناطیس ـــــ ۶۲

فصل پنجم: آزمون‌های جامع ـــــ ۸۲



آزمون‌های فصل اول

الکتریسیته ساکن

آزمون ۱ الفبای الکتریسیته ساکن و قانون کولن — ۳۰ دقیقه

۱. جرم یک سکهٔ فلزی خنثی برابر m است. اگر این سکه دارای بار الکتریکی مثبت شود، جرم آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) جرم سکه مقدار بسیار کمی افزایش می‌یابد.
۲) جرم سکه مقدار بسیار زیادی افزایش می‌یابد.
۳) جرم سکه تغییر نمی‌کند.
۴) جرم سکه مقدار بسیار کمی کاهش می‌یابد.

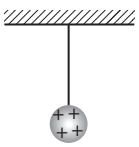
۲. بار الکتریکی هستهٔ اتم $^{۲۵۳}_{۹۲}U$ چند کولن است؟ $(e \simeq ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,C)$

۱) $۴/۰۴۸ \times ۱۰^{-۱۷}$
۲) $۴/۰۴۸ \times ۱۰^{-۱۸}$
۳) $۱/۴۷۲ \times ۱۰^{-۱۷}$
۴) $۱/۴۷۲ \times ۱۰^{-۱۸}$

۳. سه جسم A و B و C را دوبه‌دو به یک‌دیگر نزدیک می‌کنیم. وقتی A و B به یک‌دیگر نزدیک شوند، هم‌دیگر را با نیروی الکتریکی جذب می‌کنند و اگر B و C را به یک‌دیگر نزدیک کنیم، یک‌دیگر را با نیروی الکتریکی دفع می‌کنند. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند صحیح باشد؟ *(تجربی خارج ـ ۹۰)*

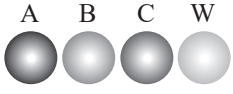
۱) A و C بار همنام و هم‌اندازه دارند.
۲) B و C بار غیرهمنام دارند.
۳) B بدون بار و C باردار است.
۴) A بدون بار و B باردار است.

۴. در شکل مقابل گلولهٔ فلزی بارداری از نخ آویزان است. کرهٔ فلزی خنثی را که دارای دسته نارسانا است به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله ..... می‌شود. وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا می‌کنیم و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم و ملاحظه می‌شود که گلوله ..... می‌شود. *(تجربی ـ ۸۶)*



۱) جذب ـ دفع
۲) دفع ـ جذب
۳) دفع ـ دفع
۴) جذب ـ جذب

۵. مطابق شکل زیر چهار کرهٔ رسانای مشابه در اختیار داریم. کرهٔ خنثی W با کرهٔ A تماس داده شده و سپس از آن جدا می‌شود. پس از آن کرهٔ W با کرهٔ B که دارای بار الکتریکی $-۳۲\,C$ است، تماس پیدا کرده و از کرهٔ B جدا می‌شود و در نهایت کرهٔ W با کرهٔ C با بار الکتریکی $۴۸\,C$ تماس پیدا کرده و از آن جدا می‌شود. اگر بار نهایی کرهٔ W، $۱۸\,C$ باشد، بار اولیهٔ کرهٔ A چند کولن بوده است؟



۱) ۸
۲) ۱۶
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۶. با توجه به سری الکتریسیتهٔ مالشی کدام گزینه نادرست است؟

۱) اگر چوب را با موی انسان مالش دهیم چوب دارای بار منفی می‌شود.
۲) اگر کاغذ و تفلون را به یک‌دیگر مالش دهیم کاغذ دارای بار مثبت می‌شود.
۳) اگر نایلون و پارچهٔ کتان را به یک‌دیگر مالش دهیم نایلون دارای بار منفی می‌شود.
۴) اگر کهربا را با موی گربه مالش دهیم موی گربه دارای بار مثبت می‌شود.

۷. در صفحهٔ xoy بار $q_1 = 3\mu C$ در مختصات $(3cm, 4cm)$ و بار $q_2 = -2\mu C$ در مختصات $(-5cm, -2cm)$ واقع شده‌اند. بزرگی نیروی الکتریکی وارد شده به بار q_1 چند نیوتن است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$

۱) ۴/۲ ۲) ۳/۴ ۳) ۶/۲ ۴) ۵/۴

۸. نیروی بین دو بار الکتریکی q_1 و q_2 که با فاصلهٔ r از یک‌دیگر قرار دارند، F است. اگر اندازهٔ یکی از بارها و هم‌چنین فاصلهٔ بین دو بار نیز، نصف شود، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟ (ریاضی خارج ـ ۸۷)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{3}{2}$

۹. دو بار الکتریکی همنام $q_1 = 8\mu C$ و q_2 در فاصلهٔ r، نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 را برداشته و به q_2 اضافه کنیم، بدون تغییر فاصلهٔ بارها، نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیهٔ q_2 چند میکروکولن است؟ (ریاضی ـ ۸۹)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

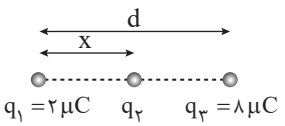
۱۰. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصلهٔ r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند، چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعهٔ بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟ (ریاضی خارج ـ ۹۵)

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۱. دو گلولهٔ فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصلهٔ ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبهٔ ۴ نیوتن بر یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیهٔ گلوله‌ها برحسب میکروکولن کدام است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$ (ریاضی ـ ۹۴)

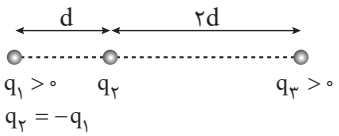
۱) ۱۲ و ۶- ۲) ۱۰ و ۴- ۳) ۹ و ۳- ۴) ۸ و ۲-

۱۲. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. برآیند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (تجربی خارج ـ ۸۹)



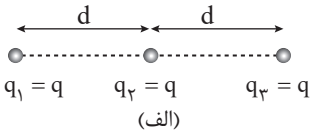
۱) $-\frac{2}{9}$ ۲) $+\frac{2}{9}$ ۳) $-\frac{8}{9}$ ۴) $+\frac{8}{9}$

۱۳. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم‌اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟ (تجربی خارج ـ ۹۵)

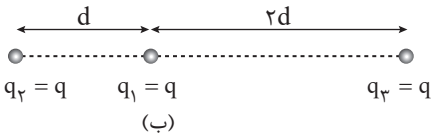


۱) $\frac{8}{13}$ ۲) $\frac{13}{8}$ ۳) $\frac{13}{72}$ ۴) $\frac{72}{13}$

۱۴. مطابق شکل (الف) سه ذره با بارهای الکتریکی یکسان q بر روی خطی قرار گرفته‌اند و برایند نیروهای وارد شده به q_1 برابر ۱۲N است. برایند نیروهای وارد شده به q_1 در شکل (ب) چند نیوتن می‌باشد؟



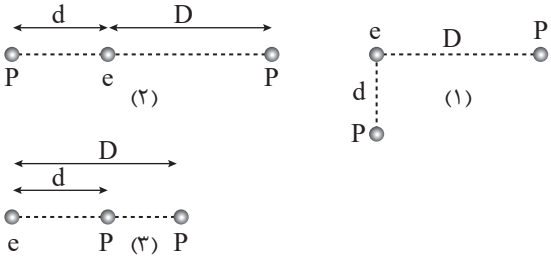
(الف)



(ب)

۱) ۴/۲
۲) ۷/۲
۳) ۶/۸
۴) ۱۱/۸

۱۵. مطابق شکل‌های زیر دو پروتون و یک الکترون در یک صفحه قرار گرفته‌اند. اگر بزرگی نیروی الکتریکی وارد شده به الکترون در این شکل‌ها به ترتیب F_1 ، F_2 و F_3 باشد کدام گزینه در مورد بزرگی این نیروها درست است؟



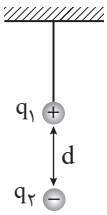
۱) $F_1 > F_2 > F_3$

۲) $F_1 > F_3 > F_2$

۳) $F_3 > F_1 > F_2$

۴) $F_3 > F_2 > F_1$

۱۶. مطابق شکل زیر ذرهٔ باردار $q_1 = 4\mu C$ توسط نخ سبکی از سقف آویزان شده است و ذرهٔ باردار $q_2 = -4\mu C$ در زیر آن به حالت تعادل قرار دارد. اگر جرم بار q_2 ، ۱۰ گرم باشد، d چند سانتی‌متر است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}, g = 10\frac{N}{kg})$



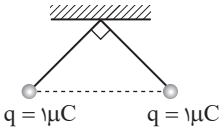
۱) ۱۲۰

۲) ۱۲

۳) ۲۴۰

۴) ۲۴

۱۷. مطابق شکل زیر دو آونگ مشابه به جرم m و بار الکتریکی $1\mu C$ از دو نخ یکسان سبک به طول $30\sqrt{2}\ cm$ آویخته شده‌اند و به حال تعادل قرار دارند. m چند گرم است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}, g = 10\frac{N}{kg})$



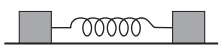
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۱۰

۴) ۲/۵

۱۸. مطابق شکل زیر دو مکعب رسانای کوچک به دو سر یک فنر با ثابت $100\frac{N}{m}$ و طول $20cm$ متصل شده و بر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک قرار گرفته‌اند. اگر به هر مکعب بار الکتریکی یکسان $10\mu C$ بدهیم، در لحظه‌ای که برایند نیروهای وارد شده به هر مکعب صفر است، طول فنر چند سانتی‌متر است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$



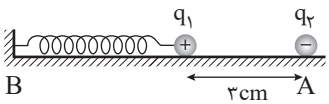
۱) ۲۵

۲) ۲۴

۳) ۳۰

۴) ۳۶

۱۹. مطابق شکل زیر بار $q_2 = -3\mu C$ در نقطهٔ A ثابت شده است و بار $q_1 = 1/2\mu C$ به فنری با ثابت $100\frac{N}{m}$ به تکیه‌گاه B بسته شده است و به حالت تعادل می‌باشد. اگر طول اولیهٔ فنر $51cm$ بوده باشد فاصلهٔ A تا B چند سانتی‌متر است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$



۱) ۵۴

۲) ۳۹

۳) ۸۷

۴) ۹۰

۲۰. ذرهٔ A با بار الکتریکی Q در مبدأ دستگاه مختصات ثابت شده است. در $t = 0$ ذرهٔ B به جرم $0/8\ g$ و با بار الکتریکی $4\mu C$ از نقطهٔ $x = 20cm$ از روی محور xها با تندی $30\frac{m}{s}$ در جهت مثبت y شروع به حرکت می‌کند. اگر ذرهٔ B بر روی یک دایره حرکت کند، Q چند میکروکولن است؟

۱) ۲

۲) -۲

۳) ۴

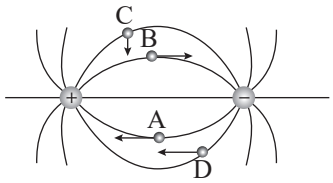
۴) -۴

۱ ① ② ③ ④	۵ ① ② ③ ④	۹ ① ② ③ ④	۱۳ ① ② ③ ④	۱۷ ① ② ③ ④
۲ ① ② ③ ④	۶ ① ② ③ ④	۱۰ ① ② ③ ④	۱۴ ① ② ③ ④	۱۸ ① ② ③ ④
۳ ① ② ③ ④	۷ ① ② ③ ④	۱۱ ① ② ③ ④	۱۵ ① ② ③ ④	۱۹ ① ② ③ ④
۴ ① ② ③ ④	۸ ① ② ③ ④	۱۲ ① ② ③ ④	۱۶ ① ② ③ ④	۲۰ ① ② ③ ④

پاسخ آزمون ۱ در صفحهٔ ۱۰۲

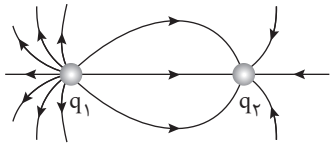
آزمون ۲ میدان الکتریکی — ۳۰ دقیقه

۱. در شکل زیر خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار الکتریکی هم‌اندازهٔ ناهم‌نام رسم شده است. در کدام نقطه جهت نیروی الکتریکی وارد شده به یک بار الکتریکی منفی درست رسم شده است؟



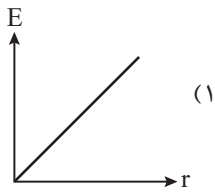
۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

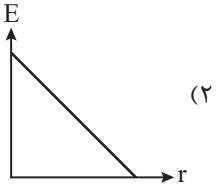
۲. در شکل زیر خطوط میدان الکتریکی دو بار الکتریکی نقطه‌ای رسم شده است. کدام گزینه در مورد این بارها درست است؟

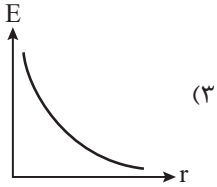


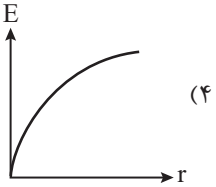
۱) $|q_1|>|q_2|, q_2<0, q_1>0$
۲) $|q_1|<|q_2|, q_2<0, q_1>0$
۳) $|q_1|>|q_2|, q_2>0, q_1<0$
۴) $|q_1|<|q_2|, q_2>0, q_1<0$

۳. کدام یک از نمودارهای زیر تغییرات بزرگی میدان الکتریکی ناشی از یک بار الکتریکی نقطه‌ای را برحسب فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر تا بار به درستی نشان می‌دهد؟

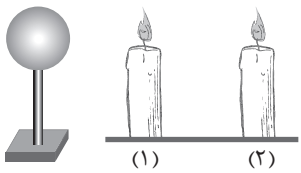
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۴. مطابق شکل زیر در مجاورت کلاهک یک وان‌دوگراف دو شمع روشن قرار گرفته است. شمع (۱) در نزدیکی وان‌دوگراف و شمع (۲) در فاصلهٔ دوری از کلاهک قرار دارد. اگر بار کلاهک مثبت باشد، کدام گزینه در مورد شعلهٔ شمع‌های (۱) و (۲) درست است؟



۱) شعلهٔ شمع (۱) به راست متمایل می‌شود.
۲) شعلهٔ شمع (۱) به چپ متمایل می‌شود.
۳) شعلهٔ شمع (۲) به راست متمایل می‌شود.
۴) شعلهٔ شمع (۲) به چپ متمایل می‌شود.

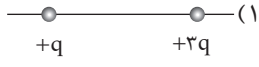
۵. اگر شعاع اولین لایهٔ اتم هیدروژن 5×10^{-11} باشد. اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از پروتون موجود در هسته در این فاصله چند واحد SI است؟ $\left(k=9\times10^{9}\ \frac{Nm^2}{C^2}, e\simeq1/6\times10^{-19}C\right)$

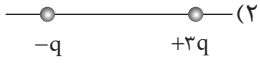
۱) $4/56\times10^{12}$
۲) $5/76\times10^{12}$
۳) $4/56\times10^{11}$
۴) $5/76\times10^{11}$

۶. میدان الکتریکی در فاصلهٔ r از یک بار نقطه‌ای $250\frac{N}{C}$ است. اگر فاصله را 10cm بیش‌تر کنیم، میدان الکتریکی $160\frac{N}{C}$ می‌شود، r چند سانتی‌متر می‌باشد؟ (ریاضی خارج ـ ۹۲)

۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) $\frac{40}{9}$
۴) $\frac{160}{9}$

۷. در کدام یک از شکل‌های زیر نقطه‌ای بر روی خط واصل بارها و در سمت چپ بارها وجود دارد که اگر یک الکترون در آن نقطه قرار بگیرد در حال تعادل باقی می‌ماند؟

۱) 

۲) 

۳)

۴)

۸. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-Q_1$ و $+Q_2$ در فاصلهٔ یک متری از هم قرار دارند. اگر در نقطه‌ای بین دو بار و به فاصلهٔ ۴۰ سانتی‌متری از بار $-Q_1$، میدان الکتریکی حاصل از دو بار برابر باشند، نسبت اندازهٔ دو بار الکتریکی $(\frac{Q_2}{Q_1})$ کدام است؟ (تجربی خارج ـ ۸۶)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵

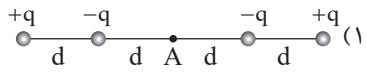
۹. دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$، در فاصلهٔ r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصلهٔ d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصلهٔ دو بار از هم ۲ برابر شود، میدان الکتریکی برایند در فاصلهٔ d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟ (تجربی ـ ۹۳)

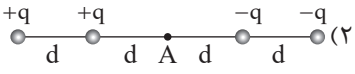
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

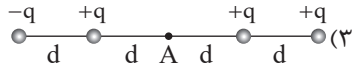
۱۰. بارهای الکتریکی نقطه‌ای $4\mu C$ و $-8\mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x = 6cm$ و $x = 12cm$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x = 18cm$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟ (تجربی خارج ـ ۹۳)

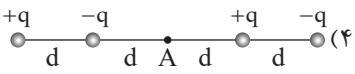
۱) -۵۴ ۲) -۱۸ ۳) ۱۸ ۴) ۵۴

۱۱. در کدام یک از گزینه‌های زیر بزرگی برایند میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ A بیش‌تر است؟

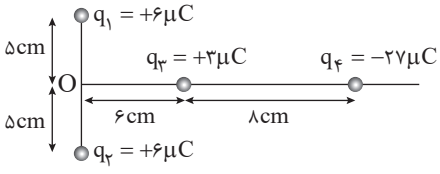
۱)


۲)


۳)


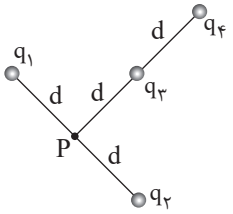
۴)


۱۲. بارهای الکتریکی q_1, q_2, q_3, q_4 مطابق شکل روبه‌رو قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی q_4 را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم، تا میدان حاصل از بارها در نقطهٔ O برابر صفر شود؟ (ریاضی خارج ـ ۸۹)



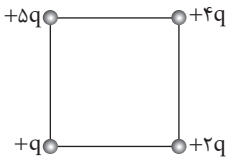
۱) ۴ سانتی‌متر به راست
۲) ۴ سانتی‌متر به چپ
۳) ۱۰ سانتی‌متر به راست
۴) ۱۰ سانتی‌متر به چپ

۱۳. مطابق شکل روبرو چهار ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = q_2 = 5\mu C$، $q_3 = 3\mu C$ و $q_4 = -12\mu C$ در مجاورت یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. اگر $d = 3\mu m$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ P چند واحد SI است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$



۱) 6×10^{15} ۲) 9×10^{15}
۳) 12×10^{15} ۴) صفر

۱۴. اگر در یک رأس مربعی بار q قرار گیرد، میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع E است. حال اگر در چهار رأس همان مربع بارهای الکتریکی مطابق شکل مقابل قرار گیرند، اندازهٔ میدان الکتریکی در مرکز آن چند E می‌شود؟ (ریاضی ـ ۸۵)



۱) $\sqrt{2}$ ۲) $2\sqrt{2}$
۳) $\frac{3}{2}\sqrt{2}$ ۴) $3\sqrt{2}$

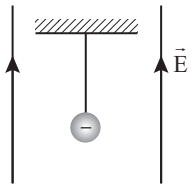
۱۵. آزمایش قطرهٔ روغن میلیکان برای دریافت کدام حقیقت فیزیکی انجام شده است؟

۱) تجمع بارهای الکتریکی در نقاط نوک‌تیز اجسام رسانا بیش‌تر است.
۲) نیروی وارد شده به دو بار الکتریکی با حاصل ضرب بارها رابطهٔ مستقیم دارد.
۳) بارهای الکتریکی در سطوح خارجی اجسام رسانا توزیع می‌شوند.
۴) بار الکتریکی اجسام کوانتیده است.

۱۶. فرض کنید در آزمایش قطرهٔ روغن میلیکان، جرم قطرهٔ روغنی که بین دو صفحه به صورت معلق قرار گرفته است، $16\times10^{-15}\,kg$ و بزرگی میدان الکتریکی $10^5\,\frac{N}{C}$ و جهت آن رو به پایین باشد. در این صورت قطرهٔ روغن ..... الکترون ..... . $(g=10\,\frac{N}{kg})$

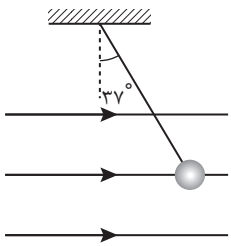
۱) ۵ـ جذب کرده است.
۲) ۵ـ از دست داده است.
۳) ۱۰ـ جذب کرده است.
۴) ۱۰ـ از دست داده است.

۱۷. مطابق شکل زیر یک آونگ الکتریکی به جرم $2g$ و بار الکتریکی $q=-1\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5\,\frac{N}{C}$ به حال تعادل قرار دارد. بزرگی نیروی کشش نخ چند نیوتن است؟ $(g=10\,\frac{N}{kg})$



۱) ۰/۱
۲) ۰/۱۲
۳) ۰/۰۸
۴) ۰/۰۲

۱۸. مطابق شکل روبرو یک آونگ الکتریکی به جرم m و بار الکتریکی $6\mu C$ داخل یک میدان الکتریکی به بزرگی $10^5\,\frac{N}{C}$ در حالت تعادل قرار دارد. m چند گرم است؟ $(g=10\,\frac{N}{kg}, \sin37^\circ=0/6)$

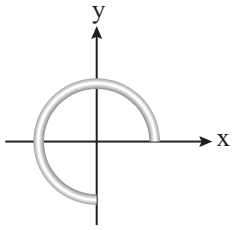


۱) ۶
۲) ۶۰
۳) ۸
۴) ۸۰

۱۹. الکترونی با سرعت $1/6\times10^6\,\frac{m}{s}$ در جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $10^3\,\frac{N}{C}$ شلیک می‌شود. این الکترون تا لحظهٔ تغییر جهت چند متر جابه‌جا می‌شود؟ $(m_e\simeq10^{-27}\,kg, q_e=1/6\times10^{-19}\,C)$

۱) ۰/۸
۲) ۸
۳) ۰/۴
۴) ۴

۲۰. یک میلهٔ پلاستیکی دارای بار الکتریکی یکنواخت منفی است. این میله پلاستیکی را به صورت قطاعی از یک دایره خم کرده و مطابق شکل زیر در صفحهٔ مختصات قرار می‌دهیم. جهت برایند بردار میدان الکتریکی ناشی از این میله در مبدأ مختصات چگونه است؟



۱) ↘
۲) ↖
۳) ↗
۴) ↙

۱	۱ ۲ ۳ ۴	۵	۱ ۲ ۳ ۴	۹	۱ ۲ ۳ ۴	۱۳	۱ ۲ ۳ ۴	۱۷	۱ ۲ ۳ ۴
۲	۱ ۲ ۳ ۴	۶	۱ ۲ ۳ ۴	۱۰	۱ ۲ ۳ ۴	۱۴	۱ ۲ ۳ ۴	۱۸	۱ ۲ ۳ ۴
۳	۱ ۲ ۳ ۴	۷	۱ ۲ ۳ ۴	۱۱	۱ ۲ ۳ ۴	۱۵	۱ ۲ ۳ ۴	۱۹	۱ ۲ ۳ ۴
۴	۱ ۲ ۳ ۴	۸	۱ ۲ ۳ ۴	۱۲	۱ ۲ ۳ ۴	۱۶	۱ ۲ ۳ ۴	۲۰	۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۲ در صفحهٔ ۱۰۷

آزمون ۳ برایند نیروهای الکتریکی و میدان الکتریکی در حالتی که بردارها عمود بر هم و هم‌راستا نیستند. ۴۰ دقیقه

بررسی حالت هایی که نیروها هم‌راستا و یا عمود برهم نیستند، خارج از برنامه‌ی درسی کتاب یازدهم می‌باشد و این آزمون صرفاً برای دانش‌آموزان علاقه‌مند طراحی شده است.

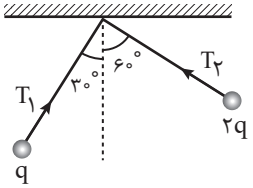
۱. بار الکتریکی $q_A=3\times10^{-4}\,C$ در مرکز محورهای مختصات قرار دارد و بارهای $q_B=-5\times10^{-4}\,C$ و $q_C=10^{-4}\,C$ به ترتیب در مختصات $(4m,0)$ و $(0,3m)$ قرار دارند. بزرگی مولفهٔ افقی برایند نیروهای وارد شده به بار C از طرف دو بار دیگر چند نیوتن است؟ $(k=9\times10^9\,\frac{Nm^2}{C^2})$

۱) ۱۸
۲) ۱۸/۶
۳) ۱۴/۴
۴) ۱۱/۴

۲. دو ذرهٔ A و B با بارهای الکتریکی $q_A = 10^{-8}\mu C$ و $q_B = Q$ روی محور xها به ترتیب در نقاط $x_A = -3cm$ و $x_B = 4cm$ ثابت شده‌اند. ذرهٔ C با بار الکتریکی $20\mu C$ را از حالت سکون روی محور yها در $y = 3cm$ رها می‌کنیم. اگر شتاب اولیهٔ ذرهٔ C در جهت مثبت محور xها باشد، Q چند میکروکولن است؟

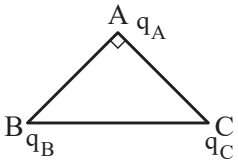
۱) $144\sqrt{2}$ ۲) $64\sqrt{2}$ ۳) $25\sqrt{2}$ ۴) $125\sqrt{2}$

۳. در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار و هم‌طول، در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ T_1 چند برابر کشش نخ T_2 است؟ (ریاضی-۹۵)



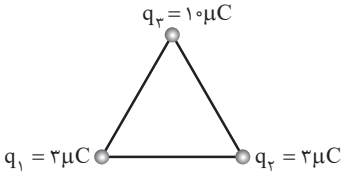
۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۳) $\sqrt{3}$
۴) ۲

۴. در شکل روبه‌رو مثلث متساوی الساقین قائم‌الزاویه است و بارهای q_A, q_B, q_C به ترتیب $-q, \sqrt{3}q, q$ است. زاویه‌ای که برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A با امتداد پاره‌خط BA می‌سازد، چند درجه است؟ (تجربی-۸۷)



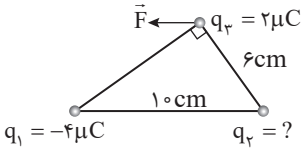
۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۵۳ ۴) ۶۰

۵. سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل، در ۳ رأس مثلث متساوی‌الاضلاعی به ضلع ۳۰ سانتی‌متر قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 چند نیوتن است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$ (تجربی خارج-۹۲)



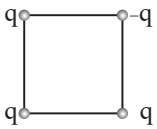
۱) $3\sqrt{3}$ ۲) ۳
۳) $10\sqrt{3}$ ۴) ۱۰

۶. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برایند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند (نیروی $\vec{F}$) موازی با قاعدهٔ مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (ریاضی خارج-۸۸)



۱) ۳ ۲) ۴
۳) $\frac{9}{4}$ ۴) $\frac{27}{16}$

۷. چهار بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $a\sqrt{2}$ قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ای روی محوری که از مرکز مربع می‌گذرد و بر سطح آن عمود است و در فاصلهٔ a از مرکز مربع قرار دارد، کدام است؟ (ثابت کولن = k) (تجربی-۹۵)

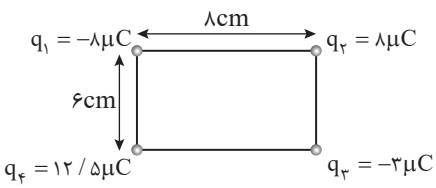


۱) $\frac{kq}{a^2}$ ۲) $\frac{2kq}{a^2}$
۳) $\frac{2\sqrt{2}kq}{a^2}$ ۴) $\frac{\sqrt{2}kq}{2a^2}$

۸. چهار بار الکتریکی مثبت و هم‌اندازهٔ q در رأس‌های یک مربع به ضلع d قرار دارند. اندازهٔ نیرویی که از طرف بارهای دیگر بر یکی از آن‌ها وارد می‌شود، چند $\frac{kq^2}{2d^2}$ است؟ $(k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ و اندازه‌ها در SI است.) (ریاضی خارج-۸۵)

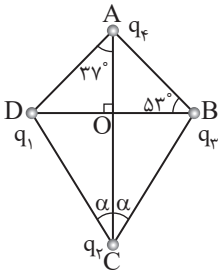
۱) ۱ ۲) $\sqrt{2}$ ۳) $\sqrt{2}+1$ ۴) $2\sqrt{2}+1$

۹. چهار بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل قرار دارند. نیروی وارد بر بار q_2 چند نیوتن است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$ (ریاضی خارج-۹۰)



۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) $6\sqrt{10}$
۴) $9\sqrt{10}$

۱۰. چهار ذرهٔ باردار مطابق شکل در یک صفحه قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار $q_۴$ از طرف بارهای دیگر برابر صفر باشد، زاویهٔ α کدام است؟ $(q_۲ = ۶۴nC, q_۱ = q_۳ = -۱۰nC)$ و $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, AO = ۴cm)$ (تجربی-۸۹)



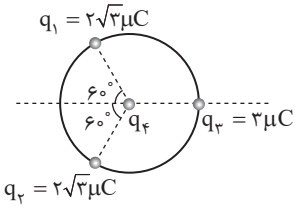
۱) ۵۳°

۲) ۳۷°

۳) Arctan ۲

۴) $\text{Arctan}\frac{۱}{۲}$

۱۱. مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع ۱۰cm، ثابت نگه داشته شده‌اند و بار چهارم $(q_۴)$ در مرکز دایره قرار دارد. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ برابر ۸/۱ نیوتن باشد، بار مثبت $q_۴$ چند میکروکولن است؟ (بارهای الکتریکی مثبت، $k = ۹\times۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲}$ است.) (ریاضی-۹۰)



۱) ۱

۲) ۲

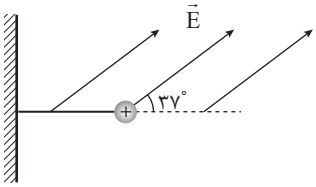
۳) ۲۰

۴) ۱۰

۱۲. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -۱۰nC$ در صفحهٔ xoy در نقطهٔ $(۰,۱m)$ واقع شده است. بزرگی مولفهٔ افقی میدان الکتریکی ناشی از این ذره در نقطهٔ $(۴m, -۲m)$ چند نیوتن بر کولن است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲})$

۱) ۲۸/۸ ۲) ۲/۸۸ ۳) ۲/۱۶ ۴) ۲۱/۶

۱۳. مطابق شکل زیر ذره‌ای به جرم ۶۰g با بار الکتریکی ۱۰μC توسط یک نخ سبک به دیوار بسته شده و داخل یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی E قرار گرفته است. اگر نخ به صورت افقی قرار گرفته باشد، E چند واحد SI است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg}, \cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$



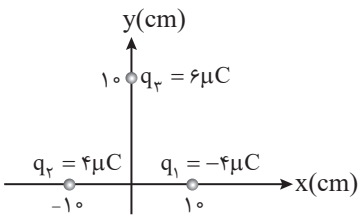
۱) $۷/۵\times۱۰^۵$

۲) $۷/۵\times۱۰^۴$

۳) $۱۰^۵$

۴) $۱۰^۴$

۱۴. در شکل زیر، ۳ بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲})$ (ریاضی خارج-۹۱)



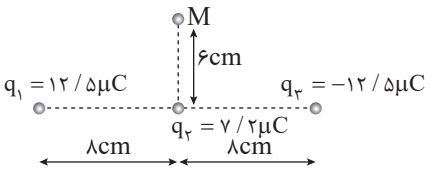
۱) $۹\times۱۰^۶ \vec{i}$

۲) $-۵/۴\times۱۰^۶ \vec{j}$

۳) $(۷/۲\vec{i} - ۵/۴\vec{j})۱۰^۶$

۴) $(۵/۴\vec{i} - ۷/۲\vec{j})۱۰^۶$

۱۵. سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ M چند نیوتن بر کولن است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲})$ (ریاضی-۹۲)



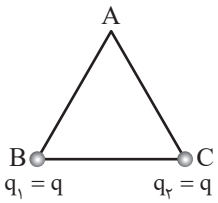
۱) $۱۸\sqrt{۲}\times۱۰^۶$

۲) $۶\sqrt{۲}\times۱۰^۶$

۳) ۶×۱۰^۶

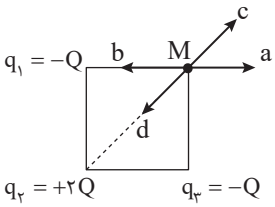
۴) ۱۸×۱۰^۶

۱۶. مطابق شکل روبرو بارهای الکتریکی یکسان q_1 و q_2 در دو رأس مثلث متساوی‌الاضلاع قرار گرفته‌اند و بزرگی میدان الکتریکی در رأس A برابر E است. اگر بار q_2 را دو برابر کرده و q_1 را حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A چند E می‌شود؟ $(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$



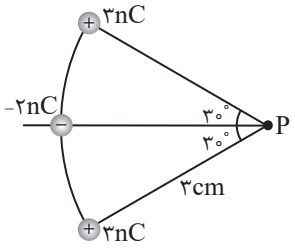
۱) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۳) $2\sqrt{3}$
۴) $\sqrt{3}$

۱۷. مطابق شکل زیر سه ذرهٔ باردار در رئوس مربعی قرار گرفته‌اند. بردار میدان الکتریکی ناشی از این سه ذره در نقطهٔ M به کدام جهت است؟



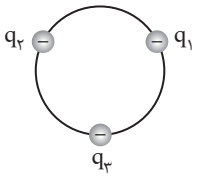
۱) a
۲) b
۳) c
۴) d

۱۸. مطابق شکل زیر سه بار الکتریکی بر روی قطاعی از یک دایره به شعاع ۳cm قرار گرفته‌اند. بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ P چند کیلو نیوتن بر کولن است؟ $(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$



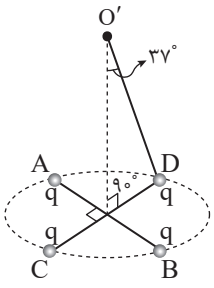
۱) $30\sqrt{3} + 20$
۲) $30\sqrt{3} - 20$
۳) $20\sqrt{3} - 30$
۴) $20\sqrt{3} + 30$

۱۹. مطابق شکل زیر سه ذره با بار الکتریکی یکسان $q = -5\mu C$ بر روی محیط دایره‌ای به شعاع ۳m در فواصل مساوی قرار گرفته‌اند. بزرگی میدان الکتریکی برایند در مرکز دایره چند واحد SI است؟ $(k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$



۱) 15×10^3
۲) $5\sqrt{2}\times10^3$
۳) 5×10^3
۴) صفر

۲۰. دو قطر عمود بر هم AB, CD از یک دایرهٔ افقی را در نظر گرفته و چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط A, B, C, D قرار می‌دهیم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطهٔ O′ (نشان داده شده در شکل) برابر $5\times10^4 \frac{N}{C}$ باشد، برایند میدان الکتریکی حاصل در نقطهٔ O′ چند نیوتن بر کولن است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$ (ریاضی ـ ۸۸)



۱) 8×10^4
۲) $6/4\times10^4$
۳) $1/6\times10^5$
۴) 2×10^5

۱ ① ② ③ ④	۵ ① ② ③ ④	۹ ① ② ③ ④	۱۳ ① ② ③ ④	۱۷ ① ② ③ ④
۲ ① ② ③ ④	۶ ① ② ③ ④	۱۰ ① ② ③ ④	۱۴ ① ② ③ ④	۱۸ ① ② ③ ④
۳ ① ② ③ ④	۷ ① ② ③ ④	۱۱ ① ② ③ ④	۱۵ ① ② ③ ④	۱۹ ① ② ③ ④
۴ ① ② ③ ④	۸ ① ② ③ ④	۱۲ ① ② ③ ④	۱۶ ① ② ③ ④	۲۰ ① ② ③ ④

پاسخ آزمون ۳ در صفحهٔ ۱۱۲

آزمون ٤ پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی و چگالی سطحی بار الکتریکی — ۳۰ دقیقه

۱. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

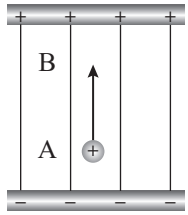
۱) در جهت خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.

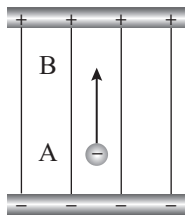
۲) اگر یک الکترون در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت کند، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

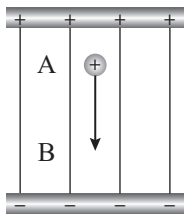
۳) پتانسیل الکتریکی در هر نقطه از میدان الکتریکی مستقل از نوع و اندازهٔ باری است که در آن نقطه قرار می‌گیرد.

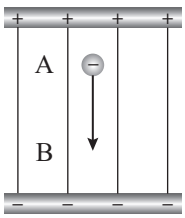
۴) اگر یک پروتون در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

۲. در شکل‌های زیر چهار حالت مختلف برای حرکت بار الکتریکی از نقطهٔ A تا B در میدان الکتریکی رسم شده است. در کدام گزینه پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد؟

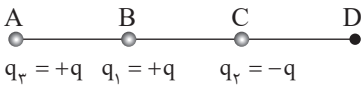
۱)


۲)


۳)


۴)


۳. مطابق شکل زیر دو ذره با بارهای الکتریکی $q_1 = +q$ و $q_2 = -q$ بر روی محور xها در نقاط B و C ثابت شده‌اند. بار نقطه‌ای $q_3 = +q$ را از نقطهٔ A تا نقطهٔ D با سرعت ثابت جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار q_3 چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش ـ افزایش ـ کاهش

۲) افزایش ـ کاهش ـ افزایش

۳) افزایش ـ افزایش ـ کاهش

۴) کاهش ـ افزایش ـ افزایش

۴. در یک میدان الکتریکی، بار $q = -2\mu C$ از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌های A و B به ترتیب $0/4\,mJ$ و $0/6\,mJ$ باشد و پتانسیل نقطهٔ A برابر $20\,V$ باشد، پتانسیل نقطهٔ B چند ولت است؟ *(تجربی خارج ـ ۹۳)*

۱) ۸۰ ۲) -۸۰ ۳) -۱۲۰ ۴) ۱۲۰

۵. بار الکتریکی $q = -2\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40\,V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2 = -10\,V$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل بار چند ژول و چگونه تغییر می‌کند؟ *(ریاضی ـ ۸۷)*

۱) $10^{-4}\,J$ کاهش می‌یابد.

۲) $10^{-4}\,J$ افزایش می‌یابد.

۳) $6\times10^{-5}\,J$ افزایش می‌یابد.

۴) $6\times10^{-5}\,J$ کاهش می‌یابد.

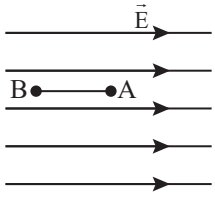
۶. یک میدان الکتریکی یکنواخت به صورت $\vec{E} = (6\times10^5)\vec{i}$ در SI در یک صفحه وجود دارد. ذرهٔ باردار $q = 2\mu C$ از مبدأ مختصات در این میدان الکتریکی رها می‌شود. تغییرات انرژی پتانسیل این بار از مبدأ مختصات تا نقطهٔ $x = 2\,cm$ چند میلی‌ژول است؟

۱) ۲۴ ۲) -۲۴ ۳) ۱۲ ۴) -۱۲

۷. میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E} = (4\times10^5)\vec{i} + (3\times10^5)\vec{j}$ در صفحهٔ مختصات برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -2\mu C$ از مبدأ مختصات تا نقطهٔ $(1m, -2m)$ با سرعت ثابت جابه‌جا می‌شود. کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند ژول است؟

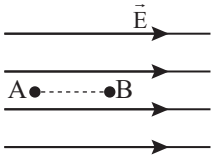
۱) ۰/۴ ۲) -۰/۴ ۳) ۰/۸ ۴) -۰/۸

۸. بار الکتریکی $q = -4\mu C$ مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^5\,\frac{V}{m}$ رها می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار، ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند کیلو ولت است؟ *(ریاضی ـ ۸۹)*



۱) -۲ ۲) ۲ ۳) ۲۰۰ ۴) -۲۰۰

۹. در شکل روبه‌رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $10^5 \frac{N}{C}$، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -5\mu C$ در نقطهٔ B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطهٔ A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود.) (ریاضی خارج ـ ۹۴)

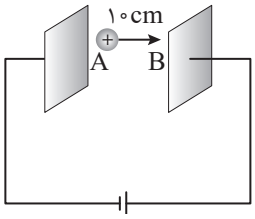


۱) ۰/۱ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۵

۱۰. در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذرهٔ بارداری به جرم ۰/۱ گرم، از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰+ ولت از حال سکون به حرکت درمی‌آید و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به نقطهٔ دیگری به پتانسیل الکتریکی ۱۰۰- ولت می‌رسد. اگر در این مسیر نیروی مؤثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟ (ریاضی خارج ـ ۹۵)

۱) ۲/۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۱۱. مطابق شکل زیر ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 4\mu C$ و جرم $m = 10g$ در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی به بزرگی $E = 2\times10^5$ با سرعت $\vec{V_0}$ از نقطهٔ A پرتاب می‌شود و سرانجام در نقطهٔ B متوقف می‌شود. تندی اولیهٔ این ذره چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۲ ۲) ۴
۳) ۶ ۴) ۸

۱۲. در شکل‌های زیر زوج صفحه‌هایی موازی با فاصلهٔ یکسان نسبت به یک‌دیگر رسم شده‌اند و پتانسیل الکتریکی هر صفحه مشخص شده است. بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده بین کدام زوج صفحه بزرگ‌تر است؟

۱) $V_1 = 400V$ $V_2 = -200V$
۲) $V_1 = 200V$ $V_2 = -20V$
۳) $V_1 = 150V$ $V_2 = -50V$
۴) $V_1 = 380V$ $V_2 = 60V$

۱۳. دو صفحهٔ رسانای موازی بزرگ دارای بارهای الکتریکی یکسان و ناهم‌علامت هستند و در فاصلهٔ ۱۲ سانتی‌متری یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. اگر ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 2\mu C$ در بین این دو صفحه قرار گیرد، نیرویی الکتریکی به بزرگی ۶ N به آن وارد می‌شود. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه چند کیلو ولت است؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۰۰

۱۴. چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

الف) هنگامی که یک گوی رسانای خنثی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، میدان الکتریکی باعث جدا شدن بارهای مثبت و منفی در دو وجه رسانا می‌شود.

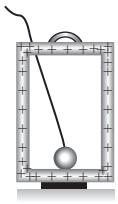
ب) بار اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.

ج) هنگامی که یک جسم رسانا در یک میدان الکتریکی در تعادل الکتروستاتیکی است پتانسیل الکتریکی تمام نقاط رسانا با یک‌دیگر برابر است.

د) هنگامی که یک جسم رسانا داخل میدان الکتریکی قرار می‌گیرد. میدان الکتریکی در مرکز جسم رسانا صفر است.

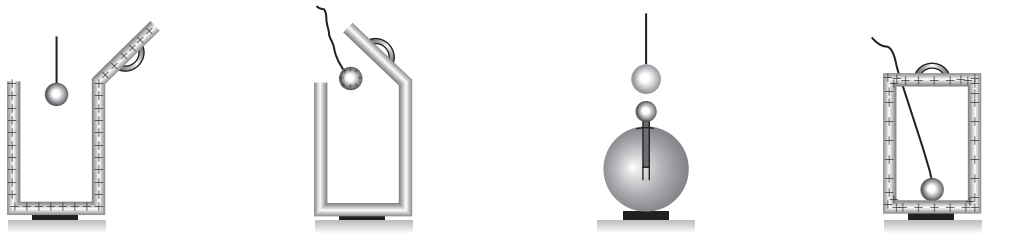
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۵. در شکل زیر وسیلهٔ مورد نیاز برای انجام یکی از آزمایش‌های فاراده رسم شده است. این آزمایش برای اثبات درستی کدام یک از حقایق فیزیکی زیر است؟



۱) بار الکتریکی پایسته است.
۲) بار الکتریکی کوانتیده است.
۳) بار اضافی داده شده به یک جسم رسانا در سطح خارجی آن پخش می‌شود.
۴) تجمع بارهای الکتریکی در نقاط نوک‌تیز اجسام رسانا بیش‌تر است.

۱۶. در شکل‌های زیر چهار مرحله انجام آزمایشی به‌طور نامرتب رسم شده است. این آزمایش برای نشان دادن چگونگی توزیع بارهای الکتریکی در اجسام رسانا انجام می‌شود. در کدام گزینه ترتیب این شکل‌ها به ترتیب از راست به چپ درست مشخص شده است؟



A B C D

۱) B – D – A – C
۲) D – C – A – B
۳) A – D – B – C
۴) A – C – D – B

۱۷. چند مورد از عبارات زیر در مورد رنگ‌پاشی به روش الکتروستاتیکی درست است؟

الف) این روش برای رنگ کردن سطوح فلزی و پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
ب) در این روش جسمی که قرار است رنگ شود به زمین متصل می‌گردد.
ج) در این روش به جسمی که قرار است رنگ شود بار الکتریکی منفی داده می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۸. چگالی سطحی بار الکتریکی کره‌ای فلزی به قطر یک متر، $5\frac{\mu C}{m^2}$ است. بار الکتریکی موجود در سطح کره چند میکروکولن است؟

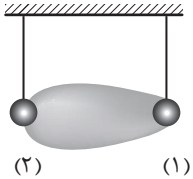
(ریاضی خارج ـ ۸۹)

۱) 5π ۲) $7/5\pi$ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۱۵

۱۹. دو کرهٔ رسانای A و B به شعاع‌های r_A و $r_B = 2r_A$ و چگالی سطحی بار σ_A و $\sigma_B = 2\sigma_A$ دارای بار الکتریکی مثبت‌اند. چند درصد از بار کرهٔ بزرگ‌تر به کرهٔ کوچک‌تر منتقل شود تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود؟ *(ریاضی ـ ۹۳)*

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۷۵

۲۰. مطابق شکل زیر یک جسم رسانای دوکی شکل دارای بار الکتریکی منفی است. در مقابل آن دو آونگ الکتریکی مشابه با بارهای الکتریکی منفی از یک میلهٔ عایق آویزان شده‌اند. کدام آونگ بیش‌تر منحرف می‌شود و این آزمایش نشان‌دهندهٔ کدام حقیقت فیزیکی است؟



(۲) (۱)

۱) ۱ ـ در اجسام رسانا بارهای الکتریکی در سطوح خارجی جسم توزیع می‌شوند.
۲) ۲ ـ در اجسام رسانا بارهای الکتریکی در سطوح خارجی جسم توزیع می‌شوند.
۳) ۱ ـ در نقاط نوک‌تیز اجسام رسانا، تجمع بارها بیش‌تر است.
۴) ۲ ـ در نقاط نوک‌تیز اجسام رسانا، تجمع بارها بیش‌تر است.

۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۹ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۷ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۸ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۴ در صفحهٔ ۱۱۹

آزمون ۵ خازن

۳۰ دقیقه

۱. اگر بار الکتریکی ذخیره شده روی دو صفحهٔ یک خازن تخت به ترتیب $+5\mu C$ و $-5\mu C$ باشد. بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میکرو کولن است؟

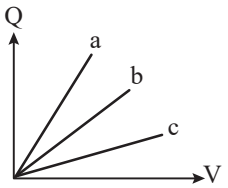
۱) $+5$ ۲) -5 ۳) ۱۰ ۴) ۲/۵

۲. خازن تختی به اختلاف پتانسیل $40V$ متصل شده است. اگر اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن را ٪ ۲۰ افزایش دهیم، بار الکتریکی ذخیره شده در آن $200\mu C$ افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۱۵ ۴) ۱۰

۳. در شکل زیر نمودار بار برحسب اختلاف پتانسیل برای سه خازن تخت a، b و c رسم شده است و در جدول زیر مساحت و فاصلهٔ صفحات این سه خازن مشخص شده است. کدام گزینه درست است؟

خازن	مساحت	فاصله
۱	A	d
۲	۲A	d
۳	A	۲d



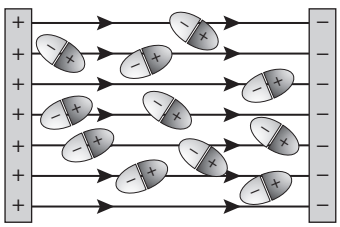
۱) نمودار a مربوط به خازن (۳) است.

۲) نمودار b مربوط به خازن (۲) است.

۳) نمودار a مربوط به خازن (۲) است.

۴) نمودار c مربوط به خازن (۱) است.

۴. شکل زیر نشان‌دهندهٔ کدام یک از گزینه‌های زیر است؟



۱) اتم دی‌الکتریک قطبی در حضور میدان الکتریکی

۲) اتم دی‌الکتریک غیرقطبی در حضور میدان الکتریکی

۳) اتم دی‌الکتریک قطبی در غیاب میدان الکتریکی

۴) اتم دی‌الکتریک غیرقطبی در غیاب میدان الکتریکی

۵. کدام یک از جملات زیر در مورد دی‌الکتریک‌ها درست است؟

الف) فقط اتم دی‌الکتریک‌های قطبی هنگام قرار گرفتن در میدان الکتریکی دارای قطب‌های مثبت و منفی می‌شوند.

ب) هم دی‌الکتریک‌های قطبی و هم غیرقطبی باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شوند.

ج) آب یک دی‌الکتریک قطبی و متان یک دی‌الکتریک غیرقطبی است.

د) هنگامی که یک اتم غیر قطبی در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد هستهٔ اتم در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود.

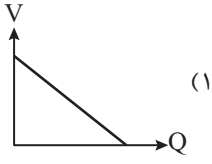
۱) الف و ج ۲) الف و د ۳) ب و د ۴) ب و ج

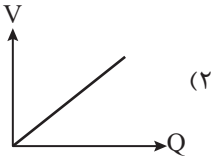
۶. دو صفحهٔ مسی، یک تیغهٔ میکا به ضخامت $1mm$ و $k = 5/4$، یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت $2mm/0$ و $k = 7$ و یک تیغهٔ پارافین به ضخامت $1cm$ و $k = 2$ در اختیار داریم. برای ساختن یک خازن تخت با بیش‌ترین ظرفیت ممکن باید کدام تیغه را بین صفحات مسی قرار دهیم؟

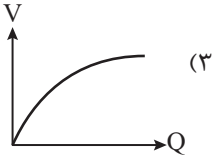
۱) میکا ۲) شیشه

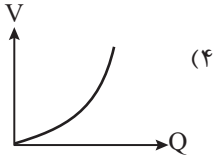
۳) پارافین ۴) باید فاصلهٔ صفحات را خالی بگذاریم.

۷. در کدام یک از گزینه‌های زیر نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن به حسب بار ذخیره شده به روی صفحات آن درست رسم شده است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۸. کدام یک از عبارات زیر در مورد شارژ شدن یک خازن درست است؟

الف) هنگام شارژ شدن یک خازن، اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن به آهستگی افزایش می‌یابد.

ب) هنگام شارژ شدن خازن با گذشت زمان برای انتقال بارهای الکتریکی به صفحات خازن کار کم‌تری مورد نیاز است.

ج) در هنگام شارژ شدن خازن، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

د) کار انجام شده برای جابه‌جایی بارهای الکتریکی به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی صفحات خازن ذخیره می‌شود.

۱) الف ـ ب ۲) الف ـ د ۳) ب ـ ج ۴) ج ـ د

۹. انرژی ذخیره شده در خازنی که به اختلاف پتانسیل 1KV وصل است، برابر 10^{-6} KW.h است. ظرفیت این خازن چند میکروفاراد است؟ *(تجربی خارج ـ ۸۹)*

۱) ۳/۶ ۲) ۷/۲ ۳) ۳۶ ۴) ۷۲

۱۰. با تخلیهٔ قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پُر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟ *(ریاضی ـ ۹۳)*

۱) ۴۰ ۲) ۶۴ ۳) ۸۰ ۴) ۹۶

۱۱. مدار یک فلاش عکاسی انرژی را با ولتاژ 300V در یک خازن ۶۰۰ میکروفارادی ذخیره می‌کند. اگر همهٔ این انرژی در مدت 3ms تخلیه شود، توان متوسط خروجی فلاش چند کیلو وات است؟

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۰/۹ ۴) ۱/۸

۱۲. خازن شارژ شده‌ای را از مولد جدا کرده و فاصلهٔ صفحات آن را ۲ برابر می‌کنیم. کدام گزینه در مورد این خازن درست است؟

۱) انرژی ذخیره شده در خازن نصف می‌شود.
۲) بار ذخیره شده در خازن نصف می‌شود.
۳) ظرفیت خازن ثابت می‌ماند.
۴) اختلاف پتانسیل دو سر خازن دو برابر می‌شود.

۱۳. صفحات یک خازن تخت به یک باتری وصل شده و خازن به طور کامل شارژ می‌شود. اگر مساحت صفحات را در این حالت سه برابر کنیم، کدام گزینه در مورد تغییرات ایجاد شده در این خازن درست می‌باشد؟

۱) میدان الکتریکی بین صفحات خازن $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود.
۲) انرژی ذخیره شده در خازن ۳ برابر می‌شود.
۳) ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند.
۴) بار الکتریکی ذخیره شده در خازن ثابت می‌ماند.

۱۴. دو سر خازنی را که دی‌الکتریک آن هوا است به دو سر یک باتری وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در آن U می‌شود. اگر در حالتی که به باتری وصل است، فاصلهٔ بین دو صفحه را n برابر کنیم، انرژی آن U′ می‌شود. ولی اگر همان خازن اولیه را از باتری جدا کنیم و سپس، فاصلهٔ بین دو صفحه را n برابر کنیم، انرژی آن U″ می‌شود. نسبت $\frac{U''}{U'}$ چقدر است؟ *(ریاضی خارج از کشور ـ ۹۳)*

۱) $\frac{1}{n}$ ۲) n ۳) $\frac{1}{n^2}$ ۴) n^2

۱۵. خازن تختی به ظرفیت 10μF دارای بار الکتریکی است. اگر 2μC− بار الکتریکی از صفحهٔ مثبت جدا کرده و به صفحهٔ منفی منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن 1μJ افزایش می‌یابد، اختلاف پتانسیل دو سر خازن در حالت اول چند ولت است؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

۱۶. مساحت صفحات یک خازن تخت بدون دی‌الکتریک $8cm^2$ و فاصلهٔ صفحات آن 2mm است. این خازن توسط یک باتری ۱۰۰ ولتی شارژ شده و از باتری جدا می‌شود. اگر بخواهیم در این حالت فاصلهٔ صفحات خازن را به 6mm برسانیم چند نانوژول باید کار خالص انجام دهیم؟ $(\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\frac{F}{m})$

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۷۲

۱۷. بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد شده بین دو صفحهٔ یک خازن تخت بدون دی‌الکتریک $10^6\frac{N}{C}$ است. چگالی سطحی بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات این خازن چند واحد SI است؟ $(\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\frac{F}{m})$

۱) 9×10^{-6} ۲) $\frac{1}{9}\times10^{18}$ ۳) 9×10^{-18} ۴) $\frac{1}{9}\times10^{-6}$

۱۸. هنگامی که یک خازن تخت بدون دی‌الکتریک را به اختلاف پتانسیل ۱۵۰V متصل می‌کنیم، چگالی سطحی بار الکتریکی صفحات آن $3\times10^{-10}\ \frac{C}{cm^2}$ می‌شود. فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن چند میکرومتر است؟ $(\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\ \frac{F}{m})$

۱) ۷۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۴۵۰

۱۹. مساحت صفحات یک خازن تخت $4cm^2$ می‌باشد و بین صفحات آن دی‌الکتریکی با ثابت $k=4$ قرار گرفته است. اگر ظرفیت این خازن $1/8PF$ باشد و دو صفحهٔ آن را به یک باتری ۶۰ ولتی متصل کنیم، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند واحد SI می‌شود؟ $(\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\ \frac{F}{m})$

۱) $7/5\times10^{2}$ ۲) $7/5\times10^{3}$ ۳) $4/5\times10^{2}$ ۴) $4/5\times10^{3}$

۲۰. خازن تختی با دی‌الکتریکی با ثابت $k=2$ پر شده است. مساحت و فاصلهٔ صفحات این خازن از یک‌دیگر به ترتیب $1cm^2$ و $3mm$ است. اگر میدان الکتریکی میان صفحات از $200\ \frac{KN}{C}$ تجاوز کند، خازن دچار فروریزش الکتریکی می‌شود. بیش‌ترین انرژی ذخیره شده در این خازن چند نانوژول می‌تواند باشد؟ $(\varepsilon_0 \simeq 9\times10^{-12}\ \frac{F}{m})$

۱) ۴۸ ۲) ۷۲ ۳) ۹۶ ۴) ۱۰۸

۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۹ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴
۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴
۳ ۱ ۲ ۳ ۴	۷ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴
۴ ۱ ۲ ۳ ۴	۸ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴	۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴	۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

پاسخ آزمون ۵ در صفحهٔ ۱۲۳

آزمون ۶ جامع — ۳۰ دقیقه

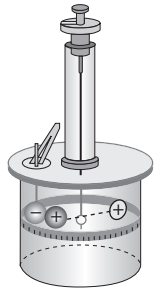
۱. چند الکترون باید از یک سکهٔ خنثی خارج شود، تا بار الکتریکی آن $+1\mu C$ شود؟ $(e \simeq 1/6\times10^{-19}\ C)$ *(ریاضی ـ ۹۵)*

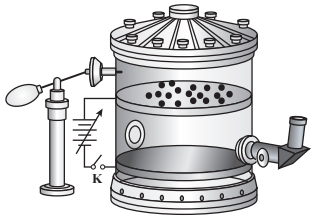
۱) $1/6\times10^{6}$ ۲) $1/6\times10^{12}$ ۳) $6/25\times10^{6}$ ۴) $6/25\times10^{12}$

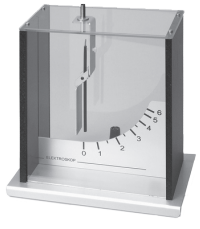
۲. می‌خواهیم یک میلهٔ سربی را با یک مادهٔ دیگر مالش دهیم تا میلهٔ سربی دارای بار مثبت شود. در کدام یک از گزینه‌های زیر تمام مواد مطرح شده مادهٔ مناسبی برای این منظور هستند؟

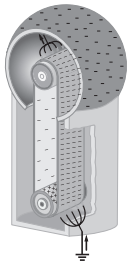
۱) شیشه ـ نایلون ـ پشم
۲) ابریشم ـ پارچهٔ کتان ـ پلی‌اتیلن
۳) شیشه ـ کاغذ ـ تفلون
۴) پشم ـ پوست انسان ـ پلی‌اتیلن

۳. کدام یک از وسایل آزمایشگاهی زیر توسط کولن برای اندازه‌گیری بزرگی نیروی مؤثر بین دو بار الکتریکی مورد استفاده قرار گرفته است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


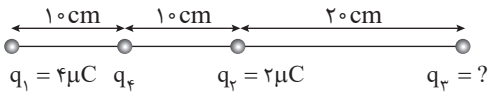
۴. نیروی دافعهٔ بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در فاصلهٔ r از هم برابر $0/02\,N$ است. اگر به یکی از بارها $2\mu C$ اضافه کنیم این نیروی دافعه در همین فاصله برابر $0/03\,N$ می‌شود. اندازهٔ اولیهٔ هر یک از این بارهای الکتریکی چند میکروکولن بوده است؟ (تجربی خارج ـ ۸۵)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۵. دو کرهٔ فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = +5\mu C$ و $q_2 = +15\mu C$ در فاصلهٔ r، نیروی F بر یک‌دیگر وارد می‌کنند. اگر این دو کره را در یک لحظه با یک‌دیگر تماس دهیم، به‌طوری که فقط بین دو کره مبادلهٔ بار صورت گیرد و مجدداً به همان فاصلهٔ قبلی برگردانیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می‌کند؟ (تجربی ـ ۹۱)

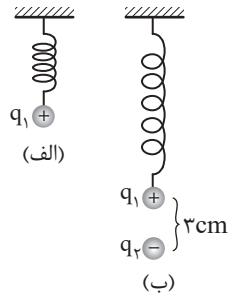
۱) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.
۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می‌یابد.
۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

۶. در شکل روبه‌رو، برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟ (ریاضی ـ ۹۱)



۱) ۱۸
۲) ۸
۳) -۸
۴) -۱۸

۷. مطابق شکل (الف) یک کره کوچک با بار الکتریکی $0/8\mu C$ از فنری به ثابت k آویزان شده است. اگر کرهٔ کوچک دیگری به بار $-0/6\mu C$ را در زیر کرهٔ اول قرار دهیم، مطابق شکل (ب) کرهٔ اول ۴cm پایین آمده و در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متری از کرهٔ دوم قرار می‌گیرد. اگر جرم کره‌ها ۱۰g باشد، ثابت فنر چند واحد SI است؟ $(k = 9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2})$

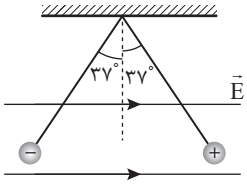


۱) ۱۲۰
۲) ۱۲
۳) ۱۳۰
۴) ۱۳

۸. ذره‌ای به جرم ۱۰ گرم و بار الکتریکی ۵- میکروکولن در یک میدان الکتریکی یکنواخت بدون تکیه‌گاه به حالت سکون قرار دارد. اگر $g = 10\frac{m}{s^2}$ باشد، میدان الکتریکی چند نیوتن بر کولن و جهت آن بر کدام سمت است؟ (ریاضی خارج ـ ۸۵)

۱) 2×10^4، بالا ۲) 2×10^4، پایین ۳) 5×10^5، بالا ۴) 5×10^5، پایین

۹. مطابق شکل زیر دو آونگ الکتریکی با بارهای $q_1 = 100nC$ و $q_2 = -100nC$ در فاصلهٔ ۳ سانتی‌متر یک‌دیگر داخل یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی E به حالت تعادل قرار گرفته‌اند. اگر جرم هر آونگ ۴g باشد، E چند نیوتن بر کولن است؟ $(\sin 37^\circ = 0/6, k = 9\times10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}, g = 10\frac{N}{kg})$



۱) $0/7\times10^5$
۲) $0/7\times10^6$
۳) $1/3\times10^6$
۴) $1/3\times10^5$

۱۰. ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -10\mu C$ و جرم ۱mg با تندی $5\times10^8\ \frac{cm}{s}$ در جهت خطوط یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^3\ \frac{N}{C}$ شلیک می‌شود. چند ثانیه طول می‌کشد تا تندی حرکت این ذرهٔ باردار به طور لحظه‌ای صفر برسد؟ (نیروی گرانش ناچیز است.)

۱) ۵۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۵ ۴) ۰/۵

۱۱. در یک فضا، میدان الکتریکی ثابت و یکنواخت برقرار است. ذره‌ای با بار الکتریکی منفی را در نقطه‌ای از این فضا از حال سکون رها می‌کنیم. تا زمانی که ذره تحت اثر میدان الکتریکی در این فضا جابه‌جا می‌شود. به سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی ..... می‌رود انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... می‌یابد. (از وزن ذره صرف‌نظر شود.) (ریاضی خارج ـ ۹۳)

۱) کم‌تر ـ افزایش ۲) کم‌تر ـ کاهش ۳) بیش‌تر ـ افزایش ۴) بیش‌تر ـ کاهش

۱۲. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه ۵۰۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، بار الکتریکی ۰/۸ میکروکولنی بین این دو نقطه جاری می‌شود؟ *(ریاضی - ۸۶)*

۱) ۴×۱۰^{-۳} ۲) ۸×۱۰^{-۳} ۳) ۴×۱۰^{-۴} ۴) ۸×۱۰^{-۴}

۱۳. ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت q را با سرعت ثابت در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$، در خلاف جهت میدان و به موازات خط‌های میدان به اندازهٔ d جابه‌جا می‌کنیم. در این صورت انرژی ..... بار q را به اندازهٔ Eqd ..... می‌یابد. *(ریاضی خارج - ۸۶)*

۱) جنبشی - افزایش
۲) جنبشی - کاهش
۳) پتانسیل الکتریکی - افزایش
۴) پتانسیل الکتریکی - کاهش

۱۴. بین دو صفحهٔ موازی که به فاصلهٔ ۲cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ ولت ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذرهٔ آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتن خواهد شد؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C)$ *(ریاضی - ۹۵)*

۱) ۸×۱۰^{-۱۳} ۲) ۸×۱۰^{-۱۵} ۳) ۴×۱۰^{-۱۳} ۴) ۴×۱۰^{-۱۵}

۱۵. دو صفحهٔ یک خازن تخت به ظرفیت ۲۰μF را به اختلاف پتانسیل ۸۰V متصل می‌کنیم. تا زمان شارژ کامل خازن چه تعداد الکترون به صفحهٔ منفی خازن منتقل می‌شود؟ $(e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\ C)$

۱) $۱۰^{۱۶}$ ۲) $۱۰^{۱۵}$ ۳) ۲×۱۰^{۱۶} ۴) ۲×۱۰^{۱۵}

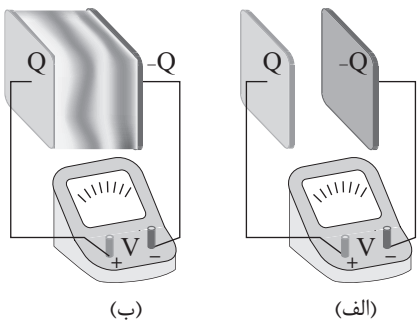
۱۶. مساحت و فاصلهٔ صفحات خازن تخت A به ترتیب ۲ و ۴ برابر مساحت و فاصلهٔ صفحات خازن B است. اگر هر دو خازن بدون دی‌الکتریک بوده و اختلاف پتانسیل دو سر خازن B نصف خازن A باشد، ظرفیت خازن B چند برابر خازن A است؟

۱) ۴ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۷. خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۱/۸J باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است? *(تجربی خارج - ۹۳)*

۱) ۲۷ ۲) ۳۶ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

۱۸. مطابق شکل (الف) صفحات باردار یک خازن تخت را که بین آن‌ها هوا است، به یک ولت‌سنج متصل می‌کنیم. اگر مانند شکل (ب) بین صفحات خازن یک دی‌الکتریک قرار دهیم، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.

۱۹. خازن مسطحی که بدون دی‌الکتریک است به یک مولد متصل است. اگر در این حالت فاصلهٔ صفحات را ۸ برابر کرده و یک دی‌الکتریک با ثابت $k = ۲$ بین صفحات خازن قرار دهیم، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۲۵ـ۲۵ ۲) ۷۵ـ۲۵ ۳) ۲۵ـ۷۵ ۴) ۷۵ـ۷۵

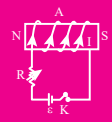
۲۰. فاصلهٔ بین صفحات یک خازن تخت ۳mm بوده و چگالی سطحی بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات این خازن $۹\frac{\mu C}{m^۲}$ است. اختلاف پتانسیل دو سر این خازن چند کیلو ولت می‌باشد؟ $(\varepsilon_۰ \simeq ۹\times۱۰^{-۱۲}\frac{F}{m})$

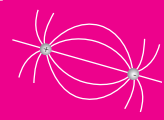
۱) ۹ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۱۸

۱ ① ② ③ ④	۵ ① ② ③ ④	۹ ① ② ③ ④	۱۳ ① ② ③ ④	۱۷ ① ② ③ ④
۲ ① ② ③ ④	۶ ① ② ③ ④	۱۰ ① ② ③ ④	۱۴ ① ② ③ ④	۱۸ ① ② ③ ④
۳ ① ② ③ ④	۷ ① ② ③ ④	۱۱ ① ② ③ ④	۱۵ ① ② ③ ④	۱۹ ① ② ③ ④
۴ ① ② ③ ④	۸ ① ② ③ ④	۱۲ ① ② ③ ④	۱۶ ① ② ③ ④	۲۰ ① ② ③ ④

پاسخ آزمون ۶ در صفحهٔ ۱۲۷

یادداشت:





بخش دوم

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

پاسخ‌نامه تشریحی فصل اول : الکتریسیته ساکن ـــــ ۱۰۲

پاسخ‌نامه تشریحی فصل دوم: جریان الکتریکی ـــــ ۱۳۲

پاسخ‌نامه تشریحی فصل سوم: مغناطیس. ـــــ ۱۸۶

پاسخ‌نامه تشریحی فصل چهارم: الکترومغناطیس ـــــ ۲۱۰

پاسخ‌نامه تشریحی فصل پنجم: آزمون‌های جامع ـــــ ۲۳۸

پاسخ‌نامه فصل اول

الکتریسیته ساکن

آزمون ۱ | الفبای الکتریسیته ساکن و قانون کولن

۱. ❊❊❊ گزینه ۴ همان‌طور که می‌دانید باردار شدن اجسام به دلیل انتقال الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر است. هنگامی که جسمی دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود، الکترون از دست می‌دهد. از آن‌جایی که جرم الکترون بسیار ناچیز است، می‌توانیم بگوییم که جرم جسم مقدار بسیار اندکی کاهش می‌یابد.

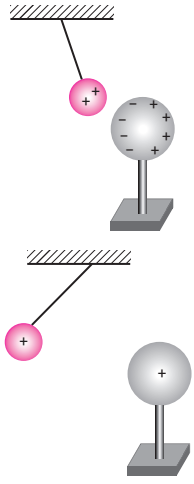
۲. ❊❊❊ گزینه ۳ در هسته اتم‌ها پروتون‌ها و نوترون‌ها وجود دارند. نوترون از نظر الکتریکی خنثی است. بنابراین برای به دست آوردن بار الکتریکی هسته یک اتم، کافی است بار الکتریکی پروتون‌ها را به دست آوریم و داریم:

$$q = +ne = ۹۲ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱۴۷/۲ \times ۱۰^{-۱۹} = ۱/۴۷۲ \times ۱۰^{-۱۷}\,C$$

۳. ❊❊❊ گزینه ۴ **پله یکم:** هنگامی که دو جسم یک‌دیگر را جذب می‌کنند دو حالت ممکن است رخ داده باشد. یا دو جسم دارای بار الکتریکی ناهم‌نام هستند و یا یکی از آن‌ها خنثی و دیگری باردار است. از آن‌جایی که اجسام A و B یک‌دیگر را جذب کرده‌اند می‌توانیم نتیجه بگیریم یا A و B دارای بار الکتریکی ناهم‌نام هستند و یا یکی باردار و دیگر خنثی است.

پله دوم: هنگامی که دو جسم یک‌دیگر را دفع می‌کنند، حتماً دو جسم باردار بوده و دارای بار الکتریکی هم‌نام هستند. بنابراین چون اجسام B و C یک‌دیگر را دفع کرده‌اند حتماً دارای بار الکتریکی هم‌نام هستند. اگر نتیجهٔ این پله را در کنار نتیجهٔ پله قبل قرار دهیم به‌طور کلی می‌توانیم بگوییم که در این آزمایش قطعاً جسم‌های B و C دارای بار هم‌نام می‌باشند و جسم A یا بدون بار است و یا دارای بار ناهم‌نام با B و C است.

۴. ❊❊❊ گزینه ۱ **پلـه یکم:** همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید با نزدیک کردن کره فلزی به گلوله، بارهای الکتریکی به گونه‌ای در کره تفکیک می‌شوند که سمت چپ کره دارای بار منفی شود و کره، گلوله را جذب می‌کند.



پله دوم: اگر گلوله به کره برخورد کند، بار الکتریکی کره مثبت می‌شود، حال اگر کره را دوباره به گلوله نزدیک کنیم، گلوله دفع می‌شود. به شکل مقابل توجه کنید.

۵. ***
گزینه ۲

ایستگاه نکته

اگر دو کرهٔ رسانای مشابه با بارهای الکتریکی q_1 و q_2 را به یک‌دیگر تماس دهیم، مجموع بارهای الکتریکی q_1 و q_2 بین دو کره به صورت مساوی تقسیم می‌شود و برای به دست آوردن بار الکتریکی کره‌ها در حالت جدید داریم:

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

دقت کنید که در این رابطه q_1 و q_2 با علامت جایگذاری می‌شوند.

پله یکم: فرض می‌کنیم بار اولیه کرهٔ A برابر x باشد. در این صورت با تماس کرهٔ W به کرهٔ A داریم:

$$q_W = \frac{q_A + 0}{2} = \frac{x}{2}$$

پله دوم: حالا کرهٔ W را به کرهٔ B با بار الکتریکی $-32C$ تماس می‌دهیم و داریم:

$$q'_W = \frac{q_W + q_B}{2} = \frac{\frac{x}{2} + (-32)}{2} = \frac{x}{4} - 16$$

پله سوم: حالا کرهٔ W را به کرهٔ C با بار الکتریکی $48C$ تماس می‌دهیم و داریم:

$$q''_W = \frac{q'_W + q_C}{2} = \frac{\frac{x}{4} - 16 + 48}{2} = \frac{x}{8} + 16$$

از آن‌جا که بار نهایی ذخیره شده در کرهٔ W برابر $18C$ است، داریم:

$$q''_W = 18 \Rightarrow \frac{x}{8} + 16 = 18 \Rightarrow x = 16C$$

۶. ***
گزینه ۳

در سری الکتریسیته مالشی پارچه کتان پایین‌تر از نایلون قرار دارد، بنابراین اگر نایلون و پارچه کتان را به یک‌دیگر مالش دهیم نایلون دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود.

۷. **
گزینه ۴

پله یکم: فاصله دو نقطه را به دست می‌آوریم:

$$r = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{(-8)^2 + (-6)^2} = 10cm$$

پله دوم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-6} \times 2\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = 5/4N$$

۸. **
گزینه ۲

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q_1'q_2'}{q_1q_2} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \xrightarrow[r'=\frac{r}{2}]{q_1'=\frac{q_1}{2}} \frac{F'}{F} = \frac{\frac{q_1}{2}}{q_1} \times \left(\frac{r}{\frac{r}{2}}\right)^2 = 2$$

۹. **
گزینه ۲

پله یکم: ۲۵ درصد از بار الکتریکی q_1 را کم کرده و به بار q_2 اضافه می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$q_1' = q_1 - \frac{25}{100}q_1 = 8 - \frac{25}{100}(8) = 6\mu C$$

$$q_2' = q_2 + \frac{25}{100}q_1 = q_2 + 2$$

دقت کنید که چون بارهای الکتریکی q_1 و q_2 هم‌نام هستند، هنگامی که مقداری از q_1 را به q_2 منتقل می‌کنیم بار الکتریکی q_1 کاهش یافته و q_2 افزایش می‌یابد. به نظر شما اگر q_1 و q_2 ناهم‌نام بودند چه اتفاقی رخ می‌داد؟

پله دوم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{|q_1'||q_2'|}{|q_1||q_2|} \xrightarrow{F'=\frac{150}{100}F} \frac{150}{100} = \frac{6(q_2+2)}{8(q_2)} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{3(q_2+2)}{4q_2} \Rightarrow 2q_2 = q_2 + 2 \Rightarrow q_2 = 2\mu C$$

۱۰. گزینهٔ ۲ ***

پله یکم: چون دو بار به یک‌دیگر نیروی دافعه وارد می‌کنند، پس بارهای الکتریکی q_1 و q_2 هم‌نام هستند. فرض می‌کنیم به اندازهٔ x از بار q_2 کم کرده و به بار q_1 اضافه کنیم. در این صورت داریم:

$$q'_2 = q_2 - x = 2q_1 - x$$

$$q'_1 = q_1 + x$$

پله دوم: اگر بخواهیم نیروی الکتریکی وارد شده به دو بار الکتریکی بیشینه باشد طبق رابطهٔ $F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$ باید حاصل ضرب بارها بیشینه شود. هنگامی که حاصل جمع دو عدد ثابت است، ضرب دو عدد هنگامی بیشینه می‌شود که دو عدد با یک‌دیگر برابر باشند. (دلیل این نکته را حتماً از معلم ریاضی خود بپرسید.) بنابراین داریم:

$$2q_1 - x = q_1 + x \Rightarrow q_1 = 2x \Rightarrow x = \frac{q_1}{2}$$

پله سوم: حالا باید ببینیم x چند درصد از q_2 است:

$$\frac{x}{q_2} = \frac{\frac{q_1}{2}}{2q_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow x = \frac{1}{4}q_2 = \frac{25}{100}q_2$$

۱۱. گزینهٔ ۲ ***

پله یکم: فرض می‌کنیم بار الکتریکی اولیه هر کره برابر q_1 و q_2 باشد. در این صورت داریم:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow 4 = \frac{9\times10^9 \times |q_1||q_2| \times 10^{-12}}{900\times10^{-4}} \Rightarrow |q_1||q_2| = 40$$

دقت کنید که در رابطهٔ به دست آمده $|q_1|$ و $|q_2|$ برحسب میکروکولن هستند.

پله دوم: هنگامی که دو کره را به یک‌دیگر تماس می‌دهیم بار الکتریکی هر کره $+3\mu C$ می‌شود. بنابراین داریم:

$$|q'_1| = |q'_2| = \frac{q_1 + q_2}{2} \Rightarrow 3 = \frac{q_1 + q_2}{2} \Rightarrow q_1 + q_2 = 6\mu C$$

پله سوم: برای به دست آوردن q_1 و q_2 باید دو معادلهٔ به دست آمده در دو پله قبل را در یک دستگاه حل کنیم:

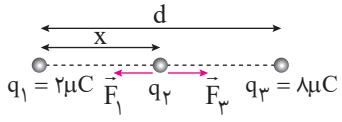
$$\left.\begin{matrix} |q_1| \times |q_2| = 40 \\ q_1 + q_2 = 6 \end{matrix}\right\} \Rightarrow q_1 = 10\mu C, q_2 = -4\mu C$$

البته لزومی به حل این دستگاه نیست، کافی است اعداد مطرح شده در گزینه‌ها را در این معادلات جایگذاری کنیم تا جواب درست را به دست آوریم. اگر دقت کنید فقط حاصل ضرب اندازهٔ اعداد مطرح شده در گزینهٔ «۲» برابر ۴۰ می‌شود. بنابراین بعد از طی کردن پلهٔ اول با بررسی گزینه‌ها می‌توانستیم جواب درست را پیدا کنیم.

۱۲. گزینهٔ ۳ ***

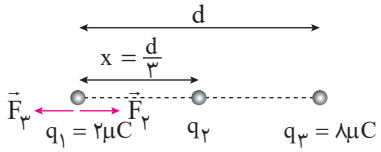
پله یکم: اگر بخواهیم برایند نیروهای وارد شده به هر سه بار صفر باشد، باید بار q_2 منفی باشد. به طور مثال اگر برایند نیروهای وارد شده به q_3 را بررسی کنید، می‌بینید که بار q_1، q_3 را دفع می‌کند بنابراین بار q_2 باید منفی باشد تا q_3 را جذب کند تا برایند نیروهای وارد شده به q_3 صفر شود.

پله دوم: مطابق شکل زیر نیروهای وارد شده به بار منفی q_2 را رسم می‌کنیم و از آن‌جایی که قرار است برایند آن‌ها صفر شود F_1 را برابر F_3 قرار می‌دهیم:



$$F_1 = F_3 \Rightarrow \frac{k|q_1||q_2|}{x^2} = \frac{k|q_3||q_2|}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{x^2} = \frac{8}{(d-x)^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{1}{x} = \frac{2}{d-x} \Rightarrow x = \frac{d}{3}$$

پله سوم: حالا نیروهای وارد شده به بار q_1 را رسم می‌کنیم و از آن‌جایی که قرار است برایند نیروهای وارد شده به بار q_1 نیز صفر شود پس باید F_2 برابر F_3 باشد و داریم:

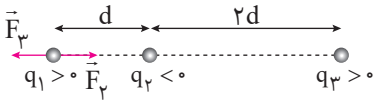


$$F_۲ = F_۳ \Rightarrow \frac{k\cancel{|q_۲||q_۱|}}{x^۲} = \frac{k\cancel{|q_۳||q_۱|}}{d^۲} \xrightarrow{x=\frac{d}{۳}} \frac{|q_۲|}{\frac{d^۲}{۹}} = \frac{۸}{d^۲} \Rightarrow |q_۲| = \frac{۸}{۹}$$

از طرف دیگر در پله یکم بار الکتریکی $q_۲$ منفی به دست آمد و داریم: $q_۲ = -\frac{۸}{۹}$

۱۳. گزینه ۴ ***

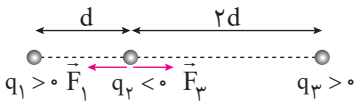
پله یکم: نیروهای وارد شده به بار $q_۱$ را رسم کرده و اندازه آن‌ها را به دست می‌آوریم:



$$F_۲ = \frac{k|q_۱||q_۲|}{d^۲} \xrightarrow{|q_۱|=|q_۲|=q} F_۲ = \frac{kq^۲}{d^۲}$$

$$F_۳ = \frac{k|q_۱||q_۳|}{(۳d)^۲} \Rightarrow F_۳ = \frac{kqq_۳}{۹d^۲}$$

پله دوم: حالا به سراغ بار $q_۲$ می‌رویم و نیروهای وارد شده به آن را به دست می‌آوریم:



$$F_۱ = \frac{kq^۲}{d^۲}$$

$$F'_۳ = \frac{kqq_۳}{۴d^۲}$$

پله سوم: طبق صورت مسأله باید تفاضل $F_۲$ و $F_۳$ در پله اول برابر تفاضل $F_۱$ و $F'_۳$ در حالت دوم باشد. بنابراین داریم:

$$F'_۳ - F_۱ = F_۲ - F_۳$$

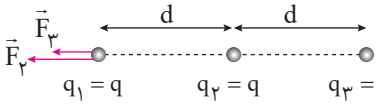
$$\frac{k\cancel{q}q_۳}{۴\cancel{d^۲}} - \frac{kq^{\cancel{۲}}}{\cancel{d^۲}} = \frac{kq^{\cancel{۲}}}{\cancel{d^۲}} - \frac{k\cancel{q}q_۳}{۹d^۲} \Rightarrow \frac{q_۳}{۴} - q = q - \frac{q_۳}{۹} \Rightarrow \frac{q_۳}{۴} + \frac{q_۳}{۹} = ۲q$$

$$\Rightarrow \frac{۱۳q_۳}{۳۶} = ۲q \Rightarrow \frac{q_۳}{q} = \frac{۷۲}{۱۳}$$

دقت کنید که $F_۱$ و $F_۲$ با یک‌دیگر برابر هستند و چون $F_۳$ و $F'_۳$ با یک‌دیگر برابر نیستند برای این‌که تفاضل $F_۱$ و $F'_۳$ بتواند برابر تفاضل $F_۲$ و $F_۳$ باشد باید تساوی $F'_۳ - F_۱ = F_۲ - F_۳$ برقرار باشد. به این نکته نیز توجه کنید که $F'_۳$ بزرگ‌تر از $F_۳$ است.

۱۴. گزینه ۲ ***

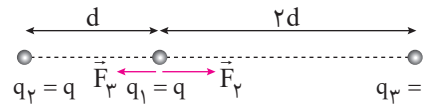
پلـه یکـم: مطابـق شـکل زیر نیروهای وارد شـده به بار $q_۱$ در شـکل (الف) را رسـم کرده و برایند آن‌ها را به دسـت می‌آوریم:



$$\left.\begin{aligned} F_۲ &= \frac{kq \times q}{d^۲} = \frac{kq^۲}{d^۲} \\ F_۳ &= \frac{kq \times q}{(۲d)^۲} = \frac{kq^۲}{۴d^۲} \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_{۲,۳} = F_۲ + F_۳ = \frac{۵kq^۲}{۴d^۲}$$

با توجه به این‌که برایند نیروهای وارد شده به بار $q_۱$ در شکل (الف) برابر ۱۲N است داریم: $\frac{۵kq^۲}{۴d^۲} = ۱۲ \Rightarrow \frac{kq^۲}{d^۲} = \frac{۴۸}{۵}$

پله دوم: حالا به سـراغ شـکل (ب) می‌رویم و نیروهای وارد شـده به بار الکتریکی $q_۱$ را در شکل (ب) رسم کرده و برایند آن‌ها را به دست می‌آوریم:



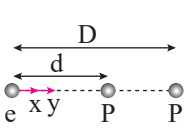
$$\left.\begin{array}{l} F_۲ = \dfrac{kq^۲}{d^۲} \\ F_۳ = \dfrac{k(q)(q)}{(۲d)^۲} = \dfrac{kq^۲}{۴d^۲} \end{array}\right\} \Rightarrow F_{۲,۳} = F_۲ - F_۳ = \frac{kq^۲}{d^۲} - \frac{kq^۲}{۴d^۲} = \frac{۳kq^۲}{۴d^۲}$$

حالا کافی است مقدار عبارت $\frac{kq^۲}{d^۲}$ را که در پله یکم به دست آوردیم در عبارت به دست آمده در پله دوم جایگذاری کنیم:

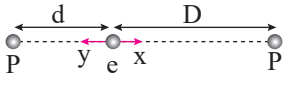
$$F_{۲,۳} = \frac{۳}{۴}\frac{kq^۲}{d^۲} \xrightarrow{\frac{kq^۲}{d^۲}=\frac{۴۸}{۵}} F_{۲,۳} = \frac{۳}{۴}\left(\frac{۴۸}{۵}\right) = \frac{۳۶}{۵} = ۷/۲N$$

۱۵. گزینه ۳ ***

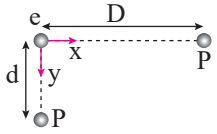
بزرگی نیرویی که یک پروتون به الکترون در فاصله D وارد می‌کند را با x و بزرگی نیرویی که یک پروتون به الکترون در فاصله d وارد می‌کند را با y نشان می‌دهیم و نیروهای وارد شده به الکترون را در هر شکل رسم می‌کنیم:



$F_۳ = y + x$



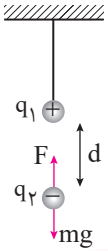
$F_۲ = y - x$



$F_۱ = \sqrt{x^۲ + y^۲}$

از عبارت به دست آمده نتیجه می‌گیریم که $F_۳ > F_۱ > F_۲$

۱۶. گزینه ۱ ***



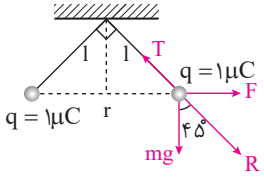
پله یکم: نیروهای وارد شده به بار $q_۲$ را رسم می‌کنیم.

پله دوم: چون بار $q_۲$ در تعادل است، برایند نیروهای وارد شده به $q_۲$ برابر صفر است بنابراین داریم:

$$F = mg \Rightarrow \frac{k|q_۱||q_۲|}{d^۲} = mg \Rightarrow \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۴\times۱۰^{-۱۲}}{d^۲} = ۱۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰ \Rightarrow d^۲ = ۹\times۱۶\times۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow d = ۳\times۴\times۱۰^{-۱} = ۱/۲m = ۱۲۰cm$$

۱۷. گزینه ۴ ***



پله یکم: نیروهای وارد شده به یکی از بارهای الکتریکی را رسم می‌کنیم:

همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید برایند نیروهای F و mg که همان نیروی R است باید در امتداد نیروی کشش نخ (T) باشد تا بتواند آن را خنثی کند تا بار q در حال تعادل بماند.

پله دوم: به کمک رابطهٔ فیثاغورس r را به دست می‌آوریم:

$$r = \sqrt{l^۲ + l^۲} = l\sqrt{۲} = ۳۰\sqrt{۲}\times\sqrt{۲} = ۶۰cm$$

پله سوم: اندازهٔ نیروی F را به دست می‌آوریم:

$$F = \frac{k|q||q|}{r^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱\times۱۰^{-۱۲}}{۳۶۰۰\times۱۰^{-۴}} = \frac{۱}{۴۰}N$$

پله آخر: به سراغ تانژانت زاویهٔ ۴۵° می‌رویم:

$$\tan ۴۵ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} \Rightarrow ۱ = \frac{F}{mg} \xrightarrow{F=\frac{۱}{۴۰}N} ۱ = \frac{\frac{۱}{۴۰}}{m(۱۰)} \Rightarrow ۱۰m = \frac{۱}{۴۰} \Rightarrow m = \frac{۱}{۴۰۰}kg = ۲/۵g$$

۱۸. گزینه ۳ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به یکی از مکعب‌ها را رسم می‌کنیم:

در شکل بالا نیروی الکتریکی را با F و نیروی فنر را با F' نشان داده‌ایم.

پله دوم: چون برایند نیروهای وارد شده به مکعب صفر می‌شود F و F' با یک‌دیگر برابر هستند. اگر طول ثانویه فنر را برابر x در نظر بگیریم داریم:

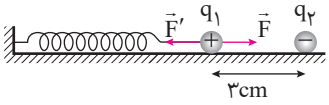
$$F' = F \Rightarrow k\Delta x = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow ۱۰۰(x - ۰/۲) = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱۰۰\times۱۰^{-۱۲}}{x^۲} \Rightarrow ۱۰۰(x - ۰/۲) = \frac{۰/۹}{x^۲} \Rightarrow ۱۰۰x^۳ - ۲۰x^۲ = ۰/۹$$

حالا باید جواب این معادلهٔ درجهٔ سه را به دست آوریم. بهترین روش برای به دست آوردن جواب این معادله جایگذاری گزینه‌ها

در این معادله است. اگر $x = ۰/۳m$ را جایگذاری کنید خواهید دید که $x = ۰/۳m$ در معادله صدق می‌کند. دقت کنید که در رابطهٔ ابتدای پلهٔ دوم k در معادله سمت راست معادله عدد ثابت کولن و k در سمت چپ معادله ثابت فنر می‌باشد.

۱۹. گزینه ۴ ***

پله یکم: ابتدا نیروهای وارد شده به بار $q_۱$ را رسم می‌کنیم:



در شکل بالا نیروی الکتریکی را با F و نیروی فنر را با F' نشان داده‌ایم.

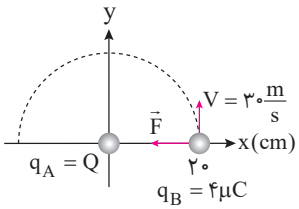
پله دوم: چون بار $q_۱$ ساکن است برایند نیروهای وارد شده به آن صفر است و داریم:

$$F = F' \Rightarrow \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} = k\Delta x \Rightarrow \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱/۲\times۳\times۱۰^{-۱۲}}{۹\times۱۰^{-۴}} = ۱۰۰\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{۳۶}{۱۰۰}m = ۳۶cm$$

پله سوم: طول اولیهٔ فنر ۵۱cm بوده است و اگر فنر به اندازهٔ ۳۶cm افزایش طول پیدا کند طول آن به ۸۷cm می‌رسد. بنابراین فاصلهٔ AB برابر ۹۰cm است.

۲۰. گزینه ۲ ***

پله یکم: ابتدا شکل ساده‌ای از وضعیت قرارگیری بارها را رسم می‌کنیم:



پله دوم: با توجه به این‌که ذرهٔ B حرکت دایره‌ای انجام می‌دهد نیروی F همان نیروی مرکزگرا بوده و اندازهٔ آن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$F = \frac{mV^۲}{r} = \frac{۰/۸\times۱۰^{-۳}\times(۳۰)^۲}{۰/۲} = ۳/۶N$$

پله سوم: از طرف دیگر نیروی F همان نیرویی است که ذرهٔ A به ذرهٔ B وارد می‌کند و داریم:

$$F = \frac{k|q_A||q_B|}{r^۲} \Rightarrow ۳/۶ = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۴\times۱۰^{-۶}\times Q}{۲۰۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow Q = ۲\mu C$$

دقت کنید که بار q_A باید q_B را جذب کند بنابراین بار q_A منفی است و داریم:

$$Q = -۲\mu C$$

آزمون ۲ میدان الکتریکی

۱. گزینه ۱ ***

همان‌طور که می‌دانید در هر نقطه از میدان الکتریکی، بردار نیروی وارد شده به یک ذره باردار، مماس بر خطوط میدان الکتریکی است. بنابراین بردارهای C و D نمی‌توانند درست باشند. از طرف دیگر می‌دانیم که به بارهای مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی و به بارهای منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود، بنابراین چون در این مسأله بار مورد نظر منفی است در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی به آن نیرو وارد می‌شود. و در نتیجه بردار A درست رسم شده است.

۲. گزینه ۱ ***

پله یکم: همان‌طور که می‌دانید خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت خارج شده و وارد بارهای منفی می‌شوند، بنابراین بار الکتریکی $q_۱$ مثبت بوده و بار الکتریکی $q_۲$ منفی می‌باشد.

پله دوم: از طرف دیگر هرچه تراکم خطوط میدان الکتریکی بیش‌تر باشد، میدان الکتریکی قوی‌تر است. چون تراکم خطوط اطراف بار الکتریکی $q_۱$ بیش‌تر است، میدان الکتریکی در نزدیکی بار $q_۱$ قوی‌تر است و در نتیجه $|q_۱|$ نیز بزرگ‌تر از $|q_۲|$ است.

۳. گزینه ۳ ***

طبق رابطه $E = \frac{kq}{r^۲}$ بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای با مجذور فاصله رابطه عکس دارد و هرچه فاصله بیش‌تر شود میدان الکتریکی کم‌تر می‌شود در نتیجه گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست هستند.

از طرف دیگر رابطهٔ E و r به صورت خطی نمی‌باشد و هنگامی که r به سمت بی‌نهایت می‌رود مقدار E به سمت صفر می‌رود و در نتیجه جواب گزینه «۳» می‌شود.

۴. گزینه ۱ ***

درون شعله شمع یون‌های مثبت قرار دارد بنابراین شعله شمعی که در نزدیکی کلاهک قرار دارد تحت تأثیر میدان

الکتریکی ناشی از کلاهک باردار دفع شده و به سمت راست متمایل می‌شود. اما شمع سمت راست در فاصله دورتری از کلاهک قرار دارد و نیروی کم‌تری به یون‌های موجود در شعله آن وارد می‌شود، بنابراین تغییر محسوسی در وضعیت شعله ایجاد نمی‌شود.

**

۵. گزینه ۴ بار الکتریکی پروتون برابر بار الکتریکی الکترون است و داریم:

$$E=\frac{k|q|}{r^2}=\frac{9\times10^9\times(1/6\times10^{-19})}{(5\times10^{-11})^2}=5/76\times10^{11}\,\frac{N}{C}$$

***

۶. گزینه ۲ با یک تناسب ساده به راحتی این مسأله را حل خواهیم کرد.

$$E=\frac{k|q|}{r^2}\Rightarrow\frac{E_2}{E_1}=\frac{q_2}{q_1}\times\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2\xrightarrow[q_1=q_2]{r_2=10+r_1}\frac{160}{250}=\left(\frac{r_1}{r_1+10}\right)^2\xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}}\frac{4}{5}=\frac{r_1}{r_1+10}\Rightarrow 4r_1+40=5r_1\Rightarrow r_1=40cm$$

***

۷. گزینه ۲

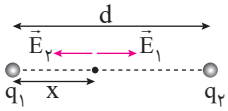
ایستگاه نکته

صفر شدن میدان الکتریکی

فرض کنید دو بار الکتریکی q_1 و q_2 بر روی پاره خطی در فاصلهٔ d از یک‌دیگر قرار گرفته باشند. می‌خواهیم محل نقطه‌ای را به دست آوریم که در آن نقطه میدان الکتریکی برایند صفر شود. بدین منظور دو حالت زیر را درنظر می‌گیریم:

الف) بارهای q_1 و q_2 هم‌نام باشند:

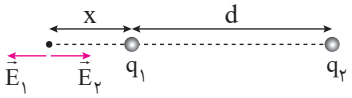
اگر بارهای q_1 و q_2 هم‌نام باشند میدان الکتریکی بین دو بار و در نزدیکی باری که اندازهٔ کوچک‌تری دارد می‌تواند صفر شود. به طور مثال در شکل زیر اگر $q_1,q_2>0$ باشند و $|q_1|<|q_2|$ باشد داریم:



$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{k|q_1|}{x^2}=\frac{k|q_2|}{(d-x)^2}\Rightarrow\frac{|q_1|}{x^2}=\frac{|q_2|}{(d-x)^2}$$

ب) بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام باشند:

اگر بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام باشند، میدان الکتریکی برایند در خارج از دو بار و نزدیک باری که اندازهٔ کوچک‌تری دارد می‌تواند صفر شود. به‌طور مثال در شکل زیر اگر $q_1>0$ و $q_2<0$ و $|q_1|<|q_2|$ داریم:

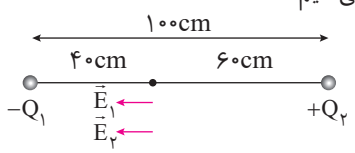


$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{k|q_1|}{x^2}=\frac{k|q_2|}{(d+x)^2}\Rightarrow\frac{|q_1|}{x^2}=\frac{|q_2|}{(d+x)^2}$$

اگر بخواهیم در نقطهٔ مورد نظر به الکترون نیرویی وارد نشود باید بزرگی میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ مورد نظر صفر شود. از طرف دیگر چون نقطهٔ مورد نظر در خارج از دو بار است، پس بارها باید ناهم‌علامت باشند و چون نقطهٔ مورد نظر در سمت چپ قرار دارد، پس باید اندازهٔ بار الکتریکی سمت چپ کوچک‌تر باشد.

**

۸. گزینه ۳ **پله یکم:** ابتدا شکل ساده‌ای از وضعیت قرارگیری بارهای الکتریکی رسم می‌کنیم:

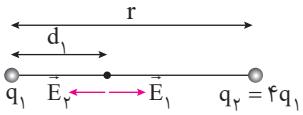


پله دوم: طبق صورت سؤال اندازهٔ میدان‌های E_1 و E_2 یکسان است و داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{k|Q_1|}{r_1^2} = \frac{k|Q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{Q_1}{1600} = \frac{Q_2}{3600} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{9}{4} = 2/25$$

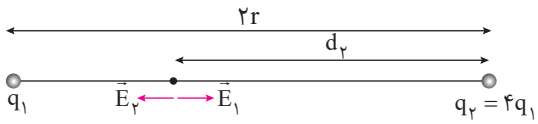
***

۹. گزینهٔ ۴ **پله یکم:** شکل ساده‌ای از وضعیت قرارگیری بارها در حالت اول را رسم کرده و d_1 را به دست می‌آوریم:



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{k\,q_1}{d_1^2} = \frac{k\,(4\,q_1)}{(r-d_1)^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{1}{d_1} = \frac{2}{r-d_1} \Rightarrow 2d_1 = r - d_1 \Rightarrow d_1 = \frac{r}{3}$$

پله دوم: مراحل طی شده در پله قبل را برای حالت دوم تکرار می‌کنیم:



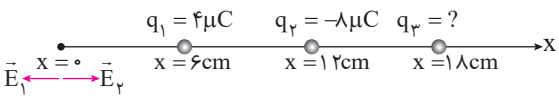
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{k\,q_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{k\,(4\,q_1)}{(d_2)^2} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{1}{2r-d_2} = \frac{2}{d_2} \Rightarrow d_2 = 4r - 2d_2 \Rightarrow d_2 = \frac{4r}{3}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{4r}{3}}{\frac{r}{3}} = 4$$

***

۱۰. گزینهٔ ۲ **پله یکم:** برای حل این‌گونه سؤالات اولین اقدام رسم شکل مناسبی از وضعیت قرارگیری بارها است.



پله دوم: همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید در مبدأ مختصات بردار $\vec{E_1}$ به سمت چپ و بردار $\vec{E_2}$ به سمت راست می‌باشد و اندازهٔ آن‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$E_1 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{9\times10^9 \times 4\times10^{-6}}{36\times10^{-4}} = 10^7\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{\cancel{9}\times10^9 \times \cancel{8}\times10^{-6}}{\cancel{144}\times10^{-4}} = \frac{1}{2}\times10^7\ \frac{N}{C}$$

همان‌طور که می‌بینید E_1 بزرگ‌تر از E_2 است و برایند $\vec{E_1}$ و $\vec{E_2}$ به سمت چپ می‌شود. چون می‌خواهیم برایند میدان‌های الکتریکی در مبدأ مختصات برابر صفر شود باید E_3 به سمت راست باشد و مجموع اندازهٔ $\vec{E_2}$ و $\vec{E_3}$ برابر اندازه $\vec{E_1}$ باشد، بنابراین داریم:

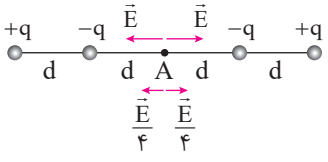
$$E_1 = E_2 + E_3 \Rightarrow 10^7 = \frac{1}{2}\left(10^7\right) + \frac{kq_3}{r_3^2} \Rightarrow \frac{k|q_3|}{r_3^2} = \frac{1}{2}\left(10^7\right) \Rightarrow \frac{9\times10^9|q_3|}{18^2\times10^{-4}} = \frac{1}{2}10^7 \Rightarrow |q_3| = 18\times10^{-6}\,C = 18\mu C$$

چون بردار E_3 به سمت راست است، پس باید q_3 بار مثبت آزمون را جذب کند. پس باید $q_3 > 0$ باشد و بنابراین $q_3 = -18\mu C$ می‌باشد.

***

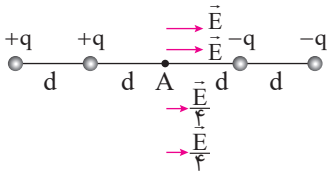
۱۱. گزینهٔ ۲ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار q در فاصله d از آن را برابر E درنظر می‌گیریم و در نتیجه بزرگی میدان الکتریکی بار q در فاصله 2d از آن برابر $\frac{E}{4}$ می‌شود و داریم:

گزینهٔ «۱»:



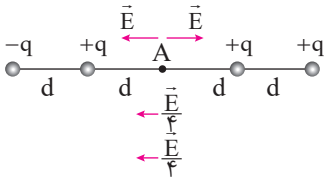
$E_{کل} = 0$

گزینهٔ «۲»:



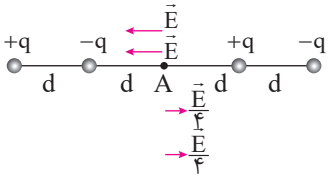
$$E_{کل} = ۲(E) + ۲\left(\frac{E}{۴}\right) = ۲/۵E$$

گزینهٔ «۳»:



$$E_{کل} = E + (-E) + ۲\left(\frac{E}{۴}\right) = ۰/۵E$$

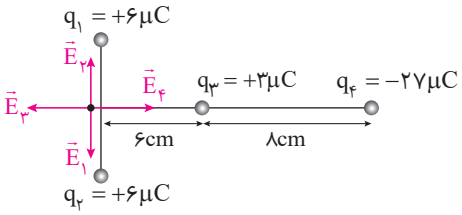
گزینهٔ «۴»:



$$E_{کل} = ۲(E) - ۲(\frac{E}{۴}) = ۱/۵E$$

۱۲. گزینهٔ ۱ ***

پله یکم: بردارهای میدان الکتریکی را در نقطه مورد نظر رسم می‌کنیم:



پله دوم: همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید با توجه به این‌که $\vec{E_۱}$ و $\vec{E_۲}$ در خلاف جهت یک‌دیگر هستند و اندازهٔ آن‌ها یکسان است، یک‌دیگر را خنثی می‌کند. پس برای صفر شدن میدان الکتریکی در نقطهٔ مورد نظر کافی است $E_۳$ و $E_۴$ برابر یک‌دیگر باشند. بنابراین داریم:

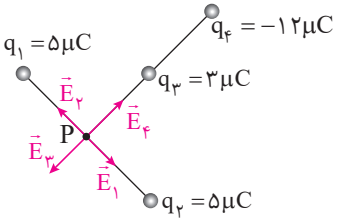
$$E_۳ = E_۴$$

$$\frac{k|q_۳|}{r_۳^۲} = \frac{k|q_۴|}{r_۴^۲} \Rightarrow \frac{۳}{۶^۲} = \frac{۲۷}{r_۴^۲} \xrightarrow{\text{جذر می‌گیریم}} \frac{۱}{۶} = \frac{۳}{r_۴} \Rightarrow r_۴ = ۱۸cm$$

بار $q_۴$ در حالت اول در فاصلهٔ ۱۴ سانتی‌متری نقطهٔ O است. برای این‌که فاصلهٔ $q_۴$ تا O برابر ۱۸cm شود باید ۴cm به سمت راست برود.

۱۳. گزینهٔ ۴ ***

پله یکم: از ظاهر سؤال نترسید حل این سؤال کار چندان دشواری نیست. ابتدا بردارهای میدان الکتریکی را در نقطه P رسم می‌کنیم:

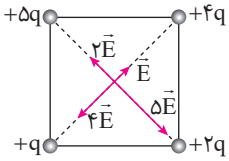


پله دوم: همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید $\vec{E_۱}$ و $\vec{E_۲}$ یک‌دیگر را خنثی می‌کنند. بنابراین برای به دست آوردن میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ P کافی است برایند $E_۳$ و $E_۴$ را به دست آوریم:

$$\left.\begin{aligned} E_۳ &= \frac{k|q_۳|}{r_۳^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۳\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۶})^۲} = ۳\times۱۰^{۱۵}\,\frac{N}{C} \\ E_۴ &= \frac{k|q_۴|}{r_۴^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۱۲\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۶})^۲} = ۳\times۱۰^{۱۵}\,\frac{N}{C} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_{کل} = E_۳ - E_۴ = ۰$$

۱۴. گزینه ۴ ***

پله یکم: بردارهای میدان الکتریکی را در مرکز مربع مطابق شکل زیر رسم می‌کنیم. با توجه به این‌که فاصله تمام بارها تا مرکز مربع یکسان است، بزرگی میدان الکتریکی هر بار طبق رابطه $E=\frac{k|q|}{r^2}$ با اندازه بار مورد نظر رابطه مستقیم دارد، به این ترتیب داریم:



پله دوم: حالا برایند بردارهای $2E$ و $5E$ را با یک‌دیگر درنظر می‌گیریم که برابر $3E$ می‌شود و برایند بردارهای E و $4E$ را نیز با هم درنظر می‌گیریم که آن هم $3E$ می‌شود و داریم:

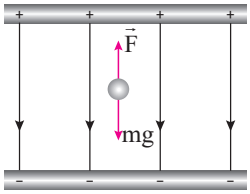
$$E_{کل}=\sqrt{(3E)^2+(3E)^2}=3E\sqrt{2}$$

۱۵. گزینه ۴ ***

میلیکان با تغییر دادن میدان الکتریکی بین صفحات به حرکت قطره‌های روغن در این فضا توجه کرد و با تحلیل این حرکت نیروی الکتریکی وارد بر هر قطره را محاسبه کرد و از آن‌جا بار الکتریکی هر قطره را تعیین کرد و با تکرار این آزمایش به دفعات زیاد متوجه شد که بار قطره‌ها برابر بار بنیادی e یا مضرب درستی از این مقدار است یا به عبارت دیگر بار الکتریکی کوانتیده است.

۱۶. گزینه ۳ ***

پله یکم: به شکل زیر توجه کنید. با توجه به این‌که نیروی وزن به سمت پایین است، نیروی حاصل از میدان الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا اثر وزن را خنثی کند تا ذره به حال تعادل باقی بماند. بنابراین بار ذره مورد نظر منفی است و این ذره الکترون جذب کرده است.



پله دوم: برای این‌که نیروها اثر یک‌دیگر را خنثی کنند باید F برابر mg باشد و داریم:

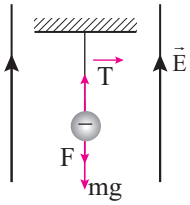
$$F=mg\Rightarrow Eq=mg\Rightarrow 10^5\times q=16\times10^{-15}\times10\Rightarrow q=16\times10^{-19}\,C$$

پله سوم:

$$q=ne\Rightarrow 16\times10^{-19}=1/6\times10^{-19}\times n\Rightarrow n=10$$

۱۷. گزینه ۲ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به گلوله آونگ را رسم می‌کنیم. چون بار الکتریکی آونگ منفی است در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی به آن نیروی الکتریکی وارد می‌شود.

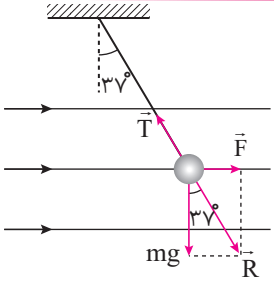


پله دوم: چون جسم مورد نظر در تعادل است، باید برایند نیروهای وارد شده به آن صفر باشد و داریم:

$$T=F+mg=Eq+mg=10^5\left(10^{-6}\right)+\left(2\times10^{-3}\times10\right)=0/12N$$

۱۸. گزینه ۴ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به گلوله آونگ را رسم می‌کنیم:



همان‌طور که در شکل روبرو می‌بینید باید برایند $\vec{F}$ و mg یعنی نیروی $\vec{R}$ در راستای نیروی T باشد تا بتواند آن را خنثی کند. بنابراین نیروی $\vec{R}$ باید با راستای قائم زاویهٔ 37° بسازد.

پله دوم:

$$\tan37^\circ=\frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{F}{mg}\Rightarrow\frac{3}{4}=\frac{Eq}{mg}\Rightarrow\frac{3}{4}=\frac{10^5\left(6\times10^{-6}\right)}{m(10)}\Rightarrow m=0/08kg=80g$$

۱۹. گزینه ۲ ***

پله یکم: ابتدا نیروی وارد شده به الکترون را به دست می‌آوریم:

$$F=Eq=10^3\times\left(1/6\times10^{-19}\right)=1/6\times10^{-16}\,N$$

پله دوم: الکترون تحت این نیرو شتابی می‌گیرد که اندازهٔ آن برابر است با:

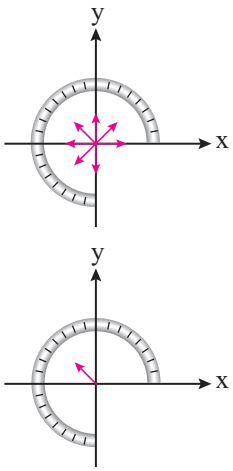
$$a=\frac{F}{m}=\frac{1/6\times10^{-16}}{10^{-27}}=1/6\times10^{11}\,\frac{m}{s^2}$$

پله سوم: چون نیروی وارد شده به الکترون در خلاف جهت حرکت آن می‌باشد، حرکت الکترون کند شونده می‌باشد و سرعت آن از $1/6\times10^{6}\ \frac{m}{s}$ کاهش یافته و به صفر می‌رسد. برای به دست آوردن جابه‌جایی الکترون در این بازهٔ زمانی داریم:

$$V^2-V_0^2=2a\Delta x \Rightarrow 0-\left(1/6\times10^{6}\right)^2=2\left(-1/6\times10^{11}\right)\Delta x \Rightarrow 1/6\times10^{12}=2\times10^{11}\Delta x \Rightarrow \Delta x=8m$$

دقت کنید که چون بردار شتاب در خلاف جهت حرکت الکترون می‌باشد. شتاب را با علامت منفی جایگذاری کرده‌ایم.

۲۰. گزینه ۲ ***



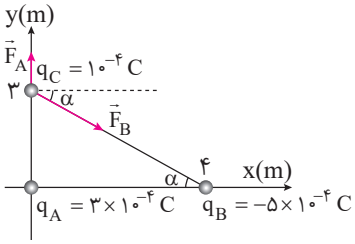
بار مثبت آزمون را در مبدأ مختصات قرار می‌دهیم. اگر میله را به صورت تعداد بار الکتریکی کوچک که در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند درنظر بگیریم و بردار میدان الکتریکی هر یک از آن‌ها را در مبدأ مختصات رسم کنیم به شکل روبه‌رو می‌رسیم:

همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید بردارهای ربع‌های اول و سوم یک‌دیگر را خنثی می‌کنند و برایند بردارهای باقی‌مانده در راستای خط $y=-x$ بوده و به صورت زیر است.

آزمون ۳ برایند نیروهای الکتریکی و میدان الکتریکی در حالتی که بردارها عمود بر هم و هم‌راستا نیستند.

۱. گزینه ۳ ***

پله یکم: ابتدا وضعیت قرارگیری بارهای الکتریکی را در محورهای مختصات مشخص می‌کنیم:



پله دوم: همان‌طور که در شکل روبه‌رو می‌بینید، $\vec{F}_A$ مؤلفه‌ای در راستای افقی ندارد. بنابراین کافی است مؤلفهٔ افقی $\vec{F}_B$ را به دست آوریم:

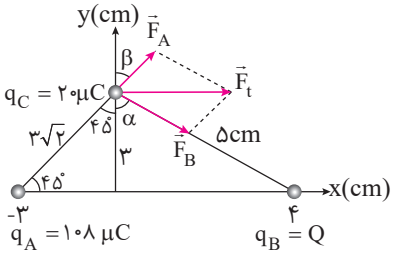
$$F_B=\frac{k|q_B||q_C|}{r^2}=\frac{9\times10^{9}\times\left(5\times10^{-4}\right)\times\left(10^{-4}\right)}{25}=18N$$

$$F_{B_x}=F_B\cos\alpha=18\times\left(\frac{4}{5}\right)=\frac{72}{5}=14/4N$$

دقت کنید که برای بدست آوردن $\cos\alpha$ از نسبت $\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$ استفاده کرده‌ایم.

۲. گزینه ۴ ***

پله یکم: ابتدا شکل ساده‌ای از وضعیت قرارگیری بارها در محورهای مختصات را رسم می‌کنیم:



دقت کنید که چون شتاب ذرهٔ C در جهت مثبت محور xها است، طبق رابطهٔ $F=ma$، برایند نیروهای وارد شده به ذرهٔ باردار C نیز باید در جهت مثبت محور xها باشد.

پله دوم: چون نیروی برایند به صورت افقی است، پس مؤلفه‌های قائم بردارهای $\vec{F}_A$ و $\vec{F}_B$ یک‌دیگر را خنثی کرده‌اند و داریم:

$$F_A\cos\beta=F_B\cos\alpha \Rightarrow F_A\cos45^\circ=F_B\left(\frac{3}{5}\right)\Rightarrow F_A\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)=F_B\left(\frac{3}{5}\right)$$

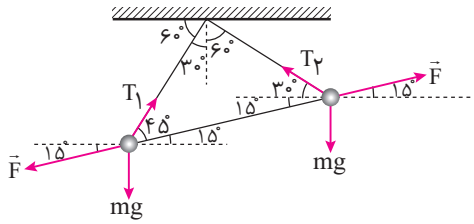
دقت کنید که $\cos\alpha$ را به کمک نسبت ضلع مقابل به وتر در مثلث سمت راست به دست آورده‌ایم.

پله سوم: حالا مقادیر F_B و F_A را در معادلهٔ بالا برحسب روابط آن‌ها جایگذاری می‌کنیم:

$$F_A\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)=F_B\left(\frac{3}{5}\right)\Rightarrow\frac{k|q_A||q_C|}{\left(3\sqrt{2}\right)^2}\times\frac{\sqrt{2}}{2}=\frac{k|Q||q_C|}{5^2}\left(\frac{3}{5}\right)\Rightarrow\frac{108\sqrt{2}}{36}=\frac{3Q}{125}\Rightarrow Q=125\sqrt{2}\mu c$$

۳. گزینه ۳ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به هر آونگ را رسم می‌کنیم:



پله دوم: چون آونگ‌ها در حالت سکون قرار دارند باید برایند نیروهای وارد شده به هر آونگ صفر شود. برای به دست آوردن جواب این سؤال کافی است مؤلفهٔ افقی نیروها را مورد بررسی قرار دهیم. برای آونگ سمت راست داریم:

$$F_x = T_{2x} \Rightarrow F\cos 15 = T_2 \cos 30^\circ \quad (1)$$

و برای آونگ سمت چپ داریم:

$$F_x = T_{1x} \Rightarrow F\cos 15^\circ = T_1 \cos 60^\circ \quad (2)$$

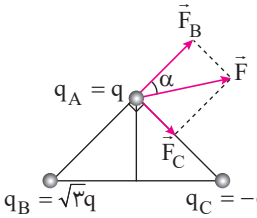
پله آخر: از روابط (۱) و (۲) نتیجه می‌گیریم که:

$$\left.\begin{matrix} F\cos 15^\circ = T_1 \cos 60^\circ \\ F\cos 15^\circ = T_2 \cos 30^\circ \end{matrix}\right\} \Rightarrow T_1 \cos 60^\circ = T_2 \cos 30^\circ \Rightarrow T_1\left(\frac{1}{2}\right) = T_2\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{3}$$

۴. گزینه ۱ ***

پله یکم: طبق معمول شکل ساده‌ای از نیروهای وارد شده به ذره مورد نظر رسم می‌کنیم:

پله دوم: اگر برایند نیروهای وارد شده به q_A را با F نشان دهیم، طراح محترم زاویهٔ F و امتداد AB یعنی همان α را از ما می‌خواهد که به صورت زیر به دست می‌آید:

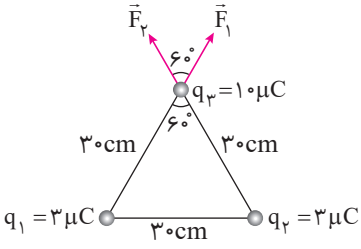


$$\tan\alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{F_C}{F_B} = \frac{\frac{k|q||q|}{r^2}}{\frac{k|\sqrt{3}q||q|}{r^2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

۵. گزینه ۱ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به بار q_3 را رسم می‌کنیم:

پله دوم: بزرگی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را به دست می‌آوریم:



$$F_1 = F_2 = \frac{k|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-6} \times 10\times10^{-6}}{900\times10^{-4}} = 3\,N$$

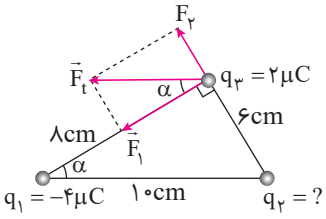
پله سوم: در این پله می‌خواهیم برایند $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ را به دست می‌آوریم:

$$F_t = 2F_1\cos\frac{\alpha}{2} = 2(3)\cos\frac{60^\circ}{2} = 6\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 3\sqrt{3}\,N$$

۶. گزینه ۴ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به بار q_3 را رسم می‌کنیم:

پله دوم: با نوشتن تانژانت زاویهٔ α نسبت $\frac{F_2}{F_1}$ را به دست می‌آوریم:



$$\tan\alpha = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{F_2}{F_1}$$

با توجه به اضلاع مثلث می‌توانیم تانژانت زاویهٔ α را به دست آورده و در رابطهٔ بالا جایگذاری کنیم:

$$\frac{6}{8} = \frac{F_2}{F_1} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{3}{4}$$

پله سوم: با معلوم شدن $\frac{F_2}{F_1}$ به دست آوردن q_2 کار چندان دشواری نیست.

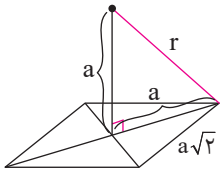
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{k|q_2||q_3|}{6^2}}{\frac{k|q_1||q_3|}{8^2}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{\frac{q_2}{36}}{\frac{4}{64}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{64\,q_2}{36\times4} \Rightarrow q_2 = \frac{27}{16}\mu C$$

دقت کنید که بار الکتریکی q_2 بار الکتریکی q_3 را دفع می‌کند. بنابراین $q_2 > 0$ است.

***

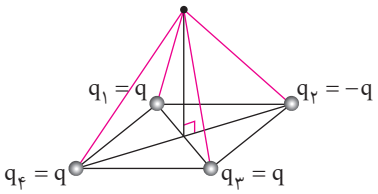
۷. گزینه ۱

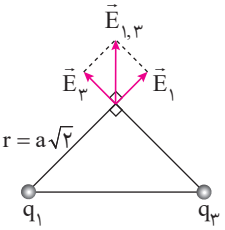
پله یکم: ابتدا فاصله نقطه مورد نظر را تا یکی از رأس‌های مربع به دست می‌آوریم:



$$r = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$$

پله دوم: اندازهٔ میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_3 را به دست آورده و برایند آن‌ها را حساب می‌کنیم:

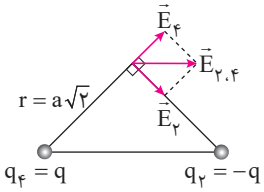




$$E_1 = E_3 = \frac{k|q|}{r^2} = \frac{k|q|}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq}{2a^2}$$

$$E_{1,3} = \sqrt{E_1^2 + E_3^2} = \frac{kq\sqrt{2}}{2a^2}$$

پله سوم: حالا میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار q_2 و q_4 را به دست آورده و برایند آن‌ها را حساب می‌کنیم:



$$E_2 = E_4 = \frac{kq}{2a^2}$$

$$E_{2,4} = \frac{kq}{2a^2}\sqrt{2}$$

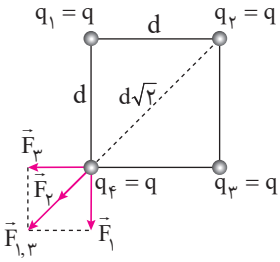
پله چهارم: همان‌طور که در شکل‌های رسم شده در دو پله قبل می‌بینید $\vec{E}_{2,4}$ عمود بر $\vec{E}_{1,3}$ است و داریم:

$$E_t = \sqrt{E_{1,3}^2 + E_{2,4}^2} \xrightarrow{E_{1,3}=E_{2,4}} E_t = \sqrt{2E_{1,3}^2} \Rightarrow E_t = \sqrt{2}E_{1,3} = \sqrt{2}\left(\frac{kq\sqrt{2}}{2a^2}\right) = \frac{kq}{a^2}$$

***

۸. گزینه ۴

پله یکم: ابتدا شکل ساده‌ای از وضعیت قرارگیری بارها رسم می‌کنیم:



پله دوم: اندازهٔ نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_3$ را به دست آورده و بزرگی برایند آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$F_1 = F_3 = \frac{k|q||q|}{d^2}$$

$$F_{1,3} = 2F_1\cos\frac{\alpha}{2} = 2\left(\frac{kq^2}{d^2}\right)\cos 45^\circ = \frac{kq^2}{d^2}\sqrt{2}$$

پله سوم: اندازهٔ $\vec{F}_2$ را به دست می‌آوریم:

$$F_2 = \frac{k|q_2||q_4|}{r^2} = \frac{k(q)(q)}{(d\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2d^2}$$

دقت کنید که فاصلهٔ بار q_2 تا بار q_4 برابر قطر مربع است که به اندازهٔ $d\sqrt{2}$ می‌باشد.

پله چهارم: برای به دست آوردن بزرگی برایند نیروهای وارد شده به q_4 کافی است مقادیر به دست آمده برای $\vec{F}_{1,3}$ و $\vec{F}_2$ را با یک‌دیگر جمع کنیم:

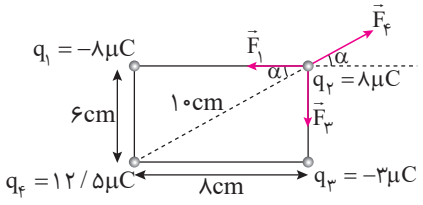
$$F_{\text{کل}} = \frac{kq\sqrt{2}}{d^2} + \frac{kq^2}{2d^2} = \frac{kq^2}{2d^2}(2\sqrt{2}+1)$$

***

۹. گزینه ۳

پله یکم: طبق روال سؤالات گذشته در اولین پله، نیروهای وارد شده به بار مورد نظر را رسم می‌کنیم:

پله دوم: بزرگی نیروهای $\vec{F}_1$، $\vec{F}_3$ و $\vec{F}_4$ را به دست می‌آوریم:



$$F_1 = \frac{k|q_1||q_2|}{r_1^2} = \frac{9\times10^9 \times 8\times10^{-6} \times 8\times10^{-6}}{64\times10^{-4}} = 90\,N$$

$$F_۳=\frac{k|q_۳||q_۲|}{r_۳^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۳\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۴}}=۶۰\,N$$

$$F_۴=\frac{k|q_۴||q_۲|}{r_۴^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۱۲/۵\times۱۰^{-۶}\times۸\times۱۰^{-۶}}{۱۰۰\times۱۰^{-۴}}=۹۰\,N$$

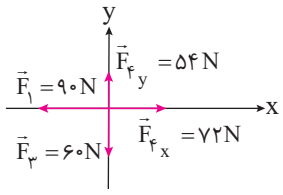
پله سوم: دقت کنید که چون اندازهٔ $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۳$ با یک‌دیگر برابر نبوده و شکل مورد نظر نیز مربع نیست برایند نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۳$ الزاماً در راستای نیروی $\vec{F}_۴$ قرار نمی‌گیرد، بنابراین ما نمی‌توانیم برایند $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۳$ را به دست آورده و از $\vec{F}_۴$ کم کنیم و مجبوریم نیروی $F_۴$ را تجزیه کنیم:

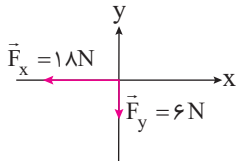
$$F_{۴x}=F_۴\cos\alpha=۹۰\left(\frac{۸}{۱۰}\right)=۷۲\,N$$

$$F_{۴y}=F_۴\sin\alpha=۹۰\left(\frac{۶}{۱۰}\right)=۵۴\,N$$

دقت کنید که مقدار عبارت‌های $\sin\alpha$ و $\cos\alpha$ را به کمک نسبت اضلاع مثلث ایجاد شده به دست آورده‌ایم.

پله آخر: نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۳$ و مؤلفه‌های $\vec{F}_۴$ را در یک دستگاه مختصات رسم کرده و برایند آن‌ها را به دست می‌آوریم:

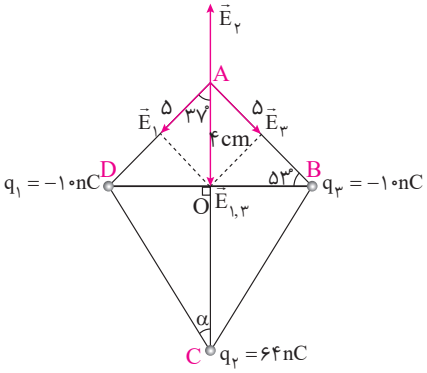




$$F_{کل}=\sqrt{۶^۲+۱۸^۲}=\sqrt{۶^۲+(۳(۶))^۲}=\sqrt{۱۰\left(۶^۲\right)}=۶\sqrt{۱۰}\,N$$

۱۰. گزینه ۴ ***

پله یکم: چون برایند نیروهای وارد شده به بار $q_۴$ برابر صفر است می‌توانیم نتیجه بگیریم که طبق رابطه $F=Eq$ برایند میدان‌های الکتریکی نیز در رأس A برابر صفر می‌باشد. در رأس A بار مثبت آزمون را قرار می‌دهیم و بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه A رسم می‌کنیم:



پله دوم: اندازهٔ بردارهای $E_۱$ و $E_۳$ یکسان است و بزرگی برایند $E_۱$ و $E_۳$ باید برابر بزرگی $E_۲$ باشد تا آن را خنثی کند. بدین ترتیب داریم:

$$E_{۱,۳}=E_۲\Rightarrow ۲E_۱\cos\frac{\alpha}{۲}=E_۲\Rightarrow ۲E_۱\cos۳۷^\circ=E_۲\Rightarrow \frac{۲k|q_۱|}{(AD)^۲}\left(\frac{۸}{۱۰}\right)=\frac{k|q_۲|}{(AC)^۲}\Rightarrow \frac{۲(۱۰)}{۵^۲}\left(\frac{۸}{۱۰}\right)=\frac{۶۴}{(AC)^۲}\Rightarrow AC=۱۰\,cm$$

دقت کنید که برای به دست آوردن AD، از کسینوس زاویهٔ ۳۷° به صورت زیر استفاده کرده‌ایم:

$$\cos۳۷^\circ=\frac{AO}{AD}\Rightarrow\frac{۸}{۱۰}=\frac{۴}{AD}\Rightarrow AD=۵\,cm$$

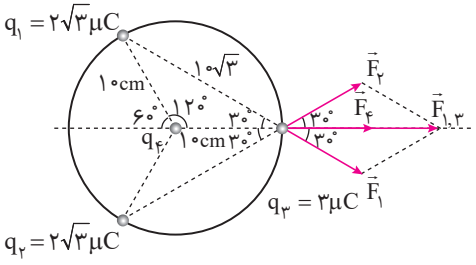
پله آخر:

$$CO=AC-AO=۱۰-۴=۶\,cm$$

$$\tan\alpha=\frac{OD}{OC}=\frac{۳}{۶}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\alpha=\text{Arctan}\left(\frac{۱}{۲}\right)$$

۱۱. گزینه ۱ ***

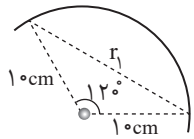
پله یکم: ابتدا نیروهایی که بارهای $q_۱$ و $q_۲$ به بار الکتریکی $q_۳$ وارد می‌کنند را رسم کرده و برایند آن‌ها را حساب می‌کنیم:



$$F_۱=F_۲=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r_۱^۲}=\frac{۹\times۱۰^۹\times۲\sqrt{۳}\times۱۰^{-۶}\times۳\times۱۰^{-۶}}{\left(۱۰\sqrt{۳}\right)^۲\times۱۰^{-۴}}=۱/۸\sqrt{۳}\,N$$

$$F_{۱,۲}=۲F_۱\cos\frac{\alpha}{۲}=۲\left(۱/۸\sqrt{۳}\right)\cos\left(۳۰^\circ\right)=۲\left(۱/۸\sqrt{۳}\right)\frac{\sqrt{۳}}{۲}=۵/۴\,N$$

دقت کنید که برای محاسبهٔ r_1 به صورت زیر عمل کرده‌ایم:



$$r_1 = 2R\sin\left(\frac{120}{2}\right) = 2(10)\sin 60^\circ = 10\sqrt{3}\ \text{cm}$$

پله دوم: طبق صورت سؤال بزرگی برایند نیروهای وارد شده به بار q_3، $8/1\text{N}$ می‌باشد، بنابراین داریم:

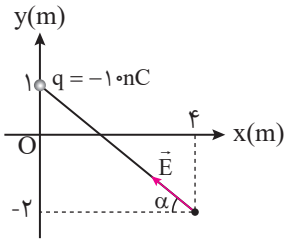
$$F_t = F_4 + F_{1,3} \Rightarrow 8/1 = F_4 + 5/4 \Rightarrow F_4 = 2/7\text{N}$$

پله سوم: با مشخص شدن F_4 پیدا کردن q_4 کار چندان دشواری نیست.

$$F_4 = \frac{k|q_4||q_3|}{R^2} \Rightarrow 2/7 = \frac{9\times10^9(q_4)(3\times10^{-6})}{10^2\times10^{-4}} \Rightarrow q_4 = 1\mu\text{C}$$

۱۲. تیپ ۲ ***

پله یکم: وضعیت قرارگیری بار q را در محورهای مختصات مشخص می‌کنیم:



پله دوم: به کمک رابطهٔ فیثاغورس فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر تا بار q را به دست آورده و به کمک آن بزرگی میدان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$r = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\text{m}$$

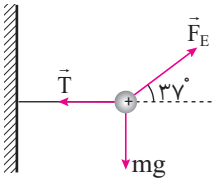
$$E = \frac{k|q|}{r^2} = \frac{9\times10^9\times10\times10^{-9}}{25} = \frac{18}{5}\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

پله سوم: حالا E را تجزیه می‌کنیم تا مؤلفهٔ افقی آن را به دست آوریم:

$$E_x = E\cos\alpha = \frac{18}{5}\left(\frac{\text{ضلع مجاور}\ \alpha}{\text{وتر}}\right) = \frac{18}{5}\left(\frac{4}{5}\right) = \frac{72}{25} = \frac{288}{100} = 2/88\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۱۳. تیپ ۳ ***

پله یکم: نیروهای وارد شده به ذره مورد نظر را رسم می‌کنیم. دقت کنید که به بار مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود.



پله دوم: با توجه به این‌که ذرهٔ مورد نظر در حال سکون قرار دارد باید برایند نیروهای وارد شده به آن صفر شود. پس باید مؤلفهٔ قائم نیروی F برابر mg بوده و مؤلفهٔ افقی نیروی F برابر T باشد تا برایند نیروهای وارد شده به ذرهٔ باردار صفر شود. بنابراین داریم:

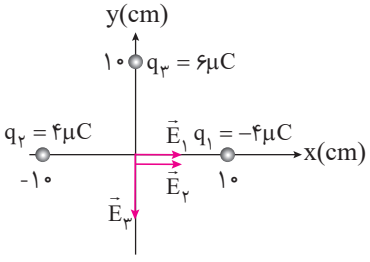
$$F\sin 37^\circ = mg \Rightarrow F(0/6) = 60\times10^{-3}\times10 \Rightarrow F = 1\text{N}$$

پله سوم:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{10\times10^{-6}} = 10^5\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۱۴. تیپ ۳ ***

پله یکم: در مبدأ مختصات بار مثبت آزمون را قرار می‌دهیم و بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه مورد نظر رسم می‌کنیم:



پله دوم: بزرگی میدان‌های الکتریکی را بدست می‌آوریم:

$$E_1 = E_2 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{9\times10^9\times4\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = 36\times10^5\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_3 = \frac{k|q_3|}{r_3^2} = \frac{9\times10^9\times6\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = 54\times10^5\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

پله سوم: برایند بردارهای E_1 و E_2 را به دست آورده و بردار میدان الکتریکی برایند را در مبدأ مختصات می‌نویسیم:

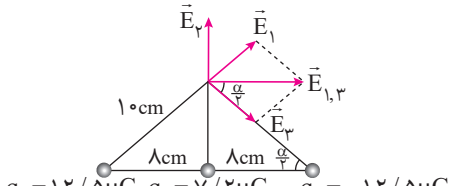
$$E_{1,2} = E_1 + E_2 = 72\times10^5\frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E_{\text{کل}} = \left(E_{1,2}\right)\vec{i} - E_3\vec{j} = \left(72\times10^5\right)\vec{i} - 54\times10^5\vec{j} = \left(7/2\vec{i} - 5/4\vec{j}\right)\times10^6$$

۱۵. گزینه ۱ ***

پله یکم: بار مثبت آزمون را در نقطه M قرار داده و بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه M رسم می‌کنیم:

پله دوم: اندازهٔ میدان‌های الکتریکی E_1 ، E_2 و E_3 را به دست می‌آوریم:



$$E_1 = E_3 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{9\times10^9\times12/5\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = 11/25\times10^6\ \frac{N}{C}$$

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{9\times10^9\times7/2\times10^{-6}}{36\times10^{-4}} = 18\times10^6\ \frac{N}{C}$$

پله سوم: برایند $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_3$ را به دست می‌آوریم:

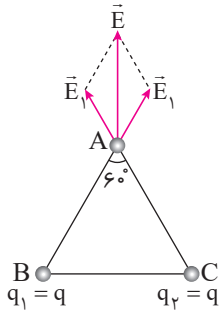
$$E_{1,3} = 2E_1\cos\frac{\alpha}{2} = 2\left(11/25\times10^6\right)\times\frac{8}{10} = 18\times10^6\ \frac{N}{C}$$

پله چهارم: $\vec{E}_{1,3}$ عمود بر $\vec{E}_2$ است و بزرگی برایند آن‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$E_t = \sqrt{E_2^2 + E_{1,3}^2} = \sqrt{2\left(18\times10^6\right)^2} = 18\sqrt{2}\times10^6\ \frac{N}{C}$$

۱۶. گزینه ۱ ***

پله یکم: بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه A رسم می‌کنیم. فرض می‌کنیم بزرگی میدان الکتریکی هر بار برابر E_1 باشد و E_1 را برحسب E به دست می‌آوریم:



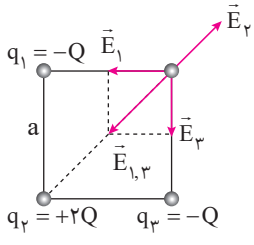
$$E_{کل} = 2E_1\cos\frac{\alpha}{2} \Rightarrow E = 2E_1\cos\frac{60}{2} \Rightarrow E = 2E_1\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow E_1 = \frac{\sqrt{3}}{3}E$$

پله دوم: اگر بار q_1 را حذف کنیم یکی از میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ A از بین می‌رود و با دو برابر کردن بار q_2 میدان الکتریکی ناشی از آن دو برابر می‌شود و بزرگی میدان برایند در نقطهٔ A به صورت روبرو به دست می‌آید:

$$E_{کل} = 2E_1 = 2\left(\frac{\sqrt{3}}{3}\right)E$$

۱۷. گزینه ۴ ***

پله یکم: بار مثبت آزمون را در نقطه M قرار می‌دهیم و بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه مورد نظر رسم می‌کنیم.



پله دوم: اندازهٔ $\vec{E_1}$ ، $\vec{E_2}$ و $\vec{E_3}$ را به دست می‌آوریم:

$$E_1 = E_3 = \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{kQ}{a^2}$$

$$E_2 = \frac{k|q_2|}{r_2^2} = \frac{k(2Q)}{\left(a\sqrt{2}\right)^2} = \frac{kQ}{a^2}$$

دقت کنید که ضلع مربع را برابر a در نظر گرفته‌ایم و قطر مربع برابر $a\sqrt{2}$ می‌شود.

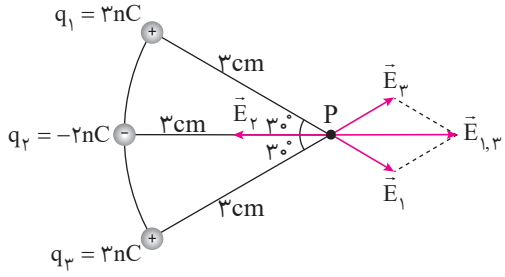
پله سوم: حالا بزرگی $\vec{E}_{1,3}$ را به دست آورده و با $\vec{E}_2$ مقایسه می‌کنیم.

$$\left.\begin{aligned} E_{1,3} &= \sqrt{E_1^2 + E_3^2} = \sqrt{2}E_1 = \sqrt{2}\frac{kQ}{a^2} \\ E_2 &= \frac{kQ}{a^2} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_{1,3} > E_2$$

چون اندازهٔ $\vec{E}_{1,3}$ بزرگ‌تر از $\vec{E}_2$ است میدان الکتریکی برایند در جهت $\vec{E}_{1,3}$ خواهدبود.

۱۸. گزینه ۲ ***

پله یکم: بردار میدان‌های الکتریکی را در نقطه P رسم می‌کنیم:



پله دوم: اندازهٔ $\vec{E}_1$ ، $\vec{E}_2$ و $\vec{E}_3$ را به دست می‌آوریم:

$$E_1 = E_3 = \frac{k|q_1|}{R^2} = \frac{9\times10^9\times3\times10^{-9}}{9\times10^{-4}} = 3\times10^4\ \frac{N}{C}$$

$$E_۲ = \frac{k|q_۲|}{R^۲} = \frac{۹\times۱۰^۹ \times ۲\times۱۰^{-۹}}{۹\times۱۰^{-۴}} = ۲\times۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

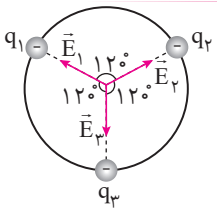
پله سوم: برایند $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۳$ را به دست می‌آوریم:

$$\vec{E}_{۱,۳} = ۲E_۱ \cos\frac{\alpha}{۲} = ۲\left(۳\times۱۰^۴\right)\cos۳۰^\circ = ۳\sqrt{۳}\times۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

پله چهارم: حالا نوبت به دست آوردن اندازه برایند دو بردار $\vec{E}_{۱,۳}$ و $\vec{E}_۲$ است:

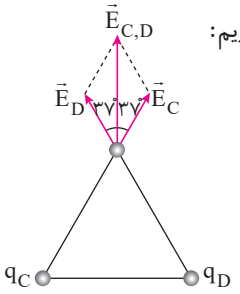
$$E_{کل} = E_{۱,۳} - E_۲ = \left(۳\sqrt{۳}-۲\right)۱۰^۴ \frac{N}{C} = \left(۳۰\sqrt{۳}-۲۰\right)\frac{kN}{C}$$

۱۹. فیزیک ۴ ***



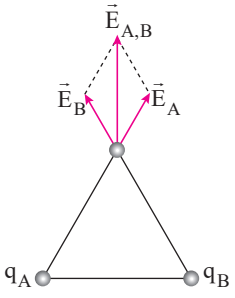
این هم یک سؤال ساده برای آن‌که خستگیتان در برود. در مرکز دایره بار مثبت آزمون قرار می‌دهیم و بردار میدان‌های الکتریکی را رسم می‌کنیم. همان‌طور که می‌بینید با سه بردار هم‌اندازه مواجه هستیم که دو به دو با یک‌دیگر زاویه ۱۲۰° می‌سازند. ما با دیدن این شکل به یاد علامت اتومبیل بنز می‌افتیم شما چطور؟! در این حالت همواره برایند بردارها برابر صفر می‌شود.

۲۰. فیزیک ۳ ***



پله یکم: ابتدا برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از بارهای q_D و q_C را به دست می‌آوریم:

$$E_{C,D} = ۲E\cos\frac{\alpha}{۲} \Rightarrow E_{C,D} = ۲\left(۵\times۱۰^۴\right)\cos۳۷^\circ = ۸\times۱۰^۴ \frac{N}{C}$$



پله دوم: حالا مراحل طی شده در پله قبل را برای بارهای B و A تکرار می‌کنیم:

$$E_{A,B} = E_{C,D} = ۸\times۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

پله سوم: بردارهای $\vec{E}_{A,B}$ و $\vec{E}_{C,D}$ بر یک‌دیگر منطبق می‌شوند و اندازه برایند آن‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:

$$E_{کل} = ۲\left(E_{C,D}\right) = ۲\left(۸\times۱۰^۴\right) = ۱/۶\times۱۰^۵ \frac{N}{C}$$

آزمون ٤ پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی و چگالی سطحی بار الکتریکی

۱. گزینه ۴

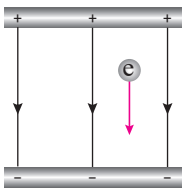
ایستگاه نکته

همان‌طور که می‌دانید پتانسیل الکتریکی یک ویژگی از نقاط مختلف فضا است و به بار الکتریکی که در آن نقطه قرار می‌گیرد بستگی ندارد. به‌طور کلی برای مقایسه پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف به نزدیکی یا دوری آن‌ها از بارهای مثبت توجه می‌کنیم. هرچه در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی به سمت بارهای مثبت حرکت کنیم، پتانسیل نقاط افزایش پیدا می‌کنند و هرچه در جهت خطوط میدان الکتریکی به سمت بارهای منفی حرکت کنیم یا از بارهای مثبت دور شویم پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابند.

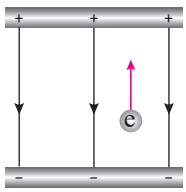
از طرف دیگر برای بررسی تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی طبق رابطهٔ $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ علاوه بر علامت ΔV باید به علامت q نیز توجه کنیم. اگر بخواهیم بدون انجام محاسبات علامت ΔU را تشخیص دهیم، می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم.

به‌طور کلی هر حرکتی که به صورت خود به خودی انجام شود باعث کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی می‌شود و $\Delta U < 0$ خواهد شد و هر حرکتی که به صورت غیر خود به خودی (به زور!) انجام شود، باعث افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی می‌شود و $\Delta U > 0$ خواهد شد.

به‌طور مثال در شکل (الف) یک الکترون در جهت خطوط میدان الکتریکی به سمت بارهای منفی جابه‌جا می‌شود. چون این حرکت به صورت غیر خود به خودی باید انجام شود، $\Delta U > 0$ می‌شود به عبارت دیگر برای انجام این حرکت نیروی خارجی باید روی الکترون کار انجام دهد و انجام این کار باعث افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون می‌شود. اما در شکل (ب) یک الکترون در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود. چون این حرکت به صورت خودبه‌خودی روی می‌دهد. $\Delta U < 0$ می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون کاهش می‌یابد.



(الف)



(ب)

عبارت مطرح شده در گزینهٔ «۴» نادرست است. یک پروتون به صورت خود به خودی می‌تواند در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شود. بنابراین در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد

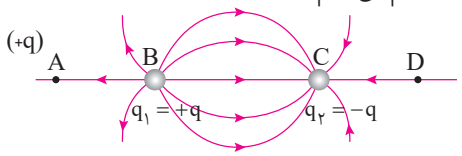
۲. گزینه ۱

پله یکم: برای افزایش پتانسیل الکتریکی باید در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی و به سمت بارهای مثبت حرکت کنیم. بنابراین جواب این سؤال یا گزینه «۱» و یا گزینه «۲» می‌باشد.

پله دوم: برای افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی باید حرکت به صورت غیر خودبه‌خودی (به زور!) انجام شود. در گزینهٔ «۱» بار مثبت به سمت صفحهٔ مثبت جابه‌جا شده است، بنابراین چون حرکت به صورت غیر خودبه‌خودی می‌باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

۳. گزینه ۲

پله یکم: ابتدا خطوط میدان الکتریکی ناشی از بارهای q_1 و q_2 را رسم می‌کنیم:



پله دوم: هنگام جابه‌جایی بار q_3 از نقطهٔ A به نقطهٔ B چون بار مثبت را خلاف خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد در فاصلهٔ B تا C بار مثبت q_3 در جهت خطوط میدان الکتریکی به صورت خودبه‌خودی

جابه‌جا می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد و از نقطهٔ C تا D دوباره بار مثبت q_3 در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی به صورت غیرخودبه‌خودی جابه‌جا شده و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

۴. گزینه ۲

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q}\Rightarrow V_B-20=\frac{0/6\times10^{-3}-0/4\times10^{-3}}{-2\times10^{-6}}\Rightarrow V_B=-80\,V$$

به این نکته دقت داشته باشید که هنگام جایگذاری مقادیر مختلف در رابطهٔ $\Delta V=\frac{\Delta U}{q}$ پارامترهای مختلف باید با در نظر گرفتن علامت جبری جایگذاری شوند.

۵. گزینه ۴

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow V_2-V_1=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow -10-(-40)=\frac{\Delta U}{-2\times10^{-6}}\Rightarrow \Delta U=-6\times10^{-5}\,J$$

به عبارت دیگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار به اندازهٔ $6\times10^{-5}\,J$ کاهش می‌یابد.

۶. گزینه ۲

ایستگاه نکته

هنگامی که یک ذره با بار الکتریکی q در یک میدان الکتریکی به بزرگی E با سرعت ثابت جابه‌جا می شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن به اندازهٔ ΔU تغییر می‌کند. برای به دست آوردن اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی، کار انجام شده توسط میدان الکتریکی و کار انجام شده توسط نیروی خارجی می‌توانیم از روابط زیر استفاده کنیم:

$$|W_E|=|W_{\text{نیروی خارجی}}|=|\Delta U|=E|q|d\cos\alpha=|\Delta V|\times|q|$$

در رابطهٔ بالا d جابه‌جایی بار برحسب متر، ΔV اختلاف پتانسیل برحسب ولت و α زاویه بین راستای جابه‌جایی و خطوط میدان الکتریکی است.

بهتر است اندازهٔ ΔU، $W_{\text{نیروی خارجی}}$ و W_E را از روابط بالا به دست بیاوریم و علامت این کمیت‌ها را به‌طور جداگانه خودمان تشخیص دهیم. برای به دست آوردن علامت ΔU، $W_{\text{نیروی خارجی}}$ و W_E به صورت زیر عمل می‌کنیم:

همان‌طور که می‌دانید اگر حرکتی به صورت خودبه‌خودی انجام شود $\Delta U<0$ و اگر به صورت غیرخودبه‌خودی انجام شود $\Delta U>0$ می‌باشد. از طرف دیگر داریم:

$$W_{\text{نیروی خارجی}}=\Delta U$$

$$W_E=-\Delta U$$

البته تمامی این روابط زمانی صادق هستند که بار مورد نظر با سرعت ثابت جابه‌جا شود.

$$|\Delta U|=E|q|d\cos\alpha=6\times10^5\times2\times10^{-6}\times2\times10^{-2}=24\times10^{-3}\,J=24\,mJ$$

چون بار الکتریکی مثبت در جهت خطوط میدان الکتریکی به صورت خودبه‌خودی جابه‌جا شده است $\Delta U<0$ می‌باشد و داریم:

$$\Delta U=-24\,mJ$$

۷. گزینه ۱ **پله یکم:** ابتدا کار میدان الکتریکی را در راستای محور xها به دست می‌آوریم:

$$|W_{E_x}|=E|q|d\cos\alpha=4\times10^5\times(2\times10^{-6})\times1=0/8\,J$$

چون مولفهٔ افقی میدان الکتریکی در راستای محور xها است و بار الکتریکی $-2\mu C$ در جهت خطوط میدان الکتریکی از $x=0$ به $x=1m$ به صورت غیرخودبه‌خودی حرکت کرده است پس $\Delta U>0$ بوده و $W_E<0$ و داریم:

$$W_{E_x}=-0/8\,J$$

پله دوم: مراحل قبل را در راستای محور yها تکرار می‌کنیم:

$$|W_{E_y}|=E|q|d\cos\alpha=3\times10^5\times(2\times10^{-6})(2)=1/2\,J$$

مؤلفـهٔ قائـم میـدان الکتریکی در جهت مثبت محور yها اسـت و بار الکتریکی $-2\mu C$ در خلاف جهت خطـوط میدان الکتریکی به صورت خودبه‌خودی از نقطهٔ $y=0$ به نقطهٔ $y=-2m$ جابه‌جا می‌شود. بنابراین $\Delta U<0$ بوده و $W_E>0$ است و داریم:

$$W_{E_y}=1/2J$$

پله آخر:

$$W_E=W_{E_x}+W_{E_y}=-0/8+1/2=0/4J$$

۸. گزینه ۲ ***

پلـه یکـم: طبـق قانون بقای انرژی چون در ایـن جابه‌جایی نیروی خارجی به ذره باردار وارد نمی‌شـود، میزان افزایش انرژی جنبشی بار الکتریکی برابر میزان کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی آن است. به عبارت دیگر داریم:

$$\Delta U=-\Delta K=-8\times10^{-3}\ J$$

پله دوم:

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow V_B-V_A=\frac{-8\times10^{-3}}{-4\times10^{-6}}=2\times10^{3}\ V=2kV$$

دقت کنید که بار الکتریکی مورد نظر در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا شده است بنابراین پتانسیل الکتریکی انتهای مسیر بیش‌تر از ابتدای مسیر می‌باشد و به عبارت دیگر $V_B>V_A$ بوده و $\Delta V>0$ می‌باشد.

۹. گزینه ۱ ***

پله یکم: اندازه ΔU را به دست می‌آوریم:

$$|\Delta U|=E|q|d\cos\alpha=10^5\times5\times10^{-6}\times0/2=0/1J$$

پلـه دوم: علامـت ΔU را بـه دسـت می‌آوریـم. چون ذرهٔ منفـی در خلاف خطـوط میدان الکتریکـی از نقطهٔ B بـه A به صورت خودبه‌خودی حرکت می‌کند $\Delta U<0$ است و داریم:

$$\Delta U=-0/1J$$

پله سوم: چون نیروی خارجی به ذرهٔ باردار مورد نظر وارد نمی‌شود $\Delta K=-\Delta U$ است و داریم:

$$\Delta K=-\Delta U=-(-0/1)=0/1J$$

و از آن‌جایی که انرژی جنبشی اولیهٔ ذره صفر است، انرژی جنبشی ثانویه آن برابر $0/1J$ می‌شود.

۱۰. گزینه ۳ ***

پله یکم: تغییرات انرژی جنبشی ذره را به دست می‌آوریم:

$$\Delta K=\frac{1}{2}m\left(V_2^2-V_1^2\right)=\frac{1}{2}\left(0/1\times10^{-3}\right)\left(10^2-0\right)=\frac{1}{2}\times10^{-2}\ J$$

پله دوم: چون نیروی خارجی به ذرهٔ مورد نظر وارد نمی‌شود $\Delta U=-\Delta K$ است و داریم:

$$\Delta U=-\Delta K=-\frac{1}{2}\times10^{-2}\ J$$

پله سوم:

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow-100-(100)=\frac{-\frac{1}{2}\times10^{-2}}{q}\Rightarrow-200=\frac{-10^{-2}}{2q}\Rightarrow q=\frac{1}{4}\times10^{-4}=0/25\times10^{-4}\ C=25\mu C$$

۱۱. گزینه ۲ ***

پله یکم: اندازه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی را در این جابه‌جایی به دست می‌آوریم:

$$|\Delta U|=E|q|d\cos\alpha=2\times10^5\times4\times10^{-6}\times0/1=0/08J$$

پله دوم: چون بار الکتریکی مثبت درخلاف خطوط میدان الکتریکی به سـمت صفحهٔ مثبت می‌رود حرکت غیرخودبه‌خودی بوده و $\Delta U>0$ است و چون نیروی خارجی به ذرهٔ مورد نظر وارد نمی‌شود داریم:

$$\Delta K=-\Delta U=-0/08J$$

پله سوم:

$$\Delta K=\cancel{K_2}-K_1\Rightarrow-0/08=-\frac{1}{2}mV_1^2\Rightarrow0/08=\frac{1}{2}\left(10\times10^{-3}\right)V_1^2\Rightarrow V_1=4\frac{m}{s}$$

۱۲. گزینه ۱ ***

همان‌طـور کـه می‌دانید طبـق رابطه $E=\frac{|\Delta V|}{d}$ میدان الکتریکی بین دو صفحه با اختلاف پتانسـیل الکتریکی بین دو صفحه رابطه مستقیم دارد. با توجه به این که اختلاف پتانسیل بین دو صفحه در گزینه «۱» $(V_2-V_1=-200-(-400)=-600V)$ بیش از سایرین است می‌توانیم نتیجه بگیریم که بزرگی میدان الکتریکی در گزینه «۱» بیش از سایرین است.

۱۳. گزینه ۲ ***

پله یکم: ابتدا بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{F}{q}=\frac{6}{2\times10^{-6}}=3\times10^{6}\frac{N}{C}$$

پله دوم: حالا با یک جایگذاری ساده ΔV را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{|\Delta V|}{d}\Rightarrow|\Delta V|=Ed=3\times10^{6}\times12\times10^{-2}=36\times10^{4}\,V=360kV$$

۱۴. گزینه ۱ ***

عبارت‌های الف، ب، ج و د درست هستند. بنابراین جواب گزینه‌ی (۱) می‌شود.

۱۵. گزینه ۳ **

این آزمایش برای اثبات این موضوع که «بار اضافی داده شده به یک جسم رسانا در سطح خارجی آن پخش می‌شود» انجام می‌شود.

۱۶. گزینه ۱ ***

مراحل آزمایش به قرار زیر است:

در شکل C گلولهٔ باردار به داخل یک استوانهٔ فلزی برخورد می‌کند و استوانه باردار می‌شود.

در شکل A در ظرف فلزی بسته می‌شود و بار الکتریکی داده شده به ظرف فلزی در سطوح خارجی آن پخش می‌شود.

در شکل D در ظرف باز شده و یک آونگ خنثی داخل ظرف قرار می‌گیرد و به داخل آن تماس پیدا می‌کند. در شکل B آونگ مورد نظر از ظرف خارج شده و به کلاهک یک الکتروسکوپ تماس داده می‌شود. چون تیغه‌های الکتروسکوپ از یک‌دیگر فاصله نمی‌گیرند، نتیجه می‌گیریم که آونگ الکتریکی خنثی است و در نتیجه داخل ظرف فلزی بار الکتریکی وجود نداشته و همهٔ بارها در سطح خارجی توزیع شده‌اند.

۱۷. گزینه ۲ **

درستی تک تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

عبارت (الف) نادرست است. این روش برای رنگ کردن سطوح فلزی و رسانا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

عبارت (ب) درست است.

عبارت (ج) نادرست است. در این روش به جسمی که قرار است رنگ شود بار الکتریکی داده نمی‌شود. بلکه جسم مورد نظر به زمین متصل می‌شود و با نزدیک شدن قطره‌های باردار رنگ به جسم مورد نظر بار مخالف در آن القا می‌شود.

۱۸. گزینه ۱ **

$$\sigma=\frac{Q}{A}=\frac{Q}{4\pi r^{2}}\Rightarrow5=\frac{Q}{4\pi\left(\frac{1}{2}\right)^{2}}\Rightarrow Q=5\pi C$$

دقت کنید که قطر کره $1m$ و شعاع کره $\frac{1}{2}m$ است. هم‌چنین چگالی سطحی را برحسب $\frac{\mu C}{m^{2}}$ جایگذاری کرده و بار الکتریکی را نیز برحسب μC به دست آورده‌ایم.

۱۹. گزینه ۲ ***

پله یکم: ابتدا نسبت بار کره‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\sigma=\frac{Q}{A}=\frac{Q}{4\pi r^{2}}\Rightarrow\frac{\sigma_B}{\sigma_A}=\frac{Q_B}{Q_A}\times\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{2}\xrightarrow[r_B=2r_A]{\sigma_B=2\sigma_A}\frac{2\sigma_A}{\sigma_A}=\frac{Q_B}{Q_A}\times\left(\frac{r_A}{2r_A}\right)^{2}\Rightarrow\frac{Q_B}{Q_A}=8$$

پله دوم: در حالت دوم می‌خواهیم نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود. بنابراین داریم:

$$\frac{Q'_B}{Q'_A}=\frac{r_B}{r_A}\xrightarrow{r_B=2r_A}\frac{Q'_B}{Q'_A}=\frac{2\,r_A}{r_A}=2$$

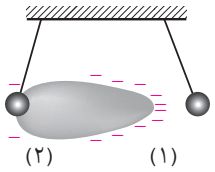
پله سوم: می‌خواهیم به اندازهٔ x از Q_B کم کنیم و به Q_A اضافه کنیم به گونه‌ای که Q'_B دو برابر Q'_A شود بنابراین داریم:

$$Q'_B=2Q'_A=\xrightarrow[Q'_A=Q_A+x]{Q'_B=Q_B-x}Q_B-x=2(Q_A+x)\Rightarrow3x=Q_B-2Q_A\xrightarrow{Q_A=\frac{Q_B}{8}}3x=Q_B-2\left(\frac{Q_B}{8}\right)$$

$$\Rightarrow3x=\frac{3Q_B}{4}\Rightarrow x=\frac{Q_B}{4}=\frac{25}{100}Q_B$$

بنابراین باید به اندازهٔ ٪۲۵ از بار کرهٔ B را برداشته و به کرهٔ A اضافه کنیم تا نسبت بار کره‌ها برابر نسبت شعاع آن‌ها شود.

۲۰. گزینه ۳ همان‌طور که می‌دانید در نقاط نوک‌تیز اجسام رسانا تجمع بارها بیش‌تر است، بنابراین در نقطه نوک‌تیز جسم دوکی شکل مقابل تجمع بارها بیش‌تر بوده و در نتیجه آونگ شماره (۱) بیش‌تر از آونگ شماره (۲) منحرف می‌شود. به شکل روبه‌رو دقت کنید.



آزمون ۵ خازن

۱. گزینه ۱ به‌طور کلی بار ذخیره شده در خازن را برابر بار ذخیره شده روی صفحه مثبت اعلام می‌کنیم. به‌طور مثال اگر روی صفحات خازن تختی بارهای $+Q$ و $-Q$ ذخیره شده باشد، بار ذخیره شده در خازن $+Q$ می‌شود.

۲. گزینه ۲ **پله یکم:** اختلاف پتانسیل دو سر خازن را در حالت جدید به دست می‌آوریم:

$$V' = V + \frac{۲۰}{۱۰۰}V = \frac{۱۲۰}{۱۰۰}V = \frac{۱۲۰}{۱۰۰}(۴۰) = ۴۸\,V$$

پله دوم: به کمک رابطهٔ $Q = CV$ و نوشتن یک تناسب ساده، مقدار بار اولیهٔ ذخیره شده در خازن را به دست می‌آوریم:

$$Q = CV \xrightarrow{C\ \text{ثابت}} \frac{Q'}{Q} = \frac{V'}{V} \xrightarrow{Q'=Q+۲۰۰} \frac{Q+۲۰۰}{Q} = \frac{۴۸}{۴۰} \Rightarrow Q = ۱۰۰۰\mu C$$

پله سوم:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{۱۰۰۰}{۴۰} = ۲۵\mu F$$

۳. گزینه ۳ **پله یکم:** ابتدا به کمک جدول داده شده ظرفیت هر خازن را به دست می‌آوریم:

$$C = \frac{\kappa\varepsilon_۰ A}{d} \Rightarrow \begin{cases} C_۱ = \dfrac{\kappa\varepsilon_۰ A}{d} \\ C_۲ = \dfrac{\kappa\varepsilon_۰ (۲A)}{d} \\ C_۳ = \dfrac{\kappa\varepsilon_۰ A}{۲d} \end{cases}$$

بنابراین می‌توانیم بگوییم $C_۲ > C_۱ > C_۳$ است.

پله دوم: طبق رابطهٔ $C = \frac{Q}{V}$ شیب نمودار $Q - V$ بیانگر بزرگی ظرفیت خازن است. با توجه به نمودار رسم شده می‌توانیم بگوییم $C_a > C_b > C_c$ است.

پله سوم: با توجه به مقایسهٔ دو عبارت به دست آمده در دو پله قبل می‌توانیم بگوییم نمودار (a) مربوط به خازن (۲) است.

۴. گزینه ۱ اگر شکل ۱ ـ ۴۲ (ب) از کتاب درسی را به دقت بررسی کرده باشید می‌دانید که این تصویر اتم یک دی‌الکتریک قطبی را در حضور میدان الکتریکی نشان می‌دهد.

۵. گزینه ۴ تک تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم.

عبارت (الف) نادرست است. دی‌الکتریک‌های غیرقطبی نیز در هنگام حضور در میدان الکتریکی دارای قطب‌های مثبت و منفی می‌شوند.

عبارت (ب) درست است.

عبارت (ج) درست است.

عبارت (د) نادرست است. هنگامی که یک اتم غیرقطبی در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد، ابر الکترونی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود.

۶. گزینه ۱ طبق رابطه $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ ظرفیت خازن با نسبت $\frac{\kappa}{d}$ رابطه مستقیم دارد. کافی است در هر مورد $\frac{\kappa}{d}$ را به دست آوریم:

میکا: $\frac{\kappa}{d}=\frac{۵/۴}{۰/۱}=۵۴$ شیشه: $\frac{\kappa}{d}=\frac{۷}{۰/۲}=۳۵$ پارافین: $\frac{\kappa}{d}=\frac{۲}{۱۰}$

دقت کنید که چون می‌خواهیم مقادیر به دست آمده را مقایسه کنیم، لزومی ندارد مقدار d برحسب متر جایگذاری شود و در همهٔ موارد d را برحسب میلی‌متر جایگذاری کرده‌ایم. همان‌طور که می‌بینید نسبت $\frac{\kappa}{d}$ برای تیغهٔ میکا بیش‌تر از سایر حالت‌ها است.

۷. گزینه ۲ هنگام انتقال بار الکتریکی به خازن، اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن به آهستگی افزایش می‌یابد. بنابراین برای انتقال بارهای بعدی به کار بیش‌تری نیاز است. با توجه به رابطه $Q=CV$ و با توجه به این‌که در این فرایند ظرفیت خازن همواره مقدار ثابتی است، اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن تابعی خطی از بار ذخیره شده در آن می‌شود که به‌طور یکنواخت از صفر تا V افزایش می‌یابد.

۸. گزینه ۲ تک تک عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

عبارت (الف) درست است.

عبارت (ب) نادرست است. هنگام انتقال بار الکتریکی به خازن، اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن به آهستگی افزایش می‌یابد. بنابراین برای انتقال بارهای بعدی به کار بیش‌تری نیاز است.

عبارت (ج) نادرست است. ظرفیت خازن تابعی از شرایط ساختمانی خازن است و به بار و اختلاف پتانسیل دو سر خازن بستگی ندارد.

عبارت (د) درست است.

۹. گزینه ۲ $U=\frac{۱}{۲}CV^۲ \Rightarrow ۱۰^{-۶}\times ۳۶\times ۱۰^۵=\frac{۱}{۲}C(۱۰۰۰)^۲ \Rightarrow ۳/۶=\frac{۱}{۲}C\times ۱۰^۶ \Rightarrow C=۷/۲\times ۱۰^{-۶}\,F=۷/۲\mu F$

دقت کنید که برای تبدیل واحد KWh به ژول به صورت زیر عمل می‌کنیم: $KWh \xrightarrow{\times ۳۶\times ۱۰^۵} J$

۱۰. گزینه ۴ $V_۲=V_۱-\frac{۸۰}{۱۰۰}V_۱=\frac{۲۰}{۱۰۰}V_۱$

$U=\frac{۱}{۲}CV^۲ \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱}=\left(\frac{V_۲}{V_۱}\right)^۲=\left(\frac{\frac{۲۰}{۱۰۰}V_۱}{V_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱}=\left(\frac{۲}{۱۰}\right)^۲=\frac{۴}{۱۰۰}$

بنابراین انرژی $U_۲$، ۴ درصد انرژی $U_۱$ است و به عبارت دیگر انرژی ذخیره شده در خازن ۹۶ درصد کاهش یافته است.

۱۱. گزینه ۱ **پله یکم:** انرژی ذخیره شده در خازن را به دست می‌آوریم: $U=\frac{۱}{۲}CV^۲=\frac{۱}{۲}\left(۶۰۰\times ۱۰^{-۶}\right)(۳۰۰)^۲=۲۷J$

پله دوم: $P=\frac{U}{t}=\frac{۲۷}{۳\times ۱۰^{-۳}}=۹\times ۱۰^۳\,W=۹KW$

۱۲. گزینه ۴ پله یکم: طبق رابطه $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ با دو برابر کردن فاصله صفحات خازن ظرفیت خازن نصف می‌شود.

پله دوم: هنگامی که خازن شارژ شده‌ای را از باتری جدا می‌کنیم بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات آن ثابت می‌ماند و طبق رابطهٔ $C=\frac{Q}{V}$ چون Q ثابت بوده و C نصف شده است، اختلاف پتانسیل دو سر خازن دو برابر می‌شود.

پله سوم: طبق رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}\frac{Q^۲}{C}$ چون Q ثابت است با نصف شدن ظرفیت خازن، انرژی ذخیره شده در خازن دو برابر می‌شود.

۱۳. گزینه ۲ **پله یکم:** طبق رابطه $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ با سه برابر شدن مساحت صفحات ظرفیت خازن سه برابر می‌شود.

پله دوم: هنگامی که یک خازن به مولد متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است.

طبق رابطهٔ $C=\frac{Q}{V}$ چون V ثابت است، با سه برابر شدن ظرفیت خازن بار ذخیره شده روی صفحات آن نیز سه برابر می‌شود.

پله سوم: طبق رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$ چون V ثابت است با سه برابر شدن C، انرژی ذخیره شده در خازن نیز سه برابر می‌شود.

پله چهارم: طبق رابطهٔ $E=\frac{\Delta V}{d}$ چون اختلاف پتانسیل و فاصلهٔ صفحات ثابت است. میدان الکتریکی بین دو صفحه ثابت می‌ماند.

***
۱۴. گزینه ۴ **پله یکم:** در حالت اول خازن به باتری وصل است، در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است. طبق رابطه $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ با n برابر کردن فاصله صفحات، ظرفیت خازن $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود و طبق رابطه $U=\frac{1}{2}CV^2$ با $\frac{1}{n}$ برابر شدن ظرفیت خازن، U نیز $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود و داریم:

$$U'=\frac{1}{n}U$$

پله دوم: در حالت دوم خازن را از باتری جدا کرده‌ایم، در این حالت بار ذخیره شده در خازن ثابت می‌ماند. همان‌طور که در پله قبل مشاهده کردید ظرفیت خازن $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود و طبق رابطهٔ $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ چون انرژی با ظرفیت رابطهٔ عکس دارد. انرژی n برابر می‌شود و داریم:

$$U''=nU$$

دقت کنید که هنگامی که بار ذخیره شده در خازن ثابت است، برای بررسی تغییر انرژی ذخیره شده در خازن از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ استفاده می‌کنیم و هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است، از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$ بهره می‌گیریم.

پله آخر:

$$\frac{U''}{U'}=\frac{nU}{\frac{1}{n}U}=n^2$$

***
۱۵. گزینه ۲ **پله یکم:** در حالت اول انرژی ذخیره شده در خازن U_1 است و در حالت دوم انرژی ذخیره شده در خازن U_2 می‌باشد و داریم:

$$U_2=U_1+1\Rightarrow\frac{1}{2}\frac{Q_2^2}{C}=\frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{C}+1\xrightarrow[Q_2=Q_1+2]{C=10\mu F}\frac{1}{2}\frac{(Q_1+2)^2}{10}=\frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{10}+1\Rightarrow(Q_1+2)^2=Q_1^2+20$$

$$\Rightarrow Q_1^2+4Q_1+4=Q_1^2+20\Rightarrow Q_1=4\mu F$$

دقت کنید که در روابط بالا همهٔ اعداد را برحسب میکروکولن جایگذاری کرده‌ایم به این نکته نیز دقت کنید که اگر از صفحهٔ مثبت $-2\mu C$ بار جدا کرده و به صفحهٔ منفی منتقل کنیم به‌طور کلی بار خازن به اندازهٔ $2\mu C$ افزایش می‌یابد.

پله دوم:

$$V_1=\frac{Q_1}{C_1}=\frac{4}{10}=0/4V$$

***
۱۶. گزینه ۲ پله یکم: ظرفیت خازن و انرژی ذخیره شده در خازن را در حالت اول به دست می‌آوریم:

$$C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}=\frac{9\times10^{-12}\times8\times10^{-4}}{2\times10^{-3}}=36\times10^{-13}F$$

$$U=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}(36\times10^{-13})\times(100)^2=18\times10^{-9}J$$

پله دوم: در حالت دوم فاصلهٔ صفحات نسبت به حالت قبل ۳ برابر شده است بنابراین طبق رابطهٔ $C=\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ ظرفیت خازن، $\frac{1}{3}$ برابر می‌شود. چون خازن را از باتری جدا کرده‌ایم بار ذخیره شده در آن ثابت است و با توجه به رابطهٔ $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ با $\frac{1}{3}$ برابر شدن ظرفیت خازن انرژی ذخیره شده در آن ۳ برابر شده و به $54\times10^{-9}J$ می‌رسد.

پله سوم: افزایش انرژی ذخیره شده در خازن توسط کار انجام شده به وسیلهٔ نیروی خارجی تأمین می‌شود. بنابراین داریم:

$$\left|W_{\text{نیروی خارجی}}\right|=\Delta U_2=U_2-U_1=54\times10^{-9}-18\times10^{-9}=36\times10^{-9}J=36nJ$$

۱۷. گزینه ۱ ***

درس‌نامه

هنگامی که خازنی شارژ می‌شود بار Q بر روی صفحات آن ذخیره می‌شود. اگر مساحت هر صفحهٔ خازن تخت را A فرض کنیم، چگالی سطحی بار الکتریکی ذخیره شده در آن به صورت زیر به دست می‌آید:

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

حالا به کمک رابطهٔ $C = \frac{Q}{V}$ مقدار Q را به دست آورده و در رابطهٔ بالا جایگذاری می‌کنیم:

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

اگر اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن برابر V بوده و فاصلهٔ دو صفحهٔ خازن برابر d باشد میدان الکتریکی بین دو صفحه از رابطهٔ $E = \frac{V}{d}$ به دست می‌آید.

حالا به کمک این رابطهٔ V را به دست آورده و در رابطهٔ قبل جایگذاری می‌کنیم:

$$\sigma = \frac{CV}{A} \xrightarrow{V=Ed} \sigma = \frac{CEd}{A}$$

و در مرحلهٔ آخر به جای C عبارت $\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ قرار می‌دهیم:

$$\sigma = \frac{CEd}{A} = \frac{\frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d} \times E \times d}{A} = \kappa\varepsilon_0 E$$

بدین ترتیب رابطهٔ چگالی سطحی بار الکتریکی صفحات خازن را برحسب میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن به دست آورده‌ایم

لطفاً رابطهٔ روبه‌رو را به خاطر بسپارید:

$$\sigma = \kappa\varepsilon_0 E$$

$$\sigma = \kappa\varepsilon_0 E = 1\left(9\times10^{-12}\right)\times10^{6} = 9\times10^{-6}\ \frac{C}{m^2}$$

۱۸. گزینه ۴ *** **پله یکم:** ابتدا به کمک رابطه اثبات شده در پاسخ سؤال قبل میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن را به دست می‌آوریم:

$$\sigma = \kappa\varepsilon_0 E \Rightarrow 3\times10^{-10}\times10^{4} = 1\times9\times10^{-12}\times E \Rightarrow E = \frac{1}{3}\times10^{6}\ \frac{N}{C}$$

دقت کنید که برای تبدیل واحد چگالی سطحی از $\frac{C}{cm^2}$ به $\frac{C}{m^2}$ عدد مورد نظر را در 10^4 ضرب کرده‌ایم.

پله دوم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \frac{1}{3}\times10^{6} = \frac{150}{d} \Rightarrow d = 450\times10^{-6}\ m = 450\ \mu m$$

۱۹. گزینه ۲ *** **پله یکم:** ابتدا فاصله بین صفحات خازن تخت را به دست می‌آوریم:

$$C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d} \Rightarrow \frac{1/8}{}\times10^{-12} = \frac{4\times9\times10^{-12}\times4\times10^{-4}}{d} \Rightarrow 0/2d = 16\times10^{-4} \Rightarrow d = 8\times10^{-3}\ m$$

پله دوم: با داشتن فاصلهٔ بین صفحات خازن و اختلاف پتانسیل دو صفحهٔ خازن، میدان الکتریکی بین دو صفحه را به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{60}{8\times10^{-3}} = \frac{6\times10^{4}}{8} = 0/75\times10^{4} = 7/5\times10^{3}\ \frac{N}{C}$$

۲۰. گزینه ۴ *** **پله یکم:** ظرفیت خازن را به دست می‌آوریم:

$$C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d} = \frac{2\times9\times10^{-12}\times1\times10^{-4}}{3\times10^{-3}} = 6\times10^{-13}\ F$$

پله دوم: به کمک میدان الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن، اختلاف پتانسیل دو سر خازن را به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow 200\times10^{3} = \frac{V}{3\times10^{-3}} \Rightarrow V = 600\ V$$

دقت کنید که میدان الکتریکی را برحسب $\frac{N}{C}$ جایگذاری کرده‌ایم. با توجه به این که بیش‌ترین میدان الکتریکی ذخیره شده در خازن می‌تواند $200\times10^{3}\ \frac{N}{C}$ باشد، بنابراین بیش‌ترین اختلاف پتانسیلی که می‌توان به دو سر خازن اعمال کرد تا دچار فروریزش نشود $600\ V$ است و بیش‌ترین انرژی ذخیره‌شده در خازن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\times\left(6\times10^{-13}\right)\times(600)^2 = 108\times10^{-9}\ J = 108\ nJ$$

آزمون ۶ جامع

۱. گزینه ۴ ***

$$q = ne \Rightarrow ۱\times۱۰^{-۶} = n\left(۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\right) \Rightarrow n = \frac{۱۰^{-۶}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = \frac{۱۰^{۱۴}}{۱۶} = ۶/۲۵\times۱۰^{۱۲}$$

۲. گزینه ۲ *** برای این‌که سرب دارای بار مثبت شود باید الکترون از دست بدهد پس باید سرب را با موادی که در سری الکتریسیته مالشی پایین‌تر از سرب قرار دارند، مالش دهیم. ابریشم، پارچه کتان و پلی‌اتیلن هر سه در سری الکتریسیته مالشی پایین‌تر از سرب هستند.

۳. گزینه ۱ *** شکل رسم شده در گزینه «۱» ترازوی پیچشی کولن را نشان می‌دهد. در یک سر، یک میله نارسانای سبک افقی و یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کشسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه شیشه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویه چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی موثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویه چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به دست می‌آید. سعی کنید کاربرد وسایل آزمایشگاهی مطرح شده در سایر گزینه‌ها را هم بررسی کنید.

۴. گزینه ۲ *** با نوشتن یک تناسب ساده به راحتی می‌توانیم پاسخ این سؤال را به دست آوریم. اگر بار اولیه هر دو ذره برابر q باشد در حالت ثانویه بار یکی از ذره‌ها q و بار ذره دیگر $(q+۲)$ است و داریم:

$$F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{q'_۱q'_۲}{q_۱q_۲} \Rightarrow \frac{۰/۰۳}{۰/۰۲} = \frac{q(q+۲)}{q\times q} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \frac{q+۲}{q} \Rightarrow q = ۴\mu C$$

۵. گزینه ۴ *** **پله یکم:** ابتدا بار کره‌ها را بعد از تماس به دست می‌آوریم:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{۵+۱۵}{۲} = ۱۰\mu C$$

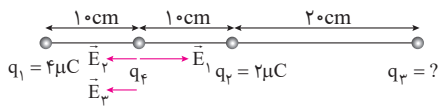
پله دوم: حالا با نوشتن یک تناسب ساده نسبت $\frac{F'}{F}$ را به دست می‌آوریم:

$$F = \frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{|q'_۱|\times|q'_۲|}{|q_۱|\times|q_۲|} = \frac{۱۰\times۱۰}{۵\times۱۵} = \frac{۱۰۰}{۷۵} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۴}{۳} \simeq ۱/۳۳ = \frac{۱۳۳}{۱۰۰}$$

برای بررسی سؤالات درصدی باید مخرج کسر مورد نظر را به ۱۰۰ برسانیم و کسر به دست آمده را با $\frac{۱۰۰}{۱۰۰}$ مقایسه کنیم. همان‌طور که در معادلات بالا می‌بینید، $F' = \frac{۱۳۳}{۱۰۰}F$ است. بنابراین می‌توانیم بگوییم نیرو به اندازهٔ ۳۳ درصد افزایش یافته است.

۶. گزینه ۱ *** **پله یکم:** اگر برایند نیروهای وارد بر بار $q_۴$ در نقطه مورد نظر صفر باشد، طبق رابطه $E = \frac{F}{q}$ برایند میدان‌های الکتریکی نیز در نقطه مورد نظر صفر است. بنابراین می‌توانیم در محل بار $q_۴$ بار مثبت آزمون را قرار داده و بزرگی میدان‌های الکتریکی را در این نقطه بررسی کنیم.

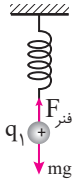
پله دوم: همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید در نقطهٔ مورد نظر $E_۱$ به سمت راست و $E_۲$ به سمت چپ می‌باشد چون $r_۱$ و $r_۲$ با یک‌دیگر برابر هستند و $q_۱ > q_۲$ می‌باشد، می‌توانیم نتیجه بگیریم که $E_۱ > E_۲$ است. بنابراین اگر بخواهیم برایند میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ مورد نظر صفر شود باید $E_۳$ به سمت چپ باشد و داریم:



$$E_۲ + E_۳ = E_۱ \Rightarrow \frac{k|q_۲|}{r_۲^۲} + \frac{k|q_۳|}{r_۳^۲} = \frac{k|q_۱|}{r_۱^۲} \Rightarrow \frac{۲}{۱۰۰} + \frac{|q_۳|}{۹۰۰} = \frac{۴}{۱۰۰} \Rightarrow ۲ + \frac{|q_۳|}{۹} = ۴ \Rightarrow |q_۳| = ۱۸\mu C$$

از طرف دیگر چون $q_۳$ بار مثبت آزمون را دفع کرده است، پس $q_۳ > ۰$ می‌باشد و $q_۳ = ۱۸\mu C$ است.

۷. گزینهٔ ۱ ***



پله یکم: در شکل زیر دو نیروی وزن و نیروی فنر به q_1 وارد می‌شوند و q_1 به حال تعادل قرار می‌گیرد. پس این دو نیرو اثر یک‌دیگر را خنثی کرده‌اند. به شکل زیر توجه کنید.

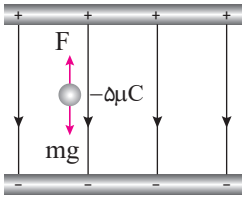
در حالت دوم علاوه بر نیروی وزن نیروی الکتریکی که بار q_2 به بار q_1 وارد می‌کند نیز به سمت پایین به بار q_1 وارد می‌شود. این افزایش نیرو باعث افزایش طول فنر به اندازهٔ $4\,cm$ می‌شود و باز هم بار q_1 در حال تعادل قرار می‌گیرد.

با توجه به این‌که برایند نیروهای وارد شده به q_2 در شکل (ب) نیز صفر است، داریم:

$$F_E = \Delta F_{فنر} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = k\Delta x \Rightarrow \frac{9\times10^9\times(0/8)(0/6)\times10^{-12}}{9\times10^{-4}} = k\left(\frac{4}{100}\right)$$

$$\Rightarrow 4/8 = k\left(\frac{4}{100}\right) \Rightarrow k = 120\,\frac{N}{m}$$

۸. گزینهٔ ۲ ***



پله یکم: ابتدا شکل ساده‌ای وضعیت قرارگیری ذره مورد نظر در میدان الکتریکی رسم می‌کنیم و نیروهای وارد شده به آن را مشخص می‌کنیم.

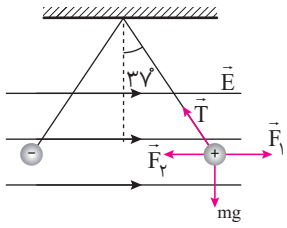
چون نیروی وزن به سمت پایین است نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد تا mg را خنثی کند تا ذره به حال سکون باقی بماند. از طرف دیگر می‌دانیم که به بارهای الکتریکی منفی در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود پس میدان الکتریکی باید به سمت پایین باشد.

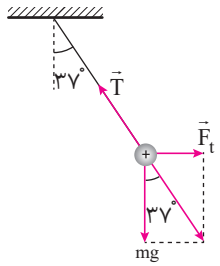
پله دوم: چون برایند نیروهای وارد شده به ذره صفر است باید $F = mg$ باشد و داریم:

$$F = mg \Rightarrow E|q| = mg \Rightarrow E\left(5\times10^{-6}\right) = 10\times10^{-3}\times10 \Rightarrow E = 2\times10^4\,\frac{N}{C}$$

۹. گزینهٔ ۳ ***

پله یکم: ابتدا نیروهای وارد شده به یکی از آونگ‌ها را رسم می‌کنیم. در شکل زیر نیرویی که میدان الکتریکی به بار مورد نظر وارد می‌کند را با $\vec{F}_1$ و نیرویی که بار دیگر به آن وارد می‌کند را با $\vec{F}_2$ نشان داده‌ایم:





همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید برایند F_1 و F_2 را با F_t نشان داده‌ایم. چون ذرهٔ مورد نظر در حال سکون است باید برایند F_t و mg در راستای T باشد تا برایند نیروهای وارد شده به بار الکتریکی بتواند صفر شود.

پله دوم: به کمک قانون تانژانت زاویهٔ 37°، اندازهٔ F_t را به دست می‌آوریم:

$$\tan 37 = \frac{F_t}{mg} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{F_t}{4\times10^{-3}\times10} \Rightarrow F_t = 0/03\,N$$

پله سوم: اندازهٔ F_2 را به دست می‌آوریم:

$$F_2 = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{9\times10^9\times100\times10^{-9}\times100\times10^{-9}}{9\times10^{-4}} = 0/1\,N$$

پله چهارم: با داشتن F_t و F_2 مقدار F_1 را به دست می‌آوریم:

$$F_t = F_1 - F_2 \Rightarrow 0/03 = F_1 - 0/1 \Rightarrow F_1 = 0/13$$

پله پنجم: F_1 بزرگی نیرویی است که میدان الکتریکی به ذرهٔ باردار مورد نظر وارد می‌کند. بنابراین داریم:

$$E = \frac{0/13}{100\times10^{-9}} = 1/3\times10^6\,\frac{N}{C}$$

۱۰. گزینهٔ ۱ ***

پله یکم: نیروی وارد شده به بار مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$$F = Eq = 10^3\times10\times10^{-6} = 10^{-2}\,N$$

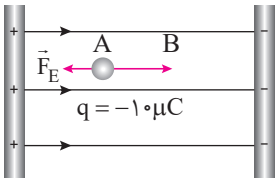
پله دوم: شتاب حرکت ذرهٔ مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$$a=\frac{F}{m}=\frac{10^{-2}}{1\times10^{-6}}=10^{4}\,\frac{m}{s^{2}}$$

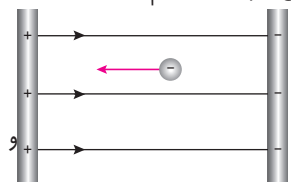
پله سوم:

$$a=\frac{\Delta V}{\Delta t}\Rightarrow 10^{4}=\frac{5\times10^{8}\times10^{-2}}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=500s$$

پله اضافی: اگر می‌خواهید درک بهتری از حرکت بار داشته باشید به شکل زیر توجه کنید. بار الکتریکی منفی مورد نظر از نقطهٔ A به سمت نقطهٔ B شلیک می‌شود. چون نیروی وارد شده به ذرهٔ مورد نظر در خلاف جهت حرکت است پس شتاب ایجاد شده باعث کاهش سرعت ذرهٔ مورد نظر می‌شود تا جایی که در نقطهٔ B متوقف شود.



۱۱. گزینه ۴ **پله یکم:** لطفاً حتماً برای پاسخ‌گویی به این‌گونه سؤالات شکل ساده‌ای از چگونگی حرکت بار رسم کنید.

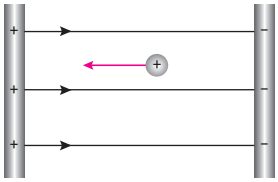


پله دوم: همان‌طور که در شکل روبه‌رو می‌بینید ذرهٔ مورد نظر در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی و به سمت صفحهٔ مثبت حرکت می‌کند و در نتیجه **به سمت مکان‌هایی با پتانسیل بیش‌تر می‌رود.** از طرف دیگر حرکت ذره به صورت خودبه‌خودی صورت می‌پذیرد در نتیجه **انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.**

۱۲. گزینه ۳

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow \Delta U=\Delta V\times q=500\left(0/8\times10^{-6}\right)=4\times10^{-4}\,J$$

۱۳. گزینه ۳ **پله یکم:** به شکل زیر دقت کنید:



پله دوم: با توجه به این‌که بار الکتریکی مثبت در خلاف خطوط میدان الکتریکی به صورت غیر خودبه‌خودی (به زور!) جابه‌جا شده است، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد. بنابراین جواب این سؤال گزینهٔ «۳» می‌شود.

پله اضافی: دقت کنید که حرکت ذره با سرعت ثابت انجام می‌شود و در این حالت $\Delta K=0$ است و در نتیجه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند.

۱۴. گزینه ۲ **پله یکم:** ذره α از هسته اتم هلیوم تشکیل شده است. یعنی از دو پروتون و نوترون تشکیل شده است. همان‌طور که می‌دانید نوترون‌ها دارای بار الکتریکی نمی‌باشند و بار الکتریکی پروتون به اندازه بار الکتریکی الکترون است و داریم:

$$q_{\alpha}=2q_{p}=2\left(1/6\times10^{-19}\right)=3/2\times10^{-19}\,C$$

پله دوم: بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{|\Delta V|}{d}=\frac{500}{2\times10^{-2}}=2/5\times10^{4}\,\frac{N}{C}$$

پله سوم:

$$F=Eq=2/5\times10^{4}\times3/2\times10^{-19}=8\times10^{-15}\,N$$

۱۵. گزینه ۱ **پله یکم:** ابتدا بار الکتریکی ذخیره شده در خازن را به دست می‌آوریم:

$$Q=C\times V=20\times10^{-6}\times80=16\times10^{-4}\,C$$

پله دوم: همان‌طور که می‌دانید اگر بار الکتریکی ذخیره شده در یک خازن Q باشد، بار الکتریکی صفحهٔ مثبت، $+Q$ و بار الکتریکی صفحهٔ منفی، $-Q$ است.

بنابراین بار الکتریکی که به صفحهٔ منفی منتقل شده است معادل $-16\times10^{-4}\,C$ است و تعداد الکترون‌های منتقل شده برابراند با:

$$Q=-ne\Rightarrow -16\times10^{-4}=-n\left(1/6\times10^{-19}\right)\Rightarrow n=10^{16}$$

۱۶. گزینه ۳ همان‌طور که می‌دانید ظرفیت یک خازن فقط تابع مشخصات ساختمانی آن خازن است و به اختلاف پتانسیل دو سر آن بستگی ندارد. بنابراین داریم:

$$C=\frac{\kappa\varepsilon_{0}A}{d}\Rightarrow\frac{C_B}{C_A}=\frac{A_B}{A_A}\times\frac{d_A}{d_B}\xrightarrow[d_A=4d_B]{A_A=2A_B}\frac{C_B}{C_A}=\frac{A_B}{2A_B}\times\frac{4d_B}{d_B}=2$$

۱۷. گزینه ۳ ✻✻✻ از کنکور سراسری آن هم سال ۹۳ این تست بعید بود!

$$\Delta U = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow 1/8 = \frac{1}{2}C(200)^2 \Rightarrow 1/8 = 2\times10^4\,C \Rightarrow C = 0/9\times10^{-4}\,F = 90\mu F$$

۱۸. گزینه ۲ ✻✻✻ با قرار دادن دی‌الکتریک طبق رابطه $C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d}$ ظرفیت خازن افزایش می‌یابد. چون خازن مورد نظر را از مولد جدا کرده‌ایم بار ذخیره شده در آن ثابت می‌ماند و طبق رابطه $C = \frac{Q}{V}$ با افزایش C اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن کاهش یافته و ولت‌سنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.

۱۹. گزینه ۴ ✻✻✻ **پله یکم:** اگر ظرفیت خازن در حالت اول را با C_1 و ظرفیت خازن در حالت دوم با C_2 نشان دهیم، داریم:

$$C = \frac{\kappa\varepsilon_0 A}{d} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa_2}{\kappa_1}\times\frac{d_1}{d_2} \xrightarrow[d_2=8d_1]{\kappa_2=2,\kappa_1=1} \frac{C_2}{C_1} = \frac{2}{1}\times\frac{d_1}{8d_1} = \frac{1}{4}$$

پله دوم: چون خازن به مولد متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت است و طبق رابطهٔ $C = \frac{Q}{V}$ با $\frac{1}{4}$ شدن ظرفیت خازن بار ذخیره شده در آن نیز $\frac{1}{4}$ می‌شود یا به عبارت دیگر ٪۷۵ کاهش می‌یابد.

پله سوم: طبق رابطهٔ $U = \frac{1}{2}CV^2$ چون V ثابت است، انرژی ذخیره شده در خازن با ظرفیت خازن رابطهٔ مستقیم دارد و در نتیجه انرژی ذخیره شده در خازن نیز $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود یا به عبارت دیگر ٪۷۵ کاهش می‌یابد.

۲۰. گزینه ۲ ✻✻✻ **پله یکم:** ابتدا به کمک چگالی سطحی بار الکتریکی روی صفحات خازن، بزرگی میدان الکتریکی را به دست می‌آوریم:

$$\sigma = \cancel{\kappa}^{1}\varepsilon_0 E \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{9\times10^{-6}}{9\times10^{-12}} = 10^6\,\frac{N}{C}$$

پله دوم: با داشتن میدان الکتریکی بین دو صفحه، به دست آوردن اختلاف پتانسیل بین دو صفحه کار چندان دشواری نیست.

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \Rightarrow |\Delta V| = Ed = 10^6\times3\times10^{-3} = 3000\,V = 3kV$$

یادداشت: