نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: نهایی فصل ۱ - ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۵



علوی دخترانه مرکز

۱. در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) طبق اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار، همواره بار الکتریکی جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است.

۲. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

الف) بار الکتریکی یک جسم نمی‌تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد.

۳. میلهٔ شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش می‌دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپی با بار مثبت نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک‌تر می‌شوند یا دورتر؟ چرا؟

انتهای مثبت سری
شیشه
نایلون
ابریشم
انتهای منفی سری

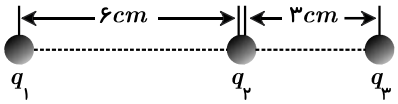
۴. در هریک از موارد زیر عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) جملهٔ «مجموع جبری همهٔ بارهای الکتریکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.» بیانگر اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار است.

ب) بار اضافی داده‌شده به رسانا در سطح (خارجی - داخلی) آن توزیع می‌شود.

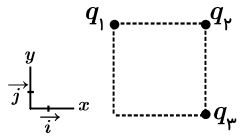
پ) با دور شدن از بار نقطه‌ای اندازهٔ میدان الکتریکی (افزایش - کاهش) می‌یابد.

۵. بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = +۶\text{nC}$، q_2 و $q_3 = -۳\text{nC}$ مطابق شکل زیر در جای خود ثابت شده‌اند و نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر با $\vec{F} = (۱۳ \times ۱۰^{-۵}\ \text{N})\vec{i}$ است. اندازهٔ بار q_2 را برحسب کولن به دست آورید. $(k = ۹ \times ۱۰^{۹}\ \text{N.m}^۲/\text{C}^۲)$



۶. سه ذرهٔ باردار q_1, q_2 و q_3 مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مربعی به ضلع $۳۰cm$ ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 را برحسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید.

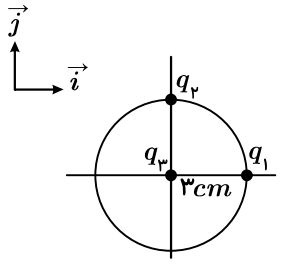
$$(q_1 = ۳nC \quad q_2 = ۲nC \quad q_3 = -۴nC \quad k = ۹ \times ۱۰^{۹} N \cdot m^۲/C^۲)$$



۷. دو بار نقطه‌ای $q_1 = ۴\mu C$ و $q_2 = ۳\mu C$ در فاصلهٔ r از هم قرار دارند، اگر نیروی بین این دو بار $۲/۷N$ باشد، فاصلهٔ دو بار چند متر است؟

$$(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$$

۸. دو ذرهٔ باردار $q_۱ = ۴۰nC$ و $q_۲ = -۳۰nC$ روی محیط دایره‌ای به شعاع $۳cm$ قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار $q_۳ = ۲۰nC$ را که در مرکز دایره واقع است، رسم کنید و آن را برحسب بردارهای یکهٔ $(\vec{i}, \vec{j})$ بنویسید. $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \ \frac{N \cdot m^۲}{c^۲})$

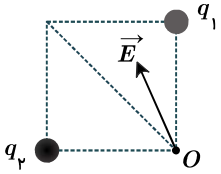


۹. قطرهٔ روغنی به جرم $۳/۲ \times ۱۰^{-۱۵}$ kg در یک میدان الکتریکی یکنواخت معلق است. اگر بار الکتریکی قطره برابر با $+۱/۶ \times ۱۰^{-۱۸}$ C باشد،

الف جهت میدان الکتریکی رو به بالاست یا رو به پایین؟

ب بزرگی میدان الکتریکی را برحسب $\frac{N}{C}$ محاسبه کنید $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$.

۱۰. دو ذرهٔ باردار مطابق شکل روبه‌رو در دو رأس یک مربع ثابت شده‌اند و جهت میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ O نشان داده شده است. با توجه به شکل، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.



الف علامت بار $q_۱$ (مثبت - منفی) است.

ب علامت بار $q_۲$ (مثبت - منفی) است.

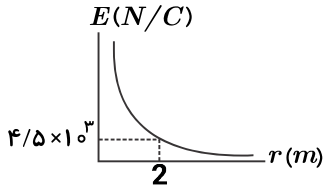
پ اندازهٔ بار الکتریکی $(q_۲ - q_۱)$ بزرگ‌تر از دیگری است.

۱۱. درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با واژهٔ «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

الف خطوط میدان الکتریکی برایند می‌توانند در هر نقطهٔ فضا یکدیگر را قطع کنند.

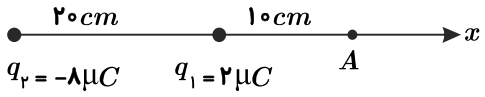
ب اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، با دو برابر کردن اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند.

۱۲. نمودار تغییرات میدان الکتریکی یک ذرهٔ باردار برحسب فاصله، مطابق شکل روبه‌رو است. اندازهٔ بار الکتریکی ذره چند کولن است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ N \cdot m^۲/C^۲)$



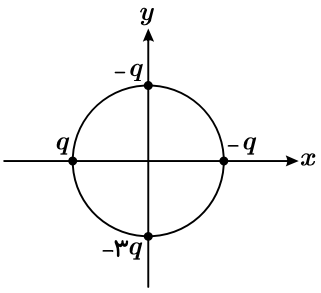
۱۳. ذرهٔ بارداری در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم رو به بالا، معلق و به حال سکون قرار دارد. نوع بار الکتریکی ذره را تعیین کنید.

۱۴. در شکل زیر اندازه و جهت میدان الکتریکی برایند را در نقطهٔ A به دست آورید. $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

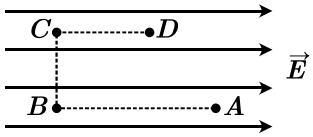


۱۵. آزمایشی طراحی کنید که با استفاده از آن بتوان طرح خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام را مشاهده نمود.

۱۶. اگر در شکل مقابل، شعاع دایره $1m$ و $q = 5nC$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی برایند را در مرکز دایره به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$



۱۷. مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی مثبت q را در یک میدان الکتریکی یکنواخت در مسیر $ABCD$ از نقطهٔ A تا D جابه‌جا می‌کنیم.

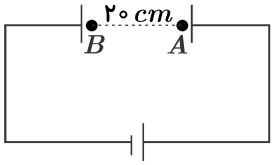


الف کار نیروی الکتریکی در کدام مسیر صفر است؟

ب انرژی پتانسیل الکتریکی این بار در مسیر CD چگونه تغییر می‌کند؟

پ پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.

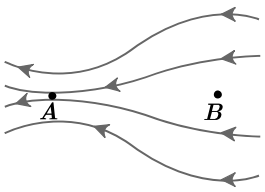
۱۸. با توجه به شکل:



الف در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ذرهٔ بارداری به جرم $2 \times 10^{-15} kg$ و بار $q = 3nC$ را مطابق شکل زیر از نقطهٔ A بدون تندی اولیه رها می‌کنیم. تندی ذره به هنگام رسیدن به نقطهٔ B به فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر از نقطهٔ A، چند متر بر ثانیه است؟ (از وزن ذره و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود)

ب در حالی که صفحات رسانا به باتری متصل‌اند آنها را کمی از هم دور می‌کنیم، اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (کاهش - افزایش - ثابت)

۱۹. شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در یک ناحیه از فضا نشان می‌دهد. الکترونی با اعمال یک نیروی خارجی در این میدان، از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود.



الف بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A بیشتر است یا در نقطهٔ B؟

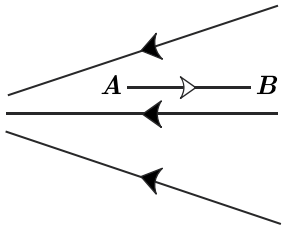
ب پتانسیل الکتریکی در نقطهٔ A بیشتر است یا در نقطهٔ B؟

پ انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون در این جابه‌جایی افزایش می‌یابد یا کاهش؟

ت با فرض آنکه الکترون در نقاط A و B ساکن باشد، کار نیروی خارجی مثبت است یا منفی؟

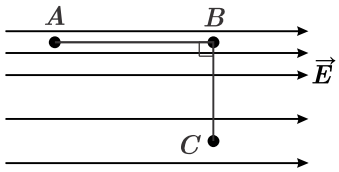
۲۰. بار الکتریکی $q = -۱۰nC$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_۱ = ۱۵V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_۲$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی $۱۰^{-۷}J$ کاهش یابد. $V_۲$ چند ولت است؟

۲۱. مطابق شکل الکترونی را از نقطهٔ A تا B در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم.
به کمک کلمات (افزایش - کاهش - ثابت - مثبت - منفی) جدول را کامل کنید.



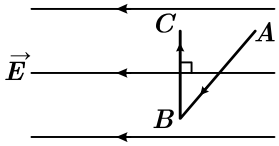
اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی	کار میدان الکتریکی
(الف)	(ب)	(پ)	(ت) .....

۲۲. الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطهٔ A به B و سپس به نقطهٔ C منتقل می‌کنیم. به جای حروف الفبا در خانه‌های جدول کلمات (افزایش - کاهش - ثابت) بنویسید.



مسیر	اندازهٔ میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی
$A \to B$		(الف)	(ب)
$B \to C$	(پ)	(ت)	

۲۳. مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی منفی، در میدان الکتریکی یکنواخت، مسیر $A \to B \to C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. خانه‌های خالی جدول صفحهٔ بعد را با کلمه‌های (افزایش - کاهش - ثابت) پر کنید.



مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
$A \to B$			
$B \to C$			

۲۴. یک گوی فلزی خنثی که مساحت سطح خارجی آن $۳cm^۲$ است را در نظر بگیرید. تعداد الکترون‌هایی که باید از این گوی بگیریم تا چگالی بار روی سطح آن $۳/۲ \times ۱۰^{-۵} \frac{C}{m^۲}$ شود، را به دست آورید ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$).

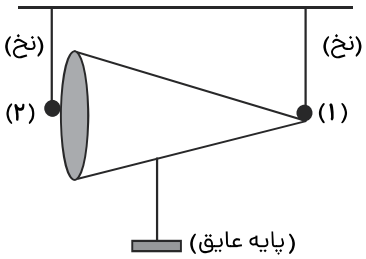
۲۵. بار الکتریکی روی سطح فلزی بزرگی، دور از لبه‌ها به‌طور یکنواخت توزیع شده است. اگر چگالی بار روی این سطح $۳/۵ \times ۱۰^{-۶}C/m^۲$ باشد، در بخشی از این سطح به شکل مربعی به ضلع $۲mm$ چند کولن بار قرار گرفته است؟

۲۶. چرا معمولاً شخصی که در هواپیماست از خطر آذرخش در امان است؟

۲۷. مطابق شکل دو آونگ فلزی خنثی در تماس با جسم فلزی دوکی شکل هستند، به کمک مولد واندوگراف به جسم دوکی شکل بار الکتریکی می‌دهیم:

الف) چرا آونگ‌ها منحرف می‌شوند؟

ب) کدام آونگ بیشتر منحرف می‌شود؟ چرا؟



۲۸. خازن تختی که بین صفحات آن هواست و توسط یک باتری باردار شده است را از باتری جدا می‌کنیم. اکنون با زیاد کردن فاصلهٔ بین صفحات خازن، هریک از کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کنند؟ پاسخ خود را با نوشتن کلمات (افزایش، کاهش و ثابت) در زیر هر کمیت مشخص کنید:

ظرفیت خازن	بار الکتریکی خازن	انرژی ذخیره‌شده	میدان الکتریکی بین صفحات
(الف)	(ب)	(پ)	(ت)

۲۹. پدیدهٔ فروریزش الکتریکی در خازن را توضیح دهید.

۳۰. ظرفیت خازن تختی $۱۸ \times ۱۰^{-۹} F$ و مساحت هر یک از صفحه‌های آن $۰/۶ m^۲$ است. اگر بین صفحه‌های آن دی‌الکتریکی با ثابت ۵ پر شده باشد، فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن چند متر است؟ $(\varepsilon_۰ = ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{F}{m})$

۳۱. صفحات باردار یک خازن تخت که بین آنها شیشه است، به ولت‌سنج وصل می‌کنیم. با خارج کردن شیشه از بین صفحات خازن، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۳۲. در مدار فلاش دوربین عکاسی خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود، تخلیهٔ انرژی در مدت $۲ \times ۱۰^{-۳} s$ و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می‌شود، ظرفیت خازن چند فاراد است؟

۳۳. خازن تختی که بین صفحات آن هواست، توسط یک باتری باردار شده است. آن را از باتری جدا می‌کنیم، هریک از تغییرات زیر چه تاثیری بر انرژی ذخیره‌شده در خازن ایجاد می‌کند؟

الف) قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن

ب) کاهش مساحت صفحات خازن

۳۴. با توجه به اعداد روی خازن در شکل روبه‌رو:

الف) حداکثر انرژی‌ای که می‌توان در این خازن ذخیره نمود، چند ژول است؟

ب) اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل بیشتر از ۴۰۰ ولت متصل کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



پاسخنامه تشریحی

۱ .

الف کوانتیده بودن

۲ .

الف درست

۳ . چون شیشه در اثر مالش با ابریشم، بار مثبت پیدا می‌کند و با الکتروسکوپ همنام می‌شود؛ درنتیجه بر اثر دافعهٔ بین بارهای همنام، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ بیشتر می‌شود.

۴ .

الف پایستگی

ب خارجی

پ کاهش

۵ .

روش اول:

$$F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}\quad F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}=۲\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}\quad F_{۲۳}=F_{\mathrm{T}}-F_{۱۳}$$

$$F_{۲۳}=۱۵\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}\quad ۱۵\times ۱۰^{-۵}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}|q_۲|}{۹\times ۱۰^{-۴}}\quad |q_۲|=۵\times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{C}$$

روش دوم:

$$F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}\quad F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}=۲\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$$

با توجه به اینکه نیروی خالص برابر با $۱۳\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$ و به طرف راست است، باید $F_{۲۳}=۱۵\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$ و به طرف راست باشد.

$$۱۵\times ۱۰^{-۵}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}|q_۲|}{۹\times ۱۰^{-۴}}\quad |q_۲|=۵\times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{C}$$

روش سوم:

$$F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}\quad F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}=۲\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}\quad F_{۲۳}=F_{\mathrm{T}}-F_{۱۳}\quad F_{۲۳}=۱۵\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$$

$$\frac{F_{۲۳}}{F_{۱۳}}=\frac{|q_۲||q_۳|}{|q_۱||q_۳|}\times\left(\frac{r_{۱۳}}{r_{۲۳}}\right)^۲\Rightarrow\frac{۱۵\times ۱۰^{-۵}}{۲\times ۱۰^{-۵}}=\frac{|q_۲|}{۶\times ۱۰^{-۹}}\times\left(\frac{۹\times ۱۰^{-۲}}{۳\times ۱۰^{-۲}}\right)^۲\Rightarrow |q_۲|=۵\times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{nC}$$

روش چهارم:

$$F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_r|}{r^۲}$$

$$F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}=۲\times ۱۰^{-۵}\mathrm{N}$$

$$F_{\mathrm{T}}=F_{۲۳}+F_{۱۳}$$

$$(۱۳\times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i}=\vec{F}_{۲۲}+(-۲\times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i}$$

$$\vec{F}_{۲۳}=(۱۵\times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i}$$

$$۱۵\times ۱۰^{-۵}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}|q_r|}{۹\times ۱۰^{-۴}}$$

$$|q_r|=۵\times ۱۰^{-۹}\mathrm{C}$$

راهنمای تصحیح:

روش اول:

$$\underbrace{F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}\quad \underbrace{F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}=\underbrace{۲\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}\quad \underbrace{F_{۲۳}=F_{\mathrm{T}}-F_{۱۳}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}$$

$$\underbrace{F_{۲۳}=۱۵\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}\quad ۱۵\times ۱۰^{-۵}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}|q_۲|}{۹\times ۱۰^{-۴}}\quad \underbrace{|q_۲|=۵\times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{C}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}$$

(درصورتی‌که دانش‌آموز، به علامت بار $q_۲$ هم اشاره کرده باشد، و همچنین علامت قدرمطلق را در فرمول‌ها و راه‌حل ننویسد نمرهٔ کامل منظور شود.)

روش دوم:

$$\underbrace{F_{۱۳}=\frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}\quad \underbrace{F_{۱۳}=\frac{۹\times ۱۰^۹\times ۳\times ۱۰^{-۹}\times ۶\times ۱۰^{-۹}}{۸۱\times ۱۰^{-۴}}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}=\underbrace{۲\times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}}_{(۰/۲۵\text{ نمره})}$$

با توجه به اینکه نیروی خالص برابر با $۱۳ \times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$ و به طرف راست است (۰/۲۵ نمره)، باید $F_{۲۳} = ۱۵ \times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}$ و به طرف راست باشد.

$$۱۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹}|q_۲|}{۹ \times ۱۰^{-۴}} \quad \underbrace{|q_۲| = ۵ \times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{C}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}\ (۰/۲۵)$$

روش سوم:

$$\underbrace{F_{۱۳} = \frac{k|q_۱||q_۳|}{r^۲}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}} \quad \underbrace{F_{۱۳} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹} \times ۶ \times ۱۰^{-۹}}{۸۱ \times ۱۰^{-۴}}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}} = \underbrace{۲ \times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}} \quad \underbrace{F_{۲۳} = F_{\mathrm{T}} - F_{۱۳}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}} \quad \underbrace{F_{۲۳} = ۱۵ \times ۱۰^{-۵}\ \mathrm{N}}_{\text{(۰/۲۵)}}$$

$$\frac{F_{۲۳}}{F_{۱۳}} = \frac{|q_۲||q_۳|}{|q_۱||q_۳|} \times \left(\frac{r_{۱۳}}{r_{۲۳}}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۵}}{۲ \times ۱۰^{-۵}} = \frac{|q_۲|}{|۶ \times ۱۰^{-۹}|} \times \left(\frac{۹ \times ۱۰^{-۲}}{۳ \times ۱۰^{-۲}}\right)^۲ \Rightarrow \underbrace{|q_۲| = ۵ \times ۱۰^{-۹}\ \mathrm{nC}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

روش چهارم:

$$\underbrace{F_{۱۳} = \frac{k|q_۱||q_r|}{r^۲}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

$$\underbrace{F_{۱۳} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹} \times ۶ \times ۱۰^{-۹}}{۸۱ \times ۱۰^{-۴}}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}} = \underbrace{۲ \times ۱۰^{-۵}\mathrm{N}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

$$\underbrace{F_{\mathrm{T}} = F_{۲۳} + F_{۱۳}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

$$(۱۳ \times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i} = \vec{F}_{۲۲} + (-۲ \times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i}$$

$$\underbrace{\vec{F}_{۲۳} = (۱۵ \times ۱۰^{-۵}\mathrm{N})\vec{i}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

$$۱۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹}|q_r|}{۹ \times ۱۰^{-۴}}$$

$$\underbrace{|q_r| = ۵ \times ۱۰^{-۹}\mathrm{C}}_{\text{(نمره ۰/۲۵)}}$$

(اگر دانش‌آموز از مفهوم میدان الکتریکی برای پاسخگویی استفاده کند و از مسیر درست به پاسخ درست برسد، نمرهٔ کامل تعلق گیرد.)

۶.

$$F_{۱۲} = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \qquad F_{۱۲} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۹} \times ۲ \times ۱۰^{-۹}}{۹ \times ۱۰^{-۲}} \qquad F_{۱۲} = ۶ \times ۱۰^{-۷}N$$

$$F_{۳۲} = ۸ \times ۱۰^{-۷}N \qquad \vec{F}_T = ۶ \times ۱۰^{-۷}\,\vec{i} - ۸ \times ۱۰^{-۷}\vec{j}$$

۷.

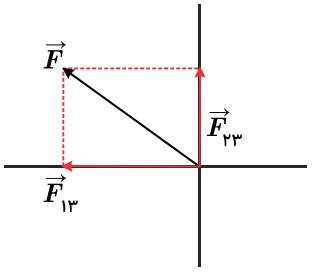
$$F = k\frac{|q_۱ q_۲|}{r^۲} \rightarrow ۲/۷ = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۳ \times ۱۰^{-۶}}{(r)^۲} \Rightarrow r = ۰/۲m$$

۸.

$$F = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲} \Rightarrow F_{۱۳} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۴۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۲۰ \times ۱۰^{-۹}}{۹ \times ۱۰^{-۴}} = ۸ \times ۱۰^{-۳}N$$

$$F_{۲۳} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۳۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۲۰ \times ۱۰^{-۹}}{۹ \times ۱۰^{-۴}} = ۶ \times ۱۰^{-۳}N$$

$$\vec{F} = (-۸ \times ۱۰^{-۳}N)\vec{i} + (۶ \times ۱۰^{-۳}N)\vec{j}$$



۹.

الف رو به بالا؛ برای معلق ماندن قطرهٔ روغن، باید نیروی خالص وارد بر آن صفر شود:



$\vec{F}_{net} = ۰$

$\vec{F}_E = m\vec{g} \Rightarrow$ میدان الکتریکی رو به بالا

راهنمای تصحیح:

رو به بالا (۰/۲۵ نمره)

ب

روش اول:

$$|q|E = mg$$

$$۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times E = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱۰$$

$$E = ۲ \times ۱۰^{۴} \frac{N}{C}$$

روش دوم:

$$E = \frac{mg}{|q|}$$

$$E = \frac{۳/۲ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۲ \times ۱۰^{۴} \frac{N}{C}$$

راهنمای تصحیح:

روش اول:

$$\underbrace{|q|E = mg}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$$

$$۱/۶ \times ۱۰^{-۱۸} \times E = ۳/۲ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱۰$$

$$\underbrace{E = ۲ \times ۱۰^{۴} \frac{N}{C}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$$

روش دوم:

$$\underbrace{E = \frac{mg}{|q|}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$$

$$\underbrace{E = \frac{۳/۲ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۸}} = ۲ \times ۱۰^{۴} \frac{N}{C}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$$

(اگر دانش‌آموز علامت قدرمطلق را در فرمول ننویسد، نمره کم نشود).

۱۰.

الف

منفی

راهنمای تصحیح:

منفی (۰/۲۵ نمره)

ب

منفی

راهنمای تصحیح:

منفی (۰/۲۵ نمره)

پ

$q_۱$

راهنمای تصحیح:

$q_۱$ (۰/۲۵ نمره)

۱۱ .

الف نادرست

ب درست

۱۲ .

$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \qquad ۴/۵ \times ۱۰^۳ = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{|q|}{۴} \qquad |q| = ۲ \times ۱۰^{-۶} C$$

۱۳ . مثبت

۱۴ .

$$E = K\frac{|q|}{r^۲}$$

$$E_۱ = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۶}}{(۱۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۱۸ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$$

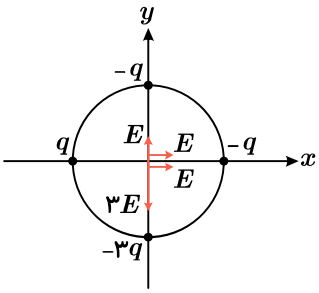
$$E_۲ = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{|-۸ \times ۱۰^{-۶}|}{(۳۰ \times ۱۰^{-۲})^۲} = ۸ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$$

$$\vec{E_t} = ۱۸ \times ۱۰^۵ \vec{i} - ۸ \times ۱۰^۵ \vec{i} = ۱۰ \times ۱۰^۵ \vec{i} \frac{N}{C}$$

۱۵ . درون یک ظرف شیشه‌ای مقداری پارافین مایع می‌ریزیم و داخل آن دو الکترود قرار می‌دهیم. الکترودها را به پایانه‌های یک مولد واندوگراف وصل می‌کنیم. سپس مقداری بذر چمن روی سطح پارافین می‌ریزیم. با روشن کردن مولد، سمت‌گیری دانه‌ها خطوط میدان الکتریکی را نمایش می‌دهد.

۱۶ .

جهت میدان حاصل از هر یک از بارها در مرکز به‌صورت روبه‌رو می‌شود. اندازهٔ میدان حاصل از بار q یا $-q$ هم به‌صورت زیر می‌شود:



اندازهٔ میدان حاصل از $-q$ و q $E = k\frac{q}{r^۲} = (۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})(\frac{۵ \times ۱۰^{-۹} C}{(۱m)^۲}) = ۴۵ N/C$

اندازهٔ میدان حاصل از $-۳q$ هم برابر $۳E$ می‌شود.

حالا با توجه به شکل داریم:

$$\vec{E_T} = E\vec{i} + E\vec{i} + E\vec{j} - ۳E\vec{j} = ۲E\vec{i} - ۲E\vec{j} = (۲ \times ۴۵ N/C)\vec{i} - (۲ \times ۴۵ N/C)\vec{j} \Rightarrow \vec{E_T}(۹۰ N/C)\vec{i} - (۹۰ N/C)\vec{j} \Rightarrow E = \sqrt{۹۰^۲ + ۹۰^۲} = ۹۰\sqrt{۲} N/C$$

۱۷ .

الف

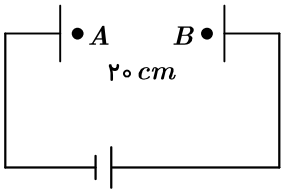
BC

ب کاهش

پ $V_B > V_A$

۱۸ .

الف



$$|\Delta U| = |W_E| = |\Delta K| \xrightarrow{k_1=0} E|q|d\cos\theta = \frac{1}{2}mv^2$$

$$6\times10^3\times3\times10^{-9}\times20\times10^{-2} = \frac{1}{2}\times2\times10^{-15}\times v^2 \Rightarrow v = 6\times10^4\frac{m}{s}$$

ب طبق رابطهٔ $E=\frac{\Delta V}{d}$، با دور شدن صفحات، میدان الکتریکی بین صفحات کاهش می‌یابد (اختلاف پتانسیل بین صفحات ثابت است)؛ با کاهش میدان، اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B نیز کاهش می‌یابد.

۱۹ .

الف

نقطهٔ A؛ زیرا هرجا تراکم خطوط میدان بیشتر باشد، اندازهٔ میدان بیشتر است.

راهنمای تصحیح:

نقطهٔ A (۰/۲۵ نمره)

ب

نقطهٔ B؛ زیرا B به صفحهٔ مثبت نزدیک‌تر است.

راهنمای تصحیح:

نقطهٔ B (۰/۲۵ نمره)

پ

کاهش

راهنمای تصحیح:

کاهش (۰/۲۵ نمره)

ت

منفی

قضیهٔ کار و اندرژی جنبشی $= \Delta K = W_t$

$\Delta K = W_{\text{خارجی}} + W_E = 0$

$W_{\text{خارجی}} = -W_E \Rightarrow W_E > 0 \Rightarrow W_{\text{خارجی}} < 0$

راهنمای تصحیح:

منفی (۰/۲۵ نمره)

۲۰ .

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \qquad (V_2 - 15) = \frac{-10^{-7}}{-10\times10^{-9}} \qquad V_2 = 25V$$

۲۱ . الف) کاهش

ب) افزایش

پ) کاهش

ت) مثبت

۲۲ . الف) کاهش ب) افزایش پ) کاهش ت) ثابت

۲۳ . با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل در جهت میدان کاهش و عمود بر میدان ثابت می‌ماند. ستون اول را پر می‌کنیم. در مورد ستون دوم با توجه به اینکه بار منفی از A تا B در جهت میدان و در نتیجه در خلاف جهت تمایلش حرکت کرده است، انرژی پتانیسل افزایش می‌یابد. میدان هم که همه‌جا ثابت است.

مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
$A \to B$	کاهش	افزایش	*
$B \to C$	ثابت	*	ثابت

۲۴ .

روش اول:

$Q = \sigma.A \quad Q = ۳/۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۳ \times ۱۰^{-۴} = ۹/۶ \times ۱۰^{-۹} C$

$n = \frac{Q}{e} \quad n = \frac{۹/۶ \times ۱۰^{-۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۶ \times ۱۰^{۱۰}$

روش دوم:

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

$۳/۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۳ \times ۱۰^{-۴}} \quad n = ۶ \times ۱۰^{۱۰}$

راهنمای تصحیح:

روش اول:

$\underbrace{Q = \sigma.A}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})} \quad \underbrace{Q = ۳/۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۳ \times ۱۰^{-۴}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})} = \underbrace{۹/۶ \times ۱۰^{-۹} \text{C}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$

$\underbrace{n = \frac{Q}{e}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})} \quad \underbrace{n = \frac{۹/۶ \times ۱۰^{-۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۶ \times ۱۰^{۱۰}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$

روش دوم:

$\underbrace{\sigma = \frac{Q}{A}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})} \quad \underbrace{\sigma = \frac{ne}{A}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$

$\underbrace{۳/۲ \times ۱۰^{-۵} = \frac{n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۳ \times ۱۰^{-۴}}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})} \quad \underbrace{n = ۶ \times ۱۰^{۱۰}}_{(۰/۲۵ \text{ نمره})}$

۲۵ .

$\sigma = \frac{Q}{A} \qquad Q = ۳/۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \qquad Q = ۱۴ \times ۱۰^{-۱۲} C$

۲۶ . بار الکتریکی به سطح خارجی بدنهٔ هواپیما منتقل شده و در آنجا توزیع می‌شود.

۲۷ . الف) آونگ‌ها در تماس با مخروط، دارای بار همنام با آن می‌شوند و بر اثر دافعهٔ بین بارهای همنام، آونگ‌ها از مخروط دور می‌شوند.

ب) آونگ (۱)؛ چون چگالی سطحی بار، در نقاط نوک‌تیز بیشتر است.

۲۸ .

الف) کاهش؛ طبق رابطهٔ $C = \varepsilon \frac{A}{d}$ با افزایش فاصلهٔ بین صفحات خازن، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد.

ب) ثابت؛ با جدا کردن خازن از باتری بار الکتریکی خازن ثابت می‌ماند.

پ) افزایش؛ طبق رابطهٔ $U_{\text{خازن}} = \frac{۱}{۲} \frac{Q^۲}{C}$ و نتایج دو بخش قبل (Q ثابت و C کاهش) انرژی ذخیره‌شده در خازن، افزایش می‌یابد.

ت) ثابت؛ طبق روابط زیر، میدان الکتریکی بین صفحات، ثابت می‌ماند.

راهنمای تصحیح:

الف) کاهش ب) ثابت پ) افزایش ت) ثابت

(هر مورد ۰/۲۵ نمره)

۲۹ . اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازهٔ کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های مادهٔ دی‌الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه کنده می‌شوند و مسیرهایی رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود که سبب تخلیهٔ خازن می‌گردد به این پدیده فروریزش الکتریکی مادهٔ دی‌الکتریک می‌گویند.

۳۰ .

$C = \frac{k\varepsilon_۰ A}{d} \qquad ۱۸ \times ۱۰^{-۹} = \frac{۵ \times ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \times ۰/۶}{d} \qquad d = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} m$

۳۱ . با خارج کردن دی‌الکتریک، طبق رابطهٔ $C = \frac{\kappa\varepsilon_۰ A}{d}$، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد. از آنجایی که خازن به مولد وصل نیست، بار الکتریکی روی صفحات آن ثابت است؛ درنتیجه طبق رابطهٔ $C = \frac{q}{V}$، با کاهش C، اختلاف پتانسیل خازن افزایش می‌یابد.

۳۲ .

$U = Pt$

$U = ۴ \times ۱۰^{۳} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۸J$

$U = \frac{۱}{۲} CV^۲ \rightarrow ۸ = \frac{۱}{۲} \times C \times (۲۰۰)^۲ \rightarrow C = ۴ \times ۱۰^{-۴} F$

۳۳ . الف)

$$\text{خازن جدا از باتری} \Rightarrow q: \text{ثابت} \xrightarrow[C=\frac{\kappa\varepsilon\cdot A}{d}]{\kappa:\text{افزایش}} C: \text{افزایش} \xrightarrow{U=\frac{q^{۲}}{۲c}} U: \text{کاهش}$$

ب)

$$\text{خازن جدا از باتری} \Rightarrow q: \text{ثابت} \xrightarrow[C=\frac{\kappa\varepsilon\cdot A}{d}]{A:\text{کاهش}} C: \text{کاهش} \xrightarrow{U=\frac{q^{۲}}{۲c}} U: \text{افزایش}$$

۳۴ . الف) با توجه به شکل، حداکثر ولتاژ در دو سر خازن برابر $۴۰۰V$ است.

$$U=\frac{۱}{۲}CV^{۲} \Rightarrow U_{max}=\frac{۱}{۲}\times ۱۰\times ۱۰^{-۶}\times (۴۰۰)^{۲}=۰/۸J$$

ب) فروریزش الکتریکی اتفاق می‌افتد.