کد اجرا: نامشخص | تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۰۸/۱۸

نام و نام خانوادگی: | زمان برگزاری: ۲۷ دقیقه

نام آزمون: بی نام | دبیرستان دکتر حسابی

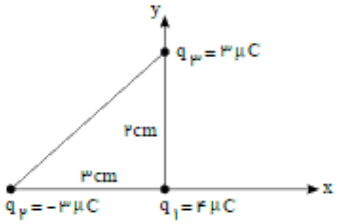
۱ – یک میلهٔ پلاستیکی را با پارچهٔ پشمی مالش می‌دهیم. پس از مالش، بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی $-۱۲٫۸nC$ می‌شود.

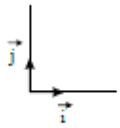
الف) بار الکتریکی ایجاد شده در پارچه‌ی پشمی چقدر است؟

ب) تعداد الکترون‌های منتقل‌شده از پارچهٔ پشمی به میلهٔ پلاستیکی را محاسبه کنید.

۲ – مطابق شکل، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. برایند نیروهای وارد بر بار $q_۱$ را برحسب بردارهای یکهٔ $\vec{i}$ و $\vec{j}$ دستگاه مختصات نشان‌داده‌شده در شکل بنویسید.

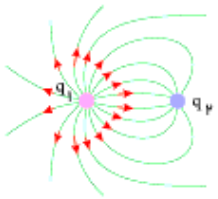
$(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{Nm^۲}{C^۲})$





۳ – دو کرهٔ رسانای کوچک نقطه‌ای $q_۱ = ۴\mu C$ و $q_۲ = -۱۰\mu C$ در فاصلهٔ $۱۰cm$ از هم قرار دارند. برای یک لحظهٔ کوتاه آنها را به‌هم وصل کرده، سپس جدا کرده و دوباره در فاصلهٔ قبلی قرار می‌دهیم. در حالت دوم نیرو چند نیوتون می‌شود؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۴ – خطوط میدان الکتریکی برای دو کرهٔ رسانای باردار کوچک در شکل روبه‌رو نشان داده شده است. نوع بار هر کره را تعیین کرده و اندازهٔ آنها را مقایسه کنید.

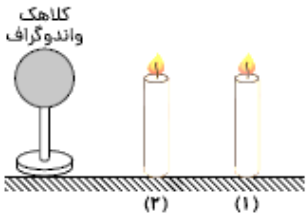


۵ – روی سطح بادکنکی به جرم $۱۰٫۰g$ بار الکتریکی $-۲۰۰nC$ ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. اندازهٔ نیروی شناوری روبه‌بالای وارد بر بادکنک را $۰٫۰۵N$ فرض کنید.

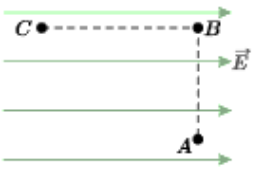
۶ – با توجه به شکل داده‌شده، معین کنید:

الف) اگر به کلاهک وان‌دوگراف بار الکتریکی منفی بزرگی داده شود، شعلهٔ کدام شمع انحراف بیشتری پیدا می‌کند؟

ب) علت انحراف شعلهٔ شمع‌ها چیست؟



۷ – مطابق شکل زیر، بار $q = +۵۰nC$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $۸٫۰ \times ۱۰^۵ \frac{N}{C}$ نخست از نقطهٔ A تا نقطهٔ B و سپس تا نقطهٔ C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = ۰٫۲۰m$ و $BC = ۰٫۴۰m$ باشد، مطلوب است:



الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q

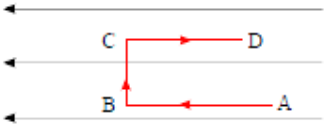
ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی انجام می‌دهد،

ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی.

LMS.BAMDADEDU.COM

۸ – در یک میدان الکتریکی، بار $q = +۳\mu C$ از نقطهٔ A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقطه‌های A و B به‌ترتیب $-۴ \times ۱۰^{-۵} J$ و $۵ \times ۱۰^{-۵} J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟

۹ – مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت از A تا D در مسیرهای نشان‌داده‌شده جابه‌جا می‌کنیم.

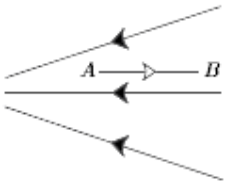


الف) در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیشتر از سایر نقاط است؟

ب) در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد؟

ج) در کدام مسیر، کاری که میدان در جابه‌جایی بار انجام می‌دهد، صفر است؟

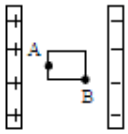
۱۰ – مطابق شکل الکترونی را از نقطهٔ A تا B در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم.



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) .....

۱۱ – در شکل مقابل یک جسم رسانا در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار داشته و تعادل الکترواستاتیکی در آن ایجاد شده است.



الف) آیا داخل این جسم میدان الکتریکی وجود دارد؟

ب) چگالی سطحی بار الکتریکی، در کدام‌یک از نقاط A و B بیشتر است؟

پ) پتانسیل الکتریکی در نقاط A و B را با هم مقایسه کنید.

۱۲ – خازنی با ظرفیت معلوم و دی‌الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده است. در این حالت فضای میان دو صفحهٔ خازن را با دی‌الکتریکی به ضریب k پر می‌کنیم. جاهای خالی جدول را با کلمه‌های (کاهش، افزایش، ثابت) برای این خازن پر کنید:

بار الکتریکی	میدان الکتریکی	انرژی ذخیره‌شده در خازن

۱۳ – مساحت صفحات موازی خازن تختی $۴cm^۲$ و فاصلهٔ میان آنها $۲mm$ است. اگر میدان الکتریکی بین صفحه‌ها $۵۰۰N/C$ باشد و بین صفحه‌ها هوا قرار داشته باشد: $(\varepsilon_۰ \cong ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{C^۲}{N \cdot m^۲})$

الف ظرفیت خازن چند فاراد است؟

ب اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن چند ولت است؟

۱۴ – ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $+۳٫۰mC$ بار الکتریکی را از صفحهٔ منفی جدا کرده و به صفحهٔ مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره‌شده در خازن به‌اندازهٔ $۸٫۰J$ زیاد می‌شود. Q را محاسبه کنید.

LMS.BAMDADEDU.COM

پاسخنامه تشریحی

۱ – الف) بار ایجادشده در پارچه و میله از نظر اندازه برابر است و فقط علامت آنها متفاوت است. در واقع الکترون‌ها از پارچه پشمی به میلهٔ پلاستیکی منتقل شده‌اند. یعنی:

$q_{\text{پارچه}} = +۱۲٫۸nC$

ب)

$$q = \pm ne \Rightarrow -۱۲٫۸ \times ۱۰^{-۹} = -n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = \frac{۱۲٫۸}{۱٫۶} \times ۱۰^{۱۰} = ۸ \times ۱۰^{۱۰}$$

۲ – به بار q_1 دو نیروی عمود بر هم، یکی از طرف بار q_2 (که ربایشی است) و دیگری از طرف بار q_3 (که رانشی است) وارد می‌شود.

$$F_{۲۱} = k\frac{|q_۱||q_۲|}{r_{۲۱}^{۲}} \rightarrow F_{۲۱} = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{۳ \times ۴ \times ۱۰^{-۱۲}}{۹ \times ۱۰^{-۴}} \quad \Rightarrow \quad F_{۲۱} = ۱۲۰N$$

$$F_{۳۱} = ۹ \times ۱۰^{۹}\frac{۳ \times ۴ \times ۱۰^{-۱۲}}{۴ \times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow F_{۳۱} = ۲۷۰N$$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{۲۱} + \vec{F}_{۳۱} \quad \Rightarrow \vec{F}_T = -۱۲۰\vec{i} - ۲۷۰\vec{j}$$

۳ – اندازهٔ هریک از بارها پس از تماس، میانگین بارهای اولیه خواهد بود:

$$q_{\text{هر یک پس}} = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{(۴\mu C) + (-۱۰\mu C)}{۲} = \frac{-۶\mu C}{۲} = -۳\mu C$$

$$F_{\text{پس}} = k\frac{|q_۱| \cdot |q_۲|}{r^{۲}} = ۹ \times ۱۰^{۹} \times \frac{۳ \times ۱۰^{-۶} \times (۳ \times ۱۰^{-۶})}{(۱۰ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۸٫۱N$$

۴ – جهت میدان الکتریکی همواره در جهت خروج از بار مثبت و ورود به بار منفی است؛ در نتیجه:

$q_1 > ۰$

$q_۲ < ۰$

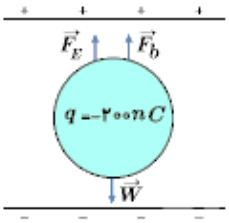
همچنین از آنجا که خطوط میدان الکتریکی در اطراف بار با اندازهٔ بزرگ‌تر، تراکم بیشتر و در نتیجه انحنای کمتری دارند، بنابراین:

$|q_1| > |q_۲|$

۵ – گام اول: چون بادکنک معلق و ساکن است باید برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. نیروی وزن همواره رو به پایین و نیروی شناوری رو‌به‌بالا است. بنابراین باید با مقایسهٔ بزرگی این دو نیرو، جهت نیروی الکتریکی وارد بر بادکنک را تعیین کنیم:

$$W = mg \xrightarrow{m=۰٫۰۱\,kg} W = ۰٫۰۱ \times ۱۰ = ۰٫۱\,N$$

با توجه به اینکه اندازهٔ نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری وارد بر بادکنک است، جهت نیروی الکتریکی باید رو به بالا باشد تا بادکنک در حالت تعادل قرار گیرد.



$$F_E + F_b = W \Rightarrow F_E = W - F_b = ۰٫۱ - ۰٫۰۵ = ۰٫۰۵\,N$$

$$F_E = E|q| \xrightarrow[q=-۲۰۰nC]{F_E=۰٫۰۵N} E = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۲ \times ۱۰^{-۷}} = ۲٫۵ \times ۱۰^{۵}\,\frac{N}{C}$$

۶ – الف) شمع (۲)

ب) کلاهک مولد وان‌دوگراف بار منفی بزرگی دارد که یون‌های مثبت، شعلهٔ شمع نزدیک‌تر را به سمت خود می‌کشد.

۷ – الف) با توجه به تعریف کمّی میدان الکتریکی داریم:

$$F = E|q| \Rightarrow F = ۸ \times ۱۰^{۵} \times ۵۰ \times ۱۰^{-۹} = ۴ \times ۱۰^{-۳}N$$

ب) بر اساس رابطهٔ $W_E = |q|\,Ed\cos\theta$ در مسیر AB زاویهٔ بین بردار میدان و جابه‌جایی ۹۰° و کار انجام‌شده صفر است. بنابراین داریم:

$$W_{ABC} = \overbrace{W_{AB}}^{۰} + W_{BC} = |q|\,E(BC)\cos(۱۸۰^\circ) = ۵۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۸ \times ۱۰^{۵} \times ۰٫۴ \times (-۱)$$

$$\Rightarrow W_{ABC} = W_{BC} = -۱۶ \times ۱۰^{-۳} = -۰٫۰۱۶J$$

ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی میدان الکتریکی است. یعنی:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = ۰٫۰۱۶J$$

به‌طور طبیعی چون بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی جابجا شده است انرژی پتانسیل آن افزایش یافته است.

LMS.BAMDADEDU.COM

۸ – با استفاده از تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \to V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} = \frac{۵ \times ۱۰^{-۵} - \left(-۴ \times ۱۰^{-۵}\right)}{۳ \times ۱۰^{-۶}}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = ۳۰V$$

۹ – الف) A ب) A تا B ج) B تا C

۱۰ – الف) کاهش

ب) افزایش

پ) کاهش

ت) مثبت

۱۱ – الف) خیر ب) نقطهٔ B پ) $V_A = V_B$

۱۲ – بار الکتریکی: افزایش میدان الکتریکی: ثابت انرژی: افزایش

۱۳ –

الف

$$C = \varepsilon_۰ \frac{A}{d} \Rightarrow C = ۹ \times ۱۰^{-۱۲} \frac{C^۲}{N \cdot m^۲} \times \frac{۴ \times ۱۰^{-۴} m^۲}{۲ \times ۱۰^{-۳} m} \Rightarrow C = ۱۸ \times ۱۰^{-۱۳} F$$

ب

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow V = ۵۰۰ \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱V$$

۱۴ –

$$U_۱ = \frac{۱}{۲} \frac{Q^۲}{C} = \frac{۱}{۲} \frac{Q^۲}{۱۲ \times ۱۰^{-۶}}$$

$$U_۲ = \frac{۱}{۲} \frac{Q_۲^۲}{C} = \frac{۱}{۲} \frac{\left(Q + ۳ \times ۱۰^{-۳}\right)^۲}{C} = \frac{۱}{۲} \frac{\left(Q + ۳ \times ۱۰^{-۳}\right)^۲}{۱۲ \times ۱۰^{-۶}} = U_۱ + ۸$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \frac{\left(Q^۲ + ۶ \times ۱۰^{-۳} Q + ۹ \times ۱۰^{-۶}\right)}{۱۲ \times ۱۰^{-۶}} = \frac{۱}{۲} \frac{Q^۲}{۱۲ \times ۱۰^{-۶}} + ۸$$

$$\Rightarrow \cancel{Q^۲} + ۶ \times ۱۰^{-۳} Q + ۹ \times ۱۰^{-۶} = \cancel{Q^۲} + ۸ \times ۲ \times ۱۲ \times ۱۰^{-۶}$$

$$۶ \times ۱۰^{-۳} Q = ۱۸۳ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow Q = ۳۰٫۵ \times ۱۰^{-۳} C = ۳۰٫۵ mC$$

(توجه: هنگامی که $۳mC+$ بار از صفحهٔ منفی جدا شده و به صفحهٔ مثبت منتقل می‌شود، بار خازن به‌اندازهٔ $۳mC$ افزایش می‌یابد.)

LMS.BAMDADEDU.COM