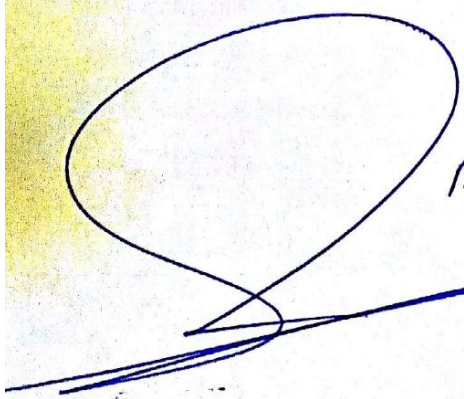
الکتریسیته ساکن

با سلام

که این جزوه متعلق به آقای مرتضی صفری است که برسال کنکور شون نوشتن و باریدن لوح های عزیز به آقای مسعودی رتبه ۱۴۵ ریاضی شدن رباالترین نمره اختصاصی شاد عزیز یک بدست آوردند و امروز دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه "علم و صنعت ایران" هستند.

هرگونه کپی برداری از جزوه و تکنیک های آن جایز بوده و مولف را فخر نفی باشد.

با تشکر از استاد احمدی و مهندس مسعودی بزرگوار



mortezaa Safari

chemical eng at iust

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۱ قانون کولن:

$q_1 \circ \xrightarrow{r} \circ q_2$

قانون کولن بیانی بارهای نقطه‌ای در خلاء مطرح می‌شود و $F_{12} = F_{21}$ ← قانون سوم نیوتون

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

- نیروی جاذبه ← بارهای ناهم‌نام
- نیروی دافعه ← بارهای هم‌نام

ε_0: ضریب گذردهی الکتریکی خلاء

$k = 9\times10^9 \left(\frac{Nm^2}{C^2}\right)$ ← ثابت کولن $\rightarrow k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \rightarrow \varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}\frac{C^2}{Nm^2}$

if q بر حسب μC و r بر حسب cm باشند $\rightarrow \boxed{F = 9_0 \frac{q_1 q_2}{r^2}}$

① بار الکتریکی ۸ میکروکولنی از فاصله‌ی ۲ بر بار ۲ میکروکولنی، نیروی F را وارد می‌کند. بار ۲ میکروکولنی از چه فاصله‌ای بر بار ۸ میکروکولنی نیرویی با اندازه‌ی ۲F را وارد می‌کند؟ (سراسری تجربی ۸۵)

$$F_1 = \frac{9_0 \times 8\times 2}{r^2}, \quad F_2 = 2F_1 = \frac{9_0\times 8\times 2}{d^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r}{d}\right)^2 \rightarrow \frac{r^2}{d^2} = 2 \rightarrow d^2 = \frac{r^2}{2} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{2}}{2}r$$

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

② دو بار الکتریکی هم‌نام $q_1 = 18\mu C$ و q_2 در فاصله‌ی r، نیروی F بر هم وارد می‌کنند. اگر ۲۵ درصد از بار q_1 برداشته به q_2 اضافه کنیم بدون تغییر فاصله‌ی بارها، نیروی متقابل بین آن‌ها ۵۰ درصد افزایش می‌یابد. مقدار اولیه‌ی q_2 چند میکروکولن است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)

$$q_1' = q_1 - \frac{25}{100}q_1 = 18 - \frac{1}{4}18 = 9\mu C$$

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

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \rightarrow F \propto q_1 q_2 \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{q_1' q_2'}{q_1 q_2} \rightarrow \frac{9q_2 + 18}{18q_2} = \frac{3}{2}$$

$$\rightarrow 12q_2 = 24 \rightarrow q_2 = 2\mu C$$

$F_2 = F_1 + 0.5F_1 = \frac{3}{2}F_1$

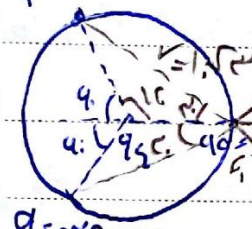
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۲ نیروی الکتریکی حاصل از چند بار نقطه‌ای:

(۲) مطابق شکل، سه بار نقطه‌ای روی محیط دایره‌ای به شعاع ۱۰cm ثابت شده‌اند و بار هم‌جهام (q_3) در مرکز دایره قرار دارد. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 برابر ۸٫۱ نیوتون باشد، بار مثبت q_4 چند میکروکولن است؟ ($k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$)



$r = \sqrt{100+100} = 10\sqrt{2}cm$

$F_1 = F_2 \rightarrow F_1 = 9\times10^9 \times \frac{q_1 q_3}{r^2} \rightarrow F_1 = 9\times10^9 \times \frac{2\sqrt{2}\times10^{-6}}{100\times10^{-4}} = \frac{9}{10}2\sqrt{2}$

$F_{1,2} = 2F_1\cos30^\circ = 2\times\frac{9}{10}2\sqrt{2}\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 5.4$

$F_T = F_{1,2} + F_4 \rightarrow 8.1 = 5.4 + F_4 \rightarrow F_4 = 2.7N$

$2.7 = \frac{9\times10^9\times q_4\times10^{-6}}{100} \rightarrow q_4 = 1\mu C$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰ ۴) ۴

(۱) در شکل روبرو برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 چند میکروکولن است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)

۱) ۱۸ ۲) ۸ ۳) −۸ ۴) −۱۸

$F_1 = \frac{9\times10^9\times1\times10^{-6}\times q_4}{100} = 9q_4$

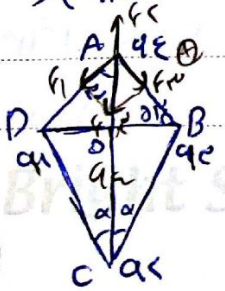
$F_2 = \frac{9\times10^9\times8\times10^{-6}\times q_4}{100} = 72q_4$

$\rightarrow F_{1,2} = F_2 - F_1 = 63q_4$

چون برآیند نیروهای وارد بر بار q_4 صفر است پس q_3 باید:

$F_{3,2} = F_{1,2} \rightarrow \frac{9\times10^9\times q_3\times q_4}{900} = 63q_4 \rightarrow q_3 = 18\mu C$

(۱) چهار ذره‌ی باردار، مطابق شکل، یک صفحه‌ی مربع را می‌سازند. اگر نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 از طرف بارهای دیگر برابر صفر باشد، زاویه‌ی α کدام است؟ ($q_1 = q_3 = -10nC$ ، $q_2 = 48nC$ ، $AO = 4cm$ ، $\sin37^\circ = 0.6$) (سراسری تجربی ۸۹)



$\tan\alpha = \frac{OA}{OB}$

$AB = AD = 5cm$

۱) 37° ۲) 53° ۳) $\arctan\frac{1}{2}$ ۴) $\arctan2$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$F_1 = F_2 \rightarrow F_{1,2} = 2F_1 \cos 60^\circ = 1.9 F_1$

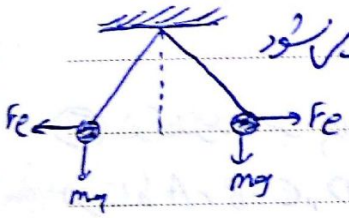
$(F_T)_B = 0 \rightarrow F_T = F_{1,2} \rightarrow \frac{kq \cdot 9q}{(AC)^2} = 1.9 \times \frac{kq \cdot 9q}{(AD)^2} \rightarrow \frac{AC}{AD} = \sqrt{\frac{9}{1.9}}$

$\Rightarrow \frac{AC}{5} = \sqrt{\frac{9}{1.9}} = 2 \rightarrow AC = 10\,cm \rightarrow OC = 10 - 4 = 6\,cm$

$\tan\alpha = \frac{3}{4} = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = \arctan\frac{1}{2}$

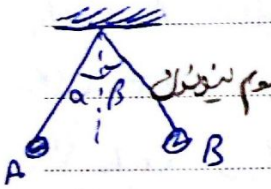
۳ آونگ الکتریکی :

آونگ از یک نقطه آویزان کنیم آنگاه هر آونگ به سمتی حرکت می‌کند که دور می‌شود



نکته : اگر زاویه بین دو آونگ ۹۰° شود آنگاه $F_e = mg$

۱) در شکل مقابل، کلوله‌ها یکسان و بار الکتریکی هم‌نوع دارند. اگر زاویه انحراف آن‌ها از راستای قائم α و β باشد و اندازه‌ی نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها F_A و F_B است اگر $q_A > q_B$ یا $m_A > m_B$ باشد کدام رابطه درست است؟ (آزمایش سنجش تجربی - ۸۲)



طبق قانون سوم نیوتون $\rightarrow F_A = F_B$

$m_A < m_B \rightarrow \alpha > \beta$

۱) $\alpha = \beta$, $F_A = F_B$

۲) $\alpha > \beta$, $F_A = F_B$

۳) $\alpha > \beta$, $F_A > F_B$

۴) $\alpha = \beta$, $F_A < F_B$

۴ میدان الکتریکی :

میدان الکتریکی در اطراف بار نقطه‌ای از رابطه مقابل محاسبه می‌شود

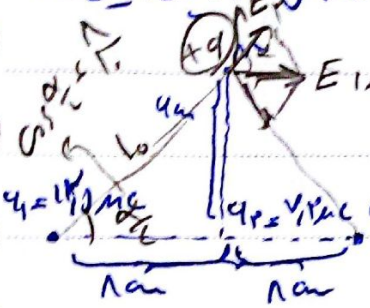
$$E = \frac{kq}{r^2}$$

Brian Star

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۱) سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی در نقطه‌ی M، چند نیوتون بر کولن است؟ ($k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$) (سراسری ریاضی ۹۲)



$E_1 = 9\times10^9 \times \frac{12/5\times10^{-6}}{10^{-2}} = 11/25\times10^9 \frac{N}{C}$

$E_1 = E_2$

$E_{1,2} = 2\times11/25\times10^9 \times \frac{8}{10} = 18\times10^9 \frac{N}{C}$

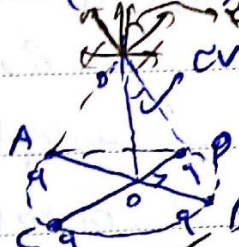
$E_2 = 9\times10^9 \times \frac{7/2\times10^{-6}}{36\times10^{-4}} = 18\times10^9$

$E_{1,2} \perp E_2 \rightarrow E_T = 18\sqrt{2}\times10^9 \frac{N}{C}$

۱) $18\sqrt{2}\times10^9$ ۲) $9\sqrt{2}\times10^9$ ۳) 9×10^9 ۴) 18×10^9

۲) در قطر عمودبر هم AB و CD از یک دایره‌ی افقی را در نظر گرفته و در چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مشابه در نقاط A، B، C و D در کنار هم قرار داده‌ایم. اگر میدان الکتریکی هر یک از بارها در نقطه‌ی O برابر $5\times10^4 \frac{N}{C}$ باشد، برآیند میدان الکتریکی حاصل در نقطه‌ی O چند نیوتون بر کولن است؟ ($\cos 37^\circ = 0/8$)

(سراسری ریاضی ۸۸)



یک مقدار را به دلخواه در نقطه‌ی A مثلاً AB

۱) 8×10^4 بردارها را تجزیه می‌کنیم و هم‌دیگر را می‌خنثی می‌کنیم صفحه هم در حوالی

۲) $9/4\times10^4$ جهت هم اند و با تقریب به اینکه با هم برابرند با هم ساده می‌شوند B

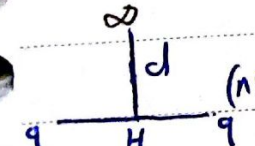
۳) 2×10^5 فقط دو مؤلفه‌ی عمودی می‌ماند در صورت قطر CD نیز همین کار را می‌کنیم در نتیجه

۴) $1/6\times10^5$ ۴ مؤلفه‌ی عمودی داریم

$\cos 37^\circ = \frac{\text{مؤلفه‌ی عمود}}{E} \rightarrow 0/8 = \frac{\text{مؤلفه‌ی عمود}}{5\times10^4}$ ← مؤلفه‌ی عمود $= 4\times10^4 \frac{N}{C}$

$E_{T_O} = 4(\text{مؤلفه‌ی عمود}) = 1/6\times10^5 \frac{N}{C}$

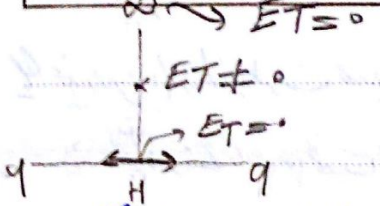
۳) در شکل مقابل، بارهای الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه در مکان‌های اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد کرده‌اند. تغییرات این میدان در روی خط d (عمودمنصف پاره‌خط واصل دو بار) از فاصله‌ی خیلی دور تا نقطه‌ی H (وسط دو بار الکتریکی) چگونه است؟ (سراسری تجربی ۸۲)



۱) پیوسته کاهشی ۲) پیوسته افزایشی ۳) کاهشی ـ افزایشی ۴) افزایشی ـ کاهشی

Subject:

Year. Month. Date. ( )



بین میدان ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد

⑤ صفر شدن میدان برآیند در فاصله‌ی دو بار نقطه‌ای یا عدم ولد شدن نیرو بر بار سوم در حضور دو بار الکتریکی:

* شدت میدان الکتریکی برآیند در نقطه‌ای بین دو بار هم‌نام و خارج از دو بار نا هم‌نام و همیشه نزدیک بار کم که از نظر قدر مطلق کوچک‌تر است برابر صفر است (در این صورت اگر در این نقطه بار سومی قرار دهیم هیچ طرف دو بار آن را نیرو وارد نمی‌شود.)

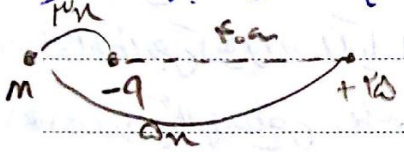
$$\frac{|\text{بار کوچک}|}{x^2} = \frac{|\text{بار بزرگ}|}{(d \pm x)^2} \rightarrow \begin{cases} \text{Ⓐ برابر با نا هم‌نام} \\ \text{Ⓑ برابر با هم‌نام} \end{cases}$$

تکنیک حل این تست‌ها: از دو بار یا میدانشان جدا می‌کنیم و جلویش یک x قرار می‌دهیم حاصل فاصله‌ای یا رابطه از نقطه‌ای است که میدان برای نقطه صفر است

در این تست‌ها اگر: آگر بارها را داشته باشیم و بخواهیم فواصل را بدست آوریم از بارها جدا می‌کنیم

اگر فواصل را داشته باشیم و بخواهیم بارها را بدست آوریم فواصل را از توان ۲ می‌رسانیم

① دو بار الکتریکی $+25\,\mu C$ و $-9\,\mu C$ به فاصله‌ی $40\,cm$ از یکدیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار $+25\,\mu C$ میدان الکتریکی حاصل از این دو بار صفر است



در نقطه‌ای مثل M میدان صفر است

$5x - 3x = 40 \rightarrow x = 20\,cm$ → فاصله از بار $-9\,\mu C$ → $3x = 60\,cm$ / فاصله از بار $+25\,\mu C$ → $5x = 100\,cm$

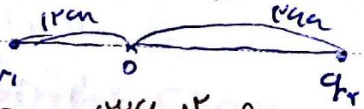
۱) $9\,cm$

۲) $60\,cm$

۳) $100\,cm$

۴) $40\,cm$

① در شکل زیر برآیند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی O برابر صفر است. $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟



چون نقطه‌ی O بین این دو بار وجود دارد پس q_1 و q_2 هم‌نام‌اند

$$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{36}{12}\right)^2 = 9$$

۱) $\frac{1}{9}$ ۲) 9 ۳) $-\frac{1}{9}$ ۴) -9

Subject:

Year. Month. Date. ( )

۲) نیروی وارد از طرف میدان الکتریکی یکنواخت بر ذره‌ی باردار واقع در آن میدان:

$F = Eq$ → F = ای‌کیو‌سان

if $\begin{cases} F \text{ و } E \text{ با هم هم‌جهت اند} & \text{هنگامی که } q > 0 \\ F \text{ و } E \text{ در خلاف جهت هم اند} & \text{هنگامی که } q < 0 \end{cases}$

۳) چگالی سطحی بار الکتریکی:

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

مقدار بار الکتریکی در واحد سطح ($1m^2$) جسم رسانای باردار است

توجه: اگر در مسئله بار روی سطح یک کره به شعاع r توزیع شده باشد با توجه به رابطه‌ی $A = 4\pi r^2$

رابطه‌ی بالا به این صورت در می‌آید $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$

* بار الکتریکی فقط روی سطح خارجی جسم رسانا توزیع می‌شود، بطوری که تراکم آن در نقاط نوک تیز جسم رسانا بیشتر است. در نتیجه چگالی سطحی بار الکتریکی نیز در نقاط نوک تیز جسم رسانا بیشتر خواهد بود.

$\sigma_A > \sigma_B$

* در هر ناحیه‌ای از سطح که چگالی سطحی بار الکتریکی بیشتر باشد، میدان الکتریکی نیز در آن ناحیه بیشتر است. بنابراین در شکل بالا $E_A > E_B$ می‌باشد.

* روی سطح یک کره‌ی رسانا، بار الکتریکی بطور یکنواخت توزیع می‌شود، بنابراین چگالی سطحی نقاط خارجی کره‌ی رسانا یکسان است.

* در مورد چگالی سطحی نقاط مختلف یک کره‌ی شیء ای می‌توان اظهار نظر کرد چون نارسانا است.

⑦ یک کره‌ی رسانا به شعاع 10cm، روی پایه‌ی عایق قرار دارد. چگالی سطحی بار کره $160\,nC/m^2$ است. اگر کره را با یک سیم به زمین (چشمه‌ی خنثای بار الکتریکی) اتصال دهیم چند الکترون از زمین به کره منتقل می‌شود؟ ($\pi = 3$ و $e = 1.6 \times 10^{-19}\,C$) (سراسری تجربی ۹۲)

$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi r^2} \Rightarrow 160 \times 10^{-9} = \frac{q}{4 \times 3 \times 0.1^2} \rightarrow q = 12 \times 1.6 \times 10^{-9}$

$q = ne \rightarrow 12 \times 1.6 \times 10^{-9} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow n = 1.2 \times 10^{14}$

۱) 1.2×10^{13}
۲) 1.2×10^{14}
۳) 1.2×10^{15}
۴) 1.2×10^{19}

Bright Star

Subject:

Year. Month. Date. ( )

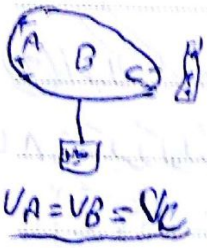
۱ اجسام رسانا و نارسانا:

* هرگاه به یک جسم رسانا بار الکتریکی (هم نام بار به سطح خارجی آن افته و در آنجا توزیع می‌شود به نحوی که میدان الکتریکی بار در داخل اجسام رسانا صفر می‌باشد.
* هرگاه به یک جسم نارسانا بار الکتریکی (هم نام بار) به محل داده شده باقی می‌ماند و پخش نمی‌شود.

نکات:

۱ شدت میدان الکتریکی برآیند در داخل جسم رسانا برابر صفر است (مثال)

۲ پتانسیل الکتریکی (همه) نقاط جسم رسانا در هر حالتی برابر است



$V_A = V_B = V_C$

۲ خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل، اختلاف پتانسیل و انرژی پتانسیل الکتریکی:

* خطوط میدان الکتریکی مثل افراد گله گوسفند از فضای ⊕ خارج و به فضای ⊖ وارد می‌شوند
* هر نقطه‌ای که به فضای ⊕ نزدیک‌تر باشد دارای پتانسیل (V) بیشتری است (دقت شود که پتانسیل یک نقطه ربطی به باری که در آن نقطه قرار گرفته است ندارد.)
* هرجا که تراکم خطوط میدان بیشتر باشد نیروی وارد بر یک بار همین در آن جا بیشتر است.
* زور زدن برای جابه‌جایی بار الکتریکی در میدان الکتریکی ← افزایش انرژی پتانسیل الکتریکی بار ($\Delta U > 0$)
* زور نزدن برای جابه‌جایی بار الکتریکی در میدان الکتریکی ← کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی بار ($\Delta U < 0$)

نکته: طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی در میدان الکتریکی می‌توان گفت: «هرچه انرژی پتانسیل الکتریکی بار کاسته شود به همان اندازه به انرژی جنبشی آن افزوده می‌شود و برعکس» یعنی:

$$|\Delta U| = |\Delta K|$$

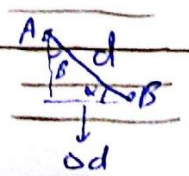
روابط مهم:

مربوط به بدست آوردن اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت داریم

$$\Delta V = E \Delta d$$

ΔV: اختلاف پتانسیل — E: میدان الکتریکی — Δd: فاصله مسطح خطوط میدان بین دو نقطه

نکته:



$$\Delta d = d\cos\alpha = d\sin\beta$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار در راستای میدان از رابطه‌ی $\Delta U = q\Delta V$ محاسبه می‌شود.

نکته: $\Delta U = W_{\text{عامل خارجی}} = -W_{\text{میدان}} = -(Eqd\cos\alpha)$

کاری که عامل خارجی برای جابه‌جایی بار بین دو نقطه انجام می‌دهد

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

$\Delta V = V_2 - V_1 = -10 - (-40) = 30$ ولت

$\Delta U = q\Delta V \rightarrow \Delta U = -2\times10^{-6}\times30 = -60\times10^{-6}$ J

کاهش می‌یابد

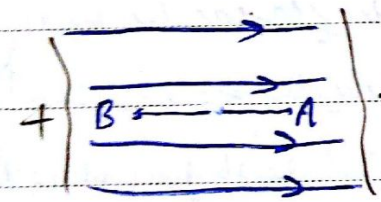
۱) 60×10^{-6} J کاهش می‌یابد

۲) 60×10^{-6} J افزایش می‌یابد

۳) 60×10^{-5} J افزایش می‌یابد

۴) 60×10^{-5} J کاهش می‌یابد.

(۲) بار الکتریکی $q = -2\mu C$ مطابق شکل در یک میدان یکنواخت به بزرگی $10^5 \frac{V}{m}$ از A به B جابه‌جا می‌شود. در جابه‌جایی بار q از A تا B انرژی جنبشی بار ۸ میلی‌ژول افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند کیلو ولت است؟ (سراسری ریاضی ۸۹)



۱) ۲

۲) -2

۳) ۲۰۰

۴) -200

$V_B > V_A \rightarrow V_B - V_A > 0$

$|\Delta U| = |\Delta K| \rightarrow \Delta U = 8mJ$

$\Delta U = q\Delta V \rightarrow 8\times10^{-3} = 4\times10^{-6}\Delta V \rightarrow \Delta V = 2000V = 2kV$

(۳) بار الکتریکی $5mC$ از نقطه‌ی A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت به نقطه‌ی B منتقل می‌شود. اگر در این جابه‌جایی کار نیروی میدان الکتریکی $5mJ$ باشد، پتانسیل نقطه‌ی B چند ولت است؟ (سراسری تجربی ۹۰)

Bright Star

۱) ۱۱ ۲) ۳۲ ۳) ۱۲ ۴) ۱۴

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$\Delta U = -W_{میدان} = -\Delta mJ$

$\Delta U = q\Delta V \rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-\Delta mJ}{-\Delta mC} = 1V$

$\Delta V = V_B - V_A$

$\hookrightarrow 1 = V_B - 2 \rightarrow V_B = +3$ ولت

ما اتصال کرات فلزی رسانا به یکدیگر:

وقتی که دو یا چند کره رسانا با بار q_1، q_2، q_3 و ... با هم تماس یابند، بار هر یک از کرات بعد از تماس با هم نسبت مستقیم با شعاع آن (R) خواهد بود و داریم:

مقدار بار کره اول بعد تماس $= q'_1 = \frac{\Sigma q}{\Sigma R} \times R_1$

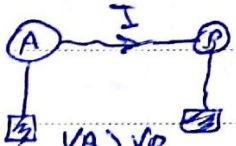
مقدار بار کره دوم بعد تماس $= q'_2 = \frac{\Sigma q}{\Sigma R} \times R_2$

مقدار بار کره سوم بعد تماس $= q'_3 = \frac{\Sigma q}{\Sigma R} \times R_3$

و همچنین درصد مقدار بار هر کره که بعد از تماس با هم برابر با مقدار یا میانگین بار کرات قبل از تماس می‌شود:

$$\text{بار هر کره بعد از تماس} = q' = \frac{\Sigma q}{\text{تعداد کرات}}$$

توجه: علت تغییر بار کرات با اتصال آن‌ها به هم و تبادل بار بین آن‌ها این است که پتانسیل کرات با هم برابر شود.



$V_A > V_B$

if $I = 0 \rightarrow V_A = V_B$

① دو کره فلزی هم‌شعاع دارای بار الکتریکی $q_1 = 5\mu C$ و $q_2 = 15\mu C$ در فاصله‌ی ۲ متری از یکدیگر قرار دارند. اگر این دو کره را به یک لحظه با یکدیگر تماس دهیم، بطوری که فقط بین دو کره جابه‌جایی بار صورت گیرد و سپس آن‌ها (آن‌ها را) به همان فاصله‌ی قبل از هم قرار دهیم، نیروی دافعه بین دو کره چگونه تغییر می‌کند.

۱) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد

۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد

۳) تقریباً ۳۳ درصد کاهش می‌یابد

۴) تقریباً ۳۳ درصد افزایش می‌یابد

Subject:

Year. Month. Date. ( )

$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{r_1 = r_2} F \propto q_1 q_2$

$F_1 \propto q_1 q_2 \rightarrow F \propto 75$

$F_2 \propto q_1' q_2' \rightarrow F \propto 100$ (افزایش)

$\Rightarrow \frac{\Delta F}{F_1} = \frac{F_2 - F_1}{F_1} = \frac{100 - 75}{75} \approx 33/33$

$q_1' = q_2' = \frac{60}{3} = 20\,\mu C$

به تقریبا ۳۳ درصد نیرو الکتریکی آنها افزایش می یابد

بقیه ی جزوات بصورت کامل فقط و فقط

در کانال تلگرامی به آدرس

@gilna

موجود می باشد.

موفق باشید

Bright Star