Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

پرسش‌های مفهومی

کانال یازدهمان
@Yazdahoman

بخش اول: بار الکتریکی ــ نیروی الکتریکی

۱- ماده دارای چه خاصیت‌های بنیادی است؟ آن‌ها را نام ببرید.

۲- بار الکتریکی چیست؟

۳- بار الکتریکی از کجا می‌آید؟

۴- چند نوع بار الکتریکی داریم؟ چرا نوع‌های بار الکتریکی، کم‌تر یا بیش‌تر از تعدادی که معین کرده‌اید، نیست؟

۵- بارهای الکتریکی چه تأثیری بر هم دارند؟ شرح دهید.

۶- الکترون آزاد یعنی چه؟ چگونه به کمک الکترون آزاد، جسم‌ها را دسته‌بندی می‌کنند؟ برهمین اساس، چند نوع جسم داریم، آن‌ها را فقط نام برده و برای هر نوع، مثال بیاورید.

۷- بار پایه چیست؟

۸- آیا یک جسم در حالت طبیعی بار الکتریکی دارد؟ بار خالص چه‌طور؟

۹- به چند روش می‌توان بار الکتریکی خالص در یک جسم ایجاد کرد؟ آن‌ها را نام ببرید.

۱۰- منظور از این بیان «بار الکتریکی کمیتی ناپیوسته است.» را شرح دهید.

۱۱- به یک جسم که بار خالص ندارد، چند الکترون بدهیم یا بگیریم تا بار خالص آن $+۱۶۵\,nC$ شود؟

۱۲- باردار کردن یک جسم به روش «القای الکتریکی» را شرح دهید. با این روش، در چه جسمی (رسانا، نارسانا یا هر دو) می‌توان بار الکتریکی ایجاد کرد؟ شرح دهید.

۱۳- چگونه می‌توان با کمک روش القای الکتریکی، در یک جسم بار الکتریکی دائمی ایجاد کرد؟ شرح دهید.

۱۴- مجموع بار الکتریکی جسم‌های شرکت‌کننده در یک فعل و انفعال، قبل و بعد از فعل و انفعال با هم چه رابطه‌ای دارند؟ چرا؟

۱۵- منظور از بیان «بار الکتریکی پایسته است.» چیست؟

۱۶- نیروهای الکتریکی که دو جسم باردار بر هم وارد می‌کنند، به چه عامل‌هایی بستگی دارد، قانون حاکم بر نیروی الکتریکی و عامل‌های مؤثر بر آن چه نام دارد؟ به طور خلاصه بیان کنید.

۱۷- آیا اندازهٔ نیروهایی که دو ذرهٔ باردار بر یک‌دیگر وارد می‌کنند به جنس محیط نارسانایی که در آن واقع‌اند، بستگی دارد؟ مثلاً بزرگی این نیرو در هوا بیش‌تر است یا در آب؟

۱۸- یک جسم باردار مانند خودکار پلاستیکی که با موهای تمیز مالش داده شده است، تکه‌های کوچک کاغذ بدون بار را به خود جذب می‌کند، با توجه به این که کاغذ نارسانای الکتریکی است، علت را توضیح دهید.

این مسأله‌ها را حل کنید:

۱۹- به یک جسم که بار الکتریکی خالص ندارد، چه تعداد الکترون بدهیم تا بار الکتریکی آن برابر «$-۱C$» شود؟ $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$

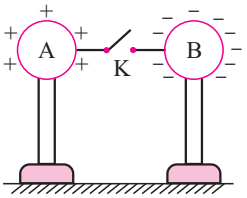
۲۰- در یک گرم مس چه مقدار بار الکتریکی مثبت وجود دارد؟ جرم اتمی مس ۶۴ و عدد اتمی آن ۲۹ است. عدد آووگادرو $N_A = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}$ و $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

۲۱- می‌خواهیم به یک جسم بار الکتریکی « $+۰/۰۰۰۰۰۱۱\text{nC}$ » بدهیم. برای این کار چه تعداد الکترون باید از جسم گرفته شود؟

$e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\text{C}$

۲۲- در شکل زیر $q_A = +۸\mu\text{C}$ و $q_B = -۱۵\mu\text{C}$ و دو کره رسانا و هم‌اندازه‌اند. کلید K را لحظه‌ای وصل و سپس قطع می‌کنیم.



الف) توضیح دهید که در هنگام وصل کلید، چه رخ می‌دهد؟

ب) بار هر کره بعد از قطع کلید چه‌قدر می‌شود؟

۲۳- دو بار الکتریکی هر یک به اندازهٔ یک کولن از فاصلهٔ یک کیلومتری، نیروی چند نیوتونی بر یک‌دیگر وارد می‌کنند؟

$k = ۹\times۱۰^{۹}\ \frac{\text{N.m}^۲}{\text{C}^۲}$

۲۴- فرض کنید که اتم هیدروژن از دو ذره، یکی الکترون با بار « $-e$ » و دیگری پروتون با بار « $+e$ » تشکیل شده و الکترون روی دایره‌ای به شعاع ۰/۵ آنگستروم به دور پروتون (هستهٔ اتم) می‌چرخد (نظریهٔ بور دربارهٔ ساختار اتم هیدروژن). اگر جرم الکترون $۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\text{kg}$، جرم پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۲۷}\text{kg}$ و $e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\text{C}$ باشد، کدام یک از دو نیروی الکتریکی یا گرانشی در پایداری اتم هیدروژن مؤثر است؟ $k = ۹\times۱۰^{۹}\text{SI}$ و نیروی گرانشی از رابطهٔ $F_g = G\frac{m_۱m_۲}{r^۲}$ به دست می‌آید که در آن $G \simeq ۶/۶\times۱۰^{-۱۱}\text{SI}$، ثابت جهانی گرانش نام دارد.

۲۵- دو کره که فاصلهٔ مرکزهای آن‌ها از هم برابر r است، دارای بارهای الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ اند. کدام گزینهٔ زیر، دربارهٔ نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، درست است؟

۱) الزاماً برابر $f = k\frac{|q_۱|\times|q_۲|}{r^۲}$ است.

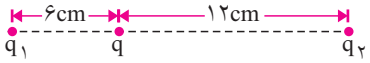
۲) الزاماً کوچک‌تر از $f = k\frac{|q_۱|\times|q_۲|}{r^۲}$ است.

۳) الزاماً بزرگ‌تر از $f = k\frac{|q_۱|\times|q_۲|}{r^۲}$ است.

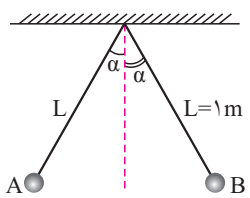
۴) هر یک از گزینه‌های قبلی می‌توانند درست باشند.

۲۶- در شکل زیر، نیروی الکتریکی وارد بر بار $q_۱$ را محاسبه کنید. $q_۳ = ۸\mu\text{C}$ و $q_۱ = \frac{۲}{۳}q_۲ = \frac{۴}{۵}q_۳$ و $k = ۹\times۱۰^{۹}\text{SI}$

۲۷- در شکل زیر، بار q آزاد و به حال سکون است. در این صورت بار $q_۱$ چه نوع و اندازهٔ آن چه‌قدر است؟ $q_۲ = -۲۴\mu\text{C}$



۲۸- در شکل روبه‌رو، دو گلولهٔ کوچک و رسانای A و B مشابه و جرم هر یک ۱۲g و اندازهٔ بار آن‌ها q_A و q_B و $\alpha = ۳۷^\circ$ است. دو گلوله را به یک‌دیگر تماس داده و رها می‌کنیم. زاویهٔ α به $\theta = ۵۳^\circ$ می‌رسد. نیروی الکتریکی که هر گلوله به دیگری وارد می‌کند را قبل و بعد از تماس به هم، محاسبه کنید. $g = ۱۰\frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ، $\sin ۳۷^\circ = \cos ۵۳^\circ = ۰/۶$ و $k = ۹\times۱۰^{۹}\text{SI}$

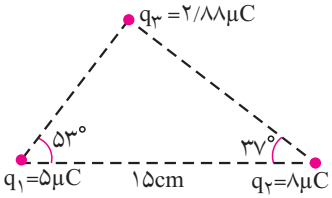


کانال یازدهمان
@Yazdahoman

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

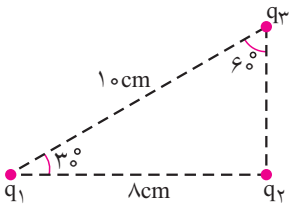
۲۹- در شکل روبه‌رو، برآیند نیروهای وارد بر q_1 از طرف دو بار دیگر چه‌قدر است؟

$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0/6$ ، $\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0/8$

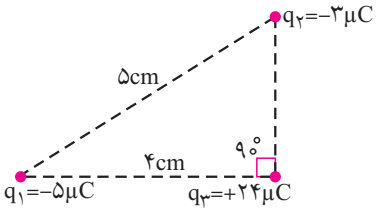


۳۰- سه ذرهٔ باردار $q_1 = \frac{40}{3}\mu C$ و $q_2 = 8\mu C$ و $q_3 = 2/5\mu C$ مطابق شکل روبه‌رو ثابت شده‌اند.

برآیند نیروهای وارد بر q_3 از طرف دو بار دیگر چه اندازه است؟



۳۱- در شکل روبه‌رو، بارهای الکتریکی ثابت شده‌اند. نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید. $k = 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$



بزرگ ترین مرجع یازدهم
یازدهمان
@Yazdahoman
Www.Yazdahoman.ir
@Yazdahoman_bot
کانال یازدهمان
@Yazdahoman

پاسخ پرسش‌های مفهومی

۱- هر ماده دارای سه خاصیت است که عبارت‌اند از «جرم، حجم و بار الکتریکی». این به معنای آن است که هیچ ماده‌ای وجود ندارد که یکی از این سه خاصیت را نداشته باشد. هر یک از این سه خاصیت، یک کمیت فیزیکی‌اند. به درسنامهٔ شمارهٔ ۱ رجوع کنید.

۲- بار الکتریکی یکی از خاصیت‌های ذاتی و بنیادی ماده است. یک جسم به علت داشتن بار الکتریکی، به جسم‌های باردار دیگر نیروی الکتریکی (ربایشی یا رانشی) وارد می‌کند.

۳- هر جسم از اتم‌ها درست شده و در هر اتم، تعدادی الکترون و پروتون وجود دارد. الکترون‌ها و پروتون‌ها دارای بار الکتریکی‌اند؛ یعنی بار الکتریکی در الکترون و پروتون‌هاست و جدا از ماده نیست.

۴- دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. بار الکترون را منفی و پروتون را مثبت نام‌گذاری کرده‌اند. علت آن که دو نوع بار الکتریکی داریم آن است که بارهای منفی یک‌دیگر را می‌رانند، همان‌طور که بارهای مثبت هم‌دیگر را می‌رانند. اما بار منفی و مثبت یک‌دیگر را می‌ربایند. اگر بار منفی (بار الکترون) و بار مثبت (بار پروتون) از یک نوع بودند، باید هم‌دیگر را می‌راندند.

اگر نوع سوم بار الکتریکی وجود داشت، باید هم بار الکتریکی منفی و هم بار الکتریکی مثبت را می‌راند. تاکنون چنین باری یافت نشده است.

۵- بارهای الکتریکی بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند. به این نیرو، نیروی الکتریکی گفته می‌شود. نیروهای الکتریکی یا ربایشی (جاذبه‌ای) یا رانشی (دافعه‌ای) هستند. بارهای الکتریکی هم‌نام (مثبت و مثبت یا منفی و منفی) یک‌دیگر را می‌رانند (دفع می‌کنند). اما بارهای ناهم‌نام (مثبت و منفی) هم‌دیگر را می‌ربایند.

۶- هر اتم دارای تعدادی الکترون است که در لایه‌های مختلف انرژی‌اند، به بیان دیگر با انرژی‌های مختلفی به اتم وابسته‌اند. الکترون‌های آخرین لایهٔ اتم، با انرژی کمی به اتم (به هستهٔ اتم) وابسته‌اند؛ درنتیجه این الکترون‌ها به راحتی و با جذب انرژی، از اتم جدا شده و درون جسم از یک اتم به اتم دیگر جهش می‌کنند. به این‌گونه الکترون‌ها «الکترون آزاد یا غیرمستقر» می‌گوییم. جسم‌ها را براساس تعداد الکترون‌های آزاد آن‌ها به سه دستهٔ «رسانا، نارسانا و نیم‌رسانا» دسته‌بندی می‌کنیم. به درسنامهٔ شمارهٔ ۴ رجوع کنید.

۷- کم‌ترین بار الکتریکی که به حالت آزاد یافت می‌شود، «بار پایه» گفته می‌شود. بار پایه با نماد «e» نشان داده می‌شود که $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ است.

۸- هر اتم دارای بار الکتریکی مثبت و منفی است و بار خالص اتم در حالت طبیعی صفر است. یک جسم از اتم‌ها ساخته شده و دارای دو نوع بار الکتریکی مثبت و منفی است. اما در حالت طبیعی، بار خالص آن صفر است.

۹- به سه روش می‌توان در یک جسم بار الکتریکی خالص ایجاد کرد که عبارت‌اند از «تماس، مالش و القای الکتریکی». به درسنامهٔ شمارهٔ ۵ رجوع کنید.

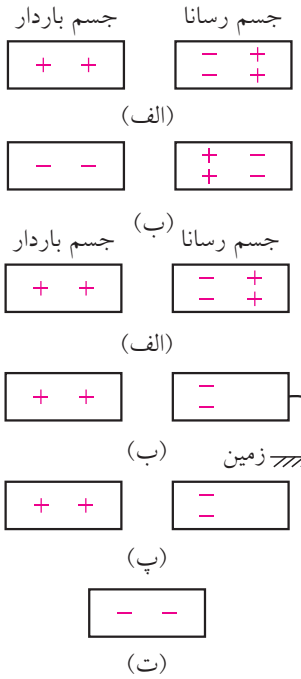
۱۰- برای آن‌که به یک جسم بار الکتریکی داده شود، باید از آن تعدادی الکترون گرفته شود یا به آن تعدادی الکترون داده شود. بار الکتریکی الکترون «$-e$» است، بنابراین اندازهٔ بار الکتریکی یک جسم «$q = ne$» خواهد بود که n عددی درست است؛ یعنی **بار الکتریکی یک جسم، همواره مضرب درستی از بار پایه است.** به همین دلیل گفته می‌شود که بار الکتریکی «کمیتی ناپیوسته» است. بار یک جسم می‌تواند e، $۲e$، $۳e$ و ... و ne باشد. امکان ندارد بار یک جسم $۱/۵e$ یا $۲/۷۵e$ یا $۲۵۹/۶۳C$ باشد. به درسنامهٔ شمارهٔ ۳ نیز رجوع کنید.

۱۱- برای آن که بار خالص جسم، مثبت شود باید از آن الکترون گرفته شود، به طوری که داریم:

$$q = ne \Rightarrow ۱۶۵ \times ۱۰^{-۹} = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱/۰۳۱۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$$

۱۲- به کمک روش القای الکتریکی می‌توان بارهای مثبت و منفی را در یک جسم رسانا از هم جدا کرد. در این روش، جسم بارداری را مطابق شکل‌های روبه‌رو (الف و ب) به جسم رسانا نزدیک می‌کنیم. تأثیر بارهای الکتریکی جسم باردار بر الکترون‌های آزاد جسم رسانا باعث می‌شود که تعدادی از این الکترون‌ها از یک سمت به سمت دیگر جسم رسانا جابه‌جا شوند؛ درنتیجه در جسم رسانا دو نوع بار مثبت و منفی ایجاد می‌شود.

روشن است که با دور شدن جسم باردار اولیه، جسم رسانا بدون بار الکتریکی می‌شود. به درسنامهٔ شمارهٔ ۵ رجوع کنید.



۱۳- برای ایجاد بار الکتریکی دائم در جسم رسانای بدون بار با روش القای الکتریکی، مطابق شکل‌های روبه‌رو به ترتیب از الف تا ت عمل می‌کنیم. توجه کنید که در این روش، ابتدا باید تماس جسم رسانا را با زمین قطع کرد (شکل پ) و سپس جسم باردار اولیه را دور کرد. (شکل ت). برای ایجاد بار منفی در جسم رسانا باید بار جسم باردار اولیه مثبت و برای ایجاد بار مثبت، بار آن منفی باشد.

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

۱۴- جمع جبری بار الکتریکی جسم‌ها قبل از فعل و انفعال، برابر جمع جبری بار آن‌ها بعد از فعل و انفعال است، زیرا بار الکتریکی در الکترون‌ها و پروتون‌هاست و الکترون یا پروتون، به وجود نمی‌آید و نابود هم نمی‌شود. به درسنامهٔ ۳ رجوع کنید.

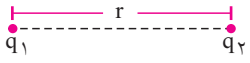
بعد از تماس قبل از تماس

$$q_۱+q_۲+q_۳+....=q'_۱+q'_۲+q'_۳+...$$

۱۵- بار الکتریکی در الکترون‌ها و پروتون‌ها وجود دارند. چون الکترون و پروتونی نابود نشده و خلق هم نمی‌شود، در هر کنش و واکنشی، بار الکتریکی موجود در جسم‌ها نه از بین می‌رود و نه خلق می‌شود. بیان «بار الکتریکی پایسته است» نیز به همین معنا اشاره می‌کند. این جمله به صورت زیر و با نام «قانون پایستگی بار الکتریکی» بیان می‌شود:

قانون پایستگی بار الکتریکی: بار الکتریکی نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود، بلکه از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود.

۱۶- قانون حاکم بر نیروی الکتریکی که دو ذرهٔ باردار بر هم وارد می‌کنند، **قانون کولن** نام دارد. بنا به این قانون، بزرگی نیروی الکتریکی بین دو ذره با بارهای $q_۱$ و $q_۲$ که در فاصلهٔ r از هم قرار دارند، از رابطهٔ زیر به دست می‌آید. در این رابطه، بارهای $q_۱$ و $q_۲$ برحسب کولن (C) و r برحسب متر (m) و نیروی الکتریکی (F_e) برحسب نیوتون (N) است.



$$F_e=\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}\times\frac{|q_۱|\times|q_۲|}{r^۲}=k\times\frac{|q_۱|\times|q_۲|}{r^۲}$$

$$k=\frac{۱}{۴\pi\varepsilon_۰}=۹\times۱۰^۹\ \frac{N.m^۲}{C^۲}$$

قانون کولن را در درسنامهٔ شمارهٔ ۶ مطالعه کنید.

۱۷- همان‌گونه که در بیان قانون کولن آمده است، نیرویی که دو ذرهٔ باردار به یک‌دیگر وارد می‌کنند، به دو عامل حاصل‌ضرب بارها $(q_۱q_۲)$ و مجذور فاصلهٔ آن‌ها از هم $(\frac{۱}{r^۲})$ بستگی دارد و به عامل دیگری وابسته نیست، درنتیجه اندازهٔ این نیرو به جنس محیط بستگی ندارد و در تمام محیط‌های نارسانا (مثل هوا یا آب) بستگی ندارد.

۱۸- جذب شدن تکه‌های کوچک کاغذ توسط خودکار پلاستیکی باردار، نشان می‌دهد که با نزدیک شدن خودکار باردار به تکهٔ کاغذ، کاغذ باردار شده و توسط خودکار جذب می‌شود. باردار شدن کاغذ به روش القای الکتریکی نیست، زیرا القای الکتریکی خاص جسم‌های رساناست و کاغذ نارسانای الکتریکی است. مولکول‌های کاغذ به علت نزدیک شدن خودکار باردار، قطبیده می‌شوند. قطبش بار الکتریکی را در درسنامهٔ شمارهٔ ۹ مطالعه کنید.

پاسخ مسئله‌ها

۱۹- تعداد الکترون‌ها را از رابطهٔ زیر محاسبه می‌کنیم:

$$q=\pm ne\Rightarrow -۱=-n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow n=۶/۲۵\times۱۰^{۱۸}$$

آیا بزرگی این عدد را درک می‌کنید؟ برای رفع خستگی، فکر کنید همین مقدار تومان پول داشته باشید. اگر روزی هزار میلیارد تومان ($۱۰^{۱۲}$ تومان) آن را خرج کنید، چند سال طول می‌کشد تا تمام پولتان را خرج کنید؟ هر سال را ۴۰۰ روز بگیرید.

پاسخ: ۱۵۶۲۵ سال

۲۰- جرم اتمی هر عنصر یعنی «جرم تعداد N_A اتم از آن عنصر». اگر جرم یک اتم را m در نظر بگیریم، جرم اتمی عنصر که با نماد «A» نشان داده می‌شود، برابر است با:

$$A=mN_A$$

به کمک این رابطه، جرم یک اتم مس را محاسبه می‌کنیم.

$$۶۴=m_{Cu}\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\Rightarrow m_{Cu}=\frac{۶۴}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}\Rightarrow m_{Cu}=۱/۰۶\times۱۰^{-۲۲}g$$

تعداد اتم‌های مس در یک گرم آن (N) را به روش زیر به دست می‌آوریم:

$$M=Nm_{Cu}\ \text{و}\ M=۱g\Rightarrow N=\frac{M}{m_{Cu}}\Rightarrow N=\frac{۱}{۱/۰۶\times۱۰^{-۲۲}}\Rightarrow N=۹/۴۳\times۱۰^{۲۱}$$

کانال یازدهمان @Yazdahoman

عدد اتمی برابر تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم و بار هر پروتون برابر «$+e$» است؛ بنابراین بار مثبت موجود در یک گرم مس (q) برابر می‌شود با:

$$q = ZNe \Rightarrow q = +۲۹ \times ۹/۴۳ \times ۱۰^{۲۱} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow q = +۴۳۷۵۵/۲C$$

پرسش: این مقدار بار الکتریکی، بسیار بسیار زیاد است. چرا این بار الکتریکی، آسیبی به محیط اطراف خود وارد نمی‌کند؟

-۲۱

$$q = \pm ne \Rightarrow ۰/۰۰۰۰۰۱۷۰ \times ۱۰^{-۹} = +n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow$$

$$n = \frac{۱/۷۰ \times ۱۰^{-۱۵}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} \Rightarrow n = ۱۰۶۲۵$$

مشاهده می‌کنید که با وجود بسیار بسیار کوچک بودن بار الکتریکی ($۰/۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۱۷۰C$) ، باز هم مقدار این بار الکتریکی، مضرب درستی از بار پایه است.

-۲۲ الف) در هنگام وصل کلید، الکترون‌ها از B (که بار منفی دارد) به A (که بارش مثبت است)، شارش می‌کنند. چون اندازهٔ بار B بیش‌تر است، این شارش آن‌قدر ادامه می‌یابد تا بار هر دو کره منفی شود و چون دو کره هم‌اندازه‌اند، بار دو کره در پایان شارش الکترون‌ها، یکسان می‌شود.

توجه:

اگر دو کره هم‌اندازه نباشند، بار دو کره در پایان یکسان نمی‌شود و باید به کمک پتانسیل الکتریکی رابطهٔ بین بار دو کره را محاسبه کرد.

ب) بار کره‌ها بعد از شارش q'_A و $q'_B = q'_A$ می‌شود. با توجه به قانون پایستگی بار الکتریکی، داریم:

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B = ۲q'_A \Rightarrow +۸ + (-۱۵) = ۲q'_A \Rightarrow q'_A = q'_B = -۳/۵\mu C$$

پرسش: با فرض آن‌که در مسأله قبل، $q_A = +۱۲\mu C$ و $q_B = +۲۰\mu C$ باشد، به پرسش‌های الف و ب پاسخ دهید.

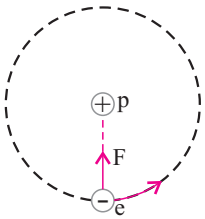
-۲۳

$$|q_۱| = |q_۲| = ۱C \quad \text{و} \quad r = ۱km = ۱۰^{۳}m \Rightarrow F = ?$$

$$F = k\frac{|q_۱| \times |q_۲|}{r^۲} \Rightarrow F = \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۱ \times ۱}{(۱۰^{۳})^۲} \Rightarrow F = ۹۰۰۰N$$

توجه کنید که این مقدار نیرو به اندازهٔ وزن ۱۵ نفر انسان است که جرم هر یک ۶۰kg باشد. آن هم از فاصلهٔ یک کیلومتری! **در واقع بار الکتریکی یک کولن، بار بسیار بزرگی است.**

-۲۴ نسبت نیروی الکتریکی به نیروی گرانشی وارد بر الکترون را محاسبه می‌کنیم.



$$F_e = k\frac{|q_۱| \times |q_۲|}{r^۲} \quad \text{و} \quad F_g = G\frac{m_۱ m_۲}{r^۲}$$

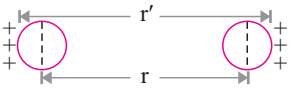
$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{k}{G} \times \frac{|q_۱| \times |q_۲|}{m_۱ m_۲}$$

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{۹ \times ۱۰^{۹}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۱۱}} \times \frac{(۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})^۲}{۹/۱ \times ۱۰^{-۳۱} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۲۷}} \Rightarrow \frac{F_e}{F_g} = \frac{۱۶}{۶/۶} \times ۱۰^{۳۹} \simeq ۲/۴ \times ۱۰^{۳۹}$$

یعنی نیروی الکتریکی حدود $۱۰^{۳۹}$ برابر نیروی گرانشی وارد بر الکترون است؛ بنابراین نیروی گرانشی نقشی در پایداری اتم هیدروژن ندارد.

-۲۵ گزینهٔ ۴ درست است.

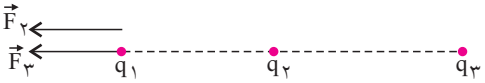
- اگر دو کره نارسانا و پخش بار روی آن‌ها یکنواخت باشد، گزینهٔ ۱ درست است.



- در صورتی که دو کره رسانا باشند، اندازهٔ نیرو به نوع بار دو کره بستگی دارد. در حالتی که بار کره‌ها هم‌نام باشند، به علت نیروی رانشی، بارها از یک‌دیگر دور شده و مانند شکل روبه‌رو فاصلهٔ آن‌ها از هم زیاد شده و گزینهٔ ۲ درست خواهد بود و اگر بار دو کرهٔ رسانا هم‌نام باشند، گزینهٔ ۳ درست است (چرا؟)؛ بنابراین گزینهٔ ۴ پاسخ این پرسش است.

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

۲۶- بارها هم‌نام‌اند؛ درنتیجه نیروهایی که $q_۲$ و $q_۳$ بر $q_۱$ وارد می‌کنند، رانشی‌اند. در شکل زیر این نیروها به ترتیب با $\vec{F}_۲$ و $\vec{F}_۳$ نشان داده شده‌اند، داریم:



$$r_{۲۱}=r_۱=۵cm=۵\times۱۰^{-۲}m \quad و \quad r_{۳۱}=r_۱+r_۲=۱۲cm=۱۲\times۱۰^{-۲}m$$

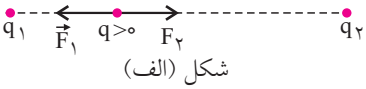
$$F=k\frac{|q|\times|q'|}{r^۲}\Rightarrow F_۲=\frac{۹\times۱۰^۹\times۸\times۱۲\times۱۰^{-۱۲}}{۲۵\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow F_۲=۳۴۵/۶N$$

$$F_۳=\frac{۹\times۱۰^۹\times۸\times۱۰\times۱۰^{-۱۲}}{۱۴۴\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow F_۳=۵۰N$$

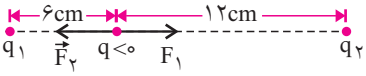
چون $\vec{F}_۲$ و $\vec{F}_۳$ هم‌جهت‌اند، برآیند آن‌ها $(\vec{F}_۱)$ برابر می‌شود با:

$$\vec{F}_۱=\vec{F}_۲+\vec{F}_۳\Rightarrow F_۱=F_۲+F_۳\Rightarrow F_۱=۳۴۵/۶+۵۰=۳۹۵/۶N$$

۲۷- چون بار q ساکن است، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر آن از طرف دو بار دیگر، هم‌اندازه و در خلاف جهت یک‌دیگرند (شکل روبه‌رو را ببینید). در شکل الف، q را مثبت فرض کرده‌ایم. در این صورت، $q_۲$ آن را می‌رباید و $q_۱$ نیز باید را برباید. در این صورت $q_۱$ نیز منفی خواهد بود. در شکل ب، q را منفی فرض کرده‌ایم. $q_۲$ آن را می‌راند و $q_۱$ نیز باید آن را براند تا نیروهای $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ خلاف جهت هم شوند؛ درنتیجه $q_۱$ باز هم باید منفی باشد؛ یعنی در هر حال، $q_۱$ منفی است و حل مسأله به مثبت یا منفی بودن q بستگی ندارد، داریم:



شکل (الف)

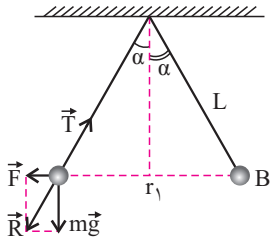


شکل (ب)

$$F_۱=F_۲ \quad و \quad F=k\frac{|q|\times|q'|}{r^۲}\Rightarrow\frac{k|q_۱|\times|q|}{r_۱^۲}=\frac{k|q_۲|\times|q|}{r_۲^۲}$$

$$\frac{|q_۱|}{۶^۲}=\frac{۲۴}{۱۲^۲}\Rightarrow|q_۱|=۶\mu C\Rightarrow q_۱=-۶\mu C$$

۲۸- چون دو گلوله از هم دور شده‌اند، بار الکتریکی آن‌ها، هم‌نام است. به هر گلوله سه نیروی وزن $m\vec{g}$، رانش الکتریکی $\vec{F}$ و کشش نخ $\vec{T}$ وارد می‌شود که برآیند آن‌ها صفر است (چرا؟)؛ بنابراین برآیند $m\vec{g}$ و $\vec{F}$ یعنی $\vec{R}$، هم‌اندازه و در خلاف جهت $\vec{T}$ می‌شود و زاویهٔ $\vec{R}$ با $m\vec{g}$ برابر α خواهد بود. با توجه به شکل، خواهیم داشت:



$$\tan\alpha=\frac{F}{mg}\Rightarrow F=mg\tan\alpha \quad و \quad \alpha=۳۷^\circ$$

$$\sin۳۷^\circ=۰/۶\Rightarrow\cos۳۷^\circ=۰/۸\Rightarrow\tan۳۷^\circ=\frac{۳}{۴}$$

$$F=(۱۲\times۱۰^{-۳})\times۱۰\times\frac{۳}{۴}\Rightarrow F=۰/۰۹N$$

بعد از تماس دو گلوله به هم، بار آن‌ها برابر شده و به روش مشابه با قسمت قبل داریم:

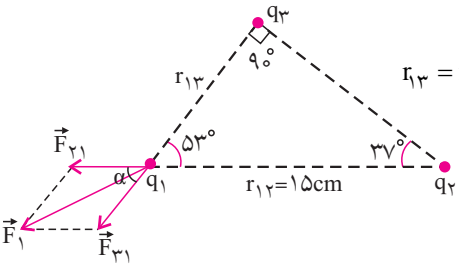
$$F'=mg\tan\theta \quad و \quad \alpha+\theta=۹۰^\circ\Rightarrow\tan\theta=\frac{۱}{\tan\alpha}=\frac{۴}{۳}$$

$$F'=(۱۲\times۱۰^{-۳})\times۱۰\times\frac{۴}{۳}\Rightarrow F'=۰/۱۶N$$

پرسش: **اگر حوصله دارید، بار هر یک از دو گلوله را بعد از تماس به هم محاسبه کنید.**

این هم جوابش: $q'_A=q'_B=\frac{۳۲\sqrt{۳}}{۳}\mu C\simeq۱۸/۴\mu C$

۲۹- در شکل زیر، نیروهای وارد بر $q_۱$ و برآیند آن‌ها نشان داده شده‌اند.



$$r_{۱۳}=r_{۱۲}\cos۵۳^\circ=۱۵\times۰/۶=۹cm=۹\times۱۰^{-۲}m$$

$$F=k\frac{|q|\times|q'|}{r^۲}$$

کانال یازدهمان @Yazdahoman

$$F_{۲۱}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۸\times۵\times۱۰^{-۱۲}}{(۱۵\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۱۶N$$

$$F_{۳۱}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۲/۸۸\times۵\times۱۰^{-۱۲}}{(۹\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۱۶N$$

$$F_{۲۱}=F_{۳۱}\Rightarrow F_{۱}=۲F_{۲۱}\cos\frac{\alpha}{۲}\Rightarrow F_{۱}=۲\times۱۶\cos\frac{۵۳^{\circ}}{۲}\Rightarrow F_{۱}=۳۲\times۰/۸۹=۲۸/۴۸N$$

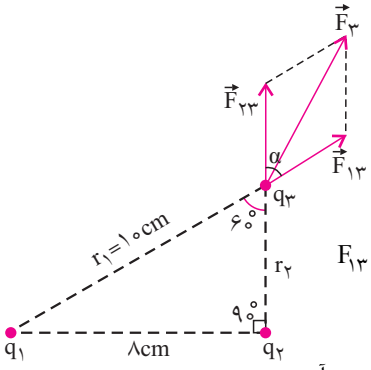
توجه کنید که داریم:

$$\cos۲\alpha=۲\cos^{۲}\alpha-۱$$

پرسش: در مثال قبل، اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر $q_۲$ را محاسبه کنید. $(\sqrt{۱۰}\simeq۳/۱۶)$

جواب: ۱۵۸N

۳۰- در شکل روبه‌رو نیروهای الکتریکی وارد بر $q_۳$ و برآیند آن‌ها نشان داده شده‌اند. داریم:



$$r_{۲}=\sqrt{۱۰۰-۶۴}=۶cm=۶\times۱۰^{-۲}m$$

$$F=k\frac{|q|\times|q'|}{r^{۲}}$$

$$F_{۱۳}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۴۰}{۳}\times۲/۵\times۱۰^{-۱۲}}{(۰/۱۰)^{۲}}=۳۰N\quad\text{و}\quad F_{۲۳}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۸\times۲/۵\times۱۰^{-۱۲}}{۳۶\times۱۰^{-۴}}=۵۰N$$

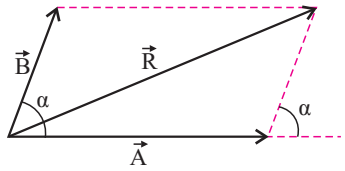
زاویهٔ بین این دو نیرو $\alpha=۶۰^{\circ}$ درجه است. برآیند دو نیروی متقاطع به روش ذوزنقه از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$F_{۳}^{۲}=F_{۱۳}^{۲}+F_{۲۳}^{۲}+۲F_{۱۳}\times F_{۲۳}\cos\alpha\quad\text{و}\quad\alpha=۶۰^{\circ}\Rightarrow\cos\alpha=\frac{۱}{۲}$$

$$F_{۳}^{۲}=۹۰۰+۲۵۰۰+۲\times۳۰\times۵۰\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow F_{۳}^{۲}=۳۴۰۰+۱۵۰۰=۴۹۰۰\Rightarrow F_{۳}=۷۰N$$

توجه:

اگر دو بردار $\vec{A}$ و $\vec{B}$ با هم زاویهٔ α بسازند، برآیند آن‌ها، $\vec{R}$ قطر متوازی‌الاضلاعی است که روی دو بردار ساخته می‌شود و اندازهٔ آن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

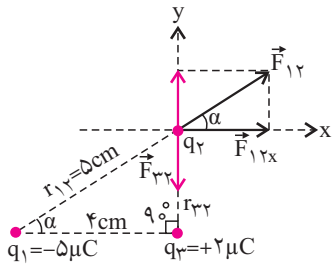


$$R^{۲}=A^{۲}+B^{۲}+۲A\times B\cos\alpha$$

در حالت خاصی که دو بردار هم‌اندازه باشند $(A=B)\vec{A}$ ، اندازهٔ برآیند برابر می‌شود با:

$$R=۲A\cos\frac{\alpha}{۲}$$

۳۱- بر $q_۲$ دو نیروی الکتریکی $\vec{F}_{۱۲}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ وارد می‌شود که باید ابتدا اندازهٔ آن‌ها را محاسبه کنیم.



$$r_{۳۲}=\sqrt{۲۵-۱۶}=۳cm=۳\times۱۰^{-۲}m\quad\text{و}\quad q_{۲}=-۳\mu C$$

$$F=k\frac{|q|\times|q'|}{r^{۲}}\Rightarrow F_{۱۲}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۵\times۳\times۱۰^{-۱۲}}{۲۵\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow F_{۱۲}=۵۴N$$

$$F_{۳۲}=\frac{۹\times۱۰^{۹}\times۲\times۳\times۱۰^{-۱۲}}{۹\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow F_{۳۲}=۶۰N$$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

اکنون برآیند دو نیروی محاسبه شده را باید به دست آوریم تا نیروی الکتریکی خالص وارد بر $q_۲$ $(F_۲)$ مشخص شود. برای این‌کار، محور x را مطابق شکل بالا، موازی خط واصل $q_۱$ و $q_۳$ و محور y را عمود بر آن انتخاب کرده‌ایم. با این انتخاب، $\vec{F}_{۳۲}$ درخلاف جهت محور y می‌شود.

$\vec{F}_{۱۲}$ را در امتداد دو محور تصویر کرده و مؤلفه‌های آن را محاسبه می‌کنیم.

$$F_{۱۲x} = F_{۱۲}\cos\alpha \Rightarrow F_{۱۲x} = ۵۴ \times \frac{۴}{۵} = ۴۳/۲\,N$$

$$F_{۱۲y} = F_{۱۲}\sin\alpha \Rightarrow F_{۱۲y} = ۵۴ \times \frac{۳}{۵} = ۳۲/۴\,N$$

مؤلفه‌های برآیند $\vec{F}_{۱۲}$ و $\vec{F}_{۳۲}$ در امتداد دو محور را F_x و F_y می‌نامیم. خواهیم داشت:

$$F_x = F_{۱۲x} = ۴۳/۲\,N$$

$$F_y = F_{۱۲y} - F_{۳۲} \Rightarrow F_y = ۳۲/۴ - ۶۰ \Rightarrow F_y = -۲۷/۶\,N$$

درنتیجه خواهیم داشت:

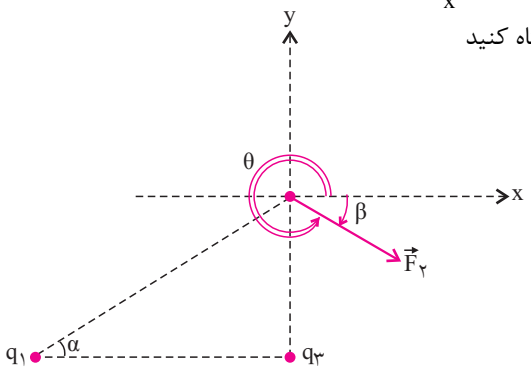
$$F_۲^۲ = F_x^۲ + F_y^۲ \Rightarrow F_۲^۲ = ۱۸۶۶/۲۴ + ۷۶۱/۷۶ = ۲۶۲۸$$

$$F_۲ = \sqrt{۲۶۲۸} \simeq ۵۱/۲۶\,N$$

زاویهٔ برآیند $(\vec{F}_۲)$ با محور $x(\theta)$ را به روش زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x} \Rightarrow \tan\theta = \frac{-۲۷/۶}{۴۳/۲} = -۰/۶۳۸ \Rightarrow \theta = ۳۲۷/۵ \text{ درجه}$$

زاویهٔ $\vec{F}_۲$ با محور x را می‌توان «۳۲/۵-» درجه نیز در نظر گرفت. به شکل روبه‌رو نگاه کنید



$$\theta - \beta = ۳۶۰ \text{ درجه}$$

یا:

$$\theta + |\beta| = ۳۶۰ \text{ درجه}$$

بزرگ ترین مرجع یازدهم
یازدهمان
@Yazdahoman
کانال یازدهمان
@Yazdahoman

پرسش‌های مفهومی

بخش دوم: میدان الکتریکی

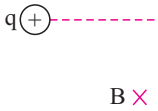
۱- یک جسم باردار، از راه دور و بدون تماس با جسم باردار دیگر، به آن نیروی الکتریکی وارد می‌کند. این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟

۲- برای زمین (و هر جسم دیگر) میدان گرانش تعریف می‌شود که با نماد $\vec{g}$ نشان می‌دهیم. نیروی گرانش زمین بر جسمی به جرم m برابر $\vec{F_g} = m\vec{g}$ می‌شود. آیا برای نیروی الکتریکی که جسمی به بار q بر جسم‌های دیگر وارد می‌کند، نیز می‌توان تعریف مشابهی ارائه داد؟

۳- در واقع، میدان الکتریکی بخش نادیدنی جسم است. برای تجسم میدان الکتریکی در اطراف یک جسم باردار، چه راهکاری پیشنهاد شده و مورد استفاده است؟

۴- تصور کنید بار الکتریکی نقطه‌ای و مثبت q_1 را در نقطه‌ای از میدان الکتریکی حاصل از بار q رها کرده‌ایم. با چشم‌پوشی از تأثیر نیروهای وزن و اصطکاک، راستا، جهت و اندازهٔ نیروی میدان بر آن را مشخص کنید.

۵- به شکل روبه‌رو نگاه کنید، میدان الکتریکی بار q در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ است. اگر بار الکتریکی q' در نقطهٔ B قرار دهیم، میدان بار q در نقطهٔ A چه تغییری می‌کند؟ بار الکتریکی q' چه تغییری در میدان الکتریکی نقطهٔ A ایجاد می‌کند؟

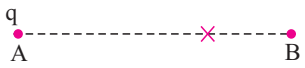


۶- بار الکتریکی $3/5nC$ در یک نقطه از فضا نیروی الکتریکی $1/75\times10^{-2}N$ به طرف شمال وارد می‌شود. بزرگی و جهت میدان الکتریکی را در این نقطه مشخص کنید.

۷- در نقطه‌ای از فضا میدان الکتریکی به بزرگی $4/5\times10^{4}$ نیوتون بر کولن در جهت ۴۵ درجه به طرف شمال شرقی وجود دارد. در این نقطه بر بار q نیروی $9/9\times10^{-2}N$ در جهتی که با مشرق زاویهٔ ۲۲۵ درجه می‌سازد، از طرف میدان الکتریکی وارد می‌شود. نوع و اندازهٔ بار q را مشخص کنید.

۸- بار الکتریکی $q=-3/2\mu C$ در یک نقطه از میدان الکتریکی نیروی $\vec{F_e}=1/6\vec{i}-1/2\vec{j}$ برحسب نیوتون وارد می‌شود. میدان الکتریکی را در این نقطه برحسب بردارهای یکّهٔ محورها به دست آورده و سپس اندازه و جهت آن را معلوم کنید.

۹- در شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی بار نقطه‌ای $q=+9/6\frac{N}{C}$ در نقطهٔ B برابر $5/4\times10^{7}\frac{N}{C}$ است. اگر از B به اندازهٔ $2/5cm$ به A نزدیک شویم، میدان الکتریکی بار q چه تغییری می‌کند؟



۱۰- بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1=+4/5\mu C$ و $q_2=-18\mu C$ در فاصلهٔ $22/5cm$ از هم قرار دارند. میدان الکتریکی حاصل از این دو بار را در نقطه‌های زیر محاسبه کنید: (اختیاری)

۱) نقطهٔ M در ۴/۵ سانتی‌متری q_1 و ۱۸ سانتی‌متری q_2

۲) نقطهٔ N در ۱۳/۵ سانتی‌متری q_1 و ۱۸ سانتی‌متری q_2

۱۱- دو بار الکتریکی $q_1=-q_2=16\mu C$ را که به فاصلهٔ $12cm$ از یک‌دیگر قرار دارند، دو قطبی الکتریکی می‌نامند. میدان الکتریکی حاصل از دو قطبی الکتریکی را در نقطه‌های زیر به فاصلهٔ $8cm$ از مرکز دوقطبی محاسبه کنید: (اختیاری)

الف) نقطه روی محور دو قطبی (خط واصل دو بار)

ب) نقطه روی عمودمنصف خط واصل بارها

۱۲- منظور از میدان الکتریکی یکنواخت چیست؟ خط‌های چنین میدانی چگونه‌اند؟ رسم کنید.

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

۱۳- ذره‌ای با بار الکتریکی q را در نقطه‌ای درون میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. اگر میدان در آن نقطه برابر $\vec{E}$ باشد، نیرویی که میدان بر این ذره وارد می‌کند، چه اندازه و در چه جهتی است؟

۱۴- ذرهٔ بارداری را به حال سکون در یک نقطه درون میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. به علت تأثیر میدان، ذره شروع به حرکت می‌کند. با چشم‌پوشی از وزن ذره، آیا ضمن حرکت، ذره روی خط میدان گذرنده از آن نقطه، می‌ماند؟ بحث کنید.

۱۵- ذره‌ای به جرم $۰/۴g$ و بار q در میدان الکتریکی یکنواختی که قائم و جهت آن رو به پایین است، معلق و به حال سکون قرار دارد.

الف) با استدلال، نوع بار ذره را مشخص کنید.

ب) اگر بزرگی میدان $۶/۴\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ باشد، اندازهٔ بار ذره را به دست آورید. $g=۱۰\frac{N}{kg}$

۱۶- گلولهٔ کوچکی به جرم $۲۵g$ که دارای بار الکتریکی $q=+۰/۷۵\mu C$ است را به نخ سبکی بسته و در میدان الکتریکی یکنواخت و افقی $E=۲/۵\times۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ آویزان می‌کنیم. بعد از آن که گلوله به حال تعادل رسید

الف) زاویهٔ نخ با راستای قائم چند درجه می‌شود؟

ب) کشش نخ چه‌قدر می‌شود؟ $g=۱۰\frac{N}{kg}$ ، $\sin ۳۷^{\circ}=۰/۶$ ، $\sin ۴۵^{\circ}$

۱۷- به یک جسم بار الکتریکی می‌دهیم، این بار در جسم جابه‌جا می‌شود یا ساکن می‌ماند؟ اگر جابه‌جا می‌شود، پخش آن در جسم چگونه است؟

۱۸- به جسم رسانایی بار الکتریکی داده می‌شود. چگالی سطحی بار در نقطه‌های مختلف جسم چگونه است، در صورتی که جسم:

الف) کروی شکل باشد.

ب) دوکی شکل باشد.

بزرگ ترین مرجع یازدهم
یازدهمان
@Yazdahoman
کانال یازدهمان

پاسخ پرسش‌های مفهومی

۱- دو بار الکتریکی، بدون آن‌که با هم در تماس باشند، به هم نزدیک یا از هم دور باشند، بین دو جسم محیط نارسانایی باشد یا نباشد و بدون هیچ وسیله‌ای، بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کند. درست مانند آن است که هر جسم باردار، دست‌های نامریی دارد که به کمک آن‌ها به جسم‌های باردار دیگر، نیرو وارد می‌کند. در واقع، جسم باردار در اطراف خود خاصیتی دارد که جزیی از جسم باردار است و جسم، محدود به مادهٔ سازندهٔ خود نیست. به این خاصیت که جسم باردار در اطراف خود دارد، **میدان الکتریکی** می‌گوییم.

۲- پاسخ، مثبت است. برای هر جسم باردار، میدانی به نام **میدان الکتریکی** تعریف می‌شود که با نماد «$\vec{E}$» نشان می‌دهیم. میدان الکتریکی به صورت زیر تعریف می‌شود:

«میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا ($\vec{E}$)، نیرویی است که در آن نقطه بر یکای بار الکتریکی مثبت واقع در آن نقطه وارد می‌شود.»

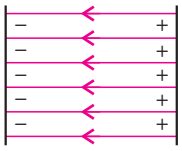
اگر بار الکتریکی مثبت q در یک نقطهٔ فضا نیروی الکتریکی $\vec{F}e$ وارد شود، با توجه به تعریف بالا، خواهیم داشت:

$$\vec{E}=\frac{\vec{Fe}}{q}\Rightarrow \vec{Fe}=q\vec{E}$$

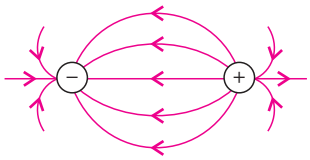
در رابطهٔ بالا، نیرو برحسب نیوتون (N) و بار الکتریکی برحسب کولن (C) است. در این صورت، یکای میدان الکتریکی در SI، نیوتون بر کولن $(\frac{N}{C})$ می‌شود. توضیح بیش‌تر را در درسنامهٔ شماره ۱۰ مطالعه کنید.

۳- برای نشان دادن و تجسم میدان الکتریکی در اطراف یک جسم باردار، از خط‌های میدان استفاده می‌کنیم. به این ترتیب که میدان الکتریکی را با خط‌های جهت‌داری که در اطراف جسم باردار رسم می‌شود، نشان می‌دهیم. جهت این خط‌ها بنا به قرارداد از بار مثبت به طرف بار منفی است. برای رسم خط‌های میدان الکتریکی مربوط به یک جسم باردار منفرد، فرض می‌کنیم بار الکتریکی ناهم‌نام با آن در بی‌نهایت دور واقع باشد و به این ترتیب خط‌های میدان مربوط به جسم باردار منفرد را رسم می‌کنیم.

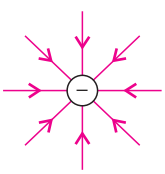
ویژگی‌های خط‌های میدان الکتریکی را در درسنامهٔ شمارهٔ ۱۰ مطالعه کنید. در شکل‌های زیر، خط‌های میدان الکتریکی در چند مورد، رسم شده‌اند.



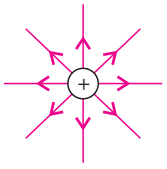
ت) میدان الکتریکی یکنواخت



پ) دوقطبی الکتریکی

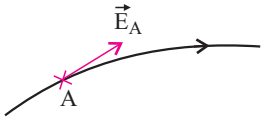


ب) بار الکتریکی منفی و منفرد



الف) بار الکتریکی مثبت و منفرد

۴- فرض کنید که بار مثبت q_1 مطابق شکل روبه‌رو، در نقطهٔ A از میدان رها شده و خط میدان الکتریکی رسم شده، از آن نقطه می‌گذرد. میدان الکتریکی در نقطهٔ A با توجه به ویژگی‌های خط میدان که در درسنامهٔ ۱۰ بیان شده و همان‌گونه که این شکل نشان می‌دهد، با بردار $\vec{E}_A$ مماس بر خط میدان مشخص می‌شود.



از تعریف میدان الکتریکی معلوم می‌شود که نیروی الکتریکی وارد بر q_1 در نقطهٔ A از رابطهٔ $\vec{F}e=q_1\vec{E}_A$ به دست می‌آید. اندازهٔ این نیرو $F_e=|q_1|E_A$ است. چون q_1 مثبت فرض شده، از رابطهٔ $\vec{F}e=q_1\vec{E}_A$ معلوم می‌شود که این نیرو در جهت میدان الکتریکی است.

پرسش: اگر بار q_1 منفی باشد، پاسخ این پرسش چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

۵- میدان بار q در نقطهٔ A به مشخصه‌های بار q (اندازهٔ آن، مثبت یا منفی بودن، نحوهٔ پخش بار در جسم با بار q) و فاصلهٔ نقطهٔ A از بار q بستگی دارد. بنابراین، حضور بار q' در مشخصه‌های میدان بار q در A (بزرگی و جهت آن) تأثیری ندارد و درنتیجه میدان بار q در A تغییری نمی‌کند.

اما حضور بار q' در نقطهٔ B باعث ایجاد میدان الکتریکی دیگری در A می‌شود. بنابراین، میدان الکتریکی در نقطهٔ A تغییر می‌کند. اگر میدان بار q در A برابر $\vec{E}$ و میدان بار q' در همین نقطه برابر E' باشد، میدان الکتریکی در A از رابطهٔ زیر به دست می‌آید.

$$\vec{E}_A=\vec{E}+\vec{E'}$$