

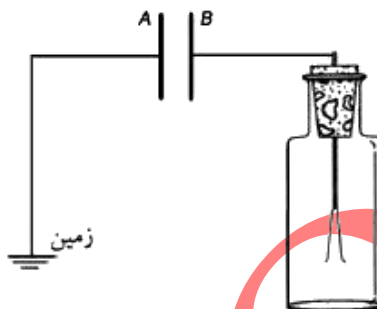
## الکترومغناطیس

الکترواستاتیک (نیرو، میدان، پتانسیل، انرژی الکتریکی)

المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

IRYSC.COM دو صفحه فلزی  $A$  و  $B$  مطابق شکل موازی هم قرار دارند. صفحه  $A$  را به زمین و صفحه  $B$  را به الکتروسکوپ وصل کرده‌ایم. ورقه‌های الکتروسکوپ باز هستند. اگر یک صفحه شیشه‌ای بدون بار را بین این دو صفحه وارد کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ . . .



(ب) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.  
(د) تغییر نمی‌کند.

(الف) کم می‌شود.  
(ج) زیاد می‌شود.

-۲

IRYSC.COM قطب مثبت یک باتری را به یک دیگ زودپز آلومینیومی و قطب منفی آن را به تیغه یک جاقوی آشپزخانه می‌بندیم. کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟

(الف) اندازه بار الکتریکی دیگ زودپز بیشتر از اندازه بار الکتریکی جاقوی است.  
(ب) اندازه بار الکتریکی جاقوی بیشتر از اندازه بار الکتریکی دیگ زودپز است.  
(ج) مجموع بار الکتریکی دیگ زودپز و جاقوی آشپزخانه برابر صفر است.  
(د) هر یک از سه بیان بالا ممکن است تحت شرایط خاصی درست باشند.

-۳

IRYSC.COM سه گلوله باردار پلاستیکی با بارهای  $q$  و  $2q$  و  $3q$  در تنوس مثلث متساوی‌الاضلاعی قرار گرفته و توسط میله‌های سبک و عایقی به طول  $L$  به هم متصل شده‌اند. دستگاهی را که به این ترتیب ساخته‌ایم، روی میز افقی بدون اصطکاکاتی قرار می‌دهیم. نیروی وارد بر دستگاه چقدر است؟

(الف)  $K \frac{22q^2}{L^2}$  (ب)  $K \frac{6q^2}{L^2}$  (ج)  $K \frac{11\sqrt{3}q^2}{L^2}$  (د) صفر

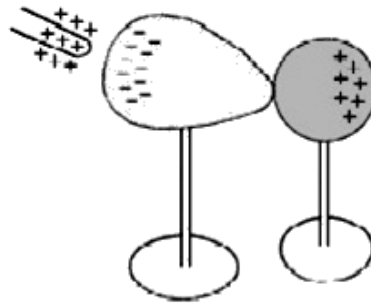
-۴

IRYSC.COM دو گلوله رسانای مشابه دارای بارهای الکتریکی مثبت  $q_1$  و  $q_2$  به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار دارند. آن‌ها را با هم تماس داده و دوباره به فاصله  $r$  از یکدیگر قرار می‌دهیم. نیرویی که دو گلوله در این حالت بر هم وارد می‌کنند.

(الف) کمتر از حالت اولیه است.  
(ج) مانند حالت اولیه است.  
(ب) بیشتر از حالت اولیه است.  
(د) صفر است.

-۵-

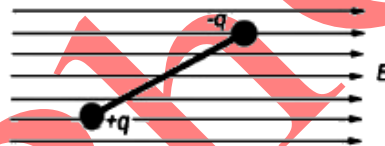
IRYSC.COM یک میله شیشه‌ای باردار را مطابق شکل زیر به دو هادی که روی پایه‌های عایق قرار گرفته و در تماس با هم هستند، نزدیک کرده و پس از جدا کردن آن‌ها از هم میله شیشه‌ای را دور می‌کنیم. اندازه بار القاء شده:



الف) در کره بیشتر است.  
ب) در هادی نوک‌تیز بیشتر است.  
ج) در هر دو یکسان است.  
د) صفر است.

-۶-

IRYSC.COM یک دو قطبی الکتریکی (دستگاهی متشکل از دو بار  $+q$  و  $-q$  در دو سر یک میله عایق) مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواختی رها می‌شود. کدام یک از جملات زیر در مورد حرکت آن بلافاصله پس از رها شدن صحیح است؟



الف) دو قطبی در خلاف جهت عقربه‌های ساعت دوران و به سمت چپ حرکت می‌کند.  
ب) دو قطبی در جهت عقربه‌های ساعت دوران و به سمت راست حرکت می‌کند.  
ج) دو قطبی فقط در جهت عقربه‌های ساعت دوران می‌کند.  
د) دو قطبی فقط در خلاف عقربه‌های ساعت دوران می‌کند.

-۷-

IRYSC.COM بار نقطه‌ای  $q_1$  در ابتدا به فاصله  $d$  از مرکز کره رسانایی با بار  $q_2$  و به شعاع  $r$  واقع است. در حالت دیگر بار نقطه‌ای  $q_2$  را به همان فاصله  $d$  از بار نقطه‌ای  $q_1$  قرار می‌دهیم. نیروی وارد بر بار  $q_1$ :

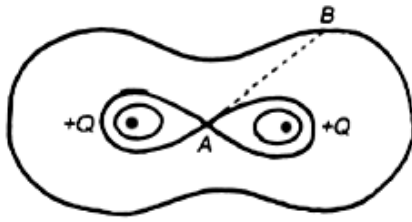
الف) اگر بارها همنام باشند، در حالت اول بیشتر است.  
ب) اگر بارها همنام باشند، در حالت دوم بیشتر است.  
ج) اگر بارها غیرهمنام باشند، در حالت اول بیشتر است.  
د) اگر بارها غیرهمنام باشند، در حالت دوم بیشتر است.  
ه) چه بارها همنام و چه غیرهمنام باشند، نیرو در دو حالت یکی است.

-۸-

IRYSC.COM یک حلقه که بار الکتریکی  $Q$  به طور یکنواخت روی آن قرار دارد در نظر بگیرید. بار الکتریکی نقطه‌ای  $q$  را در مرکز حلقه می‌گذاریم. می‌خواهیم بار الکتریکی  $q$  در راستای محور حلقه دارای تعادل پایدار و در راستای شعاع حلقه دارای تعادل ناپایدار باشد. در این صورت می‌توان علامت بار  $Q$  و  $q$  را به ترتیب زیر انتخاب کرد:

الف)  $Q$  منفی و  $q$  منفی  
ب)  $Q$  منفی و  $q$  مثبت  
ج)  $Q$  مثبت و  $q$  مثبت  
د)  $Q$  مثبت و  $q$  منفی  
ه) با هیچ نوع انتخابی از  $Q$  و  $q$  نمی‌توان شرایط مورد نظر را ایجاد کرد.

در شکل زیر نقطه‌های هم‌پتانسیل دو بار نقطه‌ای مشابه  $+Q$  با خط‌های بسته نشان داده شده‌اند. در انتقال یک الکترون از نقطه  $A$  به نقطه  $B$  در مسیر مشخص شده:



- (الف) انرژی الکتریکی آن کاهش می‌یابد.  
 (ب) انرژی الکتریکی آن تغییر نمی‌کند.  
 (ج) انرژی الکتریکی آن افزایش می‌یابد.  
 (د) نیروی الکتریکی بر آن وارد می‌شود که آن را به سمت  $A$  می‌کشاند.  
 (ه) هیچ نیروی الکتریکی بر آن وارد نمی‌شود.

-۱۰-

اختلاف پتانسیل الکتریکی سطح زمین تا نقطه‌ای در ارتفاع یک متر از سطح زمین چند ولت باشد تا یک ذره بسیار کوچک با بار  $q = 1/5 \times 10^{-19} \text{ C}$  و جرم  $m = 9 \times 10^{-20} \text{ kg}$  بتواند در آن نقطه معلق بماند. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

-۱۱-

دو گلوله کوچک نارسانا دارای بارهای  $+10^{-6}$  کولن و  $-10^{-6}$  کولن در دو انتهای فنری با ثابت  $100 \text{ N/m}$  قرار داده شده‌اند. در این شرایط طول فنر  $10 \text{ cm}$  است. طول عادی فنر چند سانتیمتر است؟ (فنر نارسانا است و  $K$  در قانون کولن  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  است.)

(الف)  $11/2$ (ب)  $8/2$ (ج)  $9/2$ (د)  $11/8$ (ه)  $10/9$ 

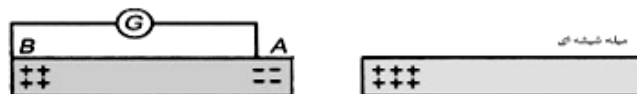
-۱۲-

گلوله کوچکی دارای بار الکتریکی  $q$  بوده و با یک نخ عایق از نقطه‌ای آویخته شده است. می‌خواهیم در این حالت میدان الکتریکی حاصل از بار  $q$  را در نقطه‌ای روی یک صفحه افقی که از بار  $q$  می‌گذرد اندازه بگیریم. برای این کار بار  $q$  را در نقطه مورد نظر قرار می‌دهیم و با اندازه‌گیری نیروی الکتریکی وارد بر آن، میدان الکتریکی را بدست می‌آوریم. کدام گزینه درست است؟

- (الف) اگر بارهای  $q$  و  $q$  مثبت باشند، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر کوچکتر است.  
 (ب) اگر بار  $q$  مثبت و بار  $q$  منفی باشد، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر بزرگتر است.  
 (ج) اگر بارهای  $q$  و  $q$  منفی باشند، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر بزرگتر است.  
 (د) اگر بار  $q$  منفی و بار  $q$  مثبت باشد، میدان به دست آمده از میدان مورد نظر کوچکتر است.

-۱۳-

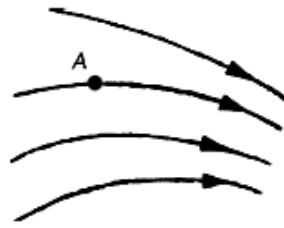
در شکل زیر یک میله شیشه‌ای را با مالش باردار و به یک سر میله رسانای  $AB$  نزدیک می‌کنیم. به طوری که در نقطه  $A$  بار منفی و در نقطه  $B$  بار مثبت القا شود. نقاط  $A$  و  $B$  را با یک سیم نازک که به گالوانومتر متصل است، به هم وصل می‌کنیم. کدام گزینه در مورد جریانی که گالوانومتر نشان می‌دهد درست است؟



- (الف) گالوانومتر جریانی دائمی از  $B$  به  $A$  را نشان می‌دهد.  
 (ب) جریانی از گالوانومتر نمی‌گذرد.  
 (ج) تا زمانی که بارهای القایی  $A$  و  $B$  خنثی نشده‌اند، جریان ادامه دارد.

-۱۴

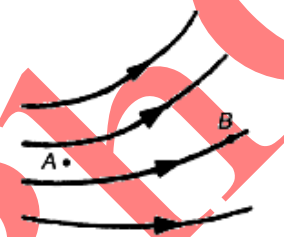
نمودار شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد. بار نقطه‌ای  $q$  را در نقطه  $A$  قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ **IRYSC.COM**



- الف) بار  $q$  در هر شرایطی همواره روی خط میدان حرکت خواهد کرد.  
 ب) اگر بار  $q$  سرعت اولیه‌ای مماس بر خطوط میدان داشته باشد، به طور مداوم روی خط میدان حرکت خواهد کرد.  
 ج) اگر سرعت اولیه بار  $q$  صفر باشد، به طور مداوم روی خط میدان حرکت خواهد کرد.  
 د) در هیچ شرایطی بار  $q$  روی خط میدان ادامه حرکت نخواهد داد.

-۱۵

نمودار شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در فضای معینی نشان می‌دهد. بار الکتریکی  $q$  را یک مرتبه در نقطه  $A$  و مرتبه دیگر در نقطه  $B$  قرار می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟ **IRYSC.COM**



- الف) اندازه نیرویی که در نقطه  $A$  بر بار وارد می‌شود، از اندازه آن در نقطه  $B$  کوچکتر است.  
 ب) اندازه نیرویی که در نقطه  $A$  بر بار وارد می‌شود، از اندازه آن در نقطه  $B$  بزرگتر است.  
 ج) در نقطه  $A$  نیرویی بر بار الکتریکی وارد نمی‌شود، زیرا میدان در نقطه  $A$  صفر است، ولی بر بار در نقطه  $B$  نیرو وارد می‌شود.  
 د) اطلاعات مسأله برای مقایسه نیروی وارد بر بار  $q$  در نقطه  $A$  و  $B$  کافی نیست.

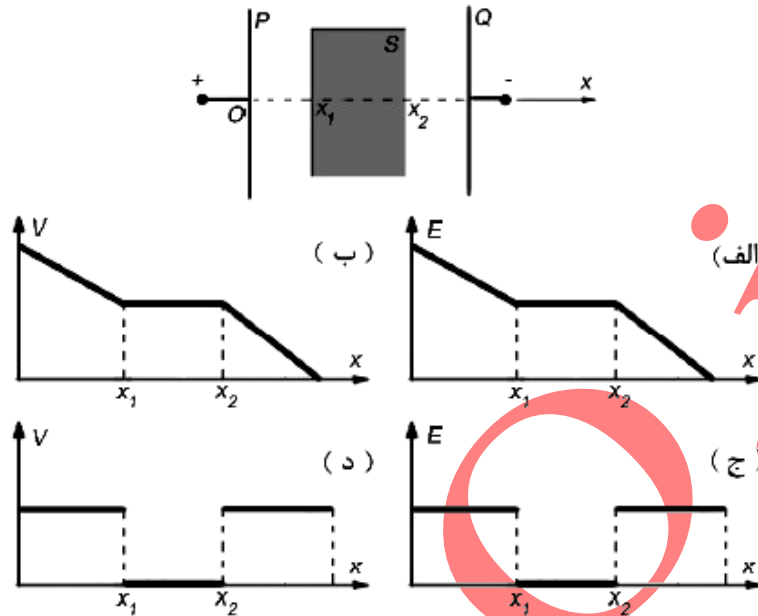
-۱۶

دو بار  $q_1$  و  $q_2$  که اندازه‌های آنها با یکدیگر برابر است با میله نارسالایی بسیار سبکی به هم وصل شده‌اند و مطابق شکل، مجموعه در میدان الکتریکی یکنواختی قرار دارد. کدام گزینه درست است؟ **IRYSC.COM**

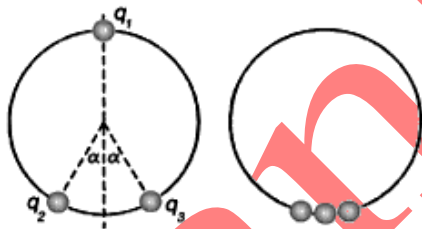


- الف) اگر  $q_1$  مثبت و  $q_2$  منفی باشد، مجموعه دارای تعادل پایدار است.  
 ب) اگر  $q_1$  و  $q_2$  مثبت باشند، مجموع دارای تعادل ناپایدار است.  
 ج) اگر  $q_1$  منفی و  $q_2$  مثبت باشد، مجموعه دارای تعادل ناپایدار است.  
 د) اگر  $q_1$  و  $q_2$  منفی باشند، مجموعه دارای تعادل پایدار است.  
 ه) اگر  $q_1$  و  $q_2$  منفی باشند، مجموعه تعادل ندارد.

IRYSC.COM در شکل زیر  $P$  و  $Q$  صفحاته‌های یک خازن متصل به باتری هستند. قطعه فلزی  $S$  را بدون اتصال با صفحه‌ها، وسط آنها وارد می‌کنیم. اگر  $E$  شدت میدان الکتریکی و  $V$  اختلاف پتانسیل الکتریکی و  $w$  فاصله از صفحه  $P$  باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درست هستند؟



IRYSC.COM از سه مهره تسمیج مشابه، مطابق شکل سست است. حلقه‌ای بگذرانده‌ایم. صفحه حلقه افقی است و مهره‌ها با حلقه و سطحی که روی آن قرار گرفته‌اند اصطکاک ندارند. روی مهره‌ها بارهای  $q_1$ ،  $q_2$  و  $q_3$  می‌گذاریم. مشاهده می‌شود که مهره‌ها به صورتی که در شکل سست چپ نشان داده شده قرار می‌گیرند. کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ مهره‌ها و حلقه از جنس عایق درست شده‌اند.



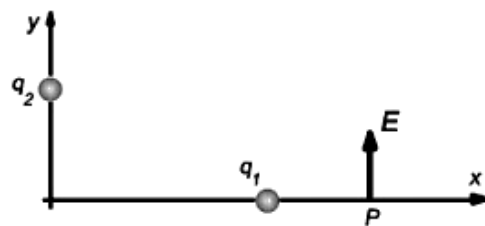
$$\left. \begin{aligned} |q_1| &= |q_2|, q_2 q_3 > 0 \\ |q_1| &> |q_3|, q_1 q_3 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (ب)}$$

$$\left. \begin{aligned} |q_2| &= |q_3|, q_2 q_3 > 0 \\ |q_1| &= |q_2|, q_1 q_3 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (الف)}$$

$$\left. \begin{aligned} |q_2| &> |q_3|, q_1 q_3 > 0 \\ |q_1| &> |q_2|, q_1 q_3 < 0 \end{aligned} \right\} \text{ (د)}$$

$$\left. \begin{aligned} |q_2| &= |q_3|, q_2 q_3 > 0 \\ |q_1| &> |q_2|, q_1 q_3 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (ج)}$$

IRYSC.COM دو بار نقطه‌ای  $q_1$  و  $q_2$  مطابق شکل بر روی محورهای مختصات واقع‌اند. اگر بردار میدان الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه  $P$  در جهت محور  $y$  باشد، کدام گزینه در مورد اندازه و علامت  $q_1$  و  $q_2$  درست است؟



$$\left. \begin{aligned} |q_1| &< |q_2|, q_2 < 0, q_1 < 0 \\ |q_1| &> |q_2|, q_2 < 0, q_1 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (ب)}$$

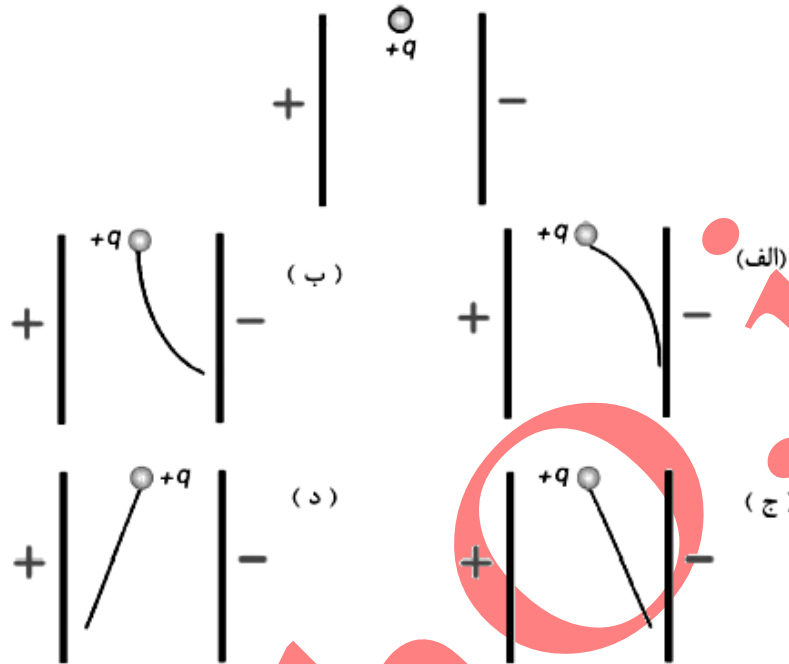
$$\left. \begin{aligned} |q_1| &> |q_2|, q_2 > 0, q_1 < 0 \\ |q_1| &< |q_2|, q_2 > 0, q_1 < 0 \end{aligned} \right\} \text{ (الف)}$$

$$\left. \begin{aligned} |q_1| &< |q_2|, q_2 < 0, q_1 > 0 \\ |q_1| &> |q_2|, q_2 > 0, q_1 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (ج)}$$

$$\left. \begin{aligned} |q_1| &< |q_2|, q_2 < 0, q_1 > 0 \\ |q_1| &> |q_2|, q_2 > 0, q_1 > 0 \end{aligned} \right\} \text{ (د)}$$

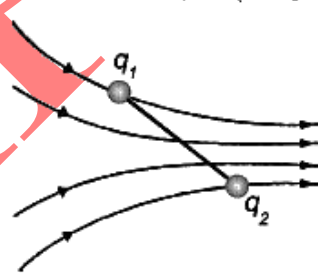
-۲۰-

**IRYSC.COM** دو صفحه رسانای موازی قائم را به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل می‌کنیم. ذره‌ای به وزن  $w$  و بار  $+q$  را مطابق شکل میان دو صفحه رها می‌کنیم. کدام یک از شکل‌های زیر مسیر حرکت ذره را در فضای میان دو صفحه نشان می‌دهد؟



-۲۱-

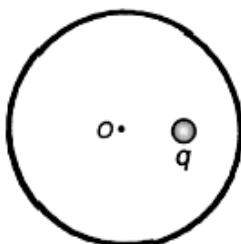
**IRYSC.COM** در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی مطابق شکل وجود دارد. دو بار الکتریکی  $q_1$  (منفی) و  $q_2$  (مثبت) روی دو سر میله نارسانای بسیار سبکی در این میدان قرار دارد. برآیند نیروهای وارد بر میله را  $F$  و گشتاور نیروهای وارد بر آن نسبت به وسط میله را  $\tau$  می‌نامیم. اگر  $|q_2| < |q_1|$  باشد کدام گزینه درست است؟



- (الف)  $F \neq 0$  و  $\tau \neq 0$   
 (ب) ممکن است  $F$  صفر یا مخالف صفر باشد و  $\tau \neq 0$   
 (ج)  $F \neq 0$  و ممکن است  $\tau$  صفر یا مخالف صفر باشد.  
 (د) ممکن است  $F$  و  $\tau$  هر کدام صفر یا مخالف صفر باشد.

-۲۲-

**IRYSC.COM** مطابق شکل زیر بار نقطه‌ای  $q$  درون یک پوسته کروی رسانای بدون بار قرار دارد. از طرف کوره بر بار  $q$ :



- (الف) نیرویی وارد نمی‌شود.  
 (ب) نیرویی در راستای شعاع و به سمت مرکز وارد می‌شود.  
 (ج) نیرویی در راستای شعاع و به سمت خارج وارد می‌شود.  
 (د) نیرویی در راستای عمود بر شعاع وارد می‌شود.

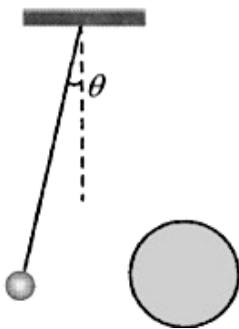
-۲۳

**IRYSC.COM** یک پوسته فلزی که روی پایه نارسانا قرار دارد، بار الکتریکی  $Q$  دارد. نیرویی که بر قسمت کوچکی از این پوسته وارد می‌شود را  $F$  می‌نامیم. نیروی  $F$ :

الف) به طرف بیرون پوسته و متناسب با  $Q$  است.  
 ب) به طرف داخل پوسته و متناسب با  $Q^2$  است.  
 ج) به طرف بیرون پوسته و متناسب با  $Q^2$  است.  
 د) به طرف داخل پوسته و متناسب با  $Q$  است.  
 ه) به طرف بیرون است اگر  $Q > 0$ ، به طرف داخل است اگر  $Q < 0$  و در هر صورت متناسب با  $Q$  است.

-۲۴

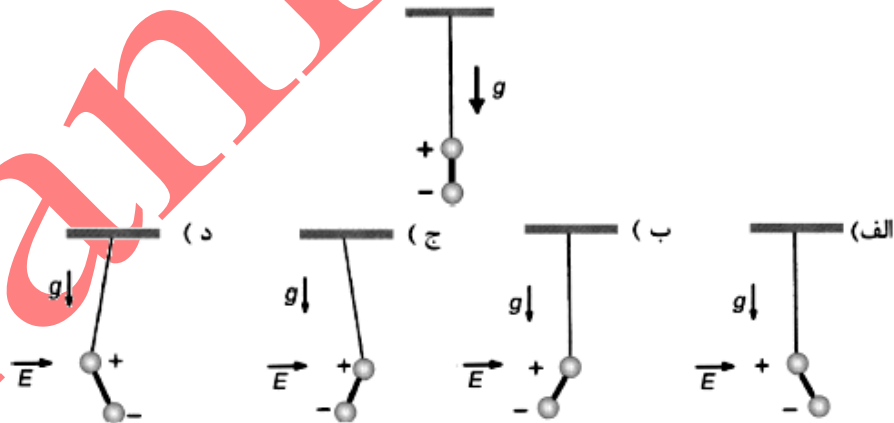
**IRYSC.COM** بار نقطه‌ای  $q$  را، مطابق شکل، از نقطه‌ای می‌آویزیم. یک دفعه کره‌ای رسانا با بار  $q'$  و دفعه دیگری کره‌ای نارسانا با همان بار  $q'$  به آن نزدیک می‌کنیم. توزیع بار کره نارسانا یکنواخت است. کره‌ها هم‌اندازه‌اند و  $q$  و  $q'$  هر دو مثبت‌اند. در هر دو حالت بار  $q$  دفع می‌شود. زاویه انحراف  $\theta$  در کدام حالت بیشتر است؟



الف) با کره رسانا  
 ب) با کره نارسانا  
 ج) در هر دو حالت یکی است.

-۲۵

**IRYSC.COM** دو گلوله باردار به دو سر یک میله نارسانا متصل شده‌اند. اندازه بار دو کره مساوی و علامت آن‌ها مخالف است. مطابق شکل، گلوله مثبت را به یک ریسمان سبک بسته و آونگ مرکبی درست کرده‌ایم. این آونگ را در میدان الکتریکی یکنواخت و افقی  $E$  می‌گذاریم. در حالت تعادل، آونگ مطابق کدام شکل قرار می‌گیرد؟

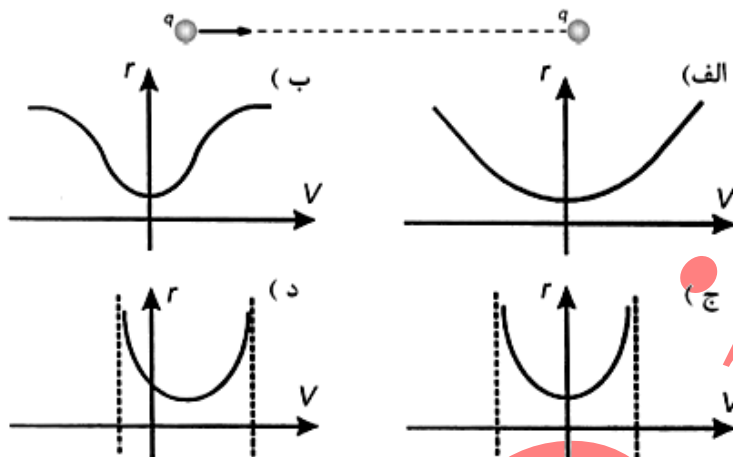


-۲۶

**IRYSC.COM** میان کلاهک یک وان دوگراف و کره رسانایی در نزدیکی آن در هر ثانیه دو جرقه زده می‌شود. کره رسانا به زمین متصل است. اگر سر راه کره به زمین یک میکروآمپر متر بگذاریم، جریان متوسط  $3 \mu A$  خوانده می‌شود. فرض کنید در هر جرقه وان دوگراف کاملاً تخلیه می‌شود. ظرفیت معادل بین کره و وان دوگراف  $3 \text{ pF}$  است. ولتاژ کلاهک قبل از هر جرقه چند کیلووات است؟

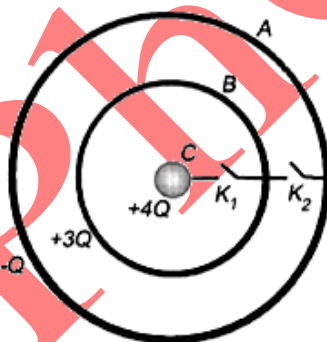
-27

IRYSC.COM ذره‌ای به بار  $q$  در یک نقطه قرار دارد. از فاصله بسیار دور، ذره مشابه دیگری با همان بار مطابق شکل به سمت آن پرتاب می‌شود. منحنی تغییرات فاصله دو ذره بر حسب سرعت نسبی آن‌ها کدام است؟



-28

IRYSC.COM پوسته‌های کروی فلزی  $A$  و  $B$  و کره فلزی  $C$  را مطابق شکل در نظر بگیرید. بار الکتریکی کره‌ها به ترتیب  $Q_A = -Q$ ،  $Q_B = 3Q$  و  $Q_C = 4Q$  است. با بستن کلیدهای  $K_1$  و  $K_2$  کره‌ها به هم متصل می‌شوند. پس از تعادل، کدام گزینه درست است؟



(ب)  $Q_C = +Q$ ,  $Q_B = +2Q$ ,  $Q_A = +4Q$   
 (د)  $Q_C = +Q$ ,  $Q_B = +2Q$ ,  $Q_A = +4Q$

(الف)  $Q_C = +2Q$ ,  $Q_B = +Q$ ,  $Q_A = +4Q$   
 (ج)  $Q_C = Q_B = Q_A = +2Q$

-29

IRYSC.COM یک دو قطبی الکتریکی عبارت است از یک بار مثبت ( $q$ ) و یک بار منفی ( $-q$ ) که به فاصله کوچکی از هم قرار دارند. این دو قطبی را، مطابق شکل، روی محور  $x$  می‌گذاریم. در فضا میدان الکتریکی وجود دارد که روی محور  $x$  به شکل  $\vec{E} = E \hat{x}$  است.  $E$  یک تابع صعودی از  $x$  است. حرکت دو قطبی چگونه است؟



- (الف) حتماً در جهت مثبت محور  $x$  حرکت می‌کند.
  - (ب) حتماً در جهت منفی محور  $x$  حرکت می‌کند.
  - (ج) اگر  $B$  در محل دو قطبی مثبت باشد در جهت مثبت محور  $x$ ، و اگر  $B$  در آن جا منفی باشد در جهت منفی محور  $x$  حرکت می‌کند.
  - (د) اگر  $B$  در محل دو قطبی مثبت باشد در جهت منفی محور  $x$ ، و اگر  $B$  در آن جا منفی باشد در جهت مثبت محور  $x$  حرکت می‌کند.
- ها از محور  $x$  خارج می‌شود.



-۳۰-

برای اندازه‌گیری بار الکتریکی الکترون از آزمایش میلیکان استفاده می‌شود. در آزمایش میلیکان، روی یک قطره‌ی روغن معداری بار الکتریکی وجود دارد. این قطره‌ی روغن در یک میدان الکتریکی معلق می‌ماند. با اندازه‌گیری جرم قطره‌ی روغن و دانستن میدان الکتریکی می‌توان بار روی قطره‌ی روغن را به دست آورد. بار سه قطره‌ی روغن به ترتیب  $3.90 \times 10^{-19} \text{ C}$ ،  $6.45 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $9.10 \times 10^{-19} \text{ C}$  اندازه‌گیری شده است. بر

اساس این اندازه‌گیری‌ها کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار یک الکترون باشد؟  $(-\frac{2}{3}, 2)$

الف)  $1.3 \times 10^{-19} \text{ C}$  (ب)  $2.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  (ج)  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  (د)  $3.9 \times 10^{-19} \text{ C}$

-۳۱-

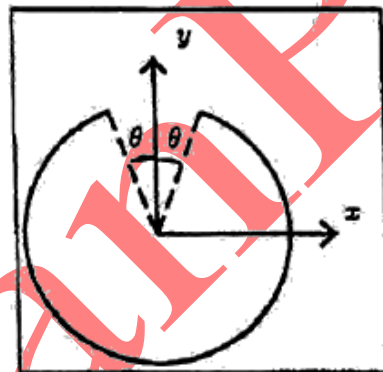
دو گلوله‌ی یکسان با بار الکتریکی همنام، با دو نخ هم طول از یک نقطه آویزان اند و در این حالت فاصله‌ی آنها  $l$  است. اگر بار هر دو گلوله ۲ برابر شود، فاصله‌ی آنها  $l'$  می‌شود.

کدام گزینه درست است؟  $(+3, -\frac{3}{2})$

الف)  $l' < 2l$  (ب)  $l' = 2l$  (ج)  $l' > 2l$

-۳۲-

روی میله‌ی نازکی به شکل بخشی از دایره، بار الکتریکی مثبت، به طور یک‌نواخت توزیع شده است. مرکز این دایره مبدأ مختصات، و دایره در صفحه‌ی  $xy$  است. میدان الکتریکی در نقطه‌ی



$(x = 0, y = 0, z > 0)$  می‌شود  $\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} + E_z \vec{k}$ .

کدام گزینه درست است؟

الف)  $E_x < 0$  و  $E_y < 0$  (ب)  $E_x > 0$  و  $E_y < 0$   
ج)  $E_x < 0$  و  $E_y > 0$  (د)  $E_x > 0$  و  $E_y > 0$

$(+3, -1)$

-۳۳-

یک قرص یک‌نواخت باردار شده را در نظر بگیرید که در صفحه‌ی  $xy$  است. مرکز قرص مبدأ مختصات، و بار قرص مثبت است. نقطه‌ای با مختصات  $(x, y, z)$  را در نظر بگیرید، که  $z > 0$ ،  $x > 0$  و  $y = 0$  است. کدام گزینه در باره‌ی  $E_x$  (مؤلفه‌ی  $x$  میدان الکتریکی حاصل از این قرص در این نقطه) درست است؟

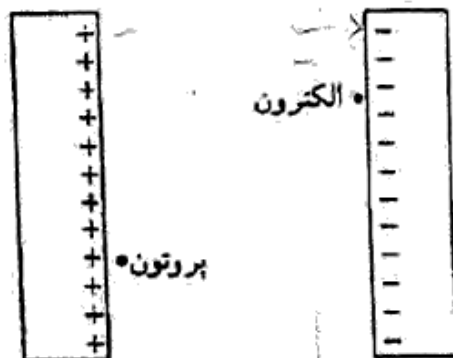
$(+3, -1)$

الف) حتماً  $E_x$  منفی است. (ج) حتماً  $E_x$  مثبت است.

ب) حتماً  $E_x$  صفر است. (د)  $x$  هایی هست که  $E_x$  مثبت است، و  $x$  هایی هم هست که  $E_x$  منفی است.

توسط بارهای نشان داده شده در شکل یک میدان الکتریکی یک نواخت درست کرده ایم. یک الکترون و یک پروتون در این میدان الکتریکی از حالت سکون شروع به حرکت می کنند.

(۱-، ۳+)



کدام گزینه درباره انرژی های جنبشی این دو ذره وقتی که به صفحه ی روبه رو می رسند درست است؟

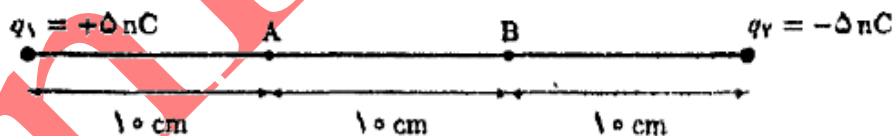
الف) انرژی جنبشی پروتون بیش تر خواهد بود.

ب) انرژی جنبشی الکترون بیش تر خواهد بود.

ج) انرژی جنبشی هر دو مساوی است.

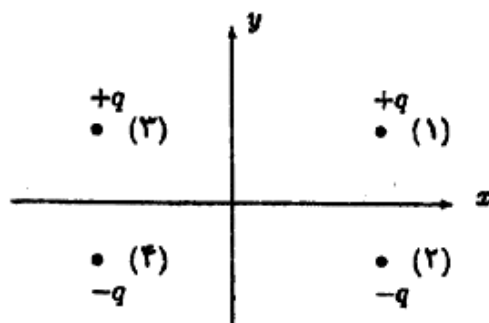
د) انرژی جنبشی این دو از نظر مقدار مساوی و از نظر علامت مخالف است.

پتانسیل الکتریکی در یک نقطه به فاصله ی  $r$  از بار نقطه ای  $q$  برابر است با  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$ . در شکل زیر دو بار الکتریکی  $q_1 = +5 \text{ nC}$  و  $q_2 = -5 \text{ nC}$  در فاصله ی  $30 \text{ cm}$  از هم ثابت شده اند. یک ذره با جرم  $10 \text{ mg}$  و بار الکتریکی  $+1 \text{ nC}$  از حالت سکون روی خط راست از نقطه ی  $A$  به سمت نقطه ی  $B$  شروع به حرکت می کند. سرعت این ذره در نقطه ی  $B$  چند سانتی متر بر ثانیه است؟



چهار بار الکتریکی نقطه ای مطابق شکل در نظر بگیرید. مجموع نیروهای وارد بر دو بار ۱ و ۲ را با  $\vec{F} = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}$  نشان می دهیم. کدام گزینه درست است؟

(۱-، ۳+)



الف)  $F_y = 0$  و  $F_x > 0$

ب)  $F_y = 0$  و  $F_x < 0$

ج)  $F_y \neq 0$  و  $F_x > 0$

د)  $F_y \neq 0$  و  $F_x < 0$

-۳۷

اگر اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در هوا از  $3 \text{ MV/m}$  بیش‌تر شود، هوا فروشکسته می‌شود، یعنی موقتاً رسانا می‌شود. اگر بار  $q$  به صورت یکنواخت روی پوسته‌ای کروی پخش شود، برای محاسبه‌ی اندازه‌ی بردار میدان الکتریکی در نقاط بیرون از پوسته می‌توان کل بار پخش شده روی پوسته را به صورت یک بار نقطه‌ای در مرکز پوسته در نظر گرفت.

کلاهک فلزی یک مولد وان دوگراف، با تقریب خوبی کره‌ای با شعاع  $10 \text{ cm}$  است. بیش‌ترین باری که می‌توان روی کلاهک قرار داد تا هنوز هوای پیرامونش فروشکسته نشود به کدام مقدار نزدیک‌تر است؟

(+۳, -۱)

الف)  $3 \text{ pC}$  (ب)  $3 \text{ nC}$  (ج)  $3 \text{ } \mu\text{C}$  (د)  $3 \text{ mC}$

-۳۸

انرژی پتانسیل الکتریکی یک کره‌ی رسانا به شعاع  $R$  و بار  $Q$ ، دور از بارهای دیگر، برابر با  $\frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$  است. اگر  $1000$  قطره‌ی جیوه کروی مشابه و با بار یکسان به هم بچسبند و یک قطره‌ی کروی بزرگ تشکیل دهند، نسبت انرژی الکتریکی قطره‌ی بزرگ به مجموع انرژی الکتریکی قطره‌های اولیه چقدر خواهد بود؟ در محاسبه‌ی مجموع انرژی قطره‌های کوچک، فرض کنید این قطره‌ها از هم دور اند.

(+۳, -۱)

الف) ۱ (ب) ۱۰ (ج) ۱۰۰ (د) ۱۰۰۰

-۳۹

یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. شعاع حباب در حالت تعادل متناسب با  $Q^{\alpha}$  است، که  $Q$  بار حباب و  $\alpha$  یک ثابت است.  $\alpha$  چه قدر است؟

(+۳, -۱)

الف) ۲ (ب)  $\frac{4}{3}$  (ج) ۱ (د)  $\frac{2}{3}$

-۴۰

یک حباب صابون باردار را در نظر بگیرید. این حباب یک انرژی سطحی دارد متناسب با مساحت حباب، و یک انرژی الکتروستاتیک متناسب با مجذور بار و عکس شعاع حباب. وضعیت تعادل وضعیتی است که انرژی پتانسیل کل (مجموع این دو انرژی) کمینه است. این حباب به دو حباب یک‌سان تفکیک می‌شود. انرژی پتانسیل کل حباب اولیه (در حالت تعادل) را با  $U$  و مجموع انرژی پتانسیل کل دو حباب حاصل (در حالت تعادل) را با  $U'$  نشان می‌دهیم. رابطه‌ی  $U'$  با  $U$  کدام است؟

(+۳, -۱)

الف)  $U' = \frac{1}{4} U$  (ب)  $U' = 2^{-1/2} U$  (ج)  $U' = U$  (د)  $U' = 2^{1/2} U$

-۴۱

در یک پیوندگاه pn دو ناحیه درست می‌شود که در یکی چگالی بار منفی و در دیگری چگالی بار مثبت است. مجموع بار کل این دو ناحیه صفر است. فرض کنید کلفتی هر یک از این دو ناحیه  $\Delta$ ، و قدر مطلق چگالی بار در هر یک از این دو ناحیه هم ثابت و برابر  $\rho$  است. به خاطر این بارها، دو سر این دو ناحیه اختلاف پتانسیل  $V$  درست می‌شود. با فرض این که  $V$  ثابت است،  $\Delta$  با  $\rho$  متناسب است، که  $\alpha$  ثابت است.  $\alpha$  چه قدر است؟

(۱، -۵، +)

الف) ۲-      بی) ۱-      ج)  $-\frac{1}{4}$       د)  $\frac{1}{4}$       ه) ۱      و) ۲

پاسخنامه

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱		۱۱		۲۱		۳۱		۴۱	
۲		۱۲		۲۲		۳۲			
۳		۱۳		۲۳		۳۳			
۴		۱۴		۲۴		۳۴			
۵		۱۵		۲۵		۳۵			
۶		۱۶		۲۶		۳۶			
۷		۱۷		۲۷		۳۷			
۸		۱۸		۲۸		۳۸			
۹		۱۹		۲۹		۳۹			
۱۰		۲۰		۳۰		۴۰			