۱ [۴] با توجه به جذب شدن بارهای q_1 و q_2 می‌فهمیم که این دو بار ناهم‌نام هستند، در نتیجه بارهای $-۶q_1$ و $+۸q_2$ لزوماً هم‌نام هستند و یک‌دیگر را دفع می‌کنند (چرا؟). از طرفی با توجه به رابطهٔ زیر داریم:

$$\frac{F'}{F}=\frac{q_2'q_1'}{q_2q_1}\times\left(\frac{r}{r'}\right)^2\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{۸q_2\times(۶q_1)}{q_2q_1}\times\left(\frac{۱۰}{۲۰}\right)^2=۱۲\Rightarrow F'=۱۲F$$

۲ [۴] می‌دانیم نیروی کولنی با مجذور فاصلهٔ بین دو بار رابطهٔ عکس دارد، با جایگذاری در رابطهٔ کولن با توجه به دو برابر شدن نیروی کولنی می‌توان نوشت:

$$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\xrightarrow{F\propto\frac{۱}{r^2}}\frac{F'}{F}=\left(\frac{r}{r'}\right)^2\xrightarrow{F'=۲F}\frac{۲F}{F}=\left(\frac{r}{r'}\right)^2\Rightarrow\frac{r}{r'}=\sqrt{۲}\Rightarrow r'=\frac{۱}{\sqrt{۲}}r\Rightarrow r'=\frac{\sqrt{۲}}{۲}r$$

۳ [۱] **روش اول:** با توجه به ثابت ماندن نیرو در دو حالت می‌توان نوشت:

$$F=F'\Rightarrow\frac{kq_1q_2}{r^2}=\frac{k(۲q_1)\times q_2}{(r')^2}\Rightarrow r'=\sqrt{۲}\,r$$

روش دوم: با دو برابر شدن اندازهٔ یکی از بارها، نیروی بین دو بار الکتریکی هم ۲ برابر می‌شود و برای ثابت ماندن نیرو، باید r را طوری انتخاب کنیم که کسر را نصف کند و این موضوع یعنی r باید $\sqrt{۲}$ برابر شود:

$$\text{ثابت } F=\frac{k\,(q_1)\,q_2}{r^2}\quad\begin{matrix}\uparrow ۲\text{ برابر}\\ \downarrow (\sqrt{۲})^2\text{ برابر}\end{matrix}$$

۴ [۳] برای پاسخ دادن به این سؤال، نیروی الکتریکی که از طرف هسته بر الکترون در هر یک از اتم‌های هیدروژن و یون $Li^{۲+}$ وارد می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\text{در اتم هیدروژن}: F_H=\dfrac{k\,q_{\text{هستهٔ H}}\,q_{\text{الکترون}}}{r_H^2}\\ \text{در یون } Li^{۲+}: F_{Li}=\dfrac{k\,q_{\text{هستهٔ Li}}\,q_{\text{الکترون}}}{r_{Li}^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F_H}{F_{Li}}=\frac{q_{\text{هستهٔ H}}}{q_{\text{هستهٔ Li}}}\times\left(\frac{r_{Li}}{r_H}\right)^2=\frac{۱}{۳}\times\left(\frac{۱}{۳}\right)^2=\frac{۱}{۲۷}$$

دقت شود چون عدد اتمی لیتیم برابر ۳ و عدد اتمی هیدروژن برابر ۱ است، بنابراین بار هستهٔ لیتیم، ۳ برابر بار هستهٔ هیدروژن است.

۵ [۲] با بررسی دو حالت داریم:

حالت اولیه: q_1 و q_2 با نیروی F و فاصلهٔ r — $F=۰/۰۲N$

حالت ثانویه: $q_1'=q_1$ و $q_2'=q_2-۰/۲\mu C$ با نیروی F' و فاصلهٔ r — $F'=۰/۰۳N$

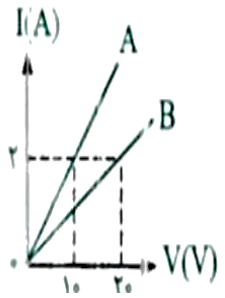
$$\begin{cases}(۱)\ F=\dfrac{k|q_1q_2|}{r^2}\xrightarrow{\text{بارها مشابه‌اند}}۰/۰۲=\dfrac{kq^2}{r^2}\\ (۲)\ F'=\dfrac{k|q_1'q_2'|}{r^2}\Rightarrow ۰/۰۳=\dfrac{kq(q+۲)}{r^2}\end{cases}\Rightarrow\frac{F}{F'}=\frac{۰/۰۲}{۰/۰۳}=\frac{k\frac{q^2}{r^2}}{k\frac{q(q+۲)}{r^2}}\Rightarrow\frac{۲}{۳}=\frac{q}{q+۲}\Rightarrow ۲q+۴=۳q\Rightarrow q=۴\mu C$$

۶ ۲ با استفاده از قانون اهم برای محاسبهٔ مقاومت رشتهٔ لامپ داریم:

$$R=\frac{V}{I}=\frac{۱/۵}{۰/۳}=۵\Omega$$

از سوی دیگر، مقاومت رشته سیم ثابت بوده و با عوض شدن ولتاژ باتری، تغییر نمی‌کند.

۷ ۱ با توجه به نمودار مقابل، می‌توان نوشت:

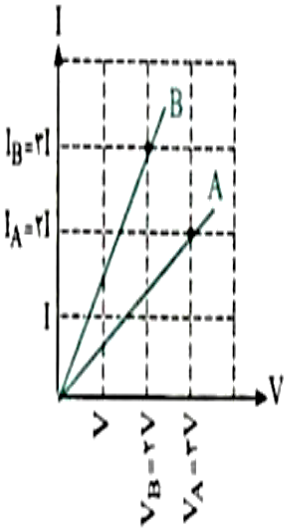


$$\begin{cases} I_A=۲A \\ V_A=۱۰V \end{cases} \Rightarrow R_A=\frac{V_A}{I_A}=\frac{۱۰}{۲}=۵\Omega$$

$$\begin{cases} I_B=۲A \\ V_B=۲۰V \end{cases} \Rightarrow R_B=\frac{V_B}{I_B}=\frac{۲۰}{۲}=۱۰\Omega$$

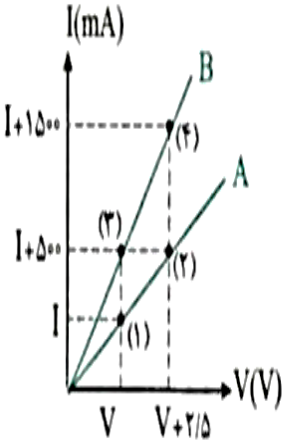
$$\Rightarrow \frac{R_B}{R_A}=\frac{۱۰}{۵}=۲$$

۸ ۱ مشابه با سؤال قبل، با توجه به نمودار داده‌شده و با کمک نقاط نشان داده شده بر روی آن، برای دو مقاومت A و B می‌توان نوشت:



$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\frac{V_B}{V_A}\times\frac{I_A}{I_B}=\left(\frac{۲V}{۳V}\right)\times\left(\frac{۲I}{۳I}\right)=\frac{۴}{۹}$$

۹ ۳ برای حل این سؤال، کافی است از رابطهٔ $\Delta V=R\Delta I$ برای دو مقاومت استفاده کنیم. با توجه به این موضوع داریم:



مقاومت A: $\Delta V_A=R_A\times\Delta I_A\rightarrow ۲/۵=R_A\times(۵۰۰\times۱۰^{-۳})\rightarrow R_A=۵\Omega$ ⇐ باتوجه به نقاط (۱) و (۲)

مقاومت B: $\Delta V_B=R_B\times\Delta I_B\rightarrow ۲/۵=R_B\times(۱۰۰۰\times۱۰^{-۳})\rightarrow R_B=۲/۵\Omega$ ⇐ باتوجه به نقاط (۳) و (۴)

خواستهٔ سؤال $\rightarrow R_A-R_B=۲/۵\Omega$

۱۰ ۲ **گام اول:** ابتدا با توجه به رابطهٔ $R=\frac{V}{I}$، شدت جریان عبوری از مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$R=۱۰\Omega\ ,\ V=۸V\Rightarrow R=\frac{V}{I}\Rightarrow ۱۰=\frac{۸}{I}\Rightarrow I=\frac{۸}{۱۰}A$$

گام دوم: اکنون با توجه به روابط $q=It$ و $q=ne$، به سادگی می‌توان بار الکتریکی شارش‌یافته در سیم را در مدت زمان یک ثانیه محاسبه کرد:

$$I=\frac{۸}{۱۰}A\ ,\ t=۱s\Rightarrow It=ne\Rightarrow n=\frac{It}{e}=\frac{۰/۸\times۱}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}=۵\times۱۰^{۱۸}$$