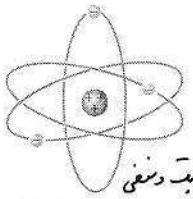
در کتاب‌های علوم دورهٔ راهنمایی و نیز کتاب فیزیک ۱ و آزمایشگاه، با بارالکتریکی و روش ایجاد بار در اجسام آشنا شدیم و آموختیم که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد که مثبت و منفی نام‌گذاری شده‌اند. براین اساس، بار الکترون منفی و بار پروتون مثبت است (شکل ۱ــ۱). علاوه بر این، در آزمایش‌های مختلف دیده‌ایم که بار الکتریکی به‌وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود و فقط از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود. به این اصل، **پایستگی بارالکتریکی** گفته می‌شود. همچنین آموختیم اجسام باردار بر هم نیرو وارد می‌کنند. این نیروها ممکن است رباینی (جاذبه) یا رانشی (دافعه) باشند. بیشتر نیروهایی که با آنها آشنا هستیم منشأ الکتریکی دارند. به کمک این نیروها می‌توان ساختار اجسام، پیوند بین ذره‌ها و بسیاری از پدیده‌هایی را که در طبیعت رخ می‌دهند، توصیف کرد. دامنهٔ کاربرد الکتریسیته در فناوری و صنعت به قدری گسترده است که نیازی به بیان ندارد.

در این فصل، ضمن یادآوری مطالبی که قبلاً آموخته‌ایم، به شرح و توصیف دقیق‌تر کمیت‌های الکتریکی و رابطهٔ بین آنها می‌پردازیم.



شکل ۱ــ۱ مدل ساده‌ای از اتم؛ بار الکترون‌ها منفی و بار پروتون‌ها مثبت است.

۱ــ۱ــ قانون کولن

همان‌طور که در فیزیک ۱ و آزمایشگاه خواندیم، دو جسم باردار بر یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. نیرویی که دو جسم باردار بر هم وارد می‌کنند، **نیروی الکتریکی** نام دارد. نیروهای الکتریکی ممکن است رباینی یا رانشی باشند. دیدیم که اگر بارهای الکتریکی دو جسم همنام باشند، یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی باشند، این نیرو، رانشی است. در حالی که اگر بارالکتریکی یک جسم مثبت و بارالکتریکی دیگری منفی باشد، این نیرو، رباینی خواهد بود.

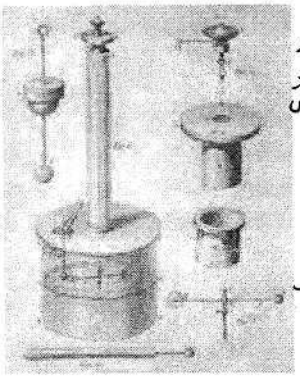
نیروی الکتریکی بین دو جسم، به چه عامل‌هایی بستگی دارد و اندازهٔ این نیروها را از چه رابطه‌ای می‌توان محاسبه کرد؟

شارل کولن، دانشمند فرانسوی، برای اولین بار با انجام دادن آزمایش‌های ساده و هوشمندانه‌ای (شکل ۱ــ۲) توانست عامل‌هایی را که نیروهای الکتریکی به آنها بستگی دارند، شناسایی کند و نتیجهٔ آزمایش‌های خود را، که امروزه به نام قانون کولن شناخته شده است، به‌صورت زیر بیان کرد:

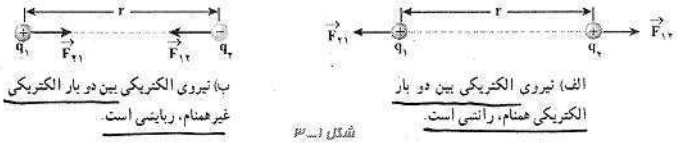
بزرگی نیروی الکتریکی رباینی یا رانشی بین دو ذرّه با بارهای q_1 و q_2 که در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، با حاصل‌ضرب اندازهٔ بار دو ذرّه نسبت مستقیم و با مجذور فاصلهٔ دو ذرّه از هم، نسبت وارون دارد. بنابراین:

$$F = k\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \qquad (۱ــ۱)$$

k دارای $\frac{N \cdot m^2}{C^2}$



شکل ۱ــ۲ ترازوی پیچشی کولن. در دو سر یک میلهٔ سبک افقی یک کرهٔ کوچک و یک قرص قرار دارد. یک کرهٔ مشابه از حفره‌ای به داخل برده می‌شود. نیروی مؤثر بین بارها از اندازه‌گیری زاویهٔ چرخش ترازوی پیچشی تا رسیدن به تعادل به‌دست می‌آید. (تصویر از کتاب مرجع سال ۱۷۸۵م.)



الف) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی همنام، رانشی است.

ب) نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی غیرهمنام، رباینی است.

شکل ۱ــ۳

روش های باردار کردن اجسام :

۱-وقتی ۲ جسم بدون بار داریم ⟵ ..... ۲ جسم است.

۲- وقتی یک جسم باردار و یک جسم بدون بار داریم ⟵ ۱) .....
۲) .....

نکته : اگر ۲ کره ی فلزی و هم اندازه با بارهای q_1 وq_2 داشته باشیم پس از تماس بار کره ها برابر یکدیگر می شود :

$$q' = \frac{q_1+q_2}{2}$$

نکته : اگر کره ها هم اندازه نباشند بار به نسبت شعاع کره تقسیم می شود و مقدار بار کره طبق روابط زیر محاسبه می شود با علامت قرار می دهیم

$$q'_1+q'_2 = q_1+q_2 \quad \frac{q'_1}{q'_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

مثال ۱ : ۲ کره ی رسانا ی باردار $q_1=-2\mu c$ و $q_2=+10\mu c$ هستند اگر ۲ کره را باهم تماس داده و جدا کنیم در هر یک از حالات زیر بار نهایی چقدر می شود؟ ۱) کره ها هم اندازه ۲)شعاع کره ۱ و ۳ برابر ۲ باشد.

تشریحی به روش القاء :

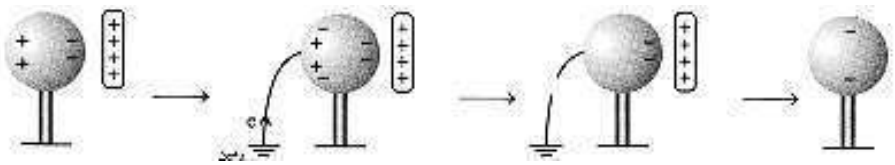
در رسانا ⟵ .....
.....

در نارسانا ⟵ .....
.....

در این روش بدون اینکه بین جسم باردار و جسم خنثی تماس دهیم جسم خنثی باردار می شود.

القا بین ۲ کره با رسم شکل : (میله دارای بار مثبت فرض شود) :

توجه: بار ایجاد شده در این روش در ۲ کره هم اندازه هستند و به اندازه و شکل اجسام رسانا بستگی ندارد.



بار ایجاد شده در کره مخالف بار کره می باشد و زمین مانند جسم بزرگی است که در صورت لزوم می تواند الکترون بگیرد یا از دست بدهد.

مثال ۲ : ۲ بار الکتریکی نقطه ای در فاصله ی معین بر هم نیرو وارد می کنند اگر اندازه ی یکی از بارها ۲ برابر شود فاصله ی بین ۲ بار را چند برابر کنیم تا نیروی کولنی بین آنها تغییر نکند؟

۱) $\sqrt{۲}$ برابر ۲) $\frac{۱}{۲}$ برابر ۳) ۲ برابر ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ برابر

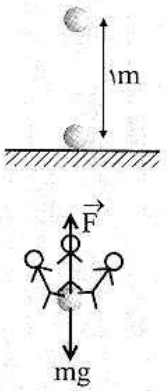
مثال۳ : دو بار هم اندازه ی q روی دو کره ی فلزی مشابه در فاصله ی معینی از یکدیگر قرار دارند اگر نیمی از بار یکی را برداشته و به دیگری اضافه کنیم نیروی الکتریکی بین ۲ بار در همان فاصله در هر یک از حالات زیر چند برابر میشود؟

۱)بارها همنام باشند. ۲)بارها ناهمنام باشند.

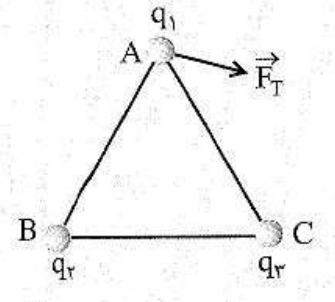
مثال۴ : ۲ کره ی فلزی یکسان که روی ۲ پایه ی عایق قرار دارند دارای بار الکتریکی $q_1=+12\mu c$ و $q_2=-۲$ میباشند اگر این ۲ کره را باهم تماس داده و سپس از هم جدا کنیم و در همان فاصله ی قبل قرار دهیم نیروی بین آنها چند برابر می شود؟

۱) ۲۵ ۲) $\frac{۲۵}{۲۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲۵}$ ۴) $\frac{۲۴}{۲۵}$

مثال ۵ : دو کره ی رسانای بزرگ در فاصله ی یک متری از هم قرار دارند و به هر کدام از آنها بار c ۱+ داده ایم برای اینکه کره ی بالایی در همان فاصله ی یک متری بماند چند انسان ۱۰۰ کیلوگرمی باید روی کره ی بالایی بایستند؟(از وزن کره ها صرف نظر کنید $g=10\frac{N}{Kg}$, $k=9\times ۱۰^{۹}\frac{N.m2}{c2}$)



مثال ۶ : سه ذره باردار در سه راس مثلث متساوی الاضلاعی قرار گرفته اند. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 مطابق شکل باشد کدام گزینه در مورد علامت بارها و اندازه ی بارها درست است؟



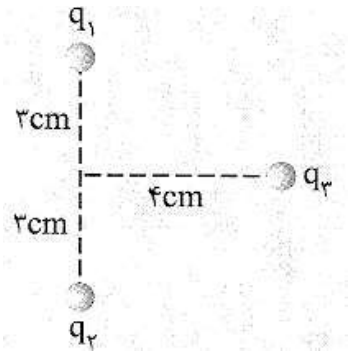
۱) $|q_1|>|q_3|$ و q_1 , q_3 ناهمنام

۲) $|q_2|>|q_3|$ و q_2و q_3 ناهمنام

۳) $|q_2|<|q_1|$ و q_1 و q_2 همنام

۴) $|q_2|<|q_3|$ و q_3 , q_2 همنام

مثال ۷: مطابق شکل ۳ ذره ی باردار$q_1=q_2=+2\mu c$ و $q_3=10\mu c$ در محل های نشان داده شده ثابت شده اند برآیند نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3چند نیوتن است؟



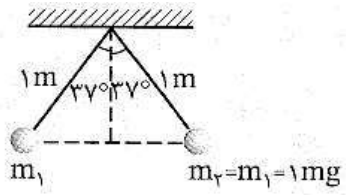
۱) ۷۲

۲) ۸۶/۴

۳) ۱۴۴

۴) ۱۷۲/۸

مثال ۸ : مطابق شکل ۲ گلوله رسانا و باردار از نخ های نارسانا آویزان شده اند و در حالت تعادل قرار دارند با توجه به شکل اگر اندازه ی بار دو گلوله یکسان باشد مقدار بار چند میکرو کولن است ؟($\sin ۳۷ = ۰/۶$)

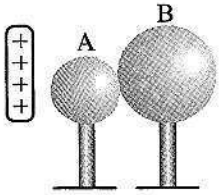


مثال۹ : جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف)جسم رسانا را می توان .....باردار کرد.(با روش القا یا تماس – فقط روش تماس – فقط روش القا)

ب)جسم نارسانا را با روش.....باردار کرد.(القا- مالش یا تماس)

ج)باری که با روش تماس درجسم ایجاد می شود .....بار اولیه است.(همنام – ناهمنام)



ت) در شکل مقابل بار القا شده در کره ی رسانای B .....(بیشتر – کمتر – برابر)
بار القا شده در کره ی رسانای B است.

ث)در الکتروسکوپ باردار و کلاهک تیغه های آن .....هستند.(همنام – ناهمنام).

ج)اگر فاصله ۲ بار الکتریکی ۲ برابر شود نیروی الکتریکی .....برابر می شود.($\frac{۱}{۲}$ - $\frac{۱}{۴}$ -۲)

چ) اگر اندازه ی هر یک از بارها ۲ برابر شود نیروی الکتریکی .....برابر می شود .(۲-۴)

ز) نیرویی که بار بزرگتر به بار کوچکتر وارد می کند.....(برابر با – بیشتر از – کمتر از) نیرویی است که بار کوچکتر به بار بزرگتر وارد می کند.

خ) یکای ضریب گذردهی الکتریکی خلاء در SI .....($\frac{N.m2}{c2}\frac{C2}{N.m2}$ –) است.

د) اگر بارهای الکتریکی ۲ جسم ناهمنام باشند نیروی الکتریکی بین ۲ جسم .....است.

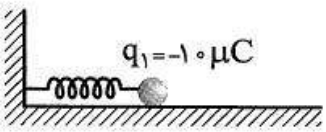
پرسش ۱۰ : مانند شکل ، ۲ گلوله با بارهای مساوی و همنام هر کدام به جرم ۱۰ گرم را در یک لوله شیشه ای قائم با بدنه ی نارسانا و بدون اصطکاک رها می کنیم در حالت تعادل گلوله ها در فاصله ی ۴۰ سانتی از هم قرار دارند بار الکتریکی هر گلوله را محاسبه کنید. ($g=10\frac{N}{Kg}$, $k=9\times 10^{9}\frac{N.m2}{c2}$)

پرسش ۱۱ : دو کره به جرم های $m_1=m$ و $m_2=2m$ و بار های $q_1=q$ و $q_2=2q$ در فاصله ی r از یکدیگر قرار دارند :

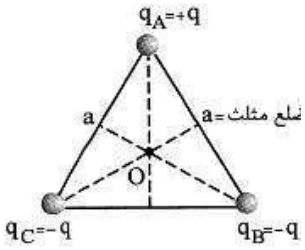
آ) نیروی الکتریکی که این دو کره به یکدیگر وارد می کنند را با هم مقایسه کنید.

ب) شتاب ناشی از نیروی الکتریکی دو کره را باهم مقایسه کنید.

پرسش ۱۲ : در شکل مقابل گلوله ی نارسانا ی بارداری به یک فنر با ثابت $۲\frac{N}{m}$ متصل است بار $q_2=1\mu c$ را در چه فاصله ای از بار q_1 قرار دهیم تا طول فنر ۲۰ cm افزایش یابد؟



پرسش۱۳ : سه ذره ی باردار در سه راس مثلث متساوی الاضلاع ثابت شده اند ثابت کنید اگر بار q+ را در نقطه ی o قرا دهیم برآیند نیروهای وارد بر این بار از رابطه ی $F=6K\frac{q2}{a2}$ بدست می آید.



تست ۱۴ : دو ذره ی باردار با بارهای $q_1=+2\mu c$ و $q_2=5\mu c$ در نقاط A(-2cm,-2cm) و B(7cm,1cm) ثابت شده اند اندازه نیرویی که این ۲ بار الکتریکی به یکدیگر وارد میکنند چند نیوتن است؟(($k=9\times 10^{9}\frac{N.m2}{c2}$)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $۱۰^{۵}$ ۴) ۵×۱۰^{۴}