بسم الله الرحمن الرحیم

موضوع

کمیت‌های فیزیکی

و

بردارها

تهیه و تنظیم

محمد حسین کاظمی

فیزیک الکتریسیته و مغناطیس

بار الکتریکی

واژه الکتریسیته، از واژه یونانی الکترون به معنای کهربا گرفته شده است. یونانیان باستان ۶۰۰ سال قبل از میلاد دریافتند که اگر میله کهربایی را با یک تکه پارچه ابریشمی مالش دهند می‌تواند قطعات کوچک کاغذ یا پَر را جذب کند.

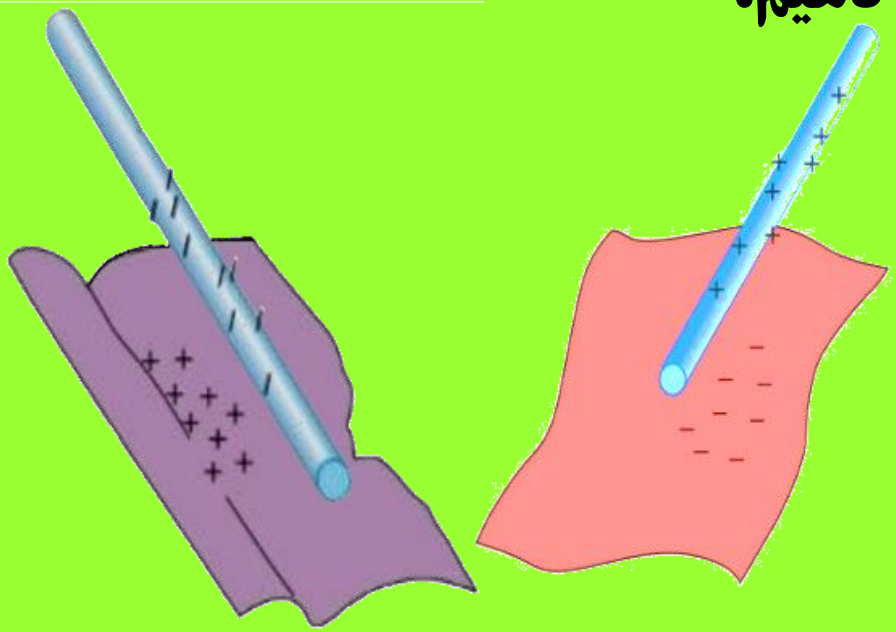
همه مواد از ذراتی به نام الکترون ، پروتون و نوترون تشکیل شده اند

نام ذره	الکترون	پروتون	نوترون
بار الکتریکی	منفی (–)	مثبت (+)	خنثی

بار الکتریکی از کجا می آید

یک جسم در حالت کلی خنثی است و تعداد بارهای منفی و مثبت (الکترون و پروتون) برابر دارد.

بطور مثال اگر یک میله شیشه‌ای با یک پارچه ابریشمی مالش دهیم،



میله شیشه‌ای: دارای بار مثبت

پارچه ابریشمی: دارای بار منفی

اگر این کار را با پارچه پشمی و میله پلاستیکی انجام دهیم

میله پلاستیکی: دارای بار منفی

پارچه پشمی: دارای بار مثبت

اصل کوانتش بار

بار الکتریکی مضرب صحیحی از بار پایه است که بار الکتریکی الکترون کوچکترین واحد بار الکتریکی می باشد.

یکای بار الکتریکی کولمب (کولن) است که آن را با c نمایش می‌دهیم. $e = 1.6 \times 10^{-19}\ c$

مثال: از مالیدن شانه پلاستیکی با پارچه پشمی ۲۰۰ الکترون به شانه پلاستیکی منتقل می شود، مقدار بار الکتریکی شانه را محاسبه کنید

$$q = ne = 200 \times 1.6 \times 10^{-19} = 320 \times 10^{-19}\ c$$

خواص مواد

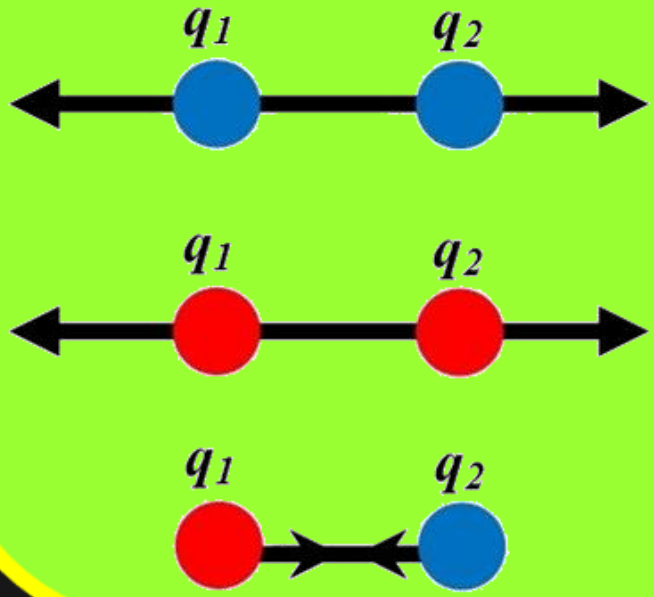
رسانا: موادی که دارای الکترون آزاد هستند و بارالکتریکی را منتقل می کنند را رسانا گویند، مانند : طلا، نقره، مس، آهن

نارسانا (عایق): موادی که فاقد الکترون آزاد می‌باشند و بار الکتریکی را منتقل نمی‌کنند نارسانا (عایق) گویند، مانند: پلاستیک، چوب

نیروی الکتریکی بین اجسام باردار:

نیرویی که دو جسم باردار به یکدیگر وارد می کنند را نیروی الکتریکی (نیروی الکترو استاتیک) می‌نامیم.

آزمایش نشان داده که اگر بار دو جسم همنام باشد (هردو مثبت یا هر دو منفی) نیروی بین آنها را دافعه و اگر دو بار غیرهمنام باشند نیروی بین آنها جاذبه گوییم



قانون جناب کولمب

بررسی جناب کولمب نشان داد که نیرویی که دو جسم باردار به یکدیگر وارد می کنند دارای ویژگی های زیر است:

1. نیرو در امتداد خطی است که دو بار را به هم متصل می کند.
2. نیرو با حاصلضرب بار الکتریکی دو جسم، رابطه ی مستقیم دارد $F_{12} \propto q_1 q_2$
3. نیرو با مجذور فاصله ی بین دو بار رابطه ی عکس دارد $F_{12} \propto \frac{1}{r^2{}_{12}}$

❖ روابط بالا را می توان به شکل رابطه ای بصورت زیر بیان کرد

$$F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r^2{}_{12}} \quad , k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \quad , \varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$$

نکته ها در باره

$$F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r^2{}_{12}}$$

رابطه فوق مقدار نیرو را بدست می‌دهد،

بنابراین علامت بارها را در آن منظور نمی‌کنیم

۲– بار بر کولمب و فاصله بر حسب متر جایگذاری می شود

ضریب	علامت	نام ضریب
10^{-2}	c	سانتی
10^{-3}	m	میلی
10^{-6}	μ	میکرو
10^{-9}	n	نانو
10^{-12}	p	پیکو
10^{-15}	f	فمتو

مثال

دو بار $q_1 = 5\mu c$ و $q_2 = -8\mu c$ در فاصله ی $10\ cm$ از هم قرار دارند. اندازه نیرویی که ۲ بار بر یکدیگر وارد می کنند را بدست آورید؟

$$q_1 = 5\mu c = 5 \times 10^{-6} c$$

$$q_2 = -8\mu c = -8 \times 10^{-6} c$$ (منفی در رابطه لحاظ نمی‌شود)

$$r_{12} = 10cm = 10 \times 10^{-2}\ m$$

$$F_{12} = k\frac{q_1 q_2}{r^2_{12}} = 9 \times 10^9 \frac{(5 \times 10^{-6} c)(8 \times 10^{-6} c)}{(10 \times 10^{-2}\ m)^2} = \frac{5 \times 8 \times 9 \times 10^9 \times 10^{-12}}{10^2 \times 10^{-4}}$$

$$= \frac{40 \times 9 \times 10^9 \times 10^{-12}}{10^2 \times 10^{-4}} = 36\ N$$

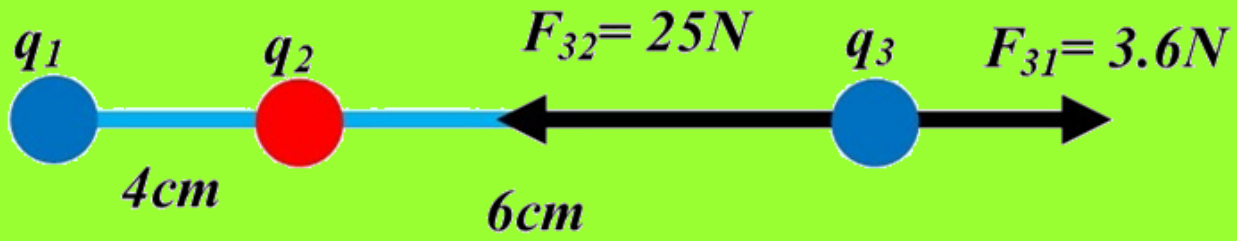
مثال: سه بار نقطه‌ای ($q_1 = 2\mu c$ و $q_2 = -5\mu c$ و $q_3 = 2\mu c$) مطابق شکل زیر در جای خود ثابت نگه داشته شده اند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 را محاسبه کنید!؟

به q_3 از طرف q_2 و q_1 نیرو وارد می‌شود و $r_{31} = 10cm = 10 \times 10^{-2}m$

$$F_{31} = k\frac{q_1 q_3}{r^2{}_{31}} = 9 \times 10^9 \frac{(2\times10^{-6}c)(2\times10^{-6}c)}{(10\times10^{-2}\,m)^2} = 3.6\,(\hat{\imath})N$$ (دافعه)

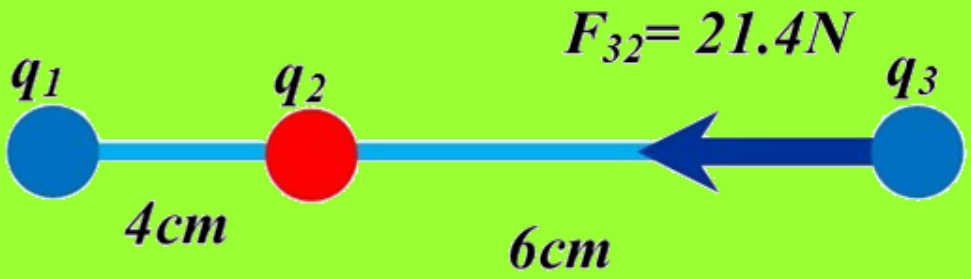
$$r_{32} = 6cm = 6 \times 10^{-2} m$$

$$F_{32} = k\frac{q_2 q_3}{r^2_{32}} = 9 \times 10^9 \frac{(5\times10^{-6}c)(2\times10^{-6}c)}{(6\times10^{-2}m)^2} = 25\,(-\hat{\imath})N$$ **(جاذبه)**

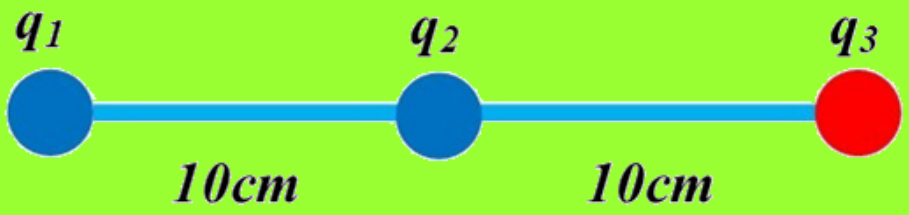


دو نیرو در خلاف جهت یکدیگر هستند

$$F_T = 25(-\hat{\imath}) - 3.6(\hat{\imath}) = 21.4(-\hat{\imath})\ N$$



مثال: سه بار نقطه‌ای ($q_1 = 4\mu c$ و $q_2 = 3\mu c$ و $q_3 = -6\mu c$) مطابق شکل زیر در جای خود ثابت نگه داشته شده اند. برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 را محاسبه کنید!؟

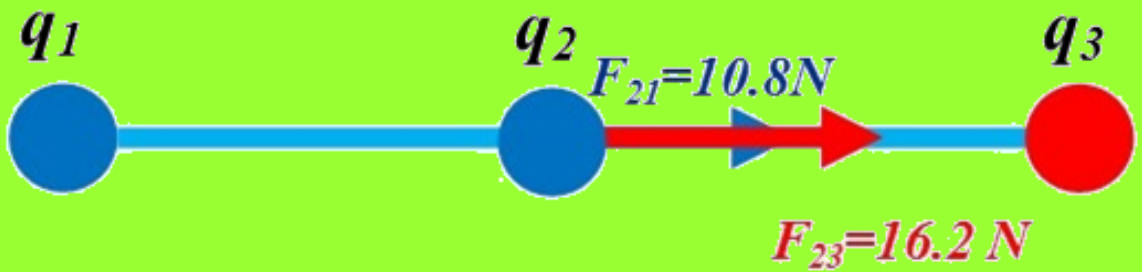


به q_2 از طرف q_1 و q_3 نیرو وارد می‌شود و $r_{23} = 10cm = 10 \times 10^{-2} m$

$$F_{32} = k\frac{q_1 q_3}{r^2_{32}} = 9 \times 10^9 \frac{(3\times10^{-6}c)(6\times10^{-6}c)}{(10 \times 10^{-2}\, m)^2} = 16.2(\hat{\imath})\ N$$

$$r_{32} = 6cm = 6 \times 10^{-2} m$$

$$F_{21} = k\frac{q_1 q_3}{r^2_{21}} = 9 \times 10^9 \frac{(3 \times 10^{-6} c)(4 \times 10^{-6} c)}{(10 \times 10^{-2}\, m)^2} = 10.8(\hat{i})N$$



دو نیرو در یک جهت (هم‌جهت، $\theta = 0$) هستند

$$F_T = 16.2(\hat{i}) + 10.8(\hat{i}) = 27(\hat{i})\ N$$

یَا مَنْ تُحَلُّ بِهِ عُقَدُ الْمَکَارِهِ، وَ یَا مَنْ یَفْثَأُ بِهِ حَدُّ الشَّدَائِدِ، وَ یَا مَنْ یُلْتَمَسُ مِنْهُ الْمَخْرَجُ إِلَی رَوْحِ الْفَرَجِ. ذَلَّتْ لِقُدْرَتِکَ الصِّعَابُ، وَ تَسَبَّبَتْ بِلُطْفِکَ الْأَسْبَابُ

ای آنکه گرهِ کارهای فرو بسته به سر انگشت تو گشوده می‌شود، وای آن که سختیِ دشواری‌ها با تو آسان می‌گردد، وای آن که راه گریز به سوی رهایی و آسودگی را از تو باید خواست. سختی‌ها به قدرت تو به نرمی گرایند و به لطف تو اسباب کارها فراهم آیند

فرازی از دعای هفتم صحیفه امام سجاد (ع)

موفق و پیروز باشید

۹۸/۱۲/۱۴