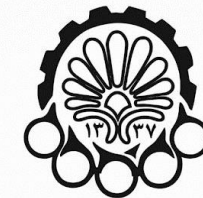


بسم الله الرحمن الرحيم

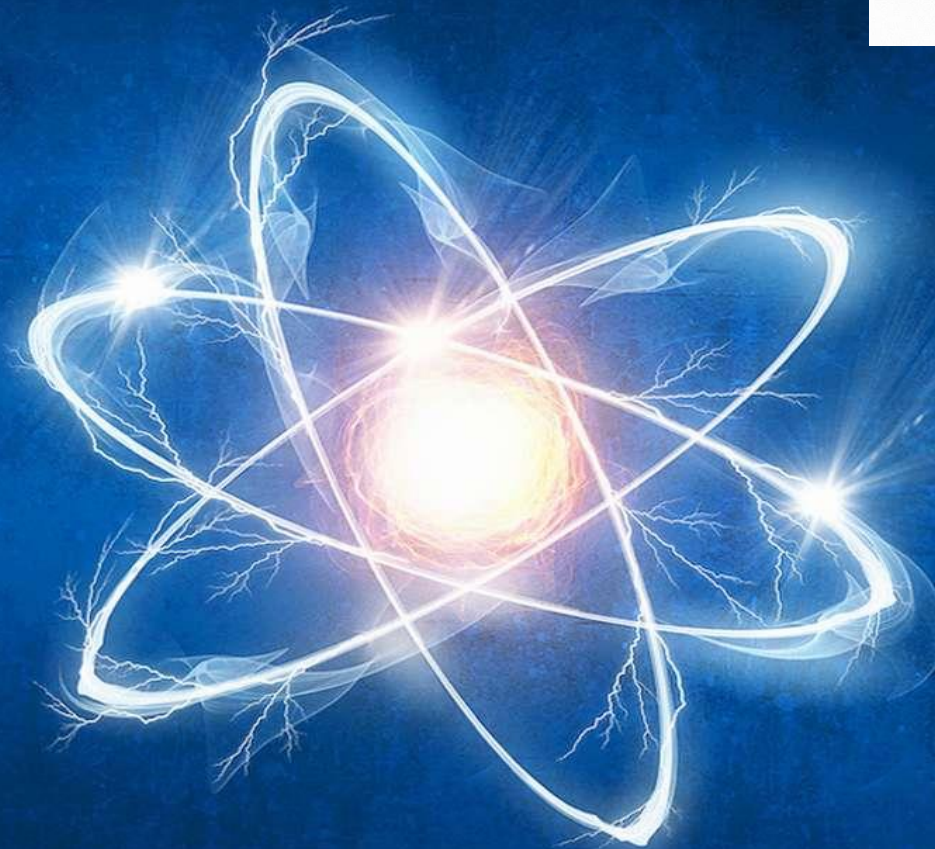


دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

فصل اول فیزیک عمومی ۲:

بار الکتریکی

ارائه دهنده: فاطمه مومن



نحوه ارزیابی نمرات دانشجویان:

- حضور و غیاب
- تحویل به موقع تمرین
- کویز های کلاسی

نحوه ی ارتباط با تدریس یار:

- از طریق ایمیل: momenphysics110@gmail.com
- از طریق تلگرام: @FF_MM_66_77

ارسال تمرین تحویلی حداکثر به مدت ۱ هفته در قالب [pdf](#) به همراه نام و نام خانوادگی به [ایمیل](#) ارسال گردد.

حل نمونه سوالات:

- حل سوالات مهم کتاب هالیدی و کتب مختلف دیگر
- حل سوالات کنکور ارشد
- حل سوالات امتحانی سال های گذشته

خلاصه فصل ۱:

• کولن: اولین کسی که دافعه و جاذبه الکتریکی را اندازه گیری کرد

• یک کولن: مقداری باری که در مدت ۱ ثانیه از هر مقطع سیم شارش میابد، به شرطی که در سیم جریان پایای یک آمپری برقرار باشد:

$$I = dq/dt \text{ یا } q = It$$

مدت زمان شارش بار: t (s)

مقدار بار شارش یافته: q (C)

جریان: I (A)

$$\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \hat{r} \text{ قانون نیوتون:}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \left(\frac{Nm^2}{kg^2} \right) \text{ ثابت گرانش:}$$

$$\vec{F} = \frac{kq_1q_2}{r^2} \hat{r} \text{ قانون کولن:}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \left(\frac{Nm^2}{C^2} \right) \text{ ثابت الکتروستاتیک:}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \left(\frac{C^2}{Nm^2} \right) \text{ ثابت گذردهی خلاء:}$$

- بار الکتریکی کوانتیده است: مقادیر صحیحی از بار الکتریکی الکترون است: $q = \pm ne$ بار بنیادی الکترون: $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

- قضیه پوسته ۱: پوسته ی با بار یکنواخت، ذره باردار که در بیرون از پوسته قرار دارد را به گونه ای جذب یا دفع میکند که گویی همه ی بار پوسته در مرکز آن واقع شده است.

- قضیه پوسته ۲: اگر ذره باردار در داخل پوسته ای با بار یکنواخت قرار گرفته باشد، هیچ نیروی الکتروستاتیک خالصی از پوسته بر ذره وارد نمیشود (داخل پوسته باردار (یکنواخت) چه رسانا و چه غیر رسانا، میدان الکتریکی برابر با 0 است.)

- پایداری بار: بار خالص هر دستگاه منزوی پایسته است (مقدار بار نمیتواند تغییر کند بلکه فقط از جسمی به جسم دیگر یا اتمی به اتم دیگر منتقل میشود)

① جریب سدی مسی $۳۱g$ است. چون این سده از لحاظ الکتریکی خنثی است دارای مقداری یکبار \oplus و \ominus است. برقی q این بارها محاسب است؟
 عدالتی مس = ۲۹
 وزن اتمی مس = $۶۴ g/mol$

پاسخ :
 $۲۹ =$ تعداد الکترون = تعداد پروتون : اتم خنثی \rightarrow تعداد پروتون ها = عدالتی
 - در ابتدا باید تعداد اتم های موجود در $۳۱g$ مس را بیابیم :

$$۶۴g \xrightarrow{\text{اتم}} ۶۴ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ mol} = ۱ \text{ mol} \rightarrow ۶۴ g/mol = \text{وزن اتمی مس}$$

تعداد اتم ها در ۱ mol

$$\Rightarrow q = \frac{۳۱ \times ۶۴ \times ۱۰^{-۲۳}}{۶۴} = ۲۹ \times ۱۰^{-۲۳} \text{ اتم} = \text{تعداد اتم ها در } ۳۱g \text{ مس}$$

\rightarrow عدالتی

اندازه بار الکترون \times تعداد بارهای $\oplus = q_+$: مقدار بار \oplus یک اتم مس

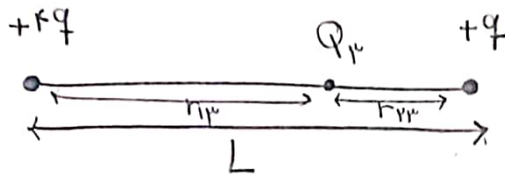
$$\Rightarrow q_+ = ۲۹ \times ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} C = ۴.۶ \times ۱۰^{-۱۸} C$$

مقدار بار \oplus یک اتم مس \times تعداد اتم ها = q_{total} : مقدار بار \oplus مس به وزن $۳۱g$

$$\Rightarrow q_T = (۲۹ \times ۱۰^{-۲۳}) \times (۴.۶ \times ۱۰^{-۱۸} C) = ۱.۳ \times ۱۰^{-۵} C \rightarrow \text{مقدار بار } \oplus \text{ مس } ۳۱g$$

$$\leftarrow \text{مقدار بار } \ominus \text{ مس } ۳۱g = -۱.۳ \times ۱۰^{-۵} C$$

۲) دو بار نقطه‌ای آزاد $+q$ و $+4q$ به فاصله L از یکدیگر قرار دارند و بار سوم Q_3 در میانه آنها قرار داده شده است که در حالت تعادل باشد. محل قرارگیری و علامت بار سوم را بیابید.



پاسخ :

در ابتدا مکان بار سوم را Q_3 فرض داریم، اما می‌دانیم

سیستم در حالت تعادل است، یعنی باید برآیند نیروهای وارده بر Q_3 صفر باشد:

$$Q_1 = +4q$$

$$Q_2 = +q$$

$$Q_3 = ?$$

$$F_{13} = \frac{k Q_1 Q_3}{r_{13}^2}$$

$$F_{23} = \frac{k Q_2 Q_3}{r_{23}^2}$$

$$|F_{13}| = |F_{23}| \rightarrow \left| \frac{k(+4q)(Q_3)}{r_{13}^2} \right| = \left| \frac{k(+q)(Q_3)}{r_{23}^2} \right| \Rightarrow 4r_{23}^2 = r_{13}^2 \Rightarrow \boxed{2r_{23} = r_{13}}$$

چون سیستم در حالت تعادل است، باید هر یک را خنثی کند. پس باید در جهت مخالف باشند. لذا بار Q_3 وسط بار Q_1 و Q_2 باشد جهت F_{13} و F_{23} مخالف هم خواهد شد. (در واقع به بار کوچکتر) چون گفته است که دستگاه در حالت تعادل است باید بار Q_3 مثبت باشد. تا هر بار که در میانه آن قرار گیرد، برآیند نیروهای وارده بر آن صفر باشد.

$$\left. \begin{array}{l} r_{13} = L - r_{23} \\ \text{از طرفی: } 2r_{23} = r_{13} \end{array} \right\} \rightarrow 2r_{23} = L - r_{23} \rightarrow r_{23} = \frac{L}{3} \rightarrow r_{13} = \frac{2L}{3}$$

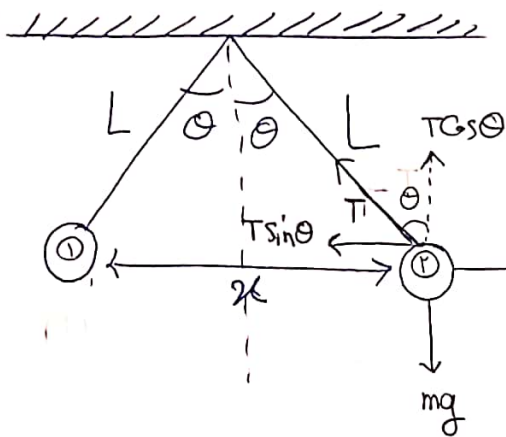
برای سیستم در حالت تعادل \rightarrow برآیند نیروهای وارده بر Q_1 و Q_2 صفر باشد \leftarrow نیروها وارده بر Q_1 :

$$|F_{21}| = |F_{31}| \rightarrow \left| \frac{k Q_2 q}{\left(\frac{L}{3}\right)^2} \right| = \left| \frac{k q(+4q)}{L^2} \right| \Rightarrow |q Q_2| = |4q| \Rightarrow Q_2 = -\frac{4q}{9}$$

۳) دو گلوله رسانای مشابه به حجم m مطابق شکل زیر، از نخ های ابریشی آویزان شده اند و دارای بارها مشابه q می باشند، فرض کنید θ آنقدر کوچک است که بتوان به جای \tan مقدار تقریباً مساوی \sin آن را قرار داد، با این تقریب گفته شده، x آن دهید:

$$x = \left(\frac{q^2 L}{4\pi\epsilon_0 mg} \right)^{1/3}$$

پایمخ: سیستم در حالت تعادل است، پس باید نیروها = 0



نیروی دافعه وارنده بین ۲ گلوله

$$F_{12} = \frac{k q^2}{x^2}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T \sin \theta - F_{12} = 0 \rightarrow T \sin \theta = F_{12} \quad \text{و} \quad \sum F_y = 0 \rightarrow T \cos \theta - mg = 0 \rightarrow T \cos \theta = mg$$

$$\text{و} \quad \tan \theta = \frac{F_{12}}{mg}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow T \cos \theta - mg = 0 \rightarrow T \cos \theta = mg$$

$$\theta \text{ بسیار کوچک} \Rightarrow \tan \theta \approx \sin \theta \Rightarrow \sin \theta = \frac{F_{12}}{mg} \rightarrow mg \sin \theta = F_{12}$$

$$\Rightarrow mg \sin \theta = \frac{k q^2}{x^2} \rightarrow x^2 = \frac{k q^2}{mg \sin \theta} \quad \left. \begin{array}{l} \sin \theta = \frac{x/2}{L} \\ k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \end{array} \right\} \Rightarrow x^2 = \frac{k q^2}{mg \left(\frac{x}{2L} \right)}$$

$$\Rightarrow x^3 = \frac{2L q^2}{mg 4\pi\epsilon_0} \Rightarrow x = \left(\frac{q^2 L}{2\pi\epsilon_0 mg} \right)^{1/3}$$

۴) سیمی دارای جریان ثابت ۲A است. بار نه از مقطع در ۲s عبوری اند چیست؟

- a) $3,2 \times 10^{-19} C$ b) $4 \times 10^{-19} C$ c) $1 C$ d) $2 C$ e) $4 C$ ✓

پاسخ : $q = It$ $\leftarrow \begin{matrix} I = 2A \\ t = 2s \end{matrix} \right. \Rightarrow \boxed{q = 4 C}$

۵) سیمی دارای جریان ثابت ۲A است. تعداد الکترون عایی نه از یک مقطع در ۲s عبوری اند چیست؟

- a) ۲ b) ۴ c) $4,3 \times 10^{18}$ d) $1,3 \times 10^{19}$ e) $2,5 \times 10^{19}$ ✓

پاسخ : $q = It$ $\leftarrow q = ne$ $\leftarrow It = ne$
 $(2)(2) = n(1,6 \times 10^{-19})$
 $\Rightarrow \boxed{n = 2,5 \times 10^{19}}$

۶) مقدار بار منفی در ۱kg خلیف چیست؟ $\begin{matrix} 2 = \text{عدد اتمی} \\ 4g/mol = \text{جرم مولی} \end{matrix}$

- a) $41 C$ b) $4,4 \times 10^7 C$ c) $2,1 \times 10^7 C$ ✓ d) $4,4 \times 10^8 C$ e) $1,4 \times 10^8 C$

He جرم : ۱ kg

۲ = تعداد الکترون ها \rightarrow تعداد الکترون ها = تعداد پروتون ها : عدد اتمی
 له برای اتم خنثی

جرم مولی : $4g/mol \rightarrow 1mol = 4,022 \times 10^{23}$ $\rightarrow 4g$

$8,0mol = 1kg = 10^3g$

$\Rightarrow 8 = \frac{10^3 \times 4,022 \times 10^{23}}{4} = 1,0055 \times 10^{24} \rightarrow$ تعداد اتم های He در ۱kg خلیف

مقدار بار \ominus ی اتم He : $q_- = \text{اندازه بار الکترون} \times \text{تعداد بارهای } \ominus = 2 \times 1,6 \times 10^{-19} C = \boxed{3,2 \times 10^{-19} C}$

مقدار بار مثبتی ی اتم He : $q_+ = \text{تعداد بارهای } \oplus \times \text{مقدار بار } \oplus \text{ ی اتم He}$

$q_+ = 1,0055 \times 10^{24} \times 3,2 \times 10^{-19} C = 3,2 \times 10^5 C$