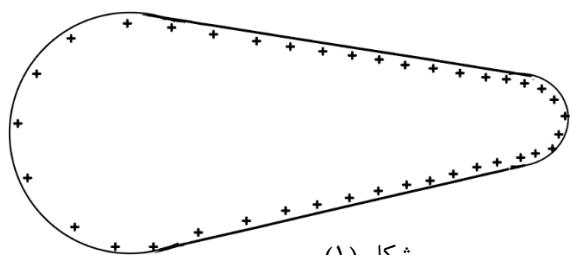


توزیع بار در اجسام رسانا

مهدی موسوی^۱



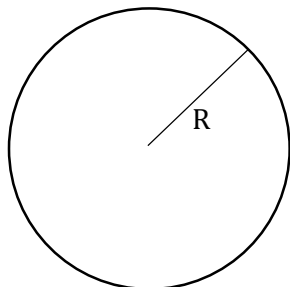
شکل (۱)

قصده داریم برای این پرسش که چرا چگالی سطحی بار در اجسام رسانا در نواحی نوک تیز بیشتر است؟، پاسخی ساده ارائه کنیم. به دلیل این که میدان الکتریکی درون رسانا صفر است، بار الکتریکی روی سطح رسانا توزیع می شود. زیرا اگر چنین نباشد، باید شاهد یک جریان دائمی درون رسانا باشیم و تجربه خلاف این را ثابت کرده است. همچنین وجود یک جریان دائمی درون

رسانا با اصل پایستگی انرژی در تضاد است. بنابر این توزیع بار در رسانا به صورت سطحی است و می توان چگالی سطحی بار را به صورت زیر نوشت:

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad (1)$$

که q بار الکتریکی و A مساحت است. چگالی سطحی برای رسانای دارای تقارن کروی، یکنواخت است و برای کره رسانایی به شعاع R می توان نوشت:



شکل (۲)

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{4\pi R^2}$$

از اینجا می توان نتیجه گرفت:

$$q = 4\pi\sigma R^2$$

از طرفی سطح رسانای منزوی یک سطح هم پتانسیل است. زیرا در غیر این صورت باز هم باید شاهد یک جریان سطحی باشیم که تا زمانی ادامه می یابد که اختلاف پتانسیل از بین برود. پتانسیل روی سطح یک رسانای کروی باردار به صورت زیر است:

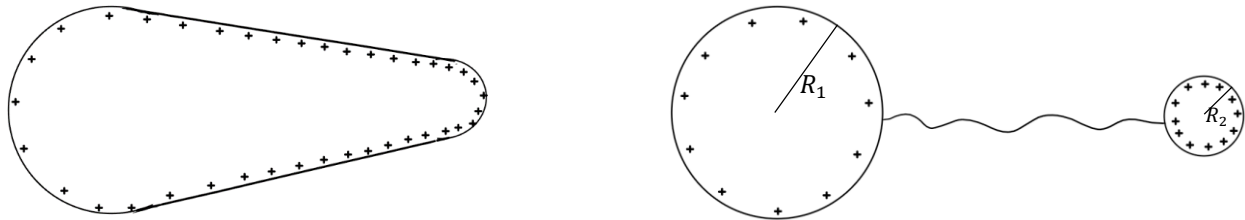
$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{R} \quad (2)$$

که با توجه به چگالی سطحی کره می توان نوشت:

$$V = \frac{\sigma R}{\epsilon_0} \quad (3)$$

^۱ مدرس فیزیک در دبیرستان های تیزهوشان شهید دستغیب (۱)، فرزادگان (۱) و (۲) و مجتمع آموزشی دو زبانه ی مهر تابان - شیراز

با این مقدمه به سراغ مسئله‌ی اصلی می‌رویم و پاسخ این پرسش که چرا چگالی بار در نقاط نوک تیز جسم رسانا بیشتر است؟ برای این کار شکل (۱) را ساده‌تر می‌کنیم و آن را به صورت دو کره‌ی رسانای متقارن با شعاع‌های R_1 و R_2 در نظر می‌گیریم که به وسیله‌ی یک سیم رسانا به یکدیگر متصل شده‌اند.



شکل (۳). $R_1 > R_2$

با توجه به آنچه در بالا گفته شد، برای پتانسیل الکتریکی دو کره داریم:

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{R_1} = \frac{\sigma_1 R_1}{\epsilon_0}$$

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{R_2} = \frac{\sigma_2 R_2}{\epsilon_0}$$

از آنجا که دو کره با سیم رسانا به یکدیگر متصل شده‌اند باید دارای پتانسیل یکسان باشند. در نتیجه

$$V_1 = V_2 \quad (4)$$

$$\sigma_1 R_1 = \sigma_2 R_2$$

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{R_1}{R_2} \quad (5)$$

با فرض اینکه $R_2 < R_1$ نتیجه می‌شود که $\sigma_2 > \sigma_1$. از آنجا که نقاط نوک تیز در رسانا دارای شعاع انحنا کوچکتری است، با استفاده از استدلال بالا می‌توان نتیجه گرفت که توزیع بار سطحی روی این نقاط دارای چگالی بیشتری است.