سوال۱ : مهندسی معکوس!

فرض کنید میدان الکتریکی را به صورت زیر (در دستگاه مختصات کروی) داریم.

$$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}) = \frac{k}{r}[3\hat{\boldsymbol{r}} + 2\sin\theta\cos\theta\sin\phi\,\hat{\boldsymbol{\theta}} + \sin\theta\cos\phi\,\hat{\boldsymbol{\phi}}]\,,$$

که k مقداری ثابت است. پیکربندی که این میدان را ایجاد میکند بیابید.

سوال۲ : مربع باردار!

میدان الکتریکی را در ارتفاع z بالای مرکز یک صفحه مربعی با ابعاد a که بار سطحی یکنواخت σ روی آن قرار گرفته است بیابید. نتیجه را در حد $a \to \infty$ و $z \gg a$ بررسی کنید.

سوال۳ : حفره دردسر ساز!

کره‌ای با بار الکتریکی یکنواخت در نظر بگیرید که حفره‌ای کروی درون آن ایجاد کرده‌ایم. حفره به گونه‌ایست که تماما درون کره قرار دارد. حال موارد زیر را محاسبه کنید.

الف) میدان الکتریکی را در نواحی مختلف بیابید.

ب) انرژی الکتروستاتیکی این پیکربندی را حساب کنید.

سوال۴ : کره جنوبی و شمالی!

نیرویی که نیمکره پایینی یک کره باردار یکنواخت به نیمکره بالایی وارد می‌آورد را حساب کنید.

راهنمایی: حواستان باشد که نیروی الکتریکی قانون سوم نیوتن را برقرار نگه می‌دارد.

سوال۵ : چند تا روش بلدی!

از حداکثر روشی که می‌توانید انرژی یک کره یکنواخت باردار را محاسبه کنید. (حداقل سه روش)

سوال ۶ : آب‌نبات چوبی!

الف) پتانسیل یک دیسک یکنواخت باردار را روی محور اصلی اش پیدا کنید.

ب)پتاتسیل دیسک یکنواخت باردار را روی لبه اش پیدا کنید.

ث) حالا بیایید یک میله با طول بینهایت و چگالی بار خطی λ را در صفحه ی دیسک طوری قرار دهید که یک سرش به لبه ی میله چسبیده باشد و سر دیگرش به بینهایت برود (مثل آبنبات چوبی!)، حالا نیروی وارد بر میله را محاسبه کنید. (راهنمایی: سخت فکر نکنید با کمی استدلال میتوانید مستقیم پاسخ این قسمت را بنویسید!)

پ) با توجه به نتایج ۲ قسمت اول تفسیر کنید توزیع بار روی یک دیسک رسانا به طور کیفی باید چگونه باشد.

د) امتیازی: چگالی بار سطحی یک دیسک رسانا را محاسبه کنید. (راهنمایی: به این فکر کنید که میدان داخل رسانا چگونه است و همچنین میدان داخل یک پوسته ی کروی یکنواخت باردار چگونه است. و حالا چگونه از این اطلاعات برای حل این مساله بهره ببریم:)

سوال امتیازی۱ : الکترومغناطیس و هندسه!

فرض کنید نوعی بار ویژه وجود دارد که پتانسیل آن به صورت $\phi = \mathrm{P}r^n$ تعریف می‌شود به طوری که P اندازه بار است. (میتوانید محدودیت‌هایی که لازم میدانید را برای n در نظر بگیرید البته به جز اینکه n را یک عدد خاص در نظر بگیرید :)

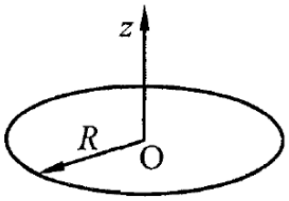
الف) حال همان مسئله تکراری یعنی یافتن پتانسیل یک قرص، با بار ویژه یکنواخت، روی محور قرص را حل کنید.

ب) با توجه به قسمت قبل پتانسیل را روی سطح یک کره با توزیع بار ویژه یکنواخت بیابید.

ج) با توجه به قسمت‌های قبل! $< d^n >$ را درون یک کره بیابید به طوری که d طول یک پاره‌خط در درون کره است و <> نماد متوسط گیری میباشد.

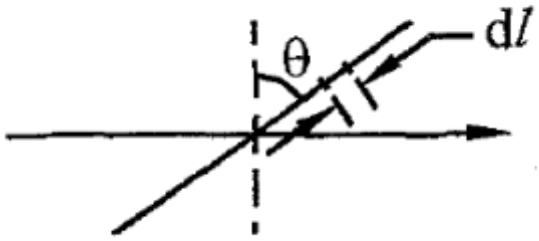
سوال امتیازی۲: چرا قانون گاوس را دوست داریم؟!

یک حلقه باردار با چگالی خطی ثابت λ و شعاع R داریم.



الف) میدان الکتریکی ناشی از حلقه را ابتدا روی محور و سپس حول محور به دست آورید؛ به عبارت دیگر، با تقریب $x,y << R$ میدان را در نزدیکی محور حلقه به دست آورید.

ب) مرکز یک میله با چگالی بار خطی λ' و طول 2d را به مرکز حلقه بالا لولا می‌کنیم $(d << R)$. به شکل زیر دقت کنید. انرژی پتانسیل میله را بر حسب زاویه بین میله و محور حلقه (θ) و بقیه پارامترهای مسئله به دست آورید. همچنین نقاط تعادل پایدار را برای میله (با توجه به علامت λ', λ) تعیین کنید.



ج) اگر میله را به اندازه α از حالت تعادل خارج کنیم، تغییر انرژی پتانسیل $\Delta U = \frac{1}{2}k\alpha^2$ خواهد بود. k را در نقاط تعادل پایدار میله به دست آورید.