

به نام خدا
مکانیک کوانتومی
تمرین سری چهارم
تحویل یکشنبه ۲۳ مهر

۱ کوانتس بور-زومرفلد

* ابتدا بخش مربوط به کوانتس بور-زومرفلد را در کتاب مطالعه نمایید و سپس سعی کنید به سوال زیر پاسخ دهید.

یک نوسانگر هارمونیک یک بعدی که در آن ذره‌ای با جرم m در فاصله‌ی $-a \leq x \leq a$ نوسان می‌کند در نظر بگیرید. با استفاده از قاعده‌ی کوانتس بور-زومرفلد انرژی نوسانگر را بر حسب فرکانس نوسان به دست بیاورید.

۲ تابش ذره‌ی باردار

میدان الکتریکی و مغناطیسی بار نقطه‌ای q که مسیر دلخواه را طی می‌کند از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$E(r, t) = \frac{q}{4\pi\epsilon} \frac{r}{(\vec{R} \cdot \vec{u})^3} [(c^2 - v^2)\vec{u} + \vec{R} \times (\vec{u} \times \vec{a})]$$

$$B(r, t) = \frac{1}{c} \vec{R} \times E(r, t)$$

که $\vec{u} = c\hat{R} - \vec{v}$ بردار سرعت ذره، r مکانی که میدان در آن محاسبه می‌شود و R فاصله ذره تا مکان مورد محاسبه است.

- در صورت نیاز بخش مربوط به قضیه پوئین تینگ را در یکی از کتاب‌های الکترومغناطیس مطالعه کنید، سپس شار انرژی کل ناشی از این ذره در واحد سطح را محاسبه نمایید.
- آیا همه‌ی شار انرژی را شار انرژی تابشی تشکیل می‌دهد؟ چرا؟
- مقدار شار انرژی تابشی را با فرض اینکه ذره به طور لحظه‌ای در حال سکون قرار دارد محاسبه کنید
- توان تابشی کل ذره را بدست آورید.

۳ پراش نور

یک چشمه‌ی نور تکرنگ را پشت یک شکاف کوچک به عرض a قرار می‌دهیم. اگر فاصله‌ی شکاف تا پرده D باشد.

- نشان دهید که اولین مینیموم پراش در چه فاصله‌ی y از مرکز پرده تشکیل می‌گردد.
- مینیموم n ام در چه فاصله‌ی y تشکیل می‌شود؟
- نور تکرنگی با طول موج 600 nm در نظر بگیرید که از شکافی با عرض 0.8 mm می‌گذرد. فاصله‌ی شکاف و پرده را در حالتی که اولین مینیموم در فاصله 1 mm از مرکز پرده قرار داشته باشد محاسبه کنید.
- شدت نور را در فاصله y دلخواه از مرکز پرده محاسبه نمایید.

۴ پراش الکترون

دسته‌ای از الکترون‌ها در نظر بگیرید که بر سطح یک کریستال تابیده می‌شوند. اگر فاصله‌ی بین اتم‌ها d باشد.

- نشان دهید که تحت چه زوایای بازتابی، ماکزیمم‌ها و مینیمم‌ها تشکیل می‌شوند.
- برای الکترون‌های کم انرژی با انرژی 100 eV ، اگر دو ماکزیمم متوالی در زوایای 24.1° و 54.9° رخ دهد. فاصله‌ی بین اتم‌ها چقدر می‌باشد؟
- درباره‌ی آزمایش ذهنی فاینمن در مقاله‌ی [arxiv:1210.6243\[quant-ph\]](https://arxiv.org/abs/1210.6243) (که در سایت درس هم قرار داده می‌شود) بخوانید و خلاصه‌ی مختصری از آن را بنویسید.