

تمرین سوم دوم مکانیک کوانتوم II

مه مه تحول؛ شنبه ۲۵، ۱۳، ۸۲

① دینامیک اسپین:

(1-1) مسئله 8 از فصل 10 کاپیتول 5

(2-1) در $t=0$ ، اسپین در حالت اسپین بالا $S_z = \frac{\hbar}{2}$ است. میدان ثابت

$B = B_0 \hat{z}$ را در این کچه روشن کنیم، چند ثانیه طول می‌کشد تا اسپین برگردد $(\psi \uparrow \downarrow)$ ؟

(3-1) آنچه در درک تبدیل پارامغناطیس آموختیم، می‌توانیم برای بردن مغناطیس و را

توسط این آزمایش تعیین کرد.

درک آزمایش MRI (Magnetic Resonance Imaging) با میدان $B_H = B_0 = 5000$ گوس

مغناطیس از آهن تبدیل توسط نمونه آهن از آب آسترسان می‌شود که فرکانس مغناطیس ω در حالی

عرض میدان مغناطیس B_1 ، برابر $\omega = 21.2 \text{ MHz}$ است. $(B = B_0 \cos \omega t)$

این داده‌ها چه مشکلی را حل می‌کند، در ذهن.

(2) مجموع اندازه حرکتها را بدینوسیله:

1-2) ضرایب کلبر - خوردن را برای ترکیب در اندازه حرکت $\frac{1}{2}$ یا $\frac{3}{2}$ بنویسید.

2-2) حالات اسپین را برای یک سیستم ۳- الکترونی در نظر بگیرید.

الف) نشان دهید حالت $|1\rangle|2\rangle|3\rangle$ ویژه حالت کلبرهای S^2 و S_z می باشد. ویژه سایر مختلط را بنویسید.

ب) با استفاده از اپراتور $S_- = S_{1-} + S_{2-} + S_{3-}$ ترکیب $2S+1$ حالت کلبرها برای $S = \frac{3}{2}$ بدست آورید.

3-2) مثل ۱۳ از فصل ۱۰ را بسازید.

4-2) ساختار فون بریزگرهای انرژی هیدروژن در یک میدان مغناطیسی:

ویژه حالتی S_z^e برای الکترون را با $|e\rangle\frac{1}{2}$ و $|e\rangle\frac{1}{2}$ نشان دهید و برای پروتون همه مختلطاً $|p\rangle\frac{1}{2}$ و $|p\rangle\frac{1}{2}$ را در نظر بگیرید. در حضور میدان مغناطیسی متفاوت \vec{B} ، در راستای z می توان جهت مغناطیسی همگونی را به صورت زیر نوشت:

$$H = B (\mu_e \sigma_{ez} + \mu_p \sigma_{pz}) + \lambda \bar{\sigma}_e \cdot \bar{\sigma}_p$$

در آن مولفه های بردار σ ، کلبرهای اسپین پارتیکی و λ مقدار ثابت است. جمله اول برهمکنش ستورهای دو قطبی مغناطیسی μ_e - μ_p الکترون و پروتون را با میدان مغناطیسی نشان می دهد، جمله دوم برهمکنش مغناطیسی بین دو قطبی است. مقدار عددی ستور دو قطبی

مغناطیسی برابر است با $\mu_e = \mu_B$ و $\mu_p = 27.9 \mu_N$ که μ_B ، ملتون بور و μ_N

چون $\mu_p \gg \mu_e$ در این مدل μ_p در حاصل نونی می توان چشم پوشی کرد.

نشان دهید:

الف) برای $B=0$ در سه حالت H با انرژی λ عبارت استاندارد:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} (|1/2\rangle_e |1/2\rangle_p + |1/2\rangle_e |-1/2\rangle_p), \quad |1/2\rangle_e |1/2\rangle_p, \quad |1/2\rangle_e |-1/2\rangle_p$$

با انرژی $\lambda - 3\mu_e$ عبارت استاندارد:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} (|1/2\rangle_e |-1/2\rangle_p - |-1/2\rangle_e |1/2\rangle_p)$$

ب) برای مقادیر محدود B ، مقادیر انرژی عبارت استاندارد:

$$\lambda \pm \epsilon, \quad -\lambda \pm \sqrt{4\lambda^2 + \epsilon^2}$$

که در آن $\epsilon = \mu_e B$.

ج) مقادیر انرژی را بر حسب B ترسیم کنید. مشخصات با اطمینان

در مورد تقارن ذراتی حالتها علامتگذاری کنید.

د) مقدار تطبیق زوفا را برای 4λ (یعنی تطبیق دو مقدار انرژی $B=0$) را

با توجه به کانون طوری نموداری مشخص کنید. مورد L و M را در آن

شماره های دو قطبی موازی با خط واصل آنها است در نظر بگیرید. نتیجه به دست

آید. $4\lambda = 5.9 \mu_e V$ مقابله کنید.