

تمرین های فیزیک ماده چگال ۱ (سری سوم)  
بهار ۹۶  
(آخرین مهلت پاسخگویی ۲۸ خرداد)

۱. یک سیستم شامل دو الکترون تمیزناپذیر در نظر بگیرید. یکی از الکترون ها در حالت پایه  $\phi_a$  و دیگری در یک حالت برانگیخته  $\phi_b$  قرار دارد. بخش اسپینی تابع موج را هم با  $\alpha$  و  $\beta$  نشان دهید.

(آ) توابع موج احتمالی سیستم را بدست آورید.  
(ب) اندازه تکانه زاویه ای کل ( $S = S_1 + S_2$ ) و تصویر آن روی محور  $z$  ( $S_z = S_{1z} + S_{2z}$ ) را بدست آورید.  
(پ) کدام یک از توابع موج بدست آمده در قسمت (آ) با حالت اسپین صفر و کدام یک با حالت اسپین یک معادل هستند؟  
(ت) دترمینان های اسلیتر احتمالی را که توسط  $(\phi_a, \phi_b, \alpha, \beta)$  بدست می آیند بنویسید.

۲. معادلات و شرایط مرزی که برای توصیف هارتری-فوک توابع موج دو الکترون در یک جعبه به طول  $a$  استفاده می شوند را بنویسید. همه تعریف هایی را که در توابع استفاده می کنید به دقت مشخص کنید ولی نیازی به حل معادلات نیست.

۳. برای یک گاز الکترونی همگن  
(آ) نشان دهید که معادلات هارتری-فوک با امواج تخت حل می شوند.  
(ب) هسته را با یک بار پس زمینه مثبت جایگزین کنید و نشان دهید که برهم کنش الکترون ها با پس زمینه با بار مثبت، سهم هارتری را خنثی می کند.

۴. با استفاده از تقریب هارتری-فوک برای یک گاز الکترونی دوبعدی، نشان دهید که یک گذار پارامغناطیس به فرومغناطیس رخ می دهد. چگالی بحرانی که این گذار در آن اتفاق می افتد را تعیین کنید.