

تمرین‌های فیزیک ماده چگال ۱ (سری چهارم)

آخرین مهلت تحویل: ۱۰ تیر ۱۳۹۲

(۱) برای یک گاز الکترونی بدون برهم کنش یک، دو و سه بعدی موارد زیر را محاسبه کنید:

(الف) چگالی حالت‌ها در انرژی فرمی برحسب انرژی فرمی E_F و چگالی الکترون n

(ب) پتانسیل شیمیایی

(پ) ظرفیت گرمایی

$$C_V = T \left(\frac{ds}{dT} \right)_V \quad \text{ت) آنترابی}$$

(ث) فشار

(ج) تراکم پذیری

(۲) تمرین ۶ فصل ۵ کتاب Mahan

(۳) تمرین ۱۰ فصل ۵ کتاب Mahan

(۴)

(الف) جابه‌جاگر $[\hat{H}_0, \hat{N}]$ را برای فرمیون‌های آزاد محاسبه و روی نتیجه‌ی به دست آمده بحث کنید. $(N = \sum_{k\sigma} a_{k\sigma}^+ a_{k\sigma})$

(ب) آیا در نظر گرفتن برهم کنش بین ذرات نتیجه را تغییر می‌دهد؟

(۵) یک گاز الکترونی شامل N الکترون در نظر بگیرید. هامیلتونی از مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کولمبی به دست می‌آید.

$$H = \sum_{k,\sigma} \varepsilon_k c_{k\sigma}^+ c_{k\sigma} + \frac{1}{2V} \sum_{\sigma_1, \sigma_2} \sum_{k_1, k_2, q} \frac{e^2}{\varepsilon_0 q^2} c_{k_1+q, \sigma_1}^+ c_{k_2-q, \sigma_2}^+ c_{k_2, \sigma_2} c_{k_1, \sigma_1}$$

(الف) حالت پایه‌ی سیستم را در غیاب U (انرژی پتانسیل) تعیین کنید.

(ب) نشان دهید تصحیحات انرژی حالت پایه شامل دو بخش است: جمله‌ی مستقیم هارتری که در این مورد نامتناهی می‌شود و جمله‌ی تبدالی فوک.

(پ) تصحیحات مربوط به جمله‌ی فوک را به دست آورید.

$$\text{نتیجه به صورت } \frac{\delta E}{V} = \frac{-k_F^4}{4\pi^3} \frac{e^2}{4\pi \varepsilon_0} \quad \text{به دست می‌آید.}$$

(۶) تمرین ۱ فصل ۶ کتاب Mahan