تمرینهای درس فیزیک بس ذره‌ای ۱ (سری دوم) ـ بهار ۱۳۹۴

(آخرین مهلت تحویل ۱۱ خرداد ۱۳۹۴)

۱. تمرین‌های ۲، ۵، و ۸ از فصل پنجم، و تمرین شماره ۵ از فصل ششم کتاب بروس و فلنزبرگ را حل کنید.

۲. تبدیل فوریه تابع تاخیری $(retarded)$

$$f^R(t) = -i\Theta(t)e^{-i\varepsilon t}$$

را محاسبه کنید. با تبدیل فوریه معکوس از $f^R(\omega)$، همان تابع اولیه $f^R(t)$ را باز بیابید.

۳. یک تابع پاسخ تاخیری را در فضای فرکانس می‌توان بصورت

$$\langle\langle \hat{A}; \hat{B}\rangle\rangle_\omega = -i \lim_{\eta\to 0^+} \int_0^\infty dt\, \langle[\hat{A}(t), \hat{B}(0)]\rangle e^{i(\omega+i\eta)t} ,$$

تعریف کرد. (منظور از $\langle\langle \hat{A}; \hat{B}\rangle\rangle_\omega$ همان تابع پاسخ خطی $C_{A,B}(\omega)$ است.)
الف) نشان دهید که روابط زیر، برقرار هستند:

$$\langle\langle \hat{A}; \hat{B}\rangle\rangle_\omega = \frac{1}{\omega}\langle[\hat{A}, \hat{B}]\rangle + \frac{1}{\omega}\langle\langle[\hat{A}, \hat{\mathcal{H}}]; \hat{B}\rangle\rangle_\omega ,$$

$$= \frac{1}{\omega}\langle[\hat{A}, \hat{B}]\rangle - \frac{1}{\omega}\langle\langle \hat{A}; [\hat{B}, \hat{\mathcal{H}}]\rangle\rangle_\omega .$$

ب) بکمک روابط فوق، ربطه‌ای بین تابع پاسخ چگالی‌ـچگالی و تابع پاسخ جریان‌ـجریان بدست بیاورید.

۴. با استفاده از نمایش طیفی تابع پاسخ خطی، نشان دهید که تابع پاسخ چگالی‌ـچگالی یک گاز الکترونی ایده‌آل (بدون برهمکنش) d بعدی را می‌توان بصورت

$$\langle\langle \hat{\rho}_{\vec{q}}; \hat{\rho}_{-\vec{q}}\rangle\rangle_\omega = \frac{1}{L^d}\sum_{\vec{k},\sigma} \frac{n_{\vec{k}-\vec{q}/2,\sigma} - n_{\vec{k}+\vec{q}/2,\sigma}}{\omega + \varepsilon_{\vec{k}-\vec{q}/2,\sigma} - \varepsilon_{\vec{k}+\vec{q}/2,\sigma} + i\eta}$$

نوشت که در آن L سایز سیستم و $n_{\vec{k},\sigma}$ تابع توزیع فرمی‌ـدیراک است.