# تمرینهای ماده چگال2 سری اول

(مهلت تحویل ۲ آبان ۱۳۹۰ )

1- یک زنجیره خطی از جرم‌های یکسان را در نظر بگیرید. این جرمها با فنرهای که ثابت نیروی آنها یک در میان $k$ و $G$ است به هم متصل شده اند.

الف) رابطه پاشندگی و همچنین چگالی حالت ها را برای هریک از شاخه های نوسانی بدست آورید.

ب ) پاشندگی را برای طول موج های بلند بررسی کنید.

2- یک بلور مکعبی شامل اتم‌های یکسان است با در نظر گرفتن برهمکنش نزدیکترین همسایه ها ماتریس دینامیکی بلور را به دست آورید.

(ماتریس دینامیکی $D_{\mu\nu} = \delta_{RR'}\sum_{R''}\varphi_{\mu\nu}(R-R'') - \varphi_{\mu\nu}(R-R')$ که در آن $\varphi$ به عنوان مثال پتانسیل لنارد جونز است.)

3- الف) نشان دهید رابطه چگالی مدهای نرمال در تقریب دیبای

$$g(\omega) = \sum_s \int \frac{dk}{(2\pi)^3}\delta(\omega - \omega_s(k))$$

منجر به رفتار فرکانس پائین برای $g(\omega)$ یعنی

$$g(\omega) = \frac{3\omega^2}{2\pi^2 c^3} \qquad \omega < \omega_D$$

$$=0 \qquad \omega > \omega_D$$

می شود که در آن سرعت $c$ به صورت زیر است.

$$\frac{1}{c^3} = \frac{1}{3}\sum_s \int \frac{d\Omega}{4\pi}\frac{1}{c(\vec{k})^3}$$

ب) نشان دهید در بلور هارمونیک $d$ بعدی چگالی مدهای نرمال در محدوده‌ی فرکانسهای پائین به صورت $\omega^{d-1}$ می‌باشد.

4- گرمای ویژه بلور در دماهای بالا:

گرمای ویژه بلور (در تقریب هارمونیک)را می‌توان به صورت $c_v = c_v^0 + \Delta c_v$ بدست آورید.( جمله اول مقداری ثابت می‌باشد.)

ونشان دهید در محدوده دمای بالا رابطه

$$\frac{\Delta c_v}{c_v^0} = -\frac{\hbar^2}{12(k_B T)^2}\frac{1}{3N}\sum \omega_s(k)^2$$

را می‌توان به صورت زیر نوشت. $\frac{\Delta c_v}{c_v^0} = -\frac{1}{12}\frac{\int d\omega g(\omega)(\beta\hbar\omega)^3}{\int d\omega g(\omega)}$