

Prof. Dr. Ekrem Aydın
E-posta: ekrem.aydiner@istanbul.edu.tr Ofis: 15177

• **Üç soru seçiniz.**

1. Bildiğiniz gibi cisimler üzerlerine düşen ışığın bir kısmını soğururlar ve bir kısmını da soğurmada yansıtırlar. Öte yandan bazı cisimler ise gelen ışığın tamamını soğururlar. Bunlara siyah cisim diyoruz. Siyah cisimler ve tüm cisimler termodinamiğin enerji yasasının korunumuna uyacak şekilde frekansa ve sıcaklığa bağlı ısıma yaparlar. Bu ısmayı açıklamak üzere bazı teorik modeller yapılmıştır. Bu modeller hangileridir ve kimler tarafından yapılmıştır? Modellerin farkları nedir? Isıma yoğunluğu Q yu $\hbar\omega/kT$ ye göre çizerek ısıma yoğunluğunun sıcaklığa bağlı davranışını grafikte gösteriniz.
2. Boson gazı düşük sıcaklıklara inildiğinde kritik bir sıcaklıkta yoğunlaşmaya uğrar. V hacminde tutulan N tanecikli bir bozon gazını dikkate alınız ve

$$\frac{N\lambda^3}{V} = \zeta(3/2) \quad (1)$$

ifadesinden yararlanarak bozon gazı için kritik sıcaklığı hesaplayınız. Burada de Broglie termal dalga boyu $\lambda^3 = \left(\frac{h^2}{2\pi mkT}\right)^{3/2}$ şeklinde seçilebilir.

3. Dejenere Fermi gazı nedir? Fermi enerjisi nedir? Açıklayınız.
4. İç enerji ifadesi $U = \langle \hat{H} \rangle$ şeklinde yazılabilir. Bu ifadenin

$$U = -\frac{\partial}{\partial \varepsilon} \ln \left(\text{Tr} \left(e^{-\beta \hat{H}} \right) \right) \quad (2)$$

veya

$$U = -\frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z(T, V, N) \quad (3)$$

şeklinde verileceğini gösteriniz.

5. Kuantum istatistik mekaniğinde yoğunluk operatörü ne anlama gelmektedir? Neden yoğunluk operatörü kullanılır? Kanonik küme için yoğunluk operatörünü yazınız.

• *Başarılar dilerim. Süre 90 dakikadır.*