

Prof. Dr. Ekrem Aydınır
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. Bozon gazı için dağılım fonksiyonunu kullanarak toplam parçacık sayısının

$$N(T, V, z) = \frac{V}{\lambda^3} g_{3/2}(z) + N_0(z) \quad (1)$$

şeklinde verileceğini gösteriniz.

$$\text{Faydalı bilgi: } g_n(z) = \frac{1}{\Gamma(n)} \int_0^\infty \frac{x^{n-1} dx}{z^{-x} e^x - 1} \quad 0 \leq z \leq 1 \quad (2)$$

$$\langle n_k \rangle^{BE} = \frac{1}{e^{\beta(\varepsilon - \mu)} - 1} \quad , \quad \lambda^3 = \left(\frac{h^2}{2\pi m k T} \right)^{3/2} \quad (3)$$

şeklinde integral formunda verileceğini gösteriniz. Düzen parametresini sürekli formda yazmak istememizin fiziksel gerekçesi nedir? Tartışınız.

3. Düşük sıcaklıklara inildiğinde Bozon gazı kritik bir sıcaklık T_c değerinde yoğunlaşmaya uğrar. Bu duruma Bose-Einstein yoğunlaşması denir. Yoğunlaşma gerçekleştiğinde bozonların N_0 kadarı taban enerji düzeyine inerler, N_u kadarı ise uyarılmış enerji düzeylerinde kalmaya devam ederler. N_0/N ve N_u/N grafiklerini sıcaklığın bir fonksiyonu olacak şekilde çizin ve yorumlayınız. N toplam parçacık sayısıdır.
4. Kozmik arka-plan ısıması nedir? Bu ısımanın kaynağı ne olabilir? Kozmik arka-plan ısımasının fizikte önemi nedir?
5. Ultrarölativistik Bozon gazının enerjisi

$$\varepsilon_k = c |\mathbf{p}| = \hbar c |\mathbf{k}| \quad (4)$$

ile verilir. Böyle bir gazın serbest enerjisini ve entropisini elde ediniz.

- *Başarılar dilerim.* Süre 90 dakikadır.