

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü

Termodinamik ve İstatistik Mekanik II

Bitirme Sınavı (Ö.Ö) 28 Aralık 2015: Saat: 11:00

Dersi veren öğretim üyesi: Prof. Dr. Ekrem Aydiner

Sınav süresi: Süre 90 dakikadır

E-posta: ekrem.aydiner@istanbul.edu.tr Ofis: 15177

• A kategorisi: 2 soru seçiniz

1. Kuantum mekaniğine göre bir parçacığın simetrik ve anti-simetrik olması ne anlama gelmektedir. Simetrik ve anti-simetrik parçacıklara örnek veriniz. Bu parçacıkların uyduğu istatistikleri ifade ederek bu tür parçacıkların enerji seviyelerini nasıl işgal ettiklerini şekil çizerek anlatınız.
2. Kuantum istatistik mekaniğinde yoğunluk operatörü ne anlama gelmektedir? Neden yoğunluk operatörü kullanılır? Büyük kanonik küme için yoğunluk operatörünü yazınız.
3. Kuantum istatistik mekaniği kullanarak hangi bozonik süreçleri açıklayabiliriz? En az üç tanesini yazarak, bildiklerinizi anlatınız.

• B kategorisi: 2 soru seçiniz

1. Bose-Einstein istatistiğine uyan Bozon gazı için bölüşüm fonksiyonu

$$\Xi^{BE}(T, V, \mu) = \sum_{\{n_i\}} \exp \left\{ -\beta \sum_{k=1}^{\infty} n_k (\epsilon_k - \mu) \right\} \quad (1)$$

şeklinde verilir. Bu ifade açıkça hem enerji seviyelerine hem de her bir enerji seviyesindeki parçacık sayılarına bağlıdır. Bu ifadenin

$$\Xi^{BE}(T, V, \mu) = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{1}{1 - z \exp \{-\beta \epsilon_k\}} \quad (2)$$

şeklinde yazılacağını gösteriniz.

2. Bir ideal Fermi gazı için *düzen parametresi* süresiz formda

$$q(T, V, z) = \ln \Xi(T, V, z) = \sum_k \ln(1 + z \exp \{-\beta \epsilon_k\}) \quad (3)$$

şeklinde verilir. *Tek parçacık durum yoğunluğu* yaklaşımını kullanarak Denk. (3) ile verilen düzen parametresinin

$$q(T, V, z) = \frac{pV}{kT} = \frac{gV}{\lambda^3} f_{5/2}(z) \quad (4)$$

şeklinde elde edileceğini gösteriniz.

3. Bir kuantum harmonik osilatörün enerjisi $\epsilon_n = \hbar\omega(n + 1/2)$ ve bölüşüm fonksiyonu

$$Z(T, V, 1) = \sum_{n=0}^{\infty} \exp \{-\beta \epsilon_n\} \quad (5)$$

şeklinde verilir. Birbirleri ile etkileşmeyen ayırt edilebilir N tane kuantum mekanik harmonik osilatörden oluşan bir istatistiksel kümenin a) $Z(T, V, N)$ bölüşüm fonksiyonunu, b) serbest enerjisini elde ediniz.

4. Bozon gazı düşük sıcaklıklara inildiğinde kritik bir sıcaklıkta yoğunlaşmaya uğrar. V hacminde tutulan N tanecikli bir bozon gazını dikkate alınız ve

$$\frac{N\lambda^3}{V} = \zeta(3/2) \quad , \quad \lambda = \left(\frac{h^2}{2\pi m k T} \right)^{1/2} \quad (6)$$

ifadelerini kullanarak bozon gazı için kritik sıcaklığı hesaplayınız.

• Başarılar dilerim