

• İki soru seçiniz.

1. Kanonik küme için yoğunluk operatörünü kullanarak $\langle H \rangle$ ifadesini hesaplayınız.
2. Bozon gazı için dağılım fonksiyonunu kullanarak toplam parçacık sayısının

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

şeklinde verileceğini gösteriniz.

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

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

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

3. Bir kuantum harmonik osilatörün enerjisi $\varepsilon_n = \hbar\omega(n + \frac{1}{2})$ ve bölüşüm fonksiyonu

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

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

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

ifadesinden yararlanarak bozon gazı için kritik sıcaklığı hesaplayınız.

5. Kuantum istatistik mekaniğinde kümeler ve mikrodurumlar nasıl tanımlanır.

• Başarılar dilerim. Süre 90 dakikadır.