

FİZ304 İSTATİSTİK FİZİK VE TERMODİNAMİK

“Genel Termodinamik Etkileşme II”

Prof.Dr. Orhan ÇAKIR

Ankara Üniversitesi, Fizik Bölümü

2017

Istatistik Termodinamiğin Temel Elemanları

- **Termodinamiğin sıfıncı yasası**
 - İki sistem, üçüncü bir sistem ile ısısal dengede ise birbiri ile de ısısal dengededir. $A \square C$ ve $B \square C$ ise $A \square B$ dir, burada \square anlamı ısısal dengedir.
 - Bu kavram termometre ve bir sistemin makro durumunu belirleyen sıcaklığı içermektedir.
- **Termodinamiğin birinci yasası**
 - Sistem etkileşerek bir makrodurumdan diğerine geçerse $\Delta \bar{E}$ enerji değişimi, sistem üzerine yapılan iş ve sistemin soğurduğu ısı arasında bağıntı vardır, $\Delta \bar{E} = W + Q$.
 - Bir sistemin makrodurumunu belirleyen iç enerji gibi bir parametre içerir. Makroskopik iş ölçülerek soğurulan ısıнын bulunmasını sağlar.

Istatistik Termodinamiğin Temel Elemanları

- **Termodinamiğin ikinci yasası**
 - Bir sistemin dengedeki makrodurumu burada verilen özelliklere sahip olan bir entropi (S) büyüklüğü ile belirlenebilir, $dS = dQ/T$.
 - Isısal olarak yalıtılmış bir sistemin bir makrodurumdan diğerine geçtiği bir oluşumda entropi artma eğilimindedir, $\Delta S \geq 0$.
- **Termodinamiğin üçüncü yasası**
 - Bir sistemin entropisi $T \rightarrow 0$ iken $S \rightarrow S_0$ sınır özelliğine sahiptir, burada S_0 sistemin yapısından bağımsız bir sabittir.
 - Özel türdeki parçacıkların bir sistemi için $T = 0$ yakınında, sistemin özel bir entropisi olacak şekilde standart bir makrodurumu olduğunu ifade eder.

Istatistik Termodinamiğin Temel Elemanları

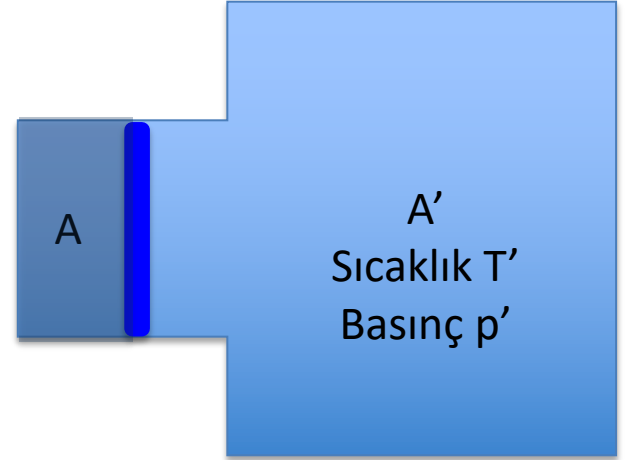
- Öneri: İstatistik bağıntı
 - Sistemin girilebilir durumları sayısı Ω ve entropi $S = k \ln \Omega$ ile verilir, buradan $\Omega = \exp(S/k)$ yazılabilir.
 - Yalıtılmış bir sistem dengede ise bu sistemi bir S entropisi ile belirlenen makrodurumda bulma olasılığını verir, $P \sim \exp(S/k)$.
- Öneri: Mikroskopik fizikle bağlantı
 - Sistemin kuantum durumları ile ilgili mikroskopik bilgilerden entropiyi bulmayı sağlar, $S = k \ln \Omega$.

Denge Koşulları, Fazlar Arası Denge

- Yalıtılmış bir sistemin toplam enerjisi sabit kalır, sistem dengede ise girilebilir durumlarının herbirinde eşit olasılıkla bulunur. Bir makroskopik y parametresi y ile $y+dy$ arasında değerler aldığı anda sistemin girilebilir durumları sayısı $\Omega(y)$ ile tanımlanır. Sistemi bu durumda bulma olasılığı $P(y) \sim \Omega(y)$. Burada entropi $S = k \ln \Omega(y)$ ile tanımlanır, böylece dengede olasılık $P(y) \sim \Omega(y) = \exp(S(y)/k)$ olur.
- Makroskopik y parametresi, sistemin standart bir makrodurumunda $y = y_0$ değerini aldığı anda
$$P(y)/P(y_0) = \exp(S(y)/k - S(y_0)/k) \rightarrow P(y) = P_0 \exp(\Delta S/k)$$
böylece olasılık oranları entropi farklarından bulunabilir.
- Yalıtılmış bir sistemin denge durumu, parametrelerinin S 'yi maksimum yapacak değerleri ile belirlenir.

Denge Koşulları, Fazlar Arası Denge

- Sabit bir T' sıcaklığı ile p' basıncındaki A' deposuna değen bir A sistemi düşünelim. A^* birleşik sisteminin girilebilir durum sayısı, y bir parametre olmak üzere, $\Omega^*(y) = \Omega(y).\Omega'(y)$ ile verilir. Burada $S^* = k \ln \Omega^*$ tanımı ile $S^* = S + S'$ olur.



- Yalıtılmış A^* sisteminde parametrenin y ile $y+dy$ aralığında değer alma olasılığı
$$P(y) = P_0 \exp(\Delta S^*/k)$$
- Isı deposunun $\Delta S'$ entropi değişimi, A dan soğurulan ısı, yarı-durgun oluşumda T' sıcaklığı ve p' basıncı ile ilişkili olarak $\Delta S' = Q'/T'$ ile verilir.

Denge Koşulları, Fazlar Arası Denge

- Deponun soğurduğu Q' ısısı

$$Q' = \Delta \bar{E}' - W'$$

büyüklüğüne eşit olur. A'nın hacmi $\Delta V = V(y) - V(y_0)$ değişirse, deponunki de aynı büyüklükte değişecektir, böylece $\Delta W' = p' \Delta V$ olur, $\Delta \bar{E}' = -\Delta \bar{E}$ yazılabilir. Buradan

$$Q' = -\Delta \bar{E} - p' \Delta V$$

şeklinde yazılır. Entropi değişimleri için

$$\Delta S^* = \Delta S - (\Delta \bar{E} + p' \Delta V)/T' = -(-T' \Delta S + \Delta \bar{E} + p' \Delta V)/T'$$

burada $G = \bar{E} - T'S + p'V$ (enerji boyutunda

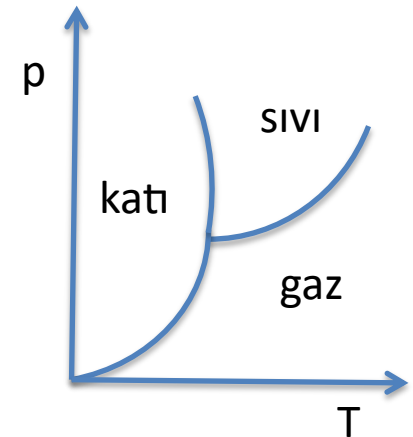
Gibbs serbest enerjisi) ve entropi değişimi $\Delta S^* = -\Delta G/T'$ yazılabilir.

- Sabit sıcaklık ve basınç altındaki bir depo ile değme halinde olan bir sistemin denge durumu parametrelerinin G' yi minimum yapan büyüklükleri ile belirlenir.



Denge Koşulları, Fazlar Arası Denge

- Maddeler, moleküllerin veya atomların biraraya toplanması ile oluşur ve faz olarak tanımlanan birbirinden farklı şekillerde bulunabilirler. Böylece bir maddenin katı, sıvı veya gaz şeklinde bulunduğu gözlenir (örnek (su): buz (ice), sıvı su (liquid water), su buharı (water vapor)). Faz geçişleri
 - Erime: katı \rightarrow sıvı geçişi
 - Buharlaştırma: sıvı \rightarrow gaz geçişi
 - Süblimleşme: katı \rightarrow gaz geçişi
- Faz 1 de bulunan molekül sayısı N_1 , faz 2 de ise N_2 ile gösterelim. Moleküllerin toplam sayısı (fazlardaki dağılıma bakmaksızın) sabit kalmalıdır
$$N = N_1 + N_2 = \text{sabit}$$



KAYNAKLAR

(0) İstatistik Fizik ve Termodinamik Ders Notları (FİZ304), Hazırlayan: Orhan Çakır, Ankara Üniversitesi Kütüphanesi Açık Ders Malzemeleri, <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=634> (son erişim tarihi: 11 Mart 2017). Bu ders notları aşağıda verilen kaynaklardan derlenmiştir. Ayrıntılı bilgi için bu kaynaklara başvurulabilir.

(1) İstatistik Fizik (F. Reif), Berkeley Fizik Dersleri Serisi - Cilt 5, Tercüme: T. N. Durlu, Y. Elerman, Bilim Yayınevi, Bilim Yayınları-43, ISBN: 975-556-054-8.



(2) Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, F. Reif, Waveland Press, Inc., Reissued (2009).

