

# HİD253 Termodinamik İlkeleri

## 4. Hafta: İş ve ısı, enerji türleri ... 2/2

Prof.Dr. C. Serdar BAYARI, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Hidrojeoloji Anabilim Dalı



## Bazı Kavramlar\_ Sistem

Görseli çift tıklayın ya da URL adresini kullanın:

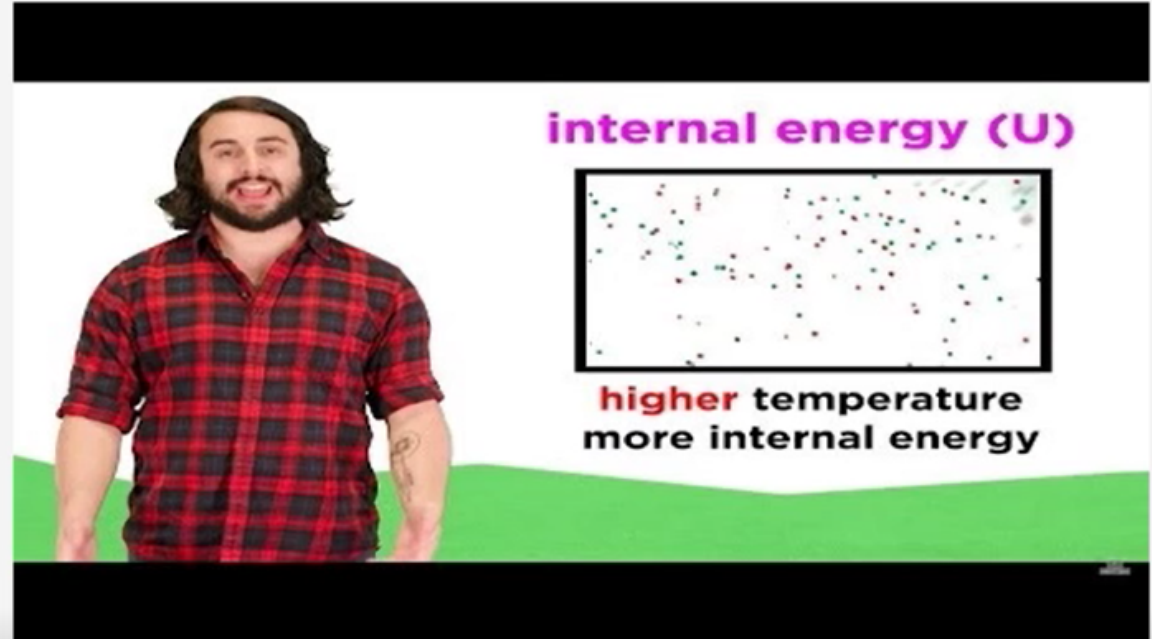
<https://www.youtube.com/watch?v=aDXQBE4r65Y>

Settings ten Auto translate > Turkish seçip, cc tıklayarak subtitles on seçeneğini tıklayıp Türkçe altyazılı izleyebilirsiniz.

- Sözlük anlamı olarak sistem (İng. system), bir bütüne ait olan birbirleriyle ilişkili ya da bağlantılı parçalar ya da şeyler topluluğudur. Örneğin bir ısıtma sistemi, ısı enerjisi veren yakıt, ısının suya aktarıldığı kazan, borular ve kalorifer petekleri gibi parçalardan oluşan bir bütündür. Sistemin hangi parçalar ya da bileşenlerden oluştuğu genellikle bizim bu sistemle ilgili nedenlerle ilgilendiğimize bağlıdır. İlgilenme nedenimize bağlı olarak bazı bileşenler sisteme eklenebilir ya da çıkartılabilir. Termodinamik İlkelerine dayalı değerlendirmelere önce ilgilendiğimiz sistemin özelliklerini tanımlarız (ya da varsayarız).

- Sistemin dışında kalan alana sistemin çevresi ya da kısaca çevre denir. Sistem ile çevresi sistem sınırı ile birbirinden ayrılır Bu sınır sabit veya hareketli olabilir. Matematiksel açıdan sınırın kalınlığı sıfırdır, bu nedenle de kütlesi ve hacmi yoktur.

- Uygulamada üç farklı sistem olduğu kabul edilir. Bunlar, 1) İzole, 2) Kapalı ve 3) Açık sistemlerdir.



- 1) İzole sistem: kütle, enerji ve iş giriş çıkışı OLMAZ!
- 2) Kapalı sistem: KÜTLE giriş çıkışı OLMAZ!
- 3) Açık sistem: kütle, enerji ve iş giriş çıkışı OLUR!

# Bazı Kavramlar\_Entalpi



- **Entalpi (H, J/mol)**

- Entalpi, bir sistemin sahip olduğu her türden enerjilerin toplamıdır. Bir şeyin entalpisinin kesin olarak hesaplanması ölçüm güçlüklerinden dolayı çok zordur. Entalpi değerleri daha çok teorik hesaplamalarla yaklaşık olarak belirlenebilmektedir. Entalpi, kütle giriş ve çıkışının gerçekleştiği açık sistemlerin enerji hesaplamalarından kullanılmaktadır.

- $H = \text{İçsel Enerji} + \text{Akış Enerjisi (Giren-Çıkan Enerji ve Kütle)}$

|    |              |    |                                 |
|----|--------------|----|---------------------------------|
| U= | İçsel Enerji | Q  | Isı transferi                   |
| T= | Sıcaklık     | W  | İş                              |
| p= | Basınç       | Cp | Isı kapasitesi (sabit basınçta) |
| V= | Hacim        |    |                                 |

Görseli çift tıklayın ya da URL adresini kullanın:

<https://www.youtube.com/watch?v=ZVhJ4TO8a-M>

Settings ten Auto translate > Turkish seçip, cc tıklayarak subtitles on seçeneğini tıklayıp Türkçe altyazılı izleyebilirsiniz.



4Hafta TermoSlayt

# Bazı Kavramlar\_Entalpi

- **Entalpi (H, J/mol):**

- Bir gaz için, yararlı bir durum değişkeni (İng. state variable) olan Entalpi (H), içsel enerji (U) artı basınç (p) ve hacmin (V) çarpımı olarak tanımlanır.
- $H = U + p \cdot V$  (Eşitlik 0)
- Entalpi, kütleye bölünerek yerel veya "özlü" bir değişken haline de getirilebilir.
- Entalpi denen bu yeni değişken ne tür termodinamik hesaplamalarda kullanılır? Bir gaz için termodinamiğin birinci yasasını ele alalım. Q ısı transferi ve W iş olarak tanımlanan bir sistem için, içsel enerjideki değişim, sisteme giren ısı transferi (Q) ile sistem tarafından dışarıya yapılan iş (W) arasındaki farka eşittir:
- $U_2 - U_1 = Q - W$  (Eşitlik 1)
- 1 ve 2 sayıları sırasıyla sistemin ısı alarak dışarıya iş yapması sürecinin başlama ve bitiş anlarıdır.



- Bu tür bir sistemde süreç boyunca basıncın (p) sabit olması durumunda:
- $W = p \cdot [V_2 - V_1]$  (Eşitlik 2)
- Bunu eşitlik 1'de yerine koyarsak:
- $U_2 - U_1 = Q - p \cdot [V_2 - V_1]$  (Eşitlik 3)
- Başlama ve bitiş anları için gruplama yaparsak:
- $(U_2 + p \cdot V_2) - (U_1 + p \cdot V_1) = Q$  (Eşitlik 4)
- Eşitlik 0'dan hareketle  $[H = (U + p \cdot V)]$  Eşitlik 4 aşağıdaki gibi yazılabilir:
- $H_2 - H_1 = Q$  (Eşitlik 5)
- Transfer edilen ısıyı (Q) ısı kapasitesi katsayısı (Cp) çarpı sıcaklık (T) şeklinde ifade edersek:
- $(H_2 - H_1)p = C_p (T_2 - T_1)p$  (Eşitlik 6)
- Bu eşitlikte yer alan p harfi eşitliğin yalnızca basıncın sabit olması koşulunda geçerli olduğunu göstermek üzere kullanılmıştır. Eşitlikte entalpi değerleri gaz kütlesine bölünür ve ısı kapasitesi yerine özlü ısı kapasitesi (cp) kullanılırsa eşitliğin özlü entalpi formu aşağıdaki gibi olur:
- $(h_2 - h_1)p = c_p (T_2 - T_1)p$  (Eşitlik 7)

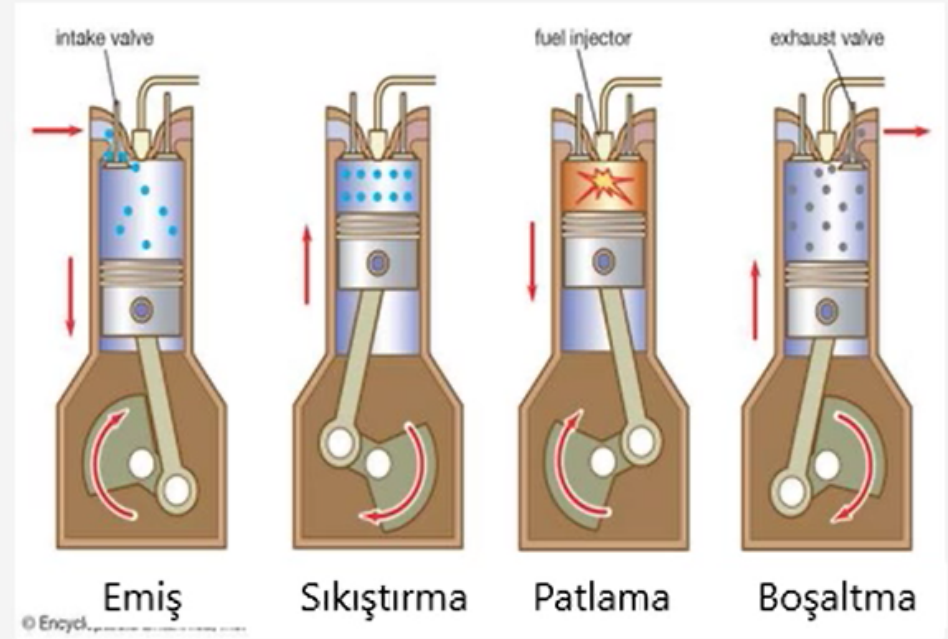
## Bazı Kavramlar\_Entropi

- Entropi (U, J/K):

• Bir sistemin iç düzenindeki rassallığı (İng. randomness) ve düzensizliği (İng. disorder) ifade eden bir terimdir. Diğer bir deyişle entropi, bir sistemdeki enerji ve maddenin rassallığının ve düzensizliğinin bir ölçüsüdür. Termodinamik açıdan bir sistemin entropisi, o sistemin yararlı bir iş yapabilmesi için sahip olduğu serbest enerji miktarının belirlenmesi üzerinde etkilidir. Entropi serbest enerji değildir. Bir sistemin toplam enerjisinin (H, entalpi) bir bölümü iç düzenin (U, içsel enerji) kurulması ay da korunması için kullanılır. Kalan bölümle sistem dışarıya faydalı bir iş yapılabilir.

• Benzer şekilde, sistemin iş üretmesini sağlayacak bir çevrim yaptığımızda, sisteme eklediğimiz ısıyı (Q) entalpi (H) adını verdiğimiz bir durum değişkeni ile; her bir çevrimde kaybolan enerjiyi ise entropi (S) adını verdiğimiz bir başka durum değişkeni ile tanımlayabiliriz. Sağdaki şekilde bir dizel motordaki patlama (İng. combustion) "çevrimi" gösterilmektedir.

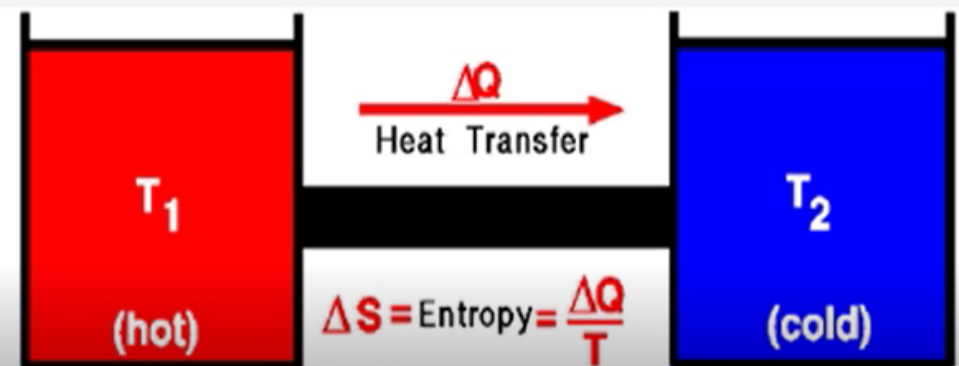
### Bir Dizel Motordaki Çevrim (Döngü)



## Bazı Kavramlar\_Entropi

- Termodinamik açıdan bir sistemin entropisinin büyüklüğü, o sistemin yararlı bir iş yapabilmesi için sahip olduğu serbest enerjinin büyüklüğünü de belirler. Bir sistemin entropisi arttıkça, serbest bırakabileceği enerji miktarı azalır.
- Bir sınıftaki öğrenciler düzenli biçimde yerlerinde oturur (entropi = düzensizlik minimum, İçsel düzen için harcanan İçsel Enerji (U) minimum) ise faydalı bir iş yapmak (yani dersi izlemek) için daha fazla serbest enerjiye (pv) sahip olurlar ve bu enerji ile faydalı bir iş yapmış olurlar. Yaramaz çocuklardan oluşan bir sınıfta, herkes bir yöne koşturmakta olup içsel düzen en düşük, entropi en yüksek düzeydedir. Bu nedenle öğrencilerin faydalı bir iş olan dersi izlemek için gerek serbest enerjileri çok azdır, ya da yoktur. Hoca, bu durumdan rahatsız olur ve öğrencilere kızar: -Entropiyi yükseltmeyin arkadaşlar!
- İkinci yasaya göre, herhangi bir süreçte bir sistem ve çevresindeki entropi değişimi ya "sıfır" ya da "pozitif" tir. Yani evrenin entropisi sürekli artma eğilimindedir.
- Clausius'a göre termodinamiğin ikinci yasası, bir sistemdeki kendiliğinden ortaya çıkan geri döndürülemez bir sürecin her zaman artan entropi yönünde ilerleceğini belirtir.

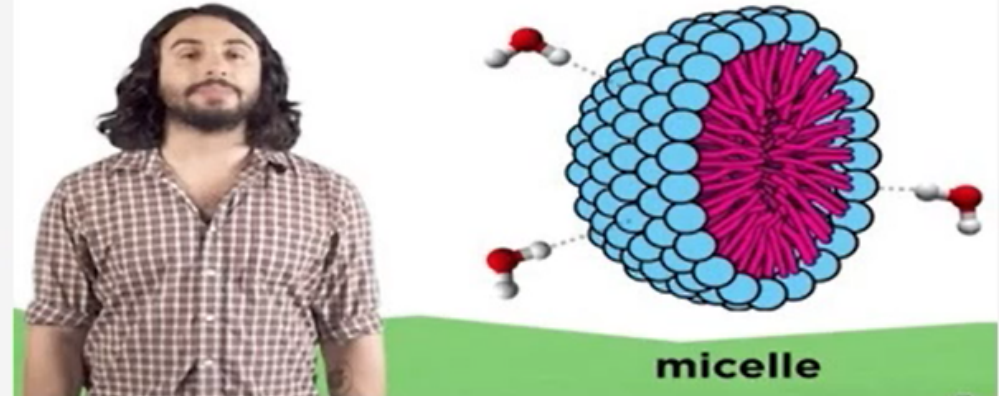
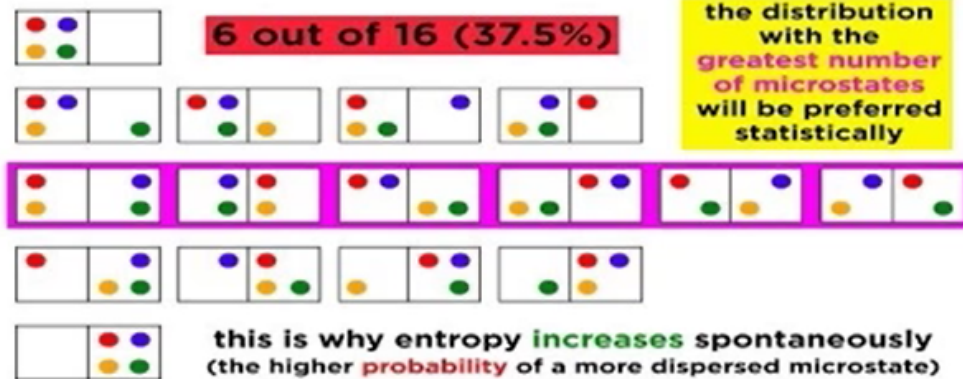
- Clausius tanımına göre, eğer bir miktar Q mutlak sıfırın üzerindeki T sıcaklığındaki büyük bir ısı rezervuarına akarsa, entropi artışı  $\Delta S = Q / T$  olur. Bu denklem aynı zamanda alternatif bir sıcaklık tanımıdır ( $T = Q / \Delta S$  ya da  $Q = T \Delta S$ ).
- Termodinamiğin ikinci yasasına göre, herhangi bir işlem sırasında bir sistemin ve çevresinin entropisindeki değişim ya sıfırdır ya da pozitifdir ( $\Delta S \geq 0$ ). Bu nedenle bir bütün olarak evrenin entropisi maksimuma doğru artış eğilimi gösterir. İkinci yasaya göre evrendeki entropi zamanla arttıkça serbest enerji miktarı azalacak hem enerji hem de madde zaman ilerledikçe daha az faydalı iş yapabilir hale gelecektir.



## Bazı Kavramlar\_Entropi (videolar)

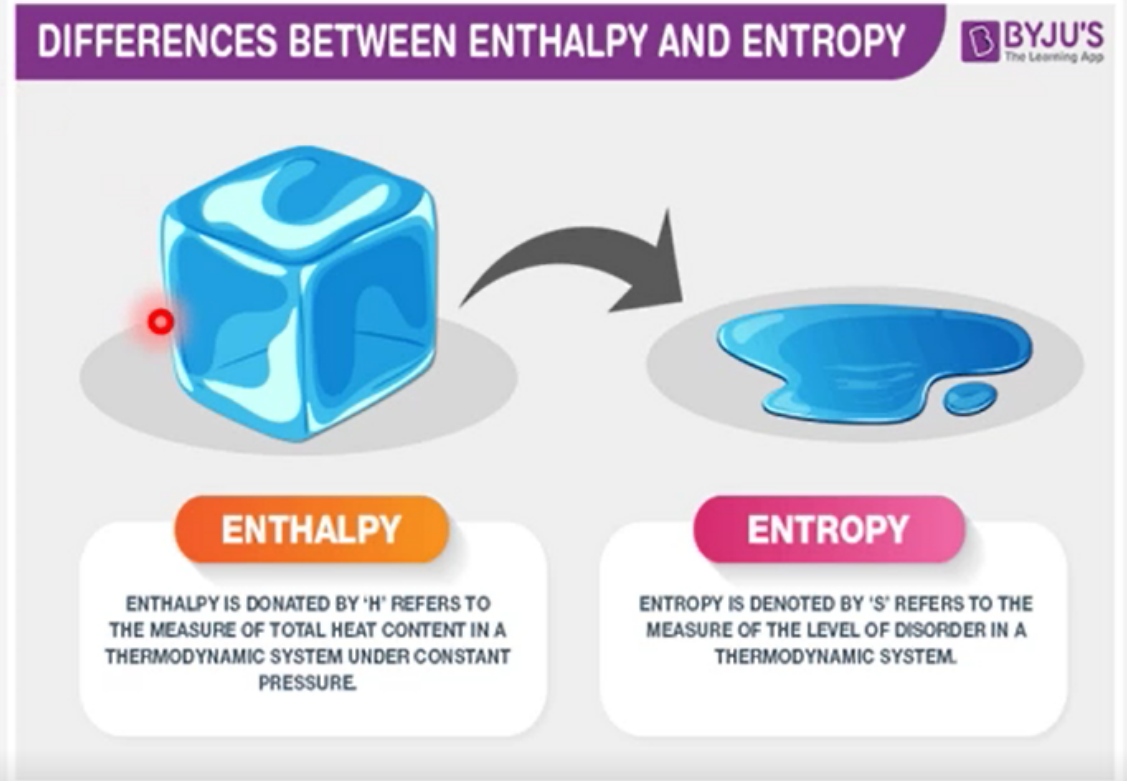
Video: Termodinamiğin İkinci Yasası, Isı akışı, entropi ve Micro durumlar  
<https://www.youtube.com/watch?v=MrwW4w2nAMc>

Video: The Laws of Thermodynamics, Entropy, and Gibbs Free Energy  
<https://www.youtube.com/watch?v=8N1BxHgsoOw>



# Entalpi ve Entropi Arasındaki Fark ?

- Aynı termodinamik sistemde entalpi toplam ısıyı, entropi düzensizliğin derecesini ifade eder.
- Entalpi, basıncın sabit olduğu bir termodinamik sistemde bulunan toplam ısının ölçüsüdür.
- $\Delta H = \Delta U + P\Delta V$  ifadesi ile tanımlanır, burada U içsel enerjidir.
- Entropi, termodinamik bir sistemdeki düzensizliğin ölçüsüdür ve  $\Delta S = \Delta Q / T$  olarak tanımlanır, burada Q ısı içeriği ve T sıcaklıktır.
- Kapalı bir sistemde,  $T\Delta S = \Delta H$  olup, bu durum herhangi bir mutlak sıcaklıkta mutlak sıcaklıkta entropideki bir miktar değişikliğin entalpi değişimiyle sonuçlanacağı anlamına gelir.



## Entalpi ve Entropi Arasındaki Fark ?

---

### Entalpi

Entalpi bir tür enerjidir

İç enerji ve aktarılan enerjinin toplamıdır

H sembolü ile gösterilir

Heike Kamerlingh Onnes adlı bilimci tarafından tanımlanmıştır

Birimi  $J / mol$ 'dür

İlgili standart koşullarda geçerlidir

Sistem minimum entalpiyi tercih eder

### Entropi

Entropi bir özelliktir

Moleküllerin rassallığının (yapıdaki düzensizliğin) ölçüsüdür

S sembolü ile gösterilir

Rudolf Clausius adlı bilimci tarafından tanımlanmıştır

Birimi  $J / K$ 'dir.

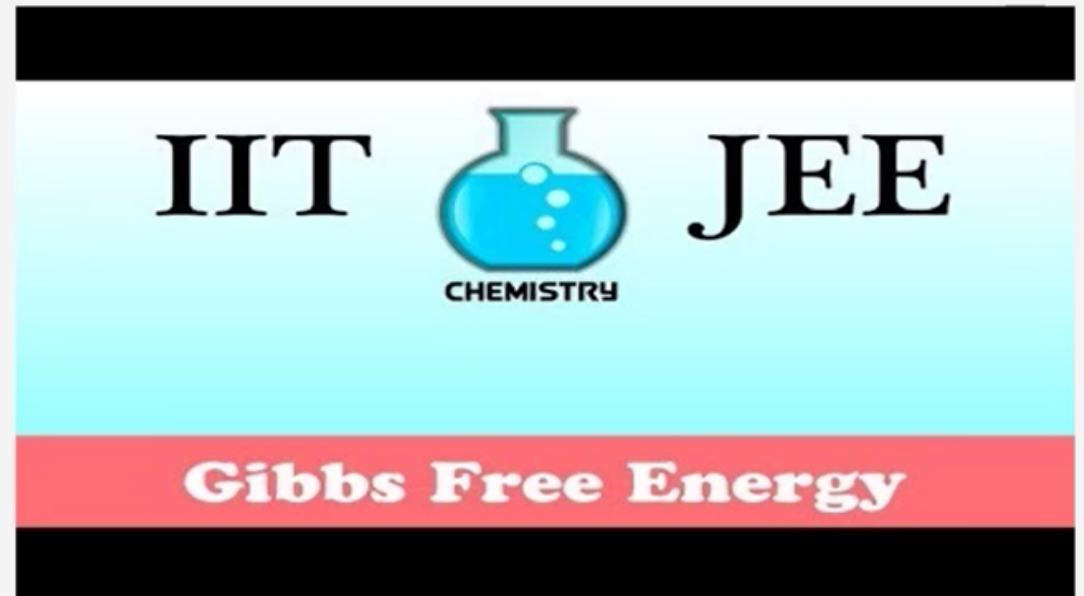
Herhangi bir sınırı veya koşulu yoktur.

Sistem maksimum entropiyi destekler

# Gibbs Serbest Enerjisi

Video: Gibbs serbest enerjisi hesabı  
[https://www.youtube.com/watch?v=6o7AJP6\\_4yw](https://www.youtube.com/watch?v=6o7AJP6_4yw)

- Gibbs serbest enerjisi kimyasal reaksiyonlardaki entalpi ve entropi değişimleriyle ilgilidir. Reaksiyonun hangi yönde (Girenler <> Çıkanlar, sağa ya da sola) ilerleyeceğini belirler.
- Gibbs serbest enerjisi, bir sistemin sabit basınç ve sıcaklık altında üretebildiği kullanılabilir (faydalı) iş miktarını ifade eder.
- Amerikalı bilim adamı J. Willard Gibbs'e ithafen G ile gösterilen bu durum fonksiyonu (İng. state function) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:  
$$\Delta G = \Delta H + T\Delta S$$
- Gibbs serbest enerjisi, entalpi (H), sıcaklık (T) ve entropi (S), yani üç farklı durum fonksiyonu kullanılarak hesaplanması nedeniyle, kendisi de bir durum fonksiyonudur.
- Bir sistemin belli bir durumdaki serbest enerjisini direkt olarak ölçebilmek mümkün değildir. Bu nedenle Gibbs serbest enerjisi de diğer durum fonksiyonları gibi, değerindeki değişimler üzerinden ( $\Delta G$ ) değerlendirilir:  
$$\Delta G = \Delta H + \Delta TS$$



- Sistemin iş yapmada kullandığı bu enerji kısa serbest enerji (free energy) olarak da anılır. Bir sistemin entropisi arttıkça, serbest bırakabileceği enerji miktarı azalır.

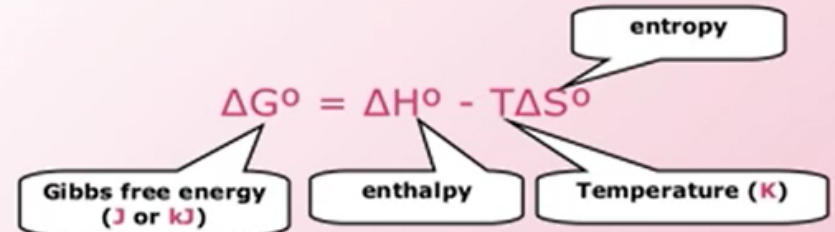
# Gibbs Serbest Enerjisi, Entalpi ve Entropi ile Nasıl İlişkilidir?

- Gibbs serbest enerjisi, entalpi ve entropiyi tek bir eşitlikte birleştirir. Gibbs serbest enerjisi, faydalı iş yapabilen bir kimyasal reaksiyonla ilişkili bir enerjidir.
- Gibbs serbest enerjisi entalpi ile sistemin sıcaklığı ile entropisinin çarpımının farkına eşittir:  $G = H - TS$
- Sabit sıcaklıkta
- $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  eşitliği geçerli olup;
- $\Delta G$ 'nin işareti (+ veya -) kimyasal reaksiyonun yönünü belirtir.
- $\Delta G$  negatifse, reaksiyon kendiliğinden gerçekleşir (sağa ilerler).
- $\Delta G$  pozitifse, reaksiyon spontan değildir (kendiliğinden gerçekleşmeyecektir) ve gerçekleşmesi için kimyasal sisteme dışarıdan enerji verilmesi gerekecektir. Bu enerji verildiğinde reaksiyon sola ilerler..
- Herhangi bir kimyasal süreç (reaksiyon) için Gibbs Serbest Enerjisindeki ( $\Delta G$ ) değişim, aşağıdaki eşitliğe göre entalpi ( $\Delta H$ ) ve entropi ( $\Delta S$ ) değişiklikleriyle ilişkilidir:  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  Burada, T Kelvin biriminde mutlak sıcaklıktır.

- $\Delta G$  sıfırdan küçük olduğunda, reaksiyon veya süreç için ileri yönde (yani reaksiyonun yazıldığı yönde) termodinamik bir itici güç vardır.  $\Delta G$  pozitif olduğunda, yani reaksiyonun yazıldığı tersi yönünde enerji ve kütle akışı gerçekleşecektir.  $\Delta G = 0$  olduğunda sistemde reaksiyon eşitliğinin sol ve sağ tarafındaki türler arasında termodinamik enerji dengede demektir, reaksiyon ne sağa ne de sola ilerlemez, diğer bir deyişle reaksiyon gerçekleşmez.

## ENTROPY AND GIBBS FREE ENERGY

How are entropy and enthalpy related?



**Gibbs free energy** is the energy that is available to do useful work.

A reaction will spontaneously occur if  $\Delta G < 0$  (exergonic reaction)

A reaction will NOT spontaneously occur if  $\Delta G > 0$  (endergonic reaction)

# Gibbs Serbest Enerjisi, Entalpi ve Entropi ile Nasıl İlişkilidir?

Bir reaksiyonun gerçekleştiğinde sıcaklıkla birlikte bir reaksiyonun entalpi ve entropi değişimleri şu şekildedir:  
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

Bu denklemin bileşenlerine baktığımızda;

- $\Delta H$ , entalpi değişimidir. Entalpi, kimyasal bağlarda depolanan enerjiyi ifade eder ve entalpideki değişim, reaksiyondan çıkanlar ile girenlerin bağ enerjilerindeki farktır. Negatif  $\Delta H$ , girenlerden çıkanlara geçerken ısı açığa çıktığı anlamına gelirken, pozitif  $\Delta H$  ise bu süreçte ısının emildiği anlamına gelir. (Bu  $\Delta H$  yorumu, sabit basınç varsayımına dayalıdır).
- $\Delta S$ , reaksiyon sırasında sistemin entropi değişimidir.  $\Delta S$  pozitifse, sistem reaksiyon sırasında daha düzensiz hale gelir (örneğin, bir büyük molekül birkaç küçük moleküle bölünür).  $\Delta S$  negatifse, bu sistemin daha düzenli hale geldiği anlamına gelir.
- Sıcaklık (T),  $\Delta S$  ve  $\Delta H$  terimlerinin reaksiyonun genel serbest enerji değişimi üzerindeki bağıl etkilerini belirler. Sıcaklık ne kadar yüksek olursa, S teriminin H terimine göre etkisi o kadar büyük olur. Denklemden Kelvin (K) cinsi sıcaklık kullanılır.

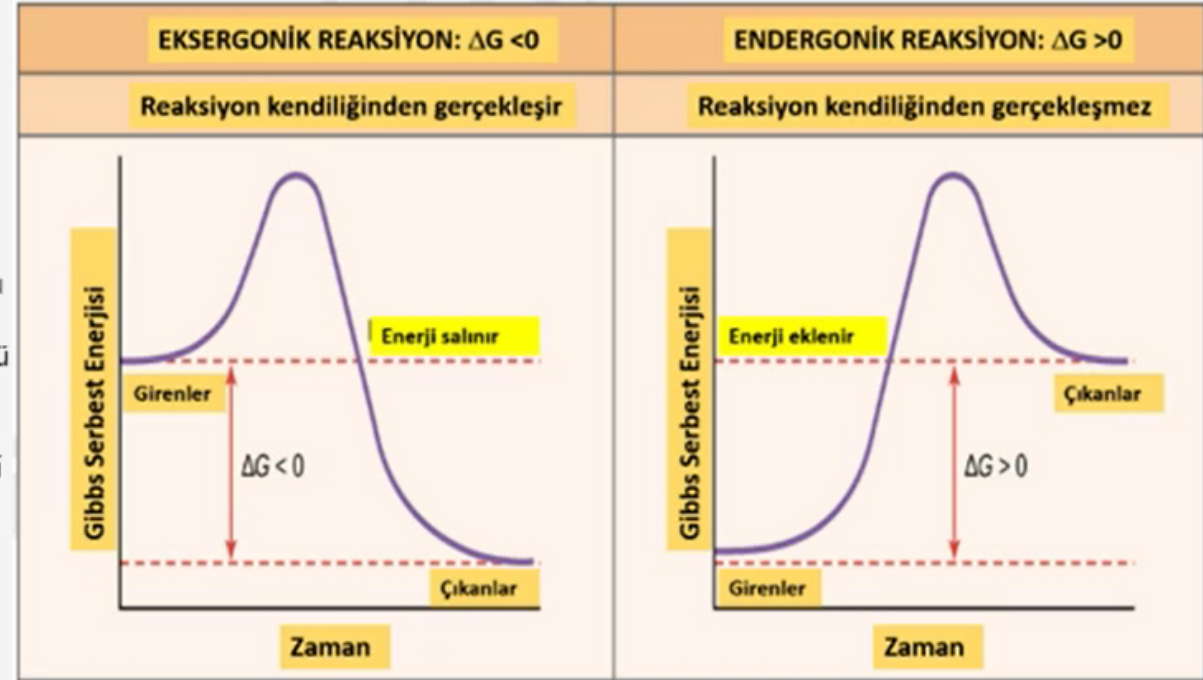
$\Delta H$  ve  $\Delta S$ 'e bakarak bir reaksiyonun kendiliğinden gelişip gelişmeyeceğini ya da sadece bazı sıcaklıklarda kendiliğinden gerçekleşebileceğine karar verebiliriz (bkz aşağıdaki şekil).

|                | $\Delta H < 0$                                                         | $\Delta H > 0$                                                          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta S > 0$ | Tüm T lerde kendiliğinden gerçekleşir ( $\Delta G < 0$ )               | Yüksek T lerde kendiliğinden gerçekleşir ( $T\Delta S$ büyük olduğunda) |
| $\Delta S < 0$ | Düşük T lerde kendiliğinden gerçekleşir ( $T\Delta S$ küçük olduğunda) | Tüm T lerde kendiliğinden gerçekleşmez ( $\Delta G > 0$ )               |

- Negatif  $\Delta H$  ve pozitif  $\Delta S$  içeren reaksiyonlar tüm sıcaklıklarda kendiliğinden gerçekleşir. ( $\Delta G < 0$ )
- Pozitif  $\Delta H$  ve negatif  $\Delta S$  olan reaksiyonlar tüm sıcaklıklarda kendiliğinden gerçekleşmez. ( $\Delta G > 0$ )
- Negatif  $\Delta H$  ve negatif  $\Delta S$  olan reaksiyonlar düşük sıcaklıklarda kendiliğinden gerçekleşir.
- Pozitif  $\Delta H$  ve pozitif  $\Delta S$  içeren reaksiyonlar yüksek sıcaklıklarda kendiliğinden gerçekleşir.

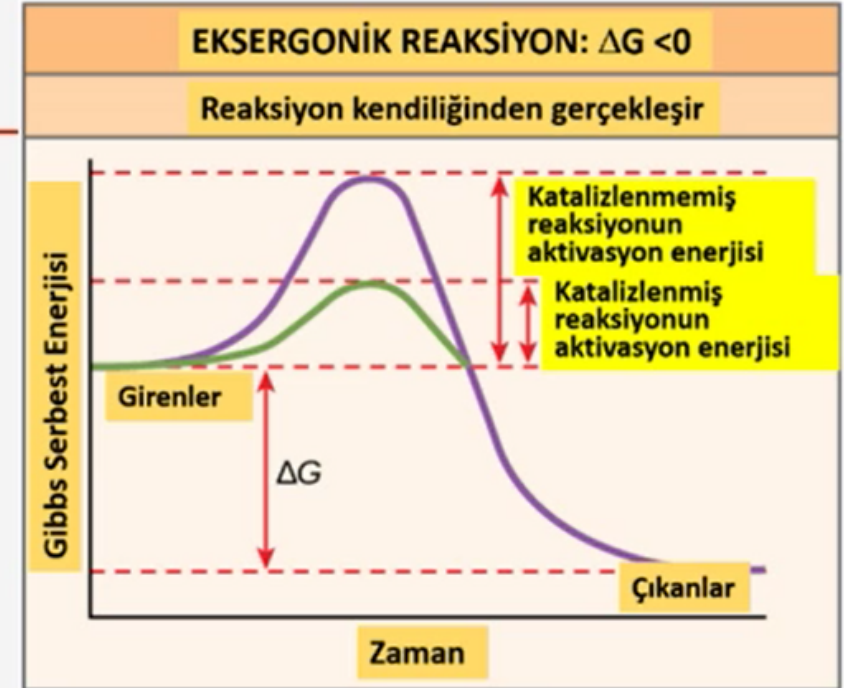
## Endergonik ( $\Delta G > 0$ ) Ve Ekzergonik ( $\Delta G < 0$ ) Reaksiyonlar

- Negatif bir  $\Delta G$ 'ye sahip olan reaksiyonlar serbest enerji açığa çıkarır ve ekzergonik reaksiyonlar olarak adlandırılır.
- (Ekzergonik, enerjinin sistemden ÇIKMASI anlamına gelir.)
- Negatif  $\Delta G$ , reaksiyona girenlerin veya başlangıç durumunun, reaksiyondan çıkanlardan veya son durumdan daha fazla serbest enerjiye sahip olduğu anlamına gelir. Ekzergonik reaksiyonlara spontan (kendiliğinden gerçekleşen) reaksiyonlar da denir, çünkü bunlar enerji ilavesi olmadan meydana gelebilir.
- Pozitif  $\Delta G$  ( $\Delta G > 0$ ) olan reaksiyonlar ise bir enerji girişi gerektirir ve endergonik reaksiyonlar olarak adlandırılır. Bu durumda, reaksiyondan çıkanlar veya son durum, reaksiyona girenlerden veya başlangıç durumundan daha fazla serbest enerjiye sahiptir. Endergonik reaksiyonlar kendiliğinden gerçekleşmez. Reaksiyon ilerlemeden önce sisteme dışarıdan enerji eklenmesi gerekir.
- Endergonik reaksiyonları, ürünlerinde çevreden alınan ilave enerjinin bir kısmını depoladıkları şeklinde de düşünebilirsiniz.



## Aktivasyon Enerjisi

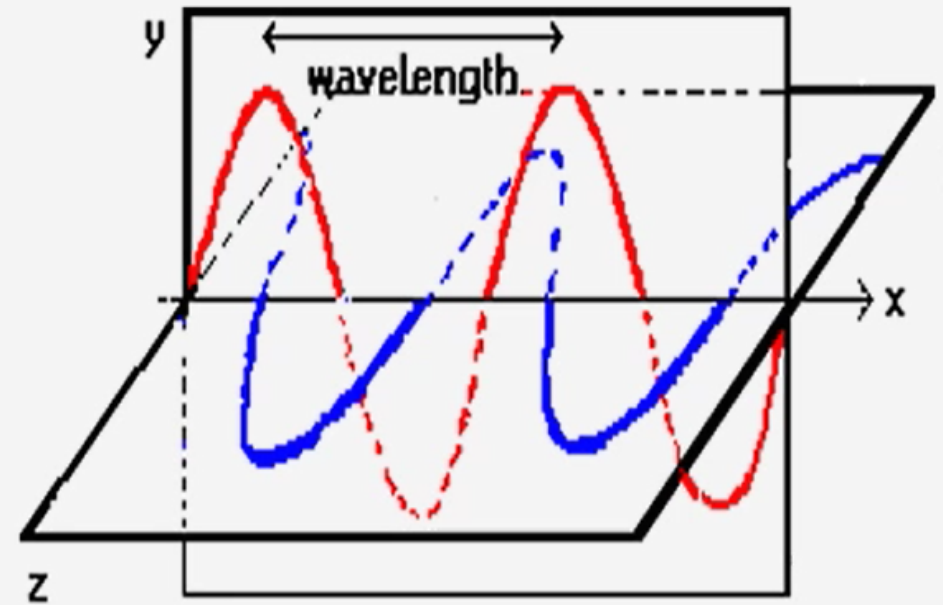
- Endergonik ve ekzergonik reaksiyonlarla ilgili olarak dikkate alınması gereken önemli bir kavram daha vardır. Ekzergonik reaksiyonlar bile, enerji açığa çıkaran adımlarına devam etmeden önce az miktarda enerji girişi gerektirir.
- Tüm kimyasal reaksiyonların meydana gelmesi için gerekli olan bu küçük miktardaki enerji girdisine aktivasyon enerjisi (veya aktivasyonun serbest enerjisi) denir ve EA olarak kısaltılır.
- Neden enerji açığa çıkaran, negatif bir  $\Delta G$  reaksiyonu ilerlemek için az da olsa enerji girdisi gerektirir?
- Bunun nedeni, kimyasal bir reaksiyon sırasında meydana gelen adımlarda yatmaktadır. Kimyasal reaksiyonlar sırasında belirli kimyasal bağlar kopar ve yenileri oluşur. Örneğin, bir glikoz molekülü parçalandığında, molekülün karbon atomları arasındaki bağlar kopar. Bunlar enerji depolayan bağlar olduğu için koptuklarında enerji açığa çıkarılır. Bununla birlikte, onları bağların kopmasına izin veren bir duruma getirmek için molekülün bir şekilde bükülmesi gerekir. Bu duraysız duruma (İng. unstable state) ulaşmak için küçük bir enerji girişi gereklidir. Bu duraysız duruma geçiş durumu (İng. transition state) denir ve yüksek enerjili, kararsız bir durumdur. Bu nedenle, reaksiyona giren moleküller geçiş durumlarında uzun süre dayanmazlar, ancak kimyasal reaksiyonun sonraki adımlarına çok hızlı bir şekilde ilerlerler.



Reaksiyonları ilerletmek için gereken aktivasyon enerjisinin kaynağı tipik olarak çevreden gelen ısı enerjisidir. Bu ısı enerjisi (bir kimyasal reaksiyondaki reaktanların veya ürünlerin toplam bağ enerjisi) moleküllerin hareketini hızlandırır, çarpıştıkları frekans ve kuvveti artırır; aynı zamanda molekül içindeki atomları ve bağları hafifçe hareket ettirerek geçiş durumlarına ulaşmalarına yardımcı olur. Bu nedenle, bir sistemi ısıtmak, o sistem içindeki kimyasal reaktanların daha sık reaksiyona girmesine neden olacaktır. Bir sistem üzerindeki baskıyı (basıncı) artırmak da aynı etkiye sahiptir. Reaktifler, geçiş durumuna ulaşmak için çevrelerinden yeterli ısı enerjisini emdikten sonra, reaksiyon kendiliğinden devam edecektir.

## Enerji nasıl iletilir?

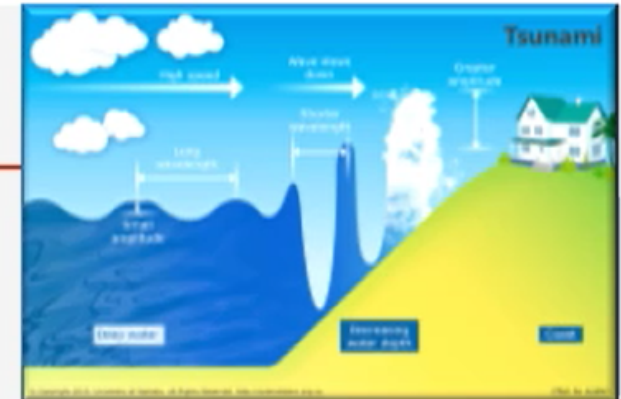
- Enerji, kondüksiyon (elden elde), konveksiyon (taşıtararak) ve radyasyon (ışırma) olarak adlandırılan üç farklı biçimde iletilir.
- Öğrencilerin yan yana dizilip bir paketi elden ele iletmeleri, ya da bir elektronun bir bakır atomundan yanındaki diğer bakır atomuna aktarılması yoluyla iletilmesi kondüktif taşınırma örnektir.
- Yürüyen merdiven üzerinde taşınırma konvektif taşınırma örnektir. Yani, bir başka unsur sizi taşımaktadır. Bu durumda yürüyen merdiven konveyör (taşıyıcı) olarak adlandırılır.
- Enerji titreşim dalgaları şeklinde iletilmesi de kondüktif taşınırma bir örnektir. Örneğin, suya düşen bir taşın oluşturduğu dalgalar enerjisinin mekanik yolla taşınırma sağlar. Hava basıncının sesi iletilmesi de titreşen hava moleküllerinin oluşturduğu dalgalar tarafından mekanik yolla sağlanır. Mekanik yolla taşınırma enerji sürekli olarak potansiyel ve kinetik enerji formları arasında dönüşüme uğrar.
- Enerji radyasyonla (ışırma) da taşınır. Radyasyonla taşınırma elektromanyetik dalgalarla taşınırma şeklindedir. Elektromanyetik dalga mekanik dalgadan farklı olarak boşlukta (uzak, vakum) ilerleyebilir. Mekanik enerji dalgaları ilerlemek için bir ortama (hava, su, katı) ihtiyaç duyarlar. Örneğin deprem dalgaları yer kabuğunun katı ortamında iletilir.



## Enerji nasıl iletilir?

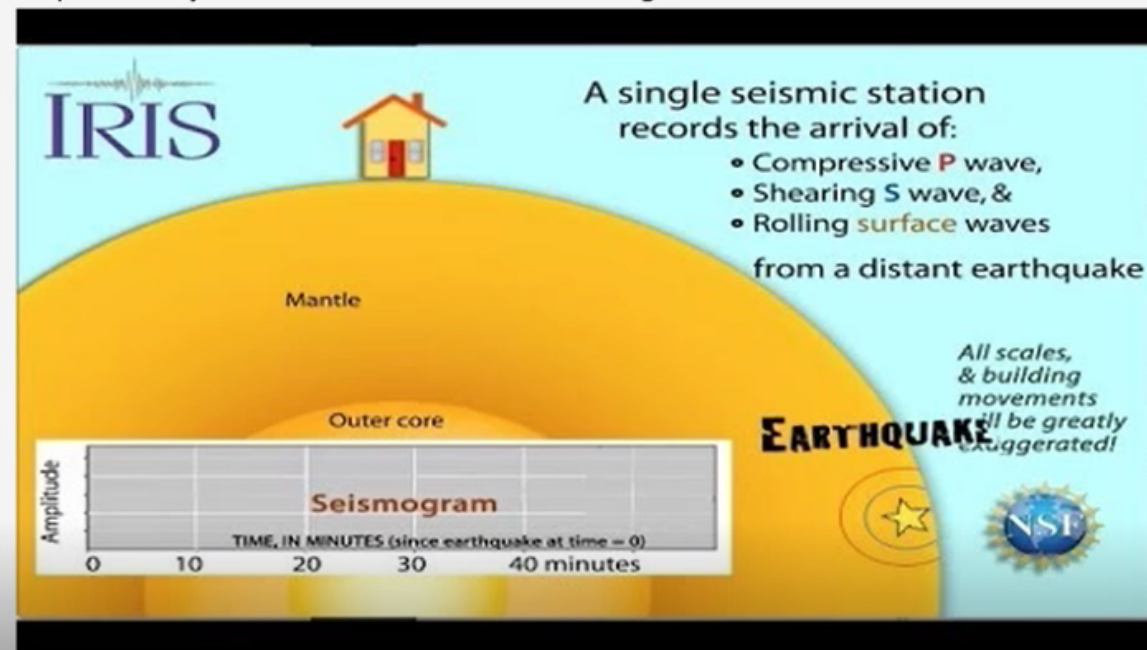
### Mekanik Enerji Dalgası:

- Enerjinin bir mekanik enerji dalgası olarak bir ortamın içerisinde iletilmesi sırasında ortamı oluşturan parçacıkların potansiyel ve kinetik enerjileri sürekli bir diğ erine dönüşür.
- Enerjinin mekanik enerji dalgası olarak su içindeki iletiminde sudaki parçacıklar yukarı veya aşağı hareket etmeye başlarlar. Bu, kinetik enerjinin (hareket enerjisi) onlara aktarıldığı anlamına gelir.
- Parçacıklar dalga tepesine doğru çıkarken yavaşlar (kinetik enerji kaybederek potansiyel enerji kazanırlar). Parçacığın dalga çukuruna inmesi sırasında da tersi yaşanır. Diğ er bir deyiş le bir dalgadaki parçacıkların enerjisi kinetik ve potansiyel enerjiler arasında salınır.
- Su parçacıkları bu şekilde enerji salınımı gösterirken kendileri taşınmazlar. Taşınan su değı l, suya baş langıç ta verilen enerjidir.
- Tsunami bir mekanik dalga enerjisi iletiminin sonucudur.
- Yıkıcı etkiye sahip olan deprem dalgaları (ya da sismik dalgalar) da yukarıda anılan biçimde iletilirler.



Video: Mekanik enerji dalgası

<https://www.youtube.com/watch?v=ZESO9bNgZ-M>



Neler öğrendik?



$$\Delta S \geq 0$$



Sistem nedir ?

Kaç tür system vardır, özellikleri ?

Entalpi ?

Enntropi ?

Enerji dönüşümleri ?

Gibbs serbest enerjisi ?

Endergonik reaksiyon ?

Ekzergonik reaksiyon ?

Aktivasyon enerjisi ?

Enerji nasıl iletilir ?

