

Ders notları “Understanding Engineering Thermo, Octave Levenspiel, 1996’dan derlenmiştir”

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Termodinamik (hemen her işte olduğu gibi) öğrenmek için bir kaç kez tekrarlanması gereken bir konudur. Termodinamik yasalarının anlamları ancak yeterli tekrar yapılırsa bilincimize yerleşir. Bunu başarmanın en pratik yolu, günlük yaşantımızdaki olayları termodinamik açıdan incelemek ve termodinamik yasaları ile açıklamaya çalışmaktır.

Günümüzde kölelik neden geçerli bir iş yaptırma şekli değildir? Ya da, kölelikten neden vaz geçilmiştir? Bu sorunun yanıtı, endüstriyel çağa girişle birlikte artık makinaların insanlardan daha etkin ve verimli biçimde iş yapmasından kaynaklanmaktadır. Üstelik makinaları beslemek köleleri beslemekten daha ucuzdur.

Enerji, bir şeyin iş yapma kabiliyetidir. Eğer herhangi bir şeyin daha fazla enerjisi varsa, daha çok iş yapabilir. Farklı türden (potansiyel, kinetik, hidrolik, elektrik, nükleer ve kimyasal) enerjilerin ortak özelliği bunlarla iş yapılabilmesidir. Diğer bir deyişle türü ne olursa olsun bir iş yapabilmek için enerjiye gereksinim vardır. Bu iş, bir otomobilin hareketi, suyun akarsu yatağında akışı, uyumak, koşmak, ders çalışmak olabilir.

Termodinamik’in temel amacı “enerji” konusunun incelenmesidir. Örneğin, kömürde, odunda, akarsuda, ekmekte, baklavada ne kadar enerji vardır? Bu sorunun yanıtı Termodinamiğin 1nci yasası ile ilgilidir (Enerji yoktan var edilemez, vardan yok edilemez).

Enerji konusu üzerine ilk çalışmalarla birlikte enerjinin bir formdan (örneğin kömürdeki enerjinin suyu ısıtarak buhar türbinin çevrilmesi yoluyla elektrik enerjisine dönüşmesi) başka bir forma dönüştürülebildiği, buna karşın bu dönüşümün % 100 verimlilikle yapılamadığı anlaşılmıştır. Belirli bir enerji formu ne kadar verimlilikle diğer bir enerji formuna dönüştürülebilir? Bu sorunun yanıtı Termodinamiğin 2nci yasası ile ilgilidir (Enerji her zaman düzenli (daha faydalı) bir formdan düzensiz (daha az faydalı) bir forma dönüşür).

Birinci ve ikinci yasalar birlikte değerlendirildiğinde bir sistemin belirli bir durumda ne kadar iş yapabilecek enerjiye (ekserji) sahip olduğu belirlenebilir. Örneğin, akarsudan elektrik enerjisi üretmek mümkün olmakla birlikte, aynı miktarda göllenmiş durumdaki sudan enerji üretilemez. Dolayısıyla, bir sistemin (su kütlesi) toplam enerjisinin ne kadarlık bölümünün faydalı bir iş yapmak (elektrik üretmekte) için kullanılabileceğinin belirlenmesi için sistemle birlikte çevresel koşulların da (su akarsu yatağında mı, gölde mi?) dikkate alınması gerekir.

Termodinamiğin bilim dünyasındaki yerini ve önemini anlamak için aşağıda bazı değerlendirmelere yer verilmiştir.

“Bir kuram ne kadar basit, ne kadar çok farklı alana yönelik ve ne kadar çok uygulanabiliyor ise o kadar mükemmeldir. Bu açıdan, klasik termodinamik evrensel ölçekteki tek fiziksel kuram olup, temel kavramları hiçbir zaman yıkılamayacaktır, Albert Einstein”

Science dergisinde 2000 yılında bilimciler arasında gerçekleştirilen bir anketin sonuçlarına göre Bilim’in “Top 20” listesi şu şekilde başlamaktadır (Science, 251, 266-267, 1991):

1. Evren düzenli ve tahmin edilebilir bir yapıdır,
2. Bir grup yasa ile tüm hareketler tanımlanabilir (Newton yasaları),
3. Enerji ve kütle korunur (1nci yasa),
4. Enerji her zaman daha faydalı konumdan daha az faydalı konuma geçer (2nci yasa)

TERMODİNAMİĞİN YASALARI (ÖZET):

Termodinamiğin yasaları ayrıntılı olarak ilgili bölümlerde açıklanacaktır. Bununla birlikte, genel bir fikir vermesi açısından termodinamiğin 4 yasası aşağıda özetlenmiştir:

- Sıfırıncı yasa: Eğer A ve B cisimleri üçüncü bir C cismi ile ayrı ayrı termal dengede ise, o zaman A ve B cisimleri birbirleri ile termal dengededir.
- Enerji yoktan var edilemez, vardan yok edilemez. Çevresinden izole (ısı izolasyonu değil, kütle, iş ve enerji girişi çıkışı açısından izolasyon) bir sistemin enerjisi sabittir.
- Enerji her zaman daha faydalı konumdan daha az faydalı konuma geçer. Bu durum evrenin entropisinde artışa neden olur,
- Mutlak sıfır ($0^{\circ}\text{K} = -273.15^{\circ}\text{C}$) sıcaklığında entropi sıfırdır.

TERMODİNAMİĞİN BİRİNCİ YASASI

Termodinamik esas olarak doğal sistemlerde enerji akışının davranışını inceleyen bir bilimdir. Termodinamik yasalarının anlaşılması ve kavranması, doğada bu yasalara uygun olarak gelişen enerji akışı sonucunda ortaya çıkan olayların neden(ler)ini anlamamızı kolaylaştırır. Örneğin, erozyon neden oluşur, neden sular hep denize akar vb.

Enerji vardan yok edilemez, yoktan var edilemez. Sadece bir biçimden diğerine dönüştürülebilir (örneğin ısıdan elektriğe) yada dışardan (çevre) sisteme (ilgilendiğiniz şey) eklenebilir. Enerji kendiliğinden ortaya çıkamaz. Eğer bir sistem yada obje enerji kazanırsa bu enerji mutlaka dışardan bir yerden gelmek zorundadır. Örneğin, bir omlet tavası normal koşullarda oda sıcaklığı ile dengede bir ısı içeriğine sahiptir. Aynı tava, kendi kendini ısıtamaz. Ama, yanan ocağın üzerine konulduğunda alevden gelen ısıyı absorblayarak ısınır. Tavada depolanan ısı enerjisi sonucunda, tavayı oluşturan moleküllerin kinetik enerjileri artacağından tavanın sıcaklığı da artar.

TERMODİNAMİĞİN İKİNCİ YASASI

Termodinamiğin ikinci yasası enerjinin her zaman daha kullanışlı formdan, daha kullanışlı forma dönüşeceğini söyler. Başka bir deyişle enerji, kendiliğinden konsantre formdan dağınık forma dönüşme eğilimindedir. Örneğin, ocakta ısınmış bir tavanın daha tezgah üzerine konulduğunda depoladığı (konsantre olan) ısı enerjisini çevresine yayarak kaybetme eğilimindedir.

Doğadaki bütün olaylar 2nci yasaya nedeniyle gerçekleşirler. Örneğin, pilde depolanan kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşerek yayılma eğilimindedir. Atmosferik basınç farkı nedeniyle oluşan rüzgar sonsuza kadar aynı şekilde esemez, enerji yayılarak dağılır. Otomobil lastiğindeki basınçlı hava atmosfere yayılma, hızla giden bir araç ayak gaz pedalından çekildiğinde yavaşlama eğilimindedir. Termodinamiğin 2nci yasası bize her türden enerjiyi içeren birbirinden tamamen farklı olayların aslında ortak bir nedeni olduğunu söylemektedir. Birbirinden farklı tüm olayların gerçekleşmesinin ardındaki neden konsantre olmuş durumdaki enerjinin dağılma/yayılma eğilimidir.

Termodinamiğin 2nci yasasının anlaşılabilmesi için “enerji, kendiliğinden konsantre formdan dağınık forma dönüşme eğilimindedir” ifadesinde yer alan “kendiliğinden” ve “eğilimindedir” kavramlarının iyi anlaşılması gerekir. Kendiliğinden (spontaneously) ifadesi ile sisteme şans tanındığında bir maddedeki enerjinin kendiliğinden yayılacağı anlatılmaktadır. Burada enerji yayılmasının (serbest kalışının) hızlı yada yavaş olması önemli değildir. İşte bu noktada “eğilimindedir” ifadesinin anlamını kavramak çok önemlidir. Bir sistemin kendisinde konsantre durumda bulunan enerjisini yayma “eğiliminde” olması, bu sistemin enerjiyi hızla yayacağı anlamına gelmez. Söz konusu enerji yayılımı zaman içinde yavaş yavaş gerçekleşebileceği gibi nükleer patlamalarda olduğu gibi aniden de gerçekleşebilir.

Örneğin parmaklarınızın arasında tuttuğunuz bir taş parçası bulunduğu yükseklikten dolayı bir potansiyele sahiptir ve yere düşme eğilimindedir. Taşın parmaklar arasında tutuluyor olması 2nci yasayı ihlal etmez. Taş, sahip olduğu potansiyel enerjiyi yere düşerken sürtünme ile havaya ve çarptığında yere “kendiliğinden” aktarma (yayma) eğilimindedir.

Bu aşamada önemli olan bir diğer nokta 2nci yasanın gerçekleşmesinin engellenebileceğidir. Yani, parmaklar taşı tutarken aynı zamanda taşın 2nci yasaya uygun davranmasını engellemektedir. Bununla birlikte, önündeki engeller kaldırıldığında (parmaklar açıldığında) 2nci yasa hemen gerçekleşmektedir.

2nci Yasa ve Zaman Oku (Time's arrow)

Termodinamiğin ikinci yasası aynı zamanda “zaman oku” olarak da anılır. Zira, 2nci yasa bize zamanın gidiş yönünü de göstermektedir. Örneğin bir geminin buzdağına çarparak batışına yönelik bir film izlediğimizi düşünelim. Gemi önce buzdağına çarpacak, metal gövde yırtılacak, içeri su dolacak ve gemi batacaktır. Bu olaylar dizisi bize mantıklı gelmekle birlikte, olaylarının tersinden gelişimi ani, batan geminin deniz yüzeyine yükselmesi, dolan suların boşalması, yırtılan metallerin birbirine kaynaması hepimize saçma gelen olaylardır. Çünkü olayların bu yönde gerçekleşmesi 2nci yasaya aykırıdır. Bize makul gelen olaylar zincirinde konsantre durumdaki enerji (geminin potansiyel enerjisi) batma sırasında sürtünme ile suya ve çarpma ile tabana aktarılarak yayılmaktadır ki, bu olay 2nci yasaya uygundur. Yani “enerji konsantre formdan yaygın forma geçme, yani yayılma eğilimindedir”. Mantıklı bulmadığımız tersine olaylar zincirinde ise yayılmış durumdaki enerjinin konsantre duruma geçmesi gerekir ki bu durum 2nci yasaya aykırıdır.

Entropi:

Enerji içeren bir sistemin iç düzenindeki rassallığı (randomness) ve düzensizliği (disorder) ifade eden bir terimdir. Başka 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 miktarını belirler. Bir sistemin toplam enerjisinin (entalpi) bir bölümü iç düzenin (entropi) kurulması/korunması için kullanılır. Kalan bölümle sistem iş yapabilir. Sistemin iş yapmada kullandığı enerjisi serbest enerji (free energy) olarak da anılır. Bir sistemin entropisi arttıkça, serbest bırakabileceği enerji miktarı azalır. Bir sınıftaki öğrenciler düzenli biçimde yerlerinde oturur (içsel düzen yüksek, entropi=düzensizlik minimum) ise faydalı bir iş yapmak (yani dersi izlemek) için daha fazla serbest enerjiye 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!

2nci yasaya göre, herhangi bir süreçte bir sistem ve çevresindeki entropi değişimi ya “sıfır” yada “pozitif” tir. Yani evrenin entropisi sürekli artma eğilimindedir. Bu durumda, 2nci yasaya göre evrendeki hem enerji hem de madde zaman ilerledikçe daha az faydalı iş yapabilir hale gelmektedir.

Enerji:

Enerji iş yapabilme kapasitesidir. Bir sistemin enerjisi ne kadar fazla ise o kadar fazla iş yapılabilir. Bununla birlikte, bir sistemin sahip olduğu enerjinin tümü iş yapmada kullanılamaz; bir kısım enerji sistemin içsel bütünlüğünün korunması için saklanır. Bu durumda iş yapabilmeye kullanılan enerji genellikle serbest enerji olarak adlandırılır. Serbest enerji, bazen ekserji (exergy) olarak da adlandırılır. Başlıca enerji formları ısı enerjisi ve kimyasal enerjidir. İş ile enerji arasındaki ilişkiye basit bir örnek olarak masa üzerindeki bir cismin itilerek konumunun değiştirilmesi durumu verilebilir. Bir cisme kuvvet uygulandığında yapılan “iş” (kullanılan enerji) uygulanan kuvvet ile enerjinin harcandığı uzaklığın çarpımıdır ($W = F \cdot x$).

Sistem (system):

Sözlük anlamı olarak sistem, bir bütüne ait olan birbirleriyle ilişkili yada bağlantılı parçalar yada 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 yada bileşenlerden oluştuğu genellikle bizim bu sistemle hangi nedenle ilgilendiğimize bağlıdır. İlgilenme nedenimize bağlı olarak bazı bileşenler sisteme eklenebilir yada çıkartılabilir. Termodinamik İlkelerine dayalı değerlendirmelere önce ilgilendiğimiz sistemin özelliklerini tanımlarız (ya da varsayarız).

Sinerji (synergy):

Sinerji, her biri kendi enerjisine sahip olan sistemlerin birlikte hareket etmeleri durumunda ortaya çıkan serbest enerjinin yada daha doğru bir deyişle yapılan işin daha fazla olmasıdır.

Madde (matter):

Evrede yer işgal eden (hacmi olan), ağırlığa (kütle) ve eylemsizliğe (momentuma) sahip olan her şey bir maddedir. Bu özelliklerin hepsi aslında enerji ile ilgilidir. Bir hacime sahip olmak için içinde bulunulan ortama karşı bir iş yapmak, bunun içinde enerji harcamak gerekir. Örneğin, oyun hamuruna parmağınızı batırdığınız da hamur ortamında parmak hacmi oluşturmak için enerji harcarsınız. Aynı içi suda yaparsanız harcayacağınız enerji daha az olur.

Bir kütleyle sahip olmak da aslında içinde bulunulan çekim kuvvet alanından dolayı potansiyel enerjiye sahip olmayı sağlar. Dolayısıyla, aslında kütle de enerjinin bir diğer yansımasıdır.

Momentum, bir cismin hızını değiştirmek için gereken kuvvet, ya da harcanan enerji miktarıdır.

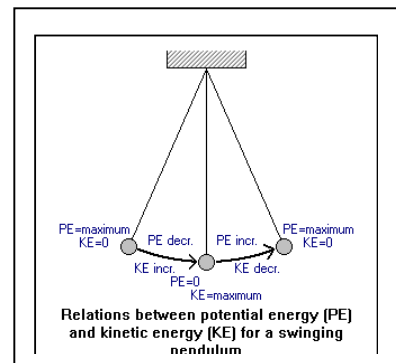
Bilim ve mühendislik hesaplarında maddenin anılan özellikleri (hacmi, kütlesi ve eylemsizliği) dikkate alınır. Bunun nedeni, bu özelliklerin enerji ile ilgili olması ve evrendeki her sürecin Termodinamik İlkeleri'ne uyan biçimde gerçekleşmesidir.

Potansiyel ve Kinetik Enerjiler:

Potansiyel enerji cismin içinde bulunduğu kuvvet alanındaki konumdan kaynaklanan iş yapabilme kapasitesidir. Örneğin bir cisim yükseğe kaldırıldığında yerçekim alanındaki (gravitational field) konumundan dolayı potansiyel enerji kazanır ($E_p = m * g * h$). Kütle çekim alanı içinde kütle çekim kuvvetinin bulunduğu bir alandır. Tüm kütleler bir birine çekim kuvveti uygular. Elektromanyetik alan da kütle çekim alanı gibi içinde elektromanyetik kuvvetin bulunduğu bir uzaydır.

Kinetik enerji, bir cismin hızından kaynaklanan enerjidir ve cismin kütlesi ile hızının karesi çarpımının yarısına eşittir ($1/2 mv^2$). Bir cisimdeki atom ve moleküllerin ortalama kinetik enerjisi cismin sıcaklığı ile ölçülür.

Sarkaç, birinci yasanın geçerliliğinin güzel bir örneğidir. Enerji korunduğundan, potansiyel ve kinetik enerjiler arasından sürekli bir dönüşüm gerçekleşir.



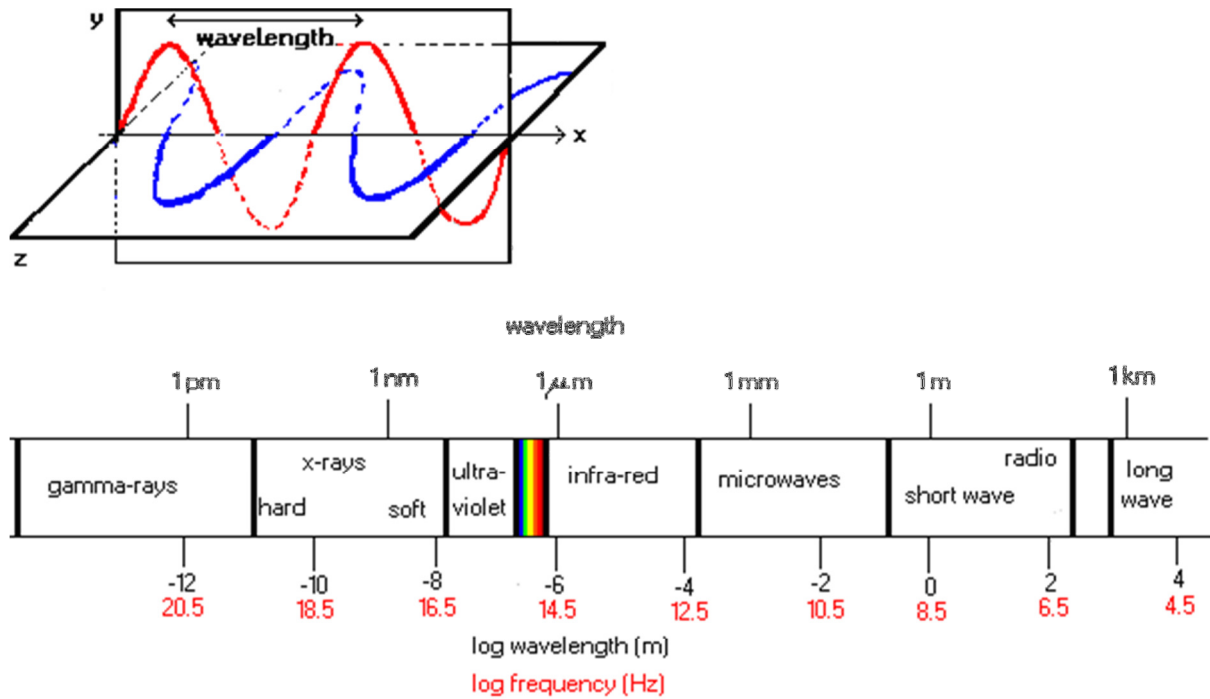
Hareket (motion):

Mekanikte hareket bir cismin bir diğerine göre konumunun değişmesidir. *Dinamik* cisimlerin hareketini inceleyen bilim dalıdır. Bir cismin belirli bir doğrultudaki doğrusal hareket miktarının

zamana oranı hız (velocity) olarak adlandırılır. İngilizce’de eğer hareketin doğrultusu belirtilmemişse hız (velocity) yerine “speed” kullanılır. Cismin hızının zamana göre değişimi ivme (acceleration) olarak adlandırılır. Kuvvet ve hareket arasındaki ilişkiler Newton yasaları ile ifade edilir.

1. Bir dış kuvvetten etkilenmediği sürece durağan bir cisim durağan konumda, doğrusal bir hat boyunca sabit hızda hareket etmekte olan bir cisim hareketli kalır.
2. Bir cismin ivmesi, cisme uygulanan kuvvetin, cismin kütesine oranıdır ($a=F/m$),
3. Her hareket için buna eşit miktarda ve zıt yönde bir tepki vardır. Dış etkenlerden etkilenmeyen hareket halindeki bir cismin toplam doğrusal momentumu (kütle * hız) sabit kalır.

Enerji iletim biçimleri: Enerji, kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon 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 taşınım örneklerdir. Yürüyen merdiven üzerinde taşınım konvektif taşınım örneklerdir. Yani, bir başka unsur sizi taşımaktadır. Bu durumda merdiven konveyör olarak adlandırılır. Radyasyonla (ışınım) taşınım elektromanyetik taşınım şeklidir. Bu taşınım türünde enerji, enerji dalgası ve/veya tanecik şeklinde iletilir. Bu dalga boyu ve frekansı enerjinin büyüklüğünü belirler. Dalga boyu kısaltıldıkça ve frekans arttıkça dalga taşıdığı enerji artar.



Isı (heat) ve Sıcaklık (temperature):

Isı ve sıcaklık birbirlerinden farklı şeylerdir. Isı, bir cismin içerdiği enerjidir. Sıcaklık ise bağıl bir terimdir ve cismin birim kütesi başına ne kadar ısı enerjisine sahip olduğunun bir göstergesidir ($Q = m * c * t$). Eğer iki cisim aynı sıcaklıkta ise aralarında ısı akışı olmaz (Sıfırıncı yasa). Buna karşın, bu cisimlerin içerdikleri ısı enerjisi miktarı farklı ise enerjisi yüksek olan cisimden düşük olan cisime enerji “akışı” olur (İkinci yasa).

Biri 1cm^3 , diğeri 1m^3 hacimli, aynı elementten (örneğin demir) yapılmış iki cismin sıcaklıkları 100°C olsun. Bu iki cisimde depolanan ısı enerjisi 2nci yasaya göre çevreye yayılmaya başlayacak ve sonuçta

cisimler ortamları aynı sıcaklığa gelecektir. Bununla birlikte daha az enerjiye sahip olan küçük cisim ısıyı daha kısa zamanda yayacak, daha fazla enerjiye sahip olan büyük cismin soğuması ise daha uzun zaman alacaktır.

Isı enerjisinin nedeni atomik/moleküler düzeydeki hareketliliktir. Bu hareketlilik arttıkça sistemin ısı enerjisi artar. Ya da, sisteme ısı enerjisi verildiğinde atomik/moleküler düzeydeki hareketlilik artar. Bu hareketliliğin durma noktası mutlak sıfır (0 Kelvin derecesi) sıcaklıkta gerçekleşir (Üçüncü yasa). Yakın zamanda gerçekleştirilen bir deneyde metal atomlarına çok güçlü elektromanyetik alan uygulanması yoluyla atomik düzeydeki hareketlilik neredeyse durma noktasına değin azaltılmış, mutlak sıfır sıcaklığına milyonda bir derece kadar yaklaşmıştır.

Maddenin içerdiği ısı enerjisine verdiği bir diğer tepki de faz (hâl) değişimidir. Madde sahip olduğu ısı enerjisi büyüklüğüne bağlı olarak katı, sıvı ve gaz fazlardan birisi halinde bulunur. Bir diğer faz olan plazma fazı, maddeyi oluşturan atomların elektro-manyetik alanda oldukça yüksek hızlara çıkartılması sonucunda gerçekleştirilir. Maddeye ısı enerjisi verildikçe atomik düzeydeki hareketlilik ve buna bağlı olarak atomlar arası uzaklık artar. Verilen ısı enerjisi arttırıldıkça bu uzaklık artmakla birlikte, uzaklık artışının bir sınırı vardır. Bir noktadan sonra, atomlar arası uzaklıkta ani bir "sıçrama" gerçekleşir. Bu sıçrama faz değişimidir. Örneğin, buz-su faz değişimi 0 °C'de, su-buhar faz değişimi 100 °C'de gerçekleşir (yukarıdaki °C sıcaklıkların °K karşılıklarını hesaplayınız).

Soru: Bugün hava 0 °C ise, yarın iki kat daha sıcak olacak ise, yarın hava sıcaklığı kaç derece olacaktır?

Birinci Yasa yada Enerjinin Korunumu ve dönüşümü:

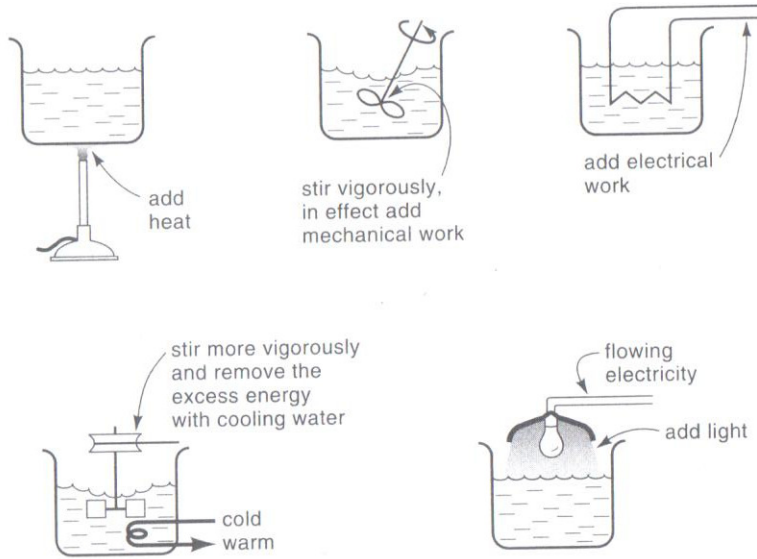


Figure 3-1. Various combinations of heat and work can be used to heat a cup of cold water.

Şekil 3-1: Bir bardak soğuk suyun ısıtılması için çeşitli ısı ve iş kombinasyonları.

Suyu bir ısı enerjisi kullanarak alevle, mekanik enerji kullanarak bir pervane ile, elektrik enerjisi kullanarak bir rezistansla yada ışınma enerjisi (=radyasyon) kullanarak bir ampulle ısıtabilirsiniz. Birbirine sürtülen ellerin ısınması mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesinin ya da kışın güneşe çıkınca ısınmamız ışınma enerjisinin ısı enerjisine dönüşümünün günlük yaşantımızdan örnekleridir.

Soru: Yukarıda gösterilenlerden farklı süreçler tanımlayabilir misiniz?

Soru: Yukarıdaki süreçler tersi yönde işleyebilir mi? Örneğin, suyu ısıtarak pervaneyi çevirebilir miyiz? Neden? İkinci yasa çerçevesinde değerlendiriniz.

Soru: Sıvıları sıcak ya da soğuk tutmak için kullanılan termosların içindeki hava vakumlama yoluyla boşaltılmış yüzeyi ayna parlaklığına ulaştırılmıştır. Neden böyle yapıldıklarını, ilgili yasalar ve enerji iletim biçimleri temelinde açıklayınız.

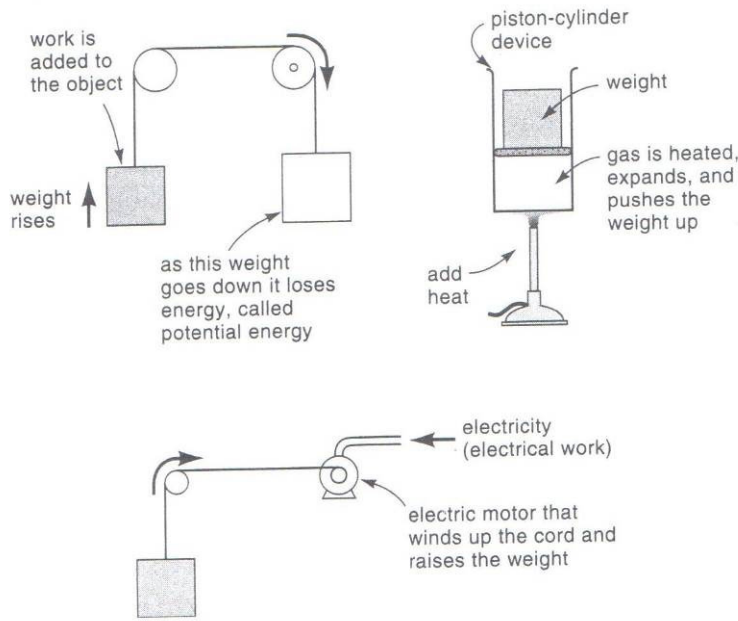


Figure 3-2. Work and/or heat can be used to raise an object.

Şekil 3-2: İş ve/veya ısı bir cismin yukarıya kaldırılmasında (gravitasyonel potansiyel enerjinin arttırılmasında) kullanılabilir.

Soru: Yukarıdaki eylemleri başka yollarla (enerji türleri ile) gerçekleştirebilir misiniz, nasıl?

HİD 253 TERMODİNAMİK İLKELERİ

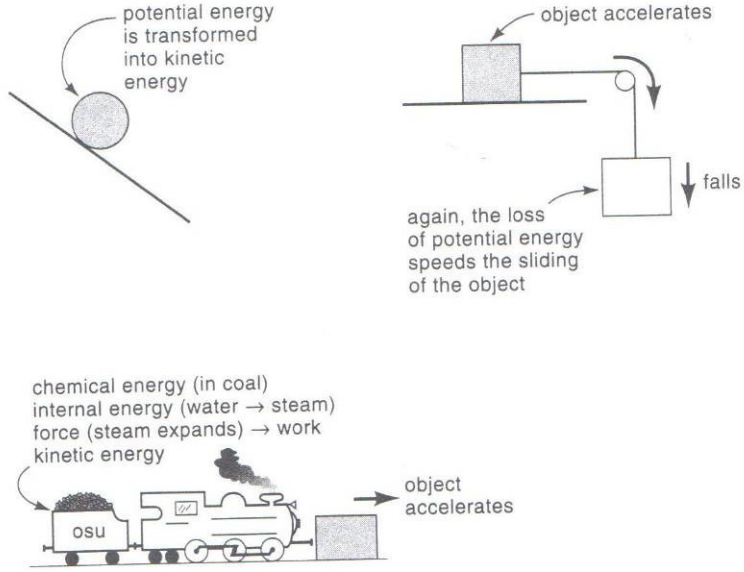


Figure 3-3. Various forms of heat and work can be used to accelerate an object.

Şekil 3-3-. İş ve ısının çeşitli formları bir cismin hızlandırılmasında (kinetik enerjinin arttırılmasında) kullanılabilir.

Birinci Yasanın Uygulanmasında Sistem Kavramının Kullanılması:

Sistemin enerji dengesi eşitliği

$$\Delta U + \Delta Ep + \Delta Ek = Q - W$$

$$\Delta U = \text{İçsel enerji değişimi}$$

$$\Delta Ep = \text{Potansiyel enerji değişimi}$$

$$\Delta Ek = \text{Kinetik enerji değişimi}$$

$$Q = \text{Sisteme eklenen ısı, [J]}$$

$$W = \text{Sistemce yapılan iş, [J/s]}$$

Bir sistemin enerjisi aşağıdaki yollarla değiştirilebilir. Bunları bilmek ve özümsemek, tanımladığınız sistemin davranışını öngörmek açısından gereklidir.

1. Isı: Sistemin ısısı daha sıcak ya da soğuk bir cisimle “temas” sonucu değiştirilebilir. Isı Q ile gösterilir. +Q sisteme eklenen, -Q sistemden çıkan ısıdır.
2. İş: Sistemin enerjisi bu sistem üzerinde iş yapılarak, ya da sistemin çevresine iş yapması yoluyla değiştirilebilir. W ile gösterilir. +W sistemce çevreye yapılan, -W çevrenin sisteme yaptığı iş. İşin, itme-çekme işi, elektrik ve manyetik iş, kimyasal iş, yüzey işi, elastik iş gibi türleri vardır.
3. Bir nesnenin yada sistemin İçsel Enerjisinin (ΔU) değişmesi. İçsel enerji sistemi oluşturan unsurların düzeni ile ilgili enerjidir. İçsel enerji a) sistemin sıcaklığının değiştirilmesi (ısıtılma ya da soğutulma), b) faz değişimi (katı, sıvı ya da gaz), c) moleküler dizilimin değiştirilmesi (örğ. $C + O_2 \gg CO_2 + ısı$), d) nükleer fizyon yoluyla büyük bir atomun küçük atomlara ayrıştırılması (örğ. $U^{235} + n \gg Mo^{100} + Xe^{134} + 2n + 4e^-$), d) nükleer füzyon yoluyla küçük atomların birleştirilerek büyük atomlara dönüştürülmesi (örğ. $H^1 + T^3 \gg He^4 + n$)
4. Bir nesnenin Potansiyel Enerjisinin (ΔEp) değişmesi. Bir cismin çekim (gravitasyon), elektrik ya da manyetik “kuvvet alanlarındaki” konumundan kaynaklanan enerjisidir. Maddenin ilgili kuvvet alanındaki konumunun değiştirilmesi, ilgili enerjinin büyüklüğünü değiştirir. Örneğin, yukarıya kaldırılan bir cismin potansiyel enerjisi artar ($Ep = m * g * h$). Bir yayın gerilmesi, bir lastiğin esnetilmesi de potansiyel enerji artışına örnektir (neden ?).
5. Bir nesnenin Kinetik Enerjisinin (ΔEk) değişmesi. Kinetik enerjinin kaynağı hızdır. Bir cismin hızının artırılması ya da azaltılması kinetik enerjisini artırır ya da azaltır ($Ek = (m * v^2)/2$)

Sistem türleri

İzole Sistem	Sisteme, ne kütle , ne ısı ne de iş eklenebilir yada çıkartılabilir,
Kapalı (yada Batch) Sistem	Sisteme, kütle eklenemez yada çıkartılamaz, ısı ve iş sisteme eklenebilir veya çıkartılabilir.
Açık (yada Akış) Sistem	Sisteme kütle, ısı ve iş eklenebilir yada çıkartılabilir. Bunların eklenme ve çıkartılmasında farklı kombinasyonlar uygulanabilir.

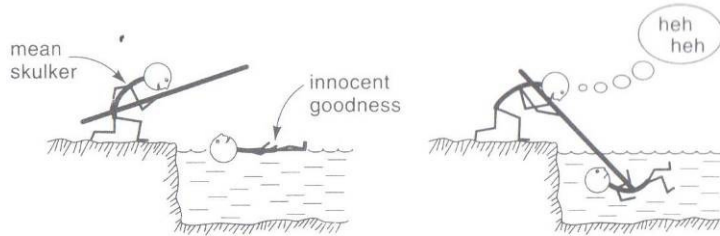
Sistem Örnekleri:

İzole Sistem	Bir derslikteki eşyalar, kütle sabit, enerji üretmiyor, enerji tüketmiyor.
Kapalı (yada Batch) Sistem	Bir derslikteki öğrenciler, içeri giren/çıkan yok, derslik kaloriferce ısıtılıyor, öğrencilerin vücudundan ısı yayılıyor.
Açık (yada Akış) Sistem	Bölüm binasına giren/çıkan öğrenciler, kapı açılınca dışarı ısı yayılıyor,

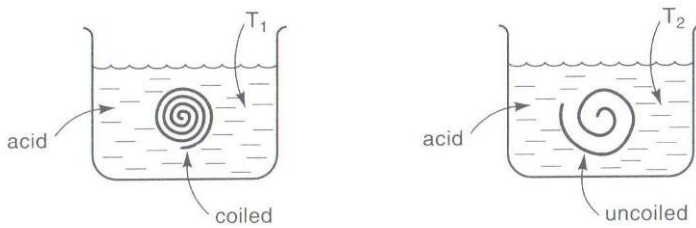
PROBLEMLER:

Sorular

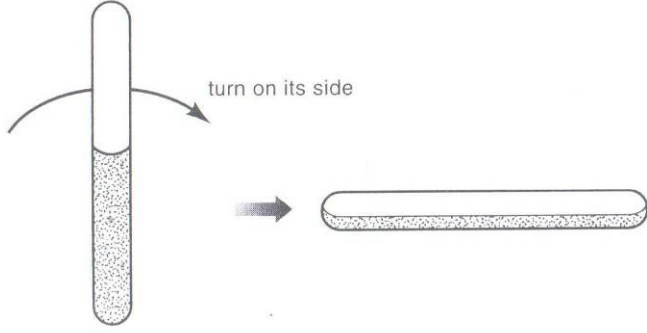
- 1) Bir kaptaki suyu Şekil 1.1'de gösterilenden farklı biçimde ısıtabilir misiniz?
- 2) Bir cismi Şekil 1.2'de gösterilenden farklı biçimde yükseltebilir misiniz?
- 3) Bir cismi Şekil 1.3'te gösterilenden farklı biçimde hızlandırabilir misiniz?
- 4) Bir insan nasıl bir sistemdir. Enerji dengesi eşitliğini kullanarak açıklayınız?
- 5) İçsel, potansiyel ve kinetik enerjinin değişmekte olduğu bir izole sistem tasarlayıp, bu değişimlerin nasıl oluşabileceklerini açıklayınız?
- 6) Kapalı ve ısı yalıtılmış bir oda tavanındaki vantilatör 14 saat süre ile bir yönde, bu sürenin sonunda 14 saat süre ile ters yönde dönmüştür. 28 saat sonunda elektrik akımı kesilmiştir. Bu 28 saatlik sürenin öncesinde, süresince ve sonrasında odanın sıcaklık ve enerji değişimlerinin gösteren grafikleri çiziniz.
- 7) Ali elindeki sopa ile yüzme havuzunda sırtüstü konumda dinlenmekte olan Ayşe'yi aşağıdaki şekilde gösterilen biçimde havuzun dibine batırmış; sonuçta Ayşe donmuştur. Bu süreçte a) Ayşe'nin enerjisi, b) havuzdaki suyun enerjisi azalmış mıdır, artmış mıdır, değişmemiş midir?



- 8) Tamamen bir diğerrinin benzeri iki yaydan birisi kurulu, diğeri kurulmamış olarak tamamen aynı özellikte, asit dolu iki arı kap içine konuluyorlar. Zamanla her iki yay da tamamen çözülerek, yok oluyorlar. Kapların son durumları arasında fark var mıdır, neden?



- 9) Isıl yalıtımlı, yarısına kadar su dolu, kapalı bir tüp kütle merkezi etrafında yavaşça ve sürtünmesiz biçimde yatay konuma getiriliyor. Son durumda tüpün sıcaklığı nasıl olur?



- 10) Kapalı bir sisteme 100 J ısı verildikten sonra sistem çevresine 250 j'lük ısı enerjisi vermiştir. Bu durum nasıl mümkün olabilir, örnekle açıklayınız?