

HİD253 Termodinamik İlkeleri

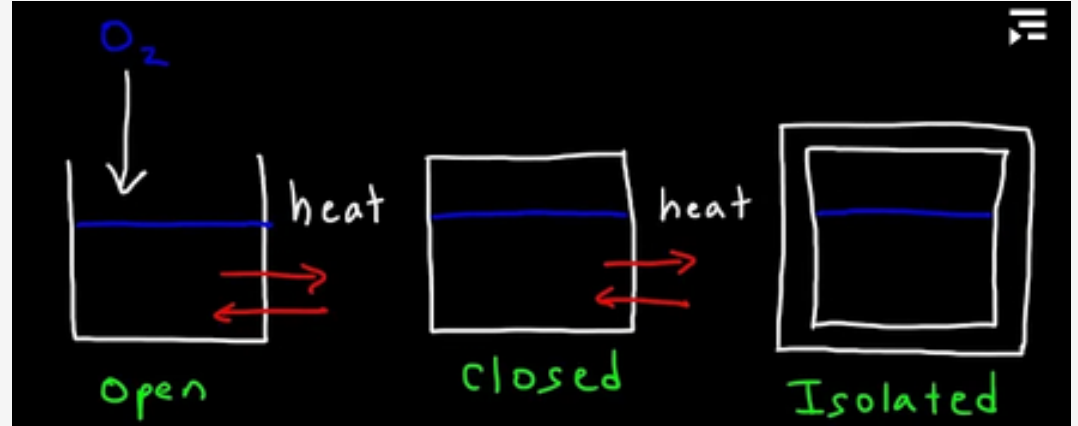
6. Hafta Sistem kavramı: açık, kapalı, izole sistemler 2/2

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



Sistem

- 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, ısıнын suya aktarıldığı kazan, borular ve kalorifer petekleri gibi parçalardan oluşan bir bütündür. Sistemin hangi parçalar ya da bileşenlerden oluştuğu genellikle bizim bu sistemle hangi nedenle 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 sınır 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



Sistem Türleri ve Sistem Örnekleri

İzole Sistem	Sisteme, ne kütle, ne ısı ne de iş eklenebilir ya da çıkartılabilir , Sistemdeki ENERJİ sabittir.
Kapalı (ya da Batch) Sistem	Sisteme, sadece kütle eklenemez ya da çıkartılamaz , ısı ve iş (ENERJİ) sisteme eklenebilir veya çıkartılabilir.
Açık (ya da Akış) Sistem (Kontrol Hacmi)	Sisteme kütle, ısı ve iş (ENERJİ) eklenebilir ya da çıkartılabilir . Bunların eklenme ve çıkartılmasında farklı kombinasyonlar uygulanabilir.

İzole Sistem	Bir derslikteki eşyalar, kütle sabit, enerji üretmiyor, enerji tüketmiyor. (Dış ortamla, enerji, iş, kütle alışverişi yok).
Kapalı (yada Batch) Sistem	Bir derslikte içeri giren/çıkan yok, derslik kaloriferce ısıtılıyor, öğrencilerin vücudundan ısı yayılıyor. (Dış ortamla, enerji, iş, alışverişi var, öğrenci [kütle] alışverişi yok).
Açık (yada Akış) Sistem (Kontrol Hacmi)	Bölüm binasına giren/çıkan öğrenciler, kapı açılınca dışarı ısı yayılıyor, kalorifer sınıfı ısıtıyor. (Dış ortamla, enerji, iş, kütle alışverişi var).



Bir Sistemin Enerji Dengesi Eşitliği

İzole Sistem	Sisteme, ne KÜTLE, ne ISI ne de İŞ eklenebilir ya da çıkartılabilir , Sistemdeki ENERJİ sabittir.
Kapalı (ya da Batch) Sistem	Sisteme, sadece KÜTLE eklenemez ya da çıkartılamaz , ısı ve iş (ENERJİ) sisteme eklenebilir veya çıkartılabilir.
Açık (ya da Akış) Sistem (Kontrol Hacmi)	Sisteme kütle, ısı ve iş (ENERJİ) eklenebilir ya da çıkartılabilir . Bunların eklenme ve çıkartılmasında farklı kombinasyonlar uygulanabilir.

$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

ΔU = Sistemin İçsel enerji değişimi

ΔE_p = Sistemin Potansiyel enerji değişimi

ΔE_k = Sistemin Kinetik enerji değişimi

Q = Sisteme DIŞARIDAN eklenen ısı, [J]

W = Sistemce DIŞARIYA yapılan iş, [J/s]

Dikkat: aşağıdaki durumlarda değişkenlerin İŞARETİ değişir !

"-" Q = Sistemden dışarıya çıkan ısı, [J]

"-" W = Sisteme dışarıdan yapılan iş, [J/s]



Bir Sistemin Enerjisi Nasıl Değişir?

$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

Sistem türü?

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 iştir. İşin, itme-çekme işi, elektrik ve manyetik iş, kimyasal iş, yüzey işi, elastik iş gibi türleri vardır.
3. Bir nesnenin ya da 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. $C + O_2 \gg CO_2 + \text{ısı}$), 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. $H^1 + T^3 \gg He^4 + n$) yollarıyla değiştirilebilir.
1. Bir nesnenin Potansiyel Enerjisinin (ΔE_p) 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 ($E_p = m \cdot g \cdot h$). Bir yayın gerilmesi, bir lastiğin esnetilmesi de potansiyel enerji artışına örnektir (neden?).
2. Bir nesnenin Kinetik Enerjisinin (ΔE_k) değişmesi. Kinetik enerjinin kaynağı hızdır. Bir cismin hızının arttırılması ya da azaltılması kinetik enerjisini arttırır ya da azaltır ($E_k = (m \cdot v^2)/2$)

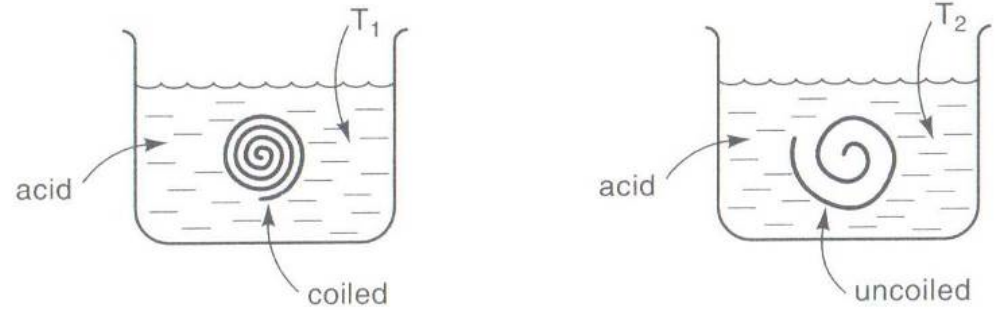


$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

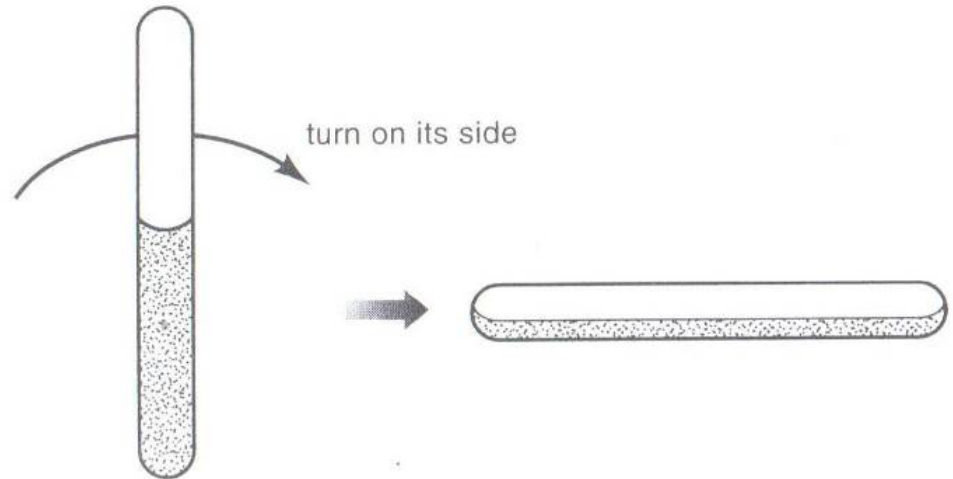
Sistem türü?

Problemler, Bir Sistemin Enerjisi Nasıl Değişir?

• Tamamen bir diğerrinin benzeri iki yaydan birisi kurulu, diğeri kurulmamış olarak tamamen aynı özellikte, asit dolu iki ayrı kap içine konuluyorlar. Zamanla her iki yay da tamamen çözülerek, yok oluyorlar. Kapların son durumları arasında fark var mıdır, neden? Sistemi tanımlayınız, enerji dönüşümlerini dikkate alarak açıklayınız.



• Isıl yalıtımlı, yarisına kadar su dolu, kapalı bir tüp kütle merkezi etrafında yavaşça ve sürtünmesiz biçimde yatay konuma getiriliyor. Son durumda tüpün sıcaklığı nasıl olur? Sistemi tanımlayınız, enerji dönüşümlerini dikkate alarak açıklayınız.

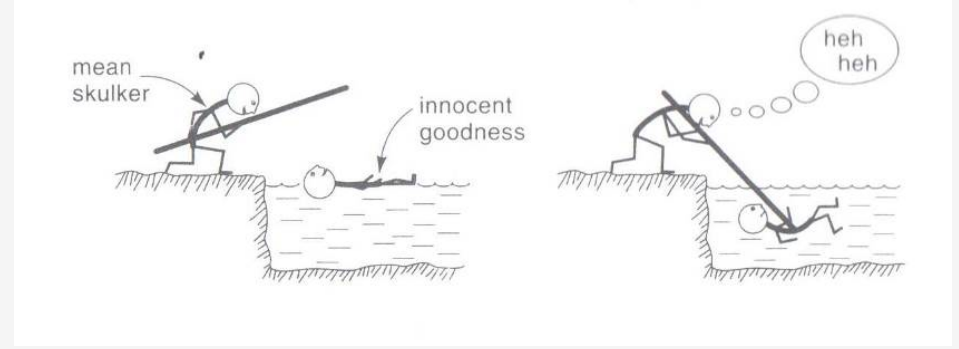


Problemler, Bir Sistemin Enerjisi Nasıl Değişir?

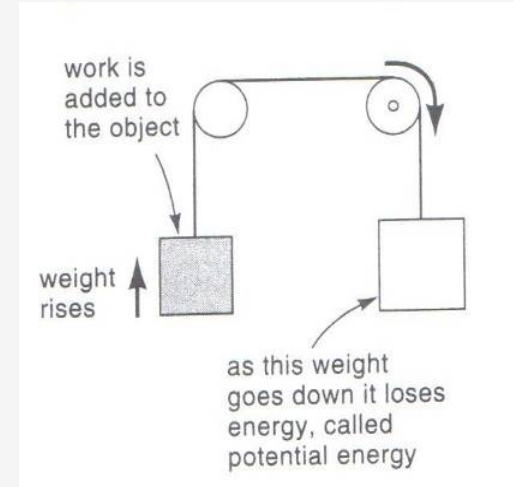
$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

Sistem türü?

•Ali elindeki sopa ile yüzme havuzunda sırtüstü konumda dinlenmekte olan Ayşe'yi yandaki 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? Sistemi tanımlayınız, enerji dönüşümlerini dikkate alarak açıklayınız.



•Yandaki şekilde birbirine makaralar üzerinen bağlı iki kütle başlangıçta aynı yükseklikte, sabit konumdadırlar. Bunların konumlarını kaç farklı yaklaşımla değiştirebilirsiniz. Sistemi tanımlayınız, enerji dönüşümlerini dikkate alarak açıklayınız.



Problemler, Bir Sistemin Enerjisi Nasıl Değişir?

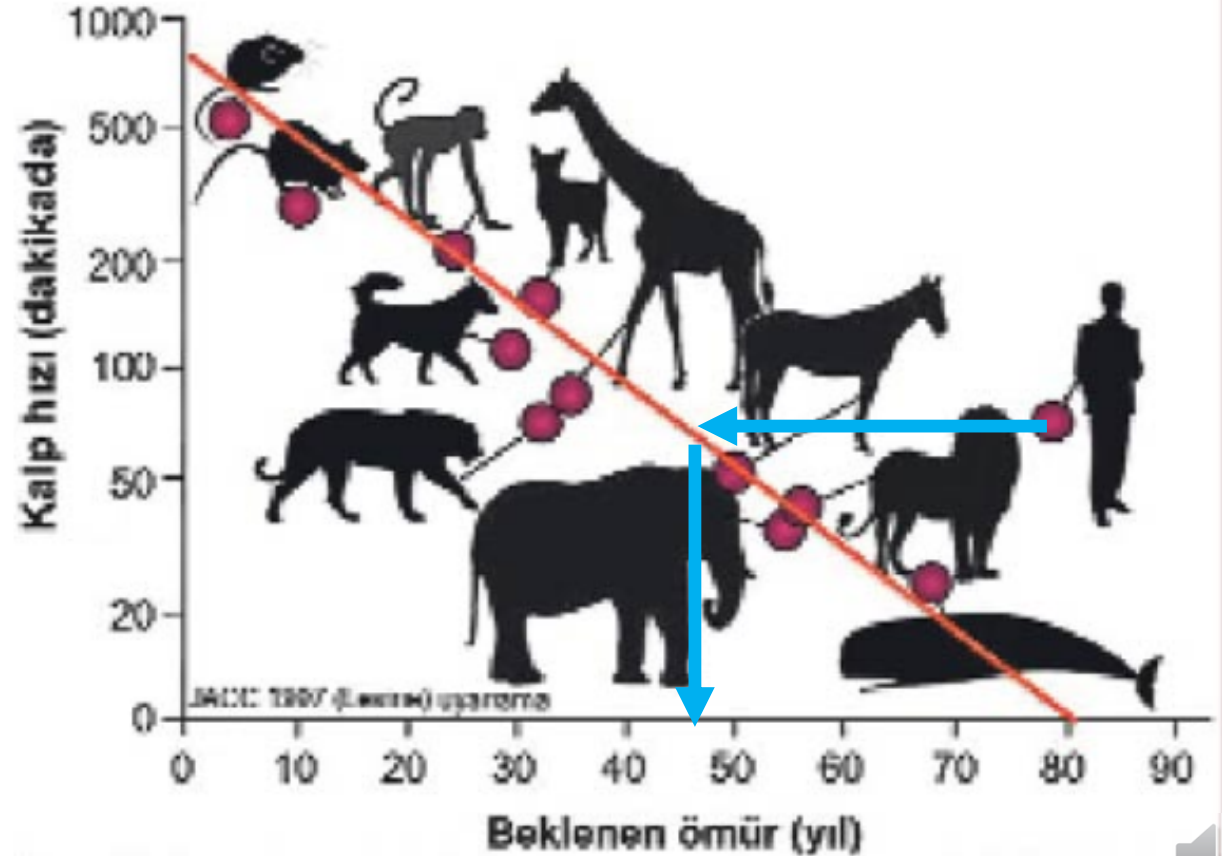
$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

$$\Delta S \geq 0, \text{ Sistem türü?}$$

- Yandaki şekilde memeli canlıların kalp hızları (nabız) ile beklenen ömürleri arasındaki ilişki gösterilmiştir.

- Bu ilişkiye göre insanın ömrü 47 yıldır. Mağaralardan elde edilen bulgular ilkel insanlar için bu yaş değerini onaylamaktadır.

- İnsan'ın diğer memeli türlerine göre bu ilişkiden neden saptığını, bu durumun nasıl mümkün olduğunu Termodinamik İlkeleri çerçevesinde açıklayınız.



$$\Delta U + \Delta E_p + \Delta E_k = Q - W$$

Sistem türü?

Problemler, Bir Sistemin Enerjisi Nasıl Değişir?

- İnsan nasıl bir sistemdir. Enerji dengesi eşitliğini kullanarak açıklayınız?
- İçsel, potansiyel ve kinetik enerjinin değişmekte olduğu bir izole sistem tasarlayıp, bu değişimlerin nasıl oluşabileceklerini açıklayınız?
- 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.
- Kapalı bir sisteme 100 J ısı verildikten sonra sistem çevresine 250 J'lük ısı enerjisi vermiştir. Bu durum nasıl mümkün olabilir, örnek vererek açıklayınız?
- Termos sıcak sıvıyı sıcak, soğuk sıvıyı soğuk tutmaktadır, neden?. Enerji taşınımı temelinde açıklayınız.
- Bir paket lastiğini gererseniz sıcaklığı nasıl değişir?



Isı Enerjisi Problemleri

Diagram illustrating the variables in the heat energy formula:

$$Q = m c \Delta T$$

The variables and their units are:

- Isı Enerjisi** (J): Heat Energy in Joules (J)
- Kütle** (g): Mass in grams (g)
- Özgül Isı Kapasitesi** (J/g °C): Specific Heat Capacity in Joules per gram per degree Celsius (J/g °C)
- Sıcaklık Değişimi** (°C): Temperature Change in degrees Celsius (°C), calculated as $T_{\text{son}} - T_{\text{başlangıç}}$



Isı Enerjisi Problemleri

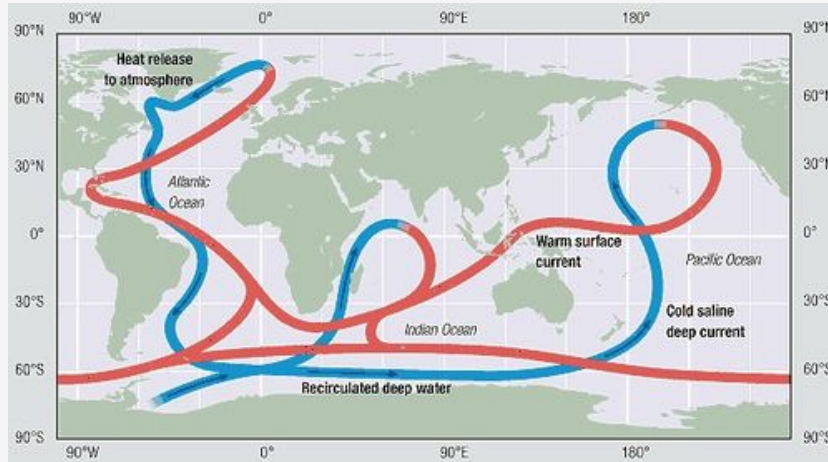
Isı Kapasitesi (C , $J/^\circ C$) bir maddenin sıcaklığındaki birim değişime karşılık alabileceği/salabileceği ısı enerjisi miktarıdır.

Özgül Isı Kapasitesi (c , $J/g^\circ C$) birim kütle başına Isı Kapasitesidir.

Her maddenin kendine özgü bir Özgül Isı Kapasitesi değeri vardır.

Özgül Isı Kapasitesi ne denli büyük ise o madde birim kütlesi başına o denli fazla ısı enerjisi taşır.

Suyun özgül ısı kapasitesi oldukça büyüktür.



Okyanuslarda taşınan suyun sıcaklığı yerel iklim koşullarını belirler. Körfez Akıntısı İngiltere'de hava sıcaklığını $5^\circ C$ kadar yükseltir.

Madde	$J/g^\circ C$
Bakır	0.383
Demir	0.452
Aluminyum	0.896
Antifriz	2.200
Methanol	2.547
Su	4.190

Kalori 1 g suyun ısı kapasitesidir.
 $1 \text{ cal}/^\circ C = 4.184 \text{ J/K}$



Isı Enerjisi Problemleri

Örnek #1

Bir kaptaki 500 g su ocakta ısıtılarak sıcaklığı 20 °C'den 100 °C'ye yükseltilmiştir. Su ne kadar ısı absorblamıştır?

$m = 500 \text{ g}$
 $T_b = 20 \text{ °C}$
 $T_s = 100 \text{ °C}$
 $c = 4.19 \text{ J/g°C}$

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = (500)(4.19)(100-20)$$

$$Q = 167,600 \text{ J}$$

Örnek #2

Bir kaptaki 250 g soğuk su güneş altında bekletilmiş sıcaklığı 5 °C'den 25 °C'ye yükselmiştir. Su ne kadar ısı absorblamıştır?

$m = 250 \text{ g}$
 $T_b = 5 \text{ °C}$
 $T_s = 25 \text{ °C}$
 $c = 4.19 \text{ J/g°C}$

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = (250)(4.19)(25-5)$$

$$Q = 20,950 \text{ J}$$



Isı Enerjisi Problemleri

Örnek #3

Bir demir tava 20 g ağırlığında olup, sıcaklığı 21 °C'den 85 °C'ye yükseltilmiştir.

Demir tava ne kadar ısı absorblamıştır?

$$m = 20 \text{ g}$$

$$T_b = 21 \text{ °C}$$

$$T_s = 85 \text{ °C}$$

$$c = 0.45 \text{ J/g°C}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = (20)(0.45)(85-21)$$

$$Q = 576 \text{ J}$$

Örnek #4

Bir kaptaki 250 g su 30 °C'den 100 °C'ye ısıtılmıştır.

Su ne kadar ısı absorblamıştır?

$$m = 250 \text{ g}$$

$$T_b = 30 \text{ °C}$$

$$T_s = 100 \text{ °C}$$

$$c = 4.19 \text{ J/g°C}$$

$$Q = (250)(4.19)(100-30)$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$Q = 73,325 \text{ J}$$



Isı Enerjisi Problemleri

Örnek #5

Suyun sıcaklığını 2 °C'den 50 °C'ye yükseltmek için 20,112 J enerji kullanılmıştır. Kaç gram su ısıtılmıştır?

$$\begin{aligned} Q &= 20,112 \text{ J} \\ T_b &= 2 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_s &= 50 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ c &= 4.19 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$20,112 = (?)(4.19)(50-2)$$

$$20,112 = (?)(201.12)$$

$$\frac{20,112}{201.12} = \frac{(?)(201.12)}{201.12}$$

$$m = 100 \text{ g}$$

Örnek #6

Ağırlığı 20 g olan demirin sıcaklığını 20 °C'den 60 °C'ye yükseltmek için 360 J enerji kullanılmıştır. Demirin ısı kapasitesi nedir?

$$\begin{aligned} m &= 20 \text{ g} \\ T_b &= 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ T_s &= 60 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ Q &= 360 \text{ J} \end{aligned}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$360 = (20)(?)(60-20)$$

$$360 = (800)(?)$$

$$\frac{360}{800} = \frac{(800)(?)}{800}$$

$$c = 0.45 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} c &= 0.45 \text{ J/g}^{\circ}\text{C} \\ C &= ? \end{aligned}$$



Isı Enerjisi Problemleri

Örnek #7

Kalorimetre ile 300 mili L su 70 °C'ye kadar ısıtılmıştır bunun için 62,850 J enerji kullanılmıştır. Suyun ısıtılmadan önceki sıcaklığı nedir?

$$\begin{aligned}Q &= 62,850 \text{ J} \\T_s &= 70 \text{ }^{\circ}\text{C} \\m &= 300 \text{ g} \\c &= 4.19 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$\begin{aligned}62850 &= 300 \times 4.19(70 - T_i) \\62850 &= 1257(70 - T_i) \\62850 &= 87990 - 1257T_i \\-25140 &= -1257T_i\end{aligned}$$

$$20 \text{ }^{\circ}\text{C} = T_i$$

Örnek #8

Kalorimetre ile 400 mili L su 40 °C'ye kadar ısıtılmıştır. Harcanan enerji 5.4 kJ ise suyun ısıtılmadan önceki sıcaklığı nedir?

$$\begin{aligned}m &= 400 \text{ g} \\T_s &= 40 \text{ }^{\circ}\text{C} \\Q &= 5.4 \text{ kJ} \\c &= 4.19 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$\begin{aligned}5400 &= 400 \times 4.19(40 - T_i) \\5400 &= 1676(40 - T_i) \\5400 &= 67040 - 1676T_i \\-61640 &= -1676T_i\end{aligned}$$

$$36.8 = T_i$$



Neler öğrendik?



Sistem nedir ?

Açık, Kapalı ve İzole sistemlerin özellikleri?

Sistem enerji dengesi eşitliğini açıklayınız.

Bir sistemin enerjisinin nasıl değişebileceğini örneklerle açıklayınız.

Enerjinin dönüşümüne ilişkin örnekler veriniz ?

Enerji dönüşümlerinde entropinin nasıl değişeceğini açıklayınız.

İnsanın ömrü neden uzundur, termodinamik ilkeleri ile açıklayınız.

Isı, sıcaklık, ısı kapasitesi, özgül ısı kapasitesi nedir?

Suyun özgül ısı kapasitesi diğer maddelere göre nasıldır, neden?

Jul ve kalori nedir?

