

# 8 Potansiyel Enerji

- a) Sistemin potansiyel enerjisi
- b) Korunumlu ve korunumsuz kuvvetler
- c) Fiziksel dengedeki bir sistemin enerjisi

# Potansiyel enerji

Bir cismin hareketinden dolayı kinetik enerjiye sahip olabileceğini ve iç enerjisi ise sıcaklıkla ilgilidir. Bu bölümde ise bir kuvvetle bir sistemin konumunun değiştirilmesi sonucu ortaya çıkan *potansiyel enerji* den bahsedilecektir.

# Potansiyel enerji

Potansiyel enerjiyi ortaya çıkararak kuvvetler korunumlu kuvvetler olacaktır. Bu kuvvetler sisteme kinetik enerji kazandırabilir veya kaybettirebilirler. Fakat sistemin toplam enerjisi her zaman aynı olacaktır. Bu duruma enerji korunumu denir.

Potansiyel enerji evrende değişik şekillerde olabilir: gravitasyonel, elektromagnetik, kimyasal ve nükleer. Bataryadaki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşerek bir motoru döndürebilir. Enerjinin bir formdan diğerine dönüşümü fiziğin, mühendisliğin, kimyanın, biyolojinin, jeolojinin ve astronominin önemli kısmını oluştururlar.

# Bir sistemin potansiyel enerjisi

İki veya daha fazla cisimden oluşan veya cisimlerle kuvvetlerin etkileşmesi sonucunda fiziksel sistemlerin iç durumları değişir. Böyle bir sistemin kinetik enerjisi sistemi oluşturan her bir parçacığın kinetik enerjilerinin cebirsel toplamı şeklindedir.

Bir kitap  $y_a$  yüksekliğinden  $y_b$  yüksekliğine çıkartılırsa kitap üzerine dış bir kuvvetin ve yerin yaptığı iş  $mgy_b - mgy_a$  kadardır.

# Bir sistemin potansiyel enerjisi

Bazı durumlarda cisimleri durağan kabul edip kinetik enerjileri sıfır olarak alınabilir. Örnek olarak top-dünya sistemini dikkate alırsak top yere düşerken sahip olacağı kinetik enerjisi aynı zamanda top sisteminin de enerjisidir. Çünkü dünyanın kendi etrafındaki yavaş dönmesinden kaynaklanan kinetik enerjisindeki (topa göre) değişim neredeyse sıfırdır. Başka bir örnek olarak iki elektronlu sistemin enerjisi her bir elektronun kinetik enerjilerinin toplamı şeklindedir.

# Potansiyel enerji

Dünya yüzeyinden belirli bir yükseklikte olan bir cismin sahip olacağı gravitasyonel potansiyel enerji için bir denklem geliştirmek isteyelim.  $m$  kütleli bir cisim  $y_a$  seviyesinden  $y_b$ , seviyesine çıkartılsın. Cismin sabit bir hızla yavaşca yukarıya doğru ile hareket ettiğini kabul edelim. Sistem (dünya+nesne) üzerine etkiyen kuvvetin cisim yukarıya kaldırılırken bizim uyguladığımız kuvvetin yukarı doğru ( $F_{uyg}$ ), dünyanın uyguladığı kuvvetin ise aşağı yönde olduğunu görebiliriz. Yukarı yöndeki yer değişimi miktarı

$$\Delta \mathbf{r} = \Delta y \mathbf{j}$$

şeklindedir.

# Potansiyel enerji

Potansiyel enerji problemlerini çözerken mutlaka bir referans noktasının seçilmesi gerekmektedir.

$$\Delta \mathbf{r} = \Delta y \hat{\mathbf{j}}$$

$$W = (\mathbf{F}_{\text{app}}) \cdot \Delta \mathbf{r} = (mg\hat{\mathbf{j}}) \cdot [(y_b - y_a)\hat{\mathbf{j}}] = mgy_b - mgy_a$$

Gravitasyonel potansiyel enerji aşağıdaki gibidir:

$$U_g \equiv mgy$$

İş ile potansiyel enerji arasındaki değişim :

$$W = \Delta U_g$$

$$W = (\mathbf{F}_{\text{app}}) \cdot \Delta \mathbf{r} = (mg\hat{\mathbf{j}}) \cdot [(x_b - x_a)\hat{\mathbf{i}} + (y_b - y_a)\hat{\mathbf{j}}] = mgy_b - mgy_a$$

# Soru

Doğru cevabı seçiniz. Bir sistemin kütlesel potansiyel enerjisi aşağıdakilerden hangisi ile iyi tanımlanmaktadır?

- (a) Her zaman pozitifdir,
- (b) Her zaman negatifdir,
- (c) Negatif veya pozitif olabilir.



# Bowling topu

Bir bowling topu oyuncunun elinden ayağının üstüne düşmüştür. Kartezyen koordinat sisteminin başlama noktasını yer seviyesinde ve potansiyel enerjinin sıfır olduğu nokta olarak alalım. Top-dünya sisteminin gravitasyonel enerjisindeki değişimi tahmin ediniz. Bu problemi koordinat sisteminin başlangıcını oyuncunun başında aldığınızda top-dünya kütleçekim potansiyeli enerjisindeki değişimi tahmin ediniz.

$$U_i = mgy_i = (7 \text{ kg}) (9.80 \text{ m/s}^2) (0.5 \text{ m}) = 34.3 \text{ J}$$

$$U_f = mgy_f = (7 \text{ kg}) (9.80 \text{ m/s}^2) (0.03 \text{ m}) = 2.06 \text{ J}$$

$$\Delta U_g = U_f - U_i = -32.24 \text{ J}$$

# İzole sistem —Mekanik enerjinin korunumu

Bir sistem üzerine yapılan iş o sistemin potansiyel enerjisini değiştirir. Bazen Newton yasaları ile çözemediğimiz mekanik problemlerini potansiyel enerji ile çözebiliriz. Bir kitabı yerden yukarı doğru hareket ettirdiğimizde yerçekiminden kaynaklanan potansiyel enerjisindeki değişim aşağıdaki gibidir:

$$W_{\text{kitab}} = (m\mathbf{g}) \cdot \Delta\mathbf{r} = (-mg\hat{\mathbf{j}}) \cdot [(y_a - y_b)\hat{\mathbf{j}}] = mgy_b - mgy_a$$

üzerine

Kitap üzerine yapılan iş aynı zamanda onun kinetik enerjisinde değiştirecektir:

$$W_{\text{kitab}} = \Delta K_{\text{kitab}}$$

üzerine

$$\Delta K_{\text{kitab}} = mgy_b - mgy_a$$

# Kinetik-potansiyel enerji değişimi

Korunumlu sistemlerde kinetik enerjideki değişimler potansiyel enerjideki değişime (eksi işaretlisine) eşit olur.

$$mgy_b - mgy_a = -(mgy_a - mgy_b) = -(U_f - U_i) = -\Delta U_g$$

$$\Delta K = -\Delta U_g$$

**Enerji açısından korunumlu bir sistem için**

$$\Delta K + \Delta U_g = 0$$

**yazılabilir.**

# Toplam mekanik enerji

**Kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamına mekanik enerji denir:**

$$E_{\text{mekanik}} = K + U_g$$

$$E_{\text{mekanik}} \equiv K + U$$

$$(K_f - K_i) + (U_f - U_i) = 0$$

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

Bir sistemin mekanik enerjisi zamanla değişmez. Başlangıç anındaki kinetik ve potansiyel enerjileri toplamı bir süre geçtikten sonraki kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına eşittir.

# Mekanik enerji korunumu

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

$$\frac{1}{2}mv_f^2 + mgy_f = \frac{1}{2}mv_i^2 + mgy_i$$

# Elastik potansiyel enerji

Bir blok ve yaydan oluşan bir sistemi göz önünde bulunduralım :

$$F_s = - kx.$$

**Bir dış kuvvetin yaptığı iş:**

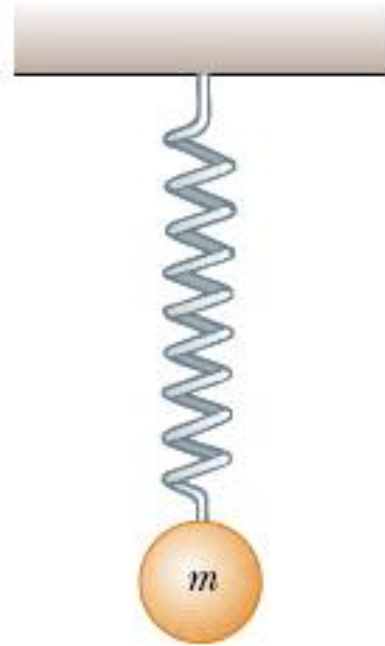
$$W_{F_{\text{app}}} = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2$$

**Elastik potansiyel enerji:**

$$U_s \equiv \frac{1}{2}kx^2$$

# Elastik potansiyel enerji

Elastik potansiyel enerjinin gözlenebileceđi diğer bir sistem aşağıdaki řekildeki gibidir:



## Quick Quiz 8.8

Consider the situation in Quick Quiz 8.7 once again.

In the system of *the ball and the spring*, what forms of energy are there during the motion?

- (a) kinetic and elastic potential
- (b) kinetic and gravitational potential
- (c) kinetic, elastic potential, and gravitational potential
- (d) elastic potential and gravitational potential.



# Problem çözerken

## Izole sistemler —Mekanik enerjinin korunumu

- Yaylar veya elastik potansiyel enerjiyi depolayabilen diğer yapılardan oluşan birbiri ile etkileşen iki veya daha fazla parçacıktan oluşan izole sisteminizi tanımlayınız.
- Kuvvet etkidiğinde sistemin bütün bileşenlerini dikkate alınız. Sistemin başlangıçtaki ve sondaki konfigürasyonunu tanımlayınız.
- Sıfır potansiyel noktası seçiniz (gravitasyonel veya yaya sistemi için). Sisteme birden fazla kuvvet etkiliyorsa her kuvvetin etkisini içeren ifadeyi yazınız.
- Sürtünme veya hava direnci gibi etkiler varsa sistemin mekanik enerjisi korunumsuzdur.
- Sistemin mekanik enerjisi korunuyorsa başlangıç anı için toplam enerjiyi

$$E_i = K_i + U_i$$

Son durumu için toplam enerjiyi ise

$$E_f = K_f + U_f$$

şeklinde yazınız.

# Korunumlu ve korunumsuz kuvvetler

## Korunumlu kuvvetler

1. Korunumlu bir kuvvet tarafından bir cisim üzerine yapılan iş cismin hareket ettiği noktalar arasındaki yoldan bağımsızdır.
2. Korunumlu bir kuvvet tarafından bir cisim üzerine kapalı yörünge veya yol boyunca yapılan iş yani başlama ve bitiş noktaları aynı yerler ise sıfırdır.

### Yerçekimi

$$W_g = mgy_i - mgy_f$$

### Yay sistemi

$$W_s = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2$$

$$W_c = U_i - U_f = -\Delta U$$

**c alt indisi conservative**

# Korunumsuz kuvvet durumunda mekanik enerjinin değişimi

Korunumlu bir sistemde cisimlere etki eden kuvvetlerin yaptığı mekanik iş korunumludur. Sistem içerisindeki kuvvetler korunumsuz kuvvetler ise sistemin mekanik enerjisi değişecektir. Kitabın masa üzerinde hareket ettirildiği durumu dikkate alalım:

$$\Delta K = -f_k d$$

$$\Delta E_{\text{mech}} = \Delta K + \Delta U_g = -f_k d$$

$$\Delta E_{\text{mech}} = \Delta K + \Delta U = -f_k d$$

# Elektrikli kayak

Elektrikli kayakın bataryası 120 Watt.saat lik enerji üretmektedir. Sürtünme ve diğer faktörler batarya enerjisinin %60.0'nı harcamasına neden olmaktadır. Kayak ve sürücüsünün toplam ağırlığı 890 N olan bu sistem ile ne kadar yükseklikteki bir tepe aşılabilir?

# Elektrikli kaykay

$$W_{\text{üretilen}} = 120 \text{ Wattsaat}$$

$$W_{\text{kalan}} = \%40.0 * W_{\text{üretilen}} = 120 * 0.4 = 48 \text{ Watt}$$

$$W_{\text{ağırlık}} = 890 \text{ N}$$

$$U = W_{\text{ağırlık}} h = 890 * h = 48 \text{ Watt}$$

$h = 0.054 \text{ m}$  yüksekliğindeki bir tepeyi aşabilir.