

# VII. İş ve Enerji

---

- Parçacık sabit ivmeyle hareket ediyorsa,

$$s = \frac{1}{2}(v_i + v_s)t \quad \text{ve} \quad a_x = \frac{v_s - v_i}{t}$$

$$\Rightarrow W = m \left( \frac{v_s - v_i}{t} \right) \frac{1}{2}(v_i + v_s)t$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2}mv_s^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

- Kütle ile hızın karesinin çarpımının yarısı, parçacığın **kinetik enerjisi** olarak tanımlanır,

$$K \equiv \frac{1}{2}mv^2$$

- **İş-enerji teoremi:** Bir parçacık yerdeğiştirdiğinde, sabit F kuvvetinin yaptığı iş, parçacığın kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

$$W = K_s - K_i = \Delta K$$

# VII.İş ve Enerji

---

- Kuvvetin sabit olmadığı durumlar için de iş-enerji teoremi geçerlidir.
- Serway Cilt I Örnek 7.8
- Serway Cilt I Örnek 7.9
- Serway Cilt I Örnek 7.10
- Serway Cilt I Örnek 7.11
- Serway Cilt I Örnek 7.12

## □ Güç:

- Güç enerji aktarım hızı olarak tanımlanır.
- Cisme dış kuvvet uygulandığında  $\Delta t$  zaman aralığında bu kuvvetin yaptığı iş  $\Delta W$  ise, bu süredeki **ortalama güç**,

$$\bar{P} \equiv \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

# VII. İş ve Enerji

---

- **Ani güç** (P),  $\Delta t$  sifira yaklařırken, ortalama gücün limit deęeridir:

$$P \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt}$$

- ds yerdeğiştirmesi yaptırın bir **F** kuvvetinin yaptığı iş  $dW = \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s}$ ,

O halde **ani güç**,

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

- SI'da güç birimi Watt (w)'dır,

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/sn} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{sn}^3$$

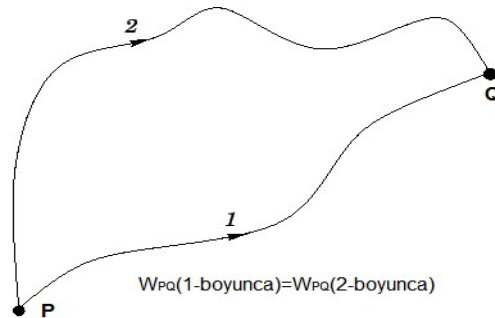
- Serway Cilt I Örnek 7.13  
Serway Cilt I Örnek 7.14

# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

## □ Korunumlu ve Korunumsuz Kuvvetler:

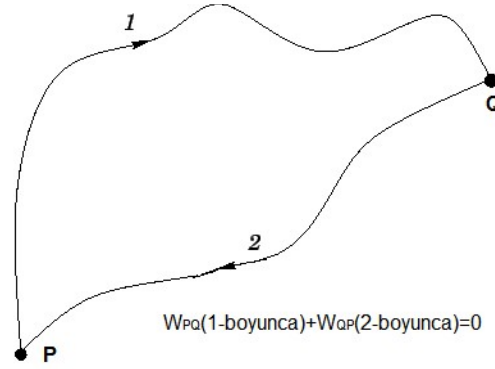
- Yerçekimi kuvvetinin yaptığı iş, sadece ilk ve son koordinatlara bağlıdır ve noktalar arasında gidilen yoldan bağımsızdır.
- Bir kuvvet bu özelliği gösterirse **korunumlu kuvvet** olarak adlandırılır.
- Elektrostatik kuvvet ve yaydaki geri-çağrıcı kuvvet de korunumlu kuvvet örnekleridir.
- Genel olarak; iki nokta arasında hareket eden bir parçacık üzerine etki eden kuvvetin yaptığı iş, parçacığın bu noktalar arasında aldığı yoldan bağımsız ise kuvvet **korunumludur**.



# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

- Bir parçacık üzerine etkiyen **korunumlu kuvvetin yaptığı toplam iş**, parçacık herhangi bir yol boyunca hareket edip ilk konumuna döndüğünde sıfırdır.



- **Yerçekimi kuvvetli korunumludur:**  $m$  kütleli bir parçacık  $y_i$  den  $y_s$  yüksekliğine çıkarılsın. Yerçekimi kuvvetinin yaptığı iş,

$$W = mg(y_i - y_s)$$

- $W_g$  sadece ilk ve son  $y$  koordinatlarına bağlıdır.

# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

- Korunumlu bir kuvvete başka bir örnek, yaya bağlı bir blok üzerindeki yay kuvvetidir. Yayın blok üzerinde yaptığı iş,

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

- **Korunumsuz kuvvetler:** İki nokta arasında hareket eden bir parçacık üzerine etki eden kuvvetin yaptığı iş, gidilen yola bağlı ise kuvvet korunumsuzdur.
- Bir kuvvet korunumsuz ise herhangi bir kapalı yörünge boyunca hareket eden bir parçacık üzerinde kuvvetin yaptığı iş sıfır olması gerekmez.
- Korunumsuz kuvvete örnek: **sürtünme kuvveti.**
- Farklı uzunlukataki yollar, farklı miktarda iş gerektirir.

# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

## □ Potansiyel Enerji:

- Parçacığı x-ekseni boyunca hareket ettiren korunumlu  $\mathbf{F}$  kuvvetinin yaptığı iş,

$$W_{ko} = \int_{x_i}^{x_s} F_x dx = -\Delta U = U_i - U_s$$

- Korunumlu kuvvetin yaptığı iş, **potansiyel enerjideki değişimin negatifine** eşittir.
- Bu eşitlik şu şekilde de ifade edilebilir,

$$\Delta U = U_s - U_i = -\int_{x_i}^{x_s} F_x dx$$

- Genelde  $x_i$  gibi belirli bir noktayı referans noktası olarak alıp, tüm potansiyel enerji farklarını bu noktaya göre ölçmek uygun düşer.

$$U_s(x) = -\int_{x_i}^{x_s} F_x dx + U_i$$

# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

- Gerçekte  $U_i$  'ye verilecek değerin bir önemi yoktur. Bu değer  $U_s(x)$ 'i sadece bir sabit kadar kaydıracaktır.
- Fiziksel olarak yalnızca potansiyel enerjideki değişim anlamlıdır.

## □ Mekanik Enerjinin Korunumu:

- İş-enerji teoremine göre; parçacık üzerine etki eden kuvvetin yaptığı iş, parçacığın kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

$$W_{ko} = \Delta K$$

- Kuvvet korunumlu olduğu için  $W_{ko} = -\Delta U$  yazabiliriz.

- Böylece,

$$\Delta K = -\Delta U$$

$$\Rightarrow \Delta K + \Delta U = 0$$

$$\Rightarrow K_s - K_i + U_s - U_i = 0$$

$$\Rightarrow K_i + U_i = K_s + U_s$$



# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

- Bu **mekanik enerjinin korunumu** kanunudur.
- Sistemin toplam mekanik enerjisi (E), kinetik enerji ile potansiyel enerjinin toplamı olarak tanımlanırsa, mekanik enerjinin korunumu;

$$E_i = E_s$$

- Mekanik enerjinin korunumu kanunu, iş yapan kuvvet korunumlu bir kuvvetse bir sistemin **toplam mekanik enerjisinin sabit kalacağını** söyler.
- Sistemde birden fazla korunumlu kuvvet varsa, bu durumda mekanik enerjinin korunumu,

$$K_i + \sum U_i = K_s + \sum U_s$$

- Örnek: yaya bağlı bir kütle düşey olarak salınırsa.

# VIII. Potansiyel Enerji ve Enerjinin Korunumu

---

## □ Yeryüzü Yakınlarında Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi:

- Cisim, yerçekiminin bulunduğu bir bölgede hareketli ise, çekim kuvveti bu cisim üzerinde iş yapar.
- Serbest düşen bir cisim durumunda, çekim kuvvetinin yaptığı iş, cismin düşey yerdeğiştirmesinin bir fonksiyonudur.
- Çekim kuvveti korunumlu olduğundan,  $U_g$  çekim potansiyel enerji fonksiyonu  $U_g \equiv mgy$  olarak tanımlanabilir.
- Çekim kuvvetinin yaptığı işi yeniden yazarsak,

$$W_g = mgy_i - mgy_s = U_i - U_s = -\Delta U_g$$

- Yerdeğiştirme yukarı yönde olduğunda çekim kuvvetinin yaptığı iş negatif, aşağı yönde olduğunda çekim kuvvetinin yaptığı iş pozitiftir.
- Serway Cilt I Örnek 8.1