5. İŞ VE ENERJİ

- 5.1 İş
- 5.2 Güç
- 5.3 Kinetik Enerji
- 5.4 Potansiyel Enerji
- 5.5 Enerji Korunum Yasası

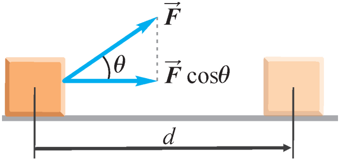
seçkin
Akademik ve
Mesleki Yayınlar

Daha iyi sonuç almak için, Adobe Reader programını **Tam Ekran** modunda çalıştırınız.
Sayfa çevirmek/Aşağısını görmek için, farenin sol/sağ tuşlarını veya PageUp/PageDown tuşlarını kullanınız.

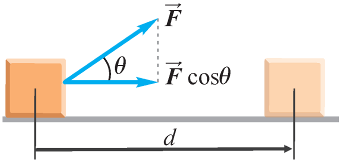
Sabit Kuvvetin Yaptığı İş

Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd\cos\theta$$



Sabit Kuvvetin Yaptığı İş



Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

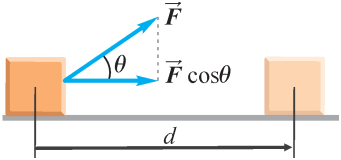
$$W = Fd\cos\theta$$

- Birimi: newton × metre = Joule (J)

Sabit Kuvvetin Yaptığı İş

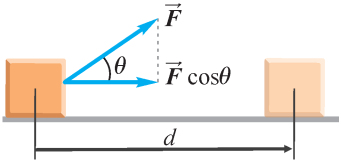
Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd\cos\theta$$



- Birimi: newton $\times$ metre = Joule (J)
- Kuvvet var ama cisim yerdeğiştirmiyorsa ($d = 0$), yapılan iş sıfırdır.

Sabit Kuvvetin Yaptığı İş

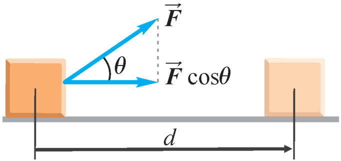


Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd\cos\theta$$

- Birimi: newton × metre = Joule (J)
- Kuvvet var ama cisim yerdeğiştirmiyorsa ($d = 0$), yapılan iş sıfırdır.
- Kuvvet yerdeğiştirmeye dik ise ($\cos 90^\circ = 0$), yaptığı iş sıfırdır.

Sabit Kuvvetin Yaptığı İş

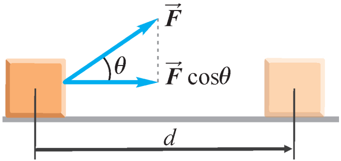


Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd\cos\theta$$

- Birimi: newton × metre = Joule (J)
- Kuvvet var ama cisim yerdeğiştirmiyorsa ($d = 0$), yapılan iş sıfırdır.
- Kuvvet yerdeğiştirmeye dik ise ($\cos 90^\circ = 0$), yaptığı iş sıfırdır.
- Kuvvet gidilen yönle geniş açı yapıyorsa, yani kuvvetin izdüşümü ters yönde ise, yapılan iş negatif olur.

Sabit Kuvvetin Yaptığı İş



Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirme sırasında cisim üzerinde yaptığı iş

$$W = Fd\cos\theta$$

- Birimi: newton × metre = Joule (J)
- Kuvvet var ama cisim yerdeğiştirmiyorsa ($d = 0$), yapılan iş sıfırdır.
- Kuvvet yerdeğiştirmeye dik ise ($\cos 90^\circ = 0$), yaptığı iş sıfırdır.
- Kuvvet gidilen yönle geniş açı yapıyorsa, yani kuvvetin izdüşümü ters yönde ise, yapılan iş negatif olur.
- **İşin Skaler Çarpım olarak ifadesi**: $W = Fd\cos\theta = \vec{F}\cdot\vec{d}$

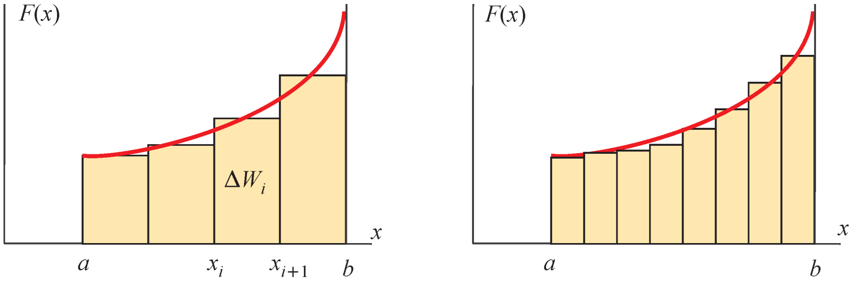
Değişken Kuvvetin Yaptığı İş

Değişken Kuvvetin Yaptığı İş

x-ekseni boyunca a dan b ye giden bir cisme, yol boyunca değişen bir $F(x)$ kuvveti etkiyor olsun.

Değişken Kuvvetin Yaptığı İş

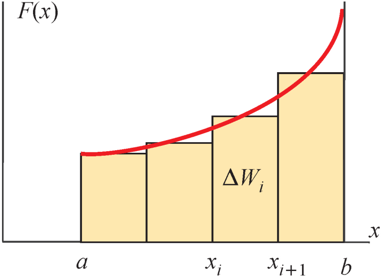
x-ekseni boyunca a dan b ye giden bir cisme, yol boyunca değişen bir $F(x)$ kuvveti etkiyor olsun.

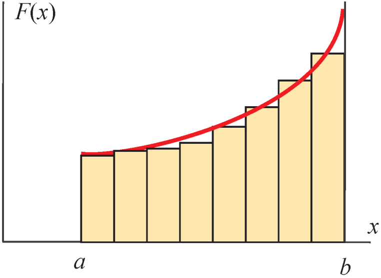


$[a, b]$ yolu, N sayıda küçük Δx aralıklarına bölünür.

Değişken Kuvvetin Yaptığı İş

x-ekseni boyunca a dan b ye giden bir cisme, yol boyunca değişen bir $F(x)$ kuvveti etkiyor olsun.





$[a, b]$ yolu, N sayıda küçük Δx aralıklarına bölünür.

Bu aralıkların birinde yapılan küçük iş (şekildeki dikdörtgenin alanı):

$$\Delta W_i \approx F(x_i)\,\Delta x \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots N)$$

Toplam iş, bu küçük ΔW lerin toplamı olur:

$$W \approx \sum_{i=1}^{N} \Delta W_i \approx \sum_{i=1}^{N} F(x_i)\,\Delta x$$

Toplam iş, bu küçük ΔW lerin toplamı olur:

$$W \approx \sum_{i=1}^{N} \Delta W_i \approx \sum_{i=1}^{N} F(x_i)\,\Delta x$$

$\Delta x \to 0$ limitine gidildiğinde, bu toplam $F(x)$ fonksiyonunun $[a, b]$ aralığındaki **belirli integrali** olur:

$$W = \int_a^b F(x)\,dx \qquad \text{(Değişken kuvvetin yaptığı iş)}$$

Kısa İntegral Bilgisi:

Kısa İntegral Bilgisi:

Belirsiz integral: $\Phi(x) = \int F(x)\,dx$ veya $\dfrac{d\Phi}{dx} = F(x)$

Kısa İntegral Bilgisi:

Belirsiz integral: $\Phi(x) = \int F(x)\,dx$ veya $\dfrac{d\Phi}{dx} = F(x)$

Bazı fonksiyonların belirsiz integralleri (c bir sabit).

fonksiyon (F)	$\Phi(x)$	fonksiyon (F)	$\Phi(x)$
1	$x + c$	$\cos x$	$\sin x + c$
x	$\frac{1}{2}x^2 + c$	$\sin x$	$-\cos x + c$
x^2	$\frac{1}{3}x^3 + c$	e^x	$e^x + c$
$\sqrt{x} = x^{1/2}$	$\frac{2}{3}x^{3/2} + c$	$\frac{1}{x}$	$\ln x + c$
x^n	$\dfrac{x^{n+1}}{n+1} + c$	$\ln x$	$x \ln x - x + c$

Kısa İntegral Bilgisi:

Belirsiz integral: $\Phi(x) = \int F(x)\, dx$ veya $\frac{d\Phi}{dx} = F(x)$

Bazı fonksiyonların belirsiz integralleri (c bir sabit).

fonksiyon (F)	$\Phi(x)$	fonksiyon (F)	$\Phi(x)$
1	$x + c$	$\cos x$	$\sin x + c$
x	$\frac{1}{2}x^2 + c$	$\sin x$	$-\cos x + c$
x^2	$\frac{1}{3}x^3 + c$	e^x	$e^x + c$
$\sqrt{x} = x^{1/2}$	$\frac{2}{3}x^{3/2} + c$	$\frac{1}{x}$	$\ln x + c$
x^n	$\frac{x^{n+1}}{n+1} + c$	$\ln x$	$x \ln x - x + c$

Belirli integral hesabı:

$$\int_a^b F(x)\, dx = \Phi(x)\Big|_{x=a}^{x=b} = \Phi(b) - \Phi(a)$$

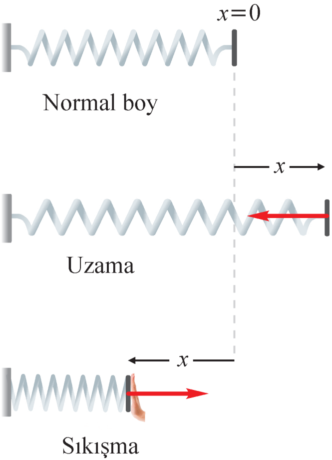
Yay Kuvvetinin Yaptığı İş

Yay Kuvvetinin Yaptığı İş

Normal uzunluğu L_0 olan bir yayı L boyuna kadar uzatalım (veya, sıkıştıralım).

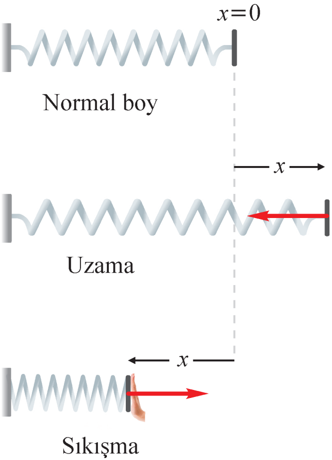
Yay Kuvvetinin Yaptığı İş

Normal uzunluğu L_0 olan bir yayı L boyuna kadar uzatalım (veya, sıkıştıralım).



Yay Kuvvetinin Yaptığı İş

Normal uzunluğu L_0 olan bir yayı L boyuna kadar uzatalım (veya, sıkıştıralım).



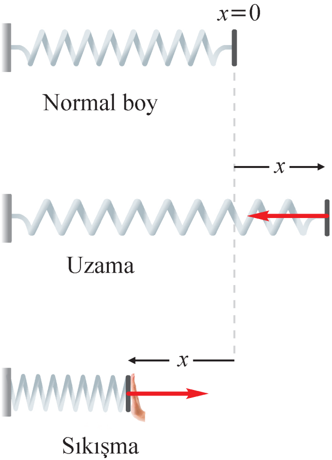
Yay daima bir F kuvvetiyle karşı koyar.

Yayın uzama miktarı: $x = L - L_0$

(Uzama için $x > 0$, sıkışma için $x < 0$.)

Yay Kuvvetinin Yaptığı İş

Normal uzunluğu L_0 olan bir yayı L boyuna kadar uzatalım (veya, sıkıştıralım).



Yay daima bir F kuvvetiyle karşı koyar.

Yayın uzama miktarı: $x = L - L_0$

(Uzama için $x > 0$, sıkışma için $x < 0$.)

Hooke yasası: Bir yayda oluşan kuvvet, uzamayla orantılı ve karşı koyacak yönde oluşur.

$$F = -kx$$

(Eksi işareti kuvvetin uzamaya ters yönde olduğunu belirtir.)

k : Yay sabiti

Yay kuvvetinin $x = 0$ dan $x = d$ ye kadar yaptığı iş:

$$W_{\text{yay}} = \int_0^d F(x)\,dx = \int_0^d (-kx)\,dx = -k\int_0^d x\,dx = -k\left[\tfrac{1}{2}x^2\right]_0^d$$

$$W_{\text{yay}} = -\tfrac{1}{2}kd^2$$

Yay kuvvetinin $x = 0$ dan $x = d$ ye kadar yaptığı iş:

$$
\begin{aligned}
W_{\text{yay}} &= \int_0^d F(x)\,dx = \int_0^d (-kx)\,dx = -k\int_0^d x\,dx = -k\left[\tfrac{1}{2}x^2\right]_0^d \\
W_{\text{yay}} &= -\tfrac{1}{2}kd^2
\end{aligned}
$$

Yay kuvveti uzamaya ters yönde olduğu için, yaptığı iş negatif olur.

Bizim yayı uzatabilmek için buna karşı pozitif bir iş yapmamız gerekir.

5.2 GÜÇ

Birim zamanda yapılan iş.

5.2 GÜÇ

Birim zamanda yapılan iş.

Δt zaman aralığında ΔW kadar iş yapılıyorsa, **ortalama güç**,

$$P_{\text{ort}} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \qquad \text{(ortalama güç)}$$

5.2 GÜÇ

Birim zamanda yapılan iş.

Δt zaman aralığında ΔW kadar iş yapılıyorsa, **ortalama güç**,

$$P_{\text{ort}} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \qquad \text{(ortalama güç)}$$

Ve herhangi bir t anındaki **ani güç**,

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \qquad \text{(ani güç)}$$

Ani güç işin türevidir.

5.2 GÜÇ

Birim zamanda yapılan iş.

Δt zaman aralığında ΔW kadar iş yapılıyorsa, **ortalama güç**,

$$P_{\text{ort}} = \frac{\Delta W}{\Delta t} \qquad \text{(ortalama güç)}$$

Ve herhangi bir t anındaki **ani güç**,

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{dW}{dt} \qquad \text{(ani güç)}$$

Ani güç işin türevidir.

- Birimi : SI sisteminde joule/saniye = watt (kısaca W).
- Sanayide kullanılan birimler:

  kilowatt (kW) = 1000 W

  Beygir gücü (HP) : 1 HP=746 watt=0.746 kW

5.3 KİNETİK ENERJİ

Tanım: m hızıyla giden m kütleli cismin kinetik enerjisi:

$$K = \frac{1}{2}\, m v^2$$

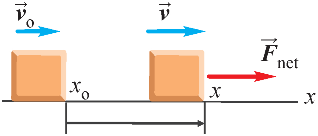
Tanım: m hızıyla giden m kütleli cismin kinetik enerjisi:

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

- Daima pozitif. Duran cismin kinetik enerjisi sıfır.
- Birimi:

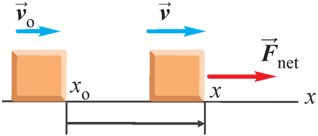
$$\mathrm{kg} \times (\mathrm{m/s})^2 = \frac{\mathrm{kg} \times \mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \times \mathrm{m} = \mathrm{newton} \times \mathrm{m} = \mathrm{joule} \quad \longrightarrow \quad \text{İş birimi!}$$

İş-Enerji Teoremi: Kinetik enerji ile iş arasında ilişki.



m kütleli cisim başlangıçta x_0 konumlu yerde v_0 hızına sahipken, sabit F_{net} kuvvetinin etkisiyle x konumuna vardığında hızı v olsun.

İş-Enerji Teoremi: Kinetik enerji ile iş arasında ilişki.

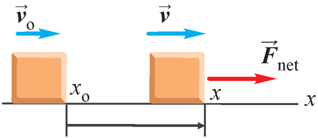


m kütleli cisim başlangıçta x_0 konumlu yerde v_0 hızına sahipken, sabit F_{net} kuvvetinin etkisiyle x konumuna vardığında hızı v olsun.

Sabit kuvvetin yaptığı net işi yazalım:

$$W_{net} = F_{net}\, d = F_{net}\,(x - x_0)$$

İş-Enerji Teoremi: Kinetik enerji ile iş arasında ilişki.



m kütleli cisim başlangıçta x_0 konumlu yerde v_0 hızına sahipken, sabit F_{net} kuvvetinin etkisiyle x konumuna vardığında hızı v olsun.

Sabit kuvvetin yaptığı net işi yazalım:

$$W_{net} = F_{net}\, d = F_{net}\,(x - x_0)$$

Kuvveti ikinci yasadan ($F_{net} = ma$) ve hızları zamansız hız formülünden [$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$] olarak alırız:

$$W_{net} = ma\,(x - x_0) = \tfrac{1}{2} m \underbrace{a(x - x_0)}_{(v^2 - v_0^2)/2}$$

$$\boxed{W_{net} = \tfrac{1}{2} mv^2 - \tfrac{1}{2} mv_0^2 = K - K_0 \qquad \text{(İş-Enerji teoremi)}}$$

İş-Enerji teoremi: Bir cisme etkiyen net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

İş-Enerji teoremi: Bir cisme etkiyen net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

Bu sonuç 3-boyutlu hareket ve değişken kuvvet için de geçerlidir:

$$W_{\text{net}} = \int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = \tfrac{1}{2} m v_2^2 - \tfrac{1}{2} m v_1^2 = K_2 - K_1$$

$d\vec{\boldsymbol{r}}$: bileşenleri (dx, dy, dz) olan küçük yerdeğiştirme vektörü.

İş-Enerji teoremi: Bir cisme etkiyen net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir.

Bu sonuç 3-boyutlu hareket ve değişken kuvvet için de geçerlidir:

$$W_{\text{net}} = \int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = \tfrac{1}{2} m v_2^2 - \tfrac{1}{2} m v_1^2 = K_2 - K_1$$

$d\vec{\boldsymbol{r}}$: bileşenleri (dx, dy, dz) olan küçük yerdeğiştirme vektörü.

- İş-Enerji Teoremi 2. Newton yasasının değişik bir ifadesidir.
- Skaler bir ifade olduğu için çok kullanışlı. Bazı problemler bu teoremle çok kestirme yoldan çözülebilirler.

Korunumlu kuvvet kavramı ▼

5.4 POTANSİYEL ENERJİ

Korunumlu kuvvet kavramı

Havaya atılan bir cismin kinetik enerjisi azalır ve üst noktada sıfır olur.

Fakat, daha sonra düşerken kinetik enerjisini geri kazanır.

5.4 POTANSİYEL ENERJİ

Korunumlu kuvvet kavramı

Havaya atılan bir cismin kinetik enerjisi azalır ve üst noktada sıfır olur.

Fakat, daha sonra düşerken kinetik enerjisini geri kazanır.

Burada etkiyen **yerçekimi kuvveti korunumludur**.

5.4 POTANSİYEL ENERJİ

Korunumlu kuvvet kavramı

Havaya atılan bir cismin kinetik enerjisi azalır ve üst noktada sıfır olur.

Fakat, daha sonra düşerken kinetik enerjisini geri kazanır.

Burada etkiyen **yerçekimi kuvveti korunumludur**.

Sürtünmeli bir masada yavaşlayıp duran cismin kinetik enerjisi geri gelmez (ısıya dönüşür).

5.4 POTANSİYEL ENERJİ

Korunumlu kuvvet kavramı

Havaya atılan bir cismin kinetik enerjisi azalır ve üst noktada sıfır olur.

Fakat, daha sonra düşerken kinetik enerjisini geri kazanır.

Burada etkiyen **yerçekimi kuvveti korunumludur**.

Sürtünmeli bir masada yavaşlayıp duran cismin kinetik enerjisi geri gelmez (ısıya dönüşür).

Burada etkiyen **sürtünme kuvveti korunumsuzdur.**

5.4 POTANSİYEL ENERJİ

Korunumlu kuvvet kavramı

Havaya atılan bir cismin kinetik enerjisi azalır ve üst noktada sıfır olur.

Fakat, daha sonra düşerken kinetik enerjisini geri kazanır.

Burada etkiyen **yerçekimi kuvveti korunumludur**.

Sürtünmeli bir masada yavaşlayıp duran cismin kinetik enerjisi geri gelmez (ısıya dönüşür).

Burada etkiyen **sürtünme kuvveti korunumsuzdur.**

- Potansiyel enerji, yapılan işi depolayabilen ve geri verebilen enerji türüdür.
- Sadece korunumlu kuvvetler (yerçekimi, yay kuvveti ...) için potansiyel enerji tanımlanabilir.

Potansiyel Enerjinin Genel Tanımı ▾

Potansiyel Enerjinin Genel Tanımı

Korunumlu kuvvete karşı yapılan iş gidilen yoldan bağımsız olup, potansiyel enerjideki artışa eşittir.

$$\boxed{-\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = U_2 - U_1 \qquad \text{(potansiyel enerji tanımı)}}$$

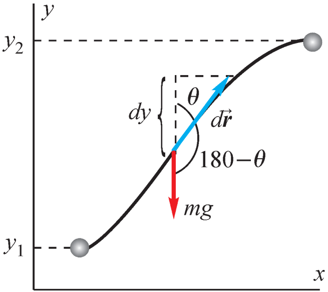
Potansiyel Enerjinin Genel Tanımı

Korunumlu kuvvete karşı yapılan iş gidilen yoldan bağımsız olup, potansiyel enerjideki artışa eşittir.

$$\boxed{-\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = U_2 - U_1 \qquad \text{(potansiyel enerji tanımı)}}$$

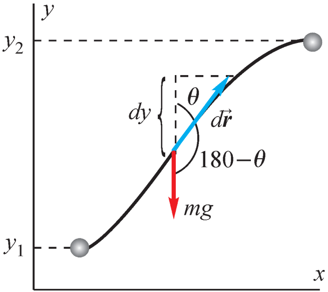
- Korunumlu kuvvet $\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}}$ ise, buna karşı iş yapan kuvvet $-\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}}$ dir.
- Potansiyel enerjideki artışın negatif iş olarak tanımlanması akla uygundur. Çünkü, negatif iş kinetik enerjiyi azaltır, dolayısıyla potansiyel enerjiyi artırır.
- Şimdi bu tanımla, önemli potansiyel enerji türlerini çıkartacağız.

Yerçekimi Potansiyel Enerjisi



m kütleli bir cisim Dünya üzerinde (x_1, y_1) konumlu bir noktadan (x_2, y_2) konumlu bir noktaya eğrisel bir yol üzerinden gidiyor.

Yerçekimi Potansiyel Enerjisi

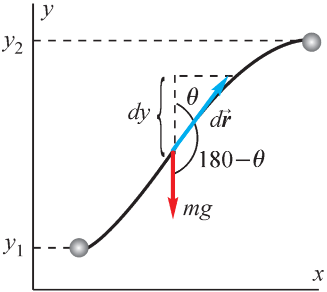


m kütleli bir cisim Dünya üzerinde (x_1, y_1) konumlu bir noktadan (x_2, y_2) konumlu bir noktaya eğrisel bir yol üzerinden gidiyor.

Yerçekimi kuvvetine karşı $(-m\vec{\mathbf{g}})$ yapılan iş skaler çarpım olarak yazılır:

$$-W = \int_A^B (-m\vec{\mathbf{g}}) \cdot d\vec{\mathbf{r}} = \int_A^B (-mg)\, dr\, \cos(180^\circ - \theta)$$

Yerçekimi Potansiyel Enerjisi



m kütleli bir cisim Dünya üzerinde (x_1, y_1) konumlu bir noktadan (x_2, y_2) konumlu bir noktaya eğrisel bir yol üzerinden gidiyor.

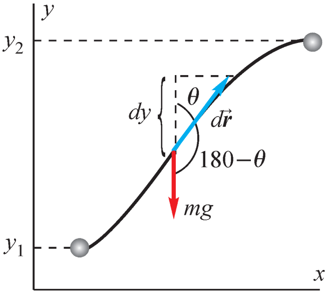
Yerçekimi kuvvetine karşı $(-m\vec{g})$ yapılan iş skaler çarpım olarak yazılır:

$$-W = \int_A^B (-m\vec{g}) \cdot d\vec{r} = \int_A^B (-mg)\, dr\, \cos(180^\circ - \theta)$$

Şekilde: $dr\, \cos(180^\circ - \theta) = -dr\, \cos\theta = -dy$

$$-W = \int_A^B mg\, dy = mg(y_2 - y_1) = U_2 - U_1$$

Yerçekimi Potansiyel Enerjisi



m kütleli bir cisim Dünya üzerinde (x_1, y_1) konumlu bir noktadan (x_2, y_2) konumlu bir noktaya eğrisel bir yol üzerinden gidiyor.

Yerçekimi kuvvetine karşı $(-m\vec{g})$ yapılan iş skaler çarpım olarak yazılır:

$$-W = \int_A^B (-m\vec{g}) \cdot d\vec{r} = \int_A^B (-mg)\, dr\, \cos(180^\circ - \theta)$$

Şekilde: $dr\, \cos(180^\circ - \theta) = -dr\, \cos\theta = -dy$

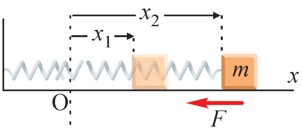
$$-W = \int_A^B mg\, dy = mg(y_2 - y_1) = U_2 - U_1$$

$$U(y) = mgy + C \qquad \text{(yerçekimi potansiyel enerjisi)}$$

(C sabitinin seçimi keyfidir. $y = 0$ da $C = 0$ seçilirse $U = mgy$ olur.)

Esneklik Potansiyel Enerjisi

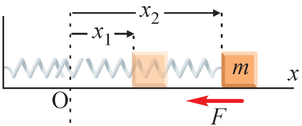
Esneklik Potansiyel Enerjisi



Bir x_1 değerinden x_2 son değerine kadar olan uzama sırasında $F = -kx$ yay kuvvetine karşı yapılan iş,

$$-W = \int_{x_1}^{x_2} (-F)\, dx = \int_{x_1}^{x_2} (+kx)\, dx = k \int_{x_1}^{x_2} x\, dx = \underbrace{\tfrac{1}{2}kx_2^2 - \tfrac{1}{2}kx_1^2}_{U_2 - U_1}$$

Esneklik Potansiyel Enerjisi



Bir x_1 değerinden x_2 son değerine kadar olan uzama sırasında $F = -kx$ yay kuvvetine karşı yapılan iş,

$$-W = \int_{x_1}^{x_2} (-F)\,dx = \int_{x_1}^{x_2} (+kx)\,dx = k\int_{x_1}^{x_2} x\,dx = \underbrace{\tfrac{1}{2}kx_2^2 - \tfrac{1}{2}kx_1^2}_{U_2 - U_1}$$

$$U(x) = \tfrac{1}{2}kx^2 + C$$

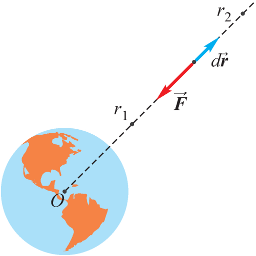
Potansiyelin sıfır olduğu yer keyfi olarak seçilebilir.

Yayın normal uzunluğunda ($x = 0$) da $U = 0$ seçilirse $C = 0$ olur:

$$\boxed{U(x) = \tfrac{1}{2}kx^2 \qquad \text{(esneklik potansiyel enerjisi)}}$$

Kütleçekim Potansiyel Enerjisi ▾

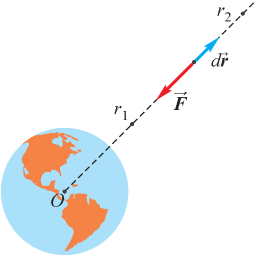
Kütleçekim Potansiyel Enerjisi



Dünya (M_D) ve merkezden r uzaklıkta bir m kütlesi için kütleçekim yasası:

$$F = G\frac{mM_D}{r^2}$$

Kütleçekim Potansiyel Enerjisi



Dünya (M_D) ve merkezden r uzaklıkta bir m kütlesi için kütleçekim yasası:

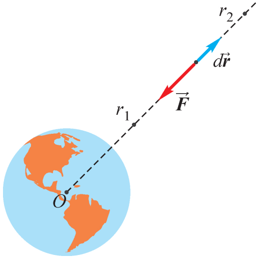
$$F = G\frac{mM_D}{r^2}$$

Kütle çekim kuvvetine karşı yapılan iş:

$$-W = -\int_{r_1}^{r_2} F\,dr\,\cos 180^\circ = GmM_D\int_{r_1}^{r_2}\frac{dr}{r^2} = \underbrace{-GmM_D\left(\frac{1}{r_2}-\frac{1}{r_1}\right)}_{U_2-U_1}$$

$$U(r) = -\frac{GmM_D}{r} + C$$

Kütleçekim Potansiyel Enerjisi



Dünya (M_D) ve merkezden r uzaklıkta bir m kütlesi için kütleçekim yasası:

$$F = G\frac{mM_D}{r^2}$$

Kütle çekim kuvvetine karşı yapılan iş:

$$-W = -\int_{r_1}^{r_2} F\,dr\,\cos 180^\circ = GmM_D \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \underbrace{-GmM_D\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)}_{U_2 - U_1}$$

$$U(r) = -\frac{GmM_D}{r} + C$$

$r \to \infty$ için $U = 0$ seçilirse $C = 0$ olur:

$$\boxed{U(r) = -\frac{GmM_D}{r} \qquad \text{(kütleçekim potansiyel enerjisi)}}$$

5.5 ENERJİ KORUNUMU YASASI

İş-Enerji teoremini hatırlayalım:

$$\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = K_2 - K_1$$

5.5 ENERJİ KORUNUMU YASASI

İş-Enerji teoremini hatırlayalım:

$$\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = K_2 - K_1$$

Kuvvetleri korunumlu ve korunumsuz olarak ayıralım: $\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} = \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} + \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{korsz}}$

$$\int_1^2 (\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} + \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{korsz}}) \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = K_2 - K_1$$

5.5 ENERJİ KORUNUMU YASASI

İş-Enerji teoremini hatırlayalım:

$$\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = K_2 - K_1$$

Kuvvetleri korunumlu ve korunumsuz olarak ayıralım: $\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{net}} = \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} + \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{korsz}}$

$$\int_1^2 (\vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} + \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{korsz}}) \cdot d\vec{\boldsymbol{r}} = K_2 - K_1$$

Korunumlu kuvvetlere karşı yapılan işi potansiyel enerji olarak yazalım:

$$\underbrace{\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{kor}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}}}_{-(U_2 - U_1)} + \underbrace{\int_1^2 \vec{\boldsymbol{F}}_{\text{korsz}} \cdot d\vec{\boldsymbol{r}}}_{W_{\text{korsz}}} = K_2 - K_1$$

$$\boxed{(K_1 + U_1) + W_{\text{korsz}} = K_2 + U_2 \quad \text{(Enerji Korunum Yasası)}}$$

Bir cismin başlangıçtaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamı, bir kısmı korunumsuz kuvvetlerin (sürtünmenin) yapacağı işe harcandıktan sonra, geriye kalanı sondaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamına eşittir.

$$\boxed{(K_1 + U_1) + W_{\text{korsz}} = K_2 + U_2 \quad \text{(Enerji Korunum Yasası)}}$$

Bir cismin başlangıçtaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamı, bir kısmı korunumsuz kuvvetlerin (sürtünmenin) yapacağı işe harcandıktan sonra, geriye kalanı sondaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamına eşittir. ▾

Özel Hal: Korunumsuz kuvvetlerin yaptığı iş $W_{\text{korsz}} = 0$ ise,

$$\boxed{W_{\text{korsz}} = 0 \implies K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \quad \text{(Sürtünmesiz Enerji Korunumu)}}$$

▾

$$\boxed{(K_1 + U_1) + W_{\text{korsz}} = K_2 + U_2 \quad \text{(Enerji Korunum Yasası)}}$$

Bir cismin başlangıçtaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamı, bir kısmı korunumsuz kuvvetlerin (sürtünmenin) yapacağı işe harcandıktan sonra, geriye kalanı sondaki (kinetik+potansiyel) enerjileri toplamına eşittir. ▾

Özel Hal: Korunumsuz kuvvetlerin yaptığı iş $W_{\text{korsz}} = 0$ ise,

$$\boxed{W_{\text{korsz}} = 0 \implies K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \quad \text{(Sürtünmesiz Enerji Korunumu)}}$$

▾

Toplam Mekanik Enerji: $E = K + U$

* * * 5. Bölümün Sonu * * *