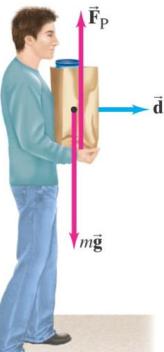


Bölüm:7

İŞ VE KİNETİK ENERJİ



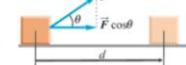
1



2

Sabit Bir Kuvvetin Yaptığı İş

Bir F kuvvetinin d kadar yerdeğiştirmeye 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 yerdeğirmeyeye dik ise ($\cos 90^\circ = 0$), yaptığı iş sıfırdır.
- Kuvvet gidilen yönde geniş açı yapıyorsa, yani kuvvetin izdüşümü ters yönde ise, yapılan iş negatif olur.
- İşin Skaler Çarpım olarak ifadesi: $W = Fd \cos \theta = \vec{F} \cdot \vec{d}$ ★

Not - 1: İş için yazılan bağıntı, F kuvvetinin sabit olduğu durum içindir.

Not - 2: Cisim noktasal olduğunu kabul ettiğimizde

Not - 3: $0 < \phi < 90^\circ \Rightarrow W > 0$; $90^\circ < \phi < 180^\circ \Rightarrow W < 0$

NET İŞ : Cisme birden fazla kuvvet etkiyorsa (örneğin F_A , F_B ve F_C), net iş (W_{net})'yi hesaplaması:

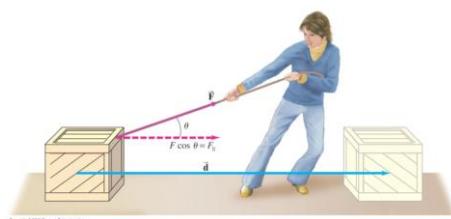
Yol - 1: Herbir kuvvetin yaptığı işler (W_A , W_B ve W_C) ayrı ayrı hesaplanır ve sonra da toplanır ($W_{\text{net}} = W_A + W_B + W_C$).

Yol - 2: Cisim üzerinde etki eden net kuvvet ($F_{\text{net}} = F_A + F_B + F_C$) bulunur ve sonra da net kuvvetin yaptığı iş hesaplanır ($W_{\text{net}} = F_{\text{net}} \cdot \vec{d}$).

Cisme enerji aktarılmışsa W pozitiftir ($W > 0$) ve F kuvveti cisim üzerinde pozitif iş yapmıştır denir.

Aksine, cisimden dışarıya enerji alınmışsa W negatiftir ($W < 0$) ve F kuvveti cisim üzerinde negatif iş yapmıştır denir.

5



6

Örnek : xy-düzlemindeki bir cisim $F = 5,0\hat{i} + 2,0\hat{j}$ (N) kuvvetinin etkisiyle $\vec{d} = 2,0\hat{i} + 3,0\hat{j}$ (m) ile verilen bir yer-değiştirme yapıyor.

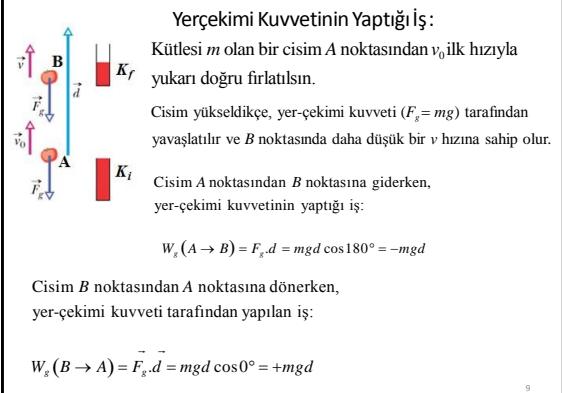
a-) Kuvvetin yaptığı işi
b-) Kuvvetle yer-değiştirme vektörü arasındaki açıyı bulunuz.

$$a-) W = F \cdot d = (5,0)(2,0) + (2,0)(3,0) = 16 \text{ J}$$

$$b-) F \cdot d = Fd \cos \theta = \sqrt{29} \cdot \sqrt{13} \cdot \cos \theta$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{16}{\sqrt{377}}\right) = 35^\circ$$

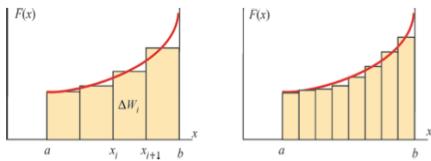
8



9

Değişken Bir Kuvvetin Yaptığı İş

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



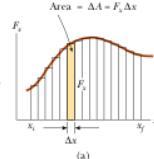
$[a, b]$ yolu, N sayıda küçük Δx aralıklarına bölünür.

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

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

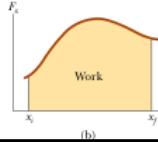
Toplam iş, bu küçük ΔW lerin toplamı olur:

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



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

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



12

Kısa Integral Bilgisi:

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

Bazi fonksiyonların belirsiz integralleri (c bir sabit).	
fonsiyon (F)	$\Phi(x)$
1	$x + c$
x	$\frac{1}{2}x^2 + c$
x^2	$\frac{1}{3}x^3 + c$
$\sqrt{x} = x^{1/2}$	$\frac{2}{3}x^{3/2} + c$
x^n	$\frac{x^{n+1}}{n+1} + c$
fonksiyon (F)	
$\cos x$	$\sin x + c$
$\sin x$	$-\cos x + c$
e^x	$e^x + c$
$\ln x$	$\ln x + c$
$\Phi(x)$	

Belirli integral hesabı:

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

Örnek : $F = (4x\hat{i} + 3y\hat{j})$ N' luk kuvvetin etkisindeki bir cisim orijinden başlayarak $x = 5$ m noktasına hareket etmektedir. Kuvvetin yaptığı işi bulunuz.

$$W = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_i}^{r_f} (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j})$$

$$W = \int_{r_i}^{r_f} (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \cdot (dx\hat{i} + dy\hat{j})$$

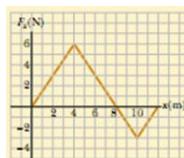
$$W = \int_{r_i}^{r_f} (4x dx + 3y dy) = \int_0^5 4x dx + \int_0^0 3y dy$$

$$W = 4 \left(\frac{x^2}{2} \right)_0^5 = 50 \text{ J}$$

(7-15)

Örnek : Bir cisim üzerine etkiyen kuvvetin cismin konumuna bağlılığı şekildeki gibidir.

- a-) $x = 0 - 8 \text{ m}$,
 - b-) $x = 8 - 12 \text{ m}$
 - c-) $x = 0 - 12 \text{ m}$
- aralıklarında bu kuvvetin yaptığı işi bulunuz.



$$a-) W_{0-8} = \int_{x_1}^{x_2} F(x)dx = \int_0^8 F(x)dx = \frac{8.6}{2} = 24 \text{ J} \quad \leftarrow x = 0 - 8 \text{ m aralığındaki üçgenel bölgenin alanı}$$

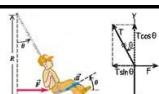
$$b-) W_{8-12} = \int_{x_1}^{x_2} F(x)dx = \int_8^{12} F(x)dx = \frac{4(-3)}{2} = -6 \text{ J} \quad \leftarrow x = 8 - 12 \text{ m aralığındaki üçgenel bölgenin alanı}$$

$$c-) W = W_{0-8} + W_{8-12} = 24 - 6 = 18 \text{ J}$$

(5-15)

Örnek : Salıncaya binmiş $W=mg$ ağırlığındaki bir çocuğu, iper düzleyle θ_0 açısı yapana kadar (burada çocuk durdurdu) yayat bir F kuvvette ittiğinizi düşünün.

Bunu için uygulamanız gereken kuvveti, sıfırdan başlayarak çocuk dengeye gelene kadar belirli bir maksimum değere kadar artmanız gereklidir. Uyguladığınız F kuvvetinin yaptığı işi bulunuz.



$$\begin{aligned} \text{Denge durumunda: } \sum F_x &= F - T \sin \theta = 0 & F &= T \sin \theta \\ \sum F_y &= T \cos \theta - mg = 0 & T &= mg / \cos \theta \\ W &= mg \end{aligned}$$

$$F = mg \tan \theta \rightarrow W = \int F \cdot dl = \int_0^{\theta_0} F(Rd\theta) \cos \theta = mgR \int_0^{\theta_0} \sin \theta d\theta$$

$$W = -mgR \cos \theta \Big|_0^{\theta_0} = mgR(1 - \cos \theta_0)$$

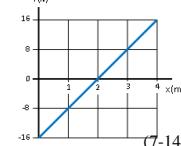
17

Örnek : Bir cisme etkiyen kuvvet, x metre cinsinden olmak üzere, $F = (8x - 16) \text{ N}$ ifadesine göre değişmektedir.

- a-) $x = 0 - 3 \text{ m}$ aralığında kuvvetin yaptığı işi bulunuz.
- b-) Kuvvet-konum grafiğini çiziniz ve $x = 0 - 3 \text{ m}$ aralığında kuvvetin yaptığı işi grafiğten bulunuz.

$$a-) W = \int_{x_1}^{x_2} F(x)dx = \int_0^3 (8x - 16)dx = \left(8 \frac{x^2}{2} - 16x \right) \Big|_0^3 = -12 \text{ J}$$

$$b-) W = W_{0-2} + W_{2-3} = \frac{2(-16)}{2} + \frac{1.8}{2} = -12 \text{ J}$$



(7-14)

Yay Kuvveti:

Denge durumundaki bir yaya (uzamamış veya sıkışmamış yay) bir blok bağlı bulunsun.

Yayı d kadar gerçeksek şekilde bloğu sağa doğru bir miktar çekelim. Yay elimize ters doğrultuda bir direnç kuvveti (F) uygular.

Yayı d kadar sıkıştıracak şekilde bloğu sola doğru iterek, yay elimize yine ters doğrultuda bir direnç kuvveti (F) uygular.

Her iki durumda da, yay tarafından elimize uygulanan F kuvveti yay doğal uzunluğuna getirecek yönde etkir. Büyüklüğü ise, uzama veya sıkışma miktarı (x) ile orantılıdır.

Eşitlik olarak $F = -kx$ bağıntısı ile verilir. Bu eşitlik "Hooke yasası", k ise "yay sabiti" olarak bilinir.

18

Bir Yayın Yaptığı İş

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



Yay daima bir F kuvvetiyle karşı koyar.

Yay uzama miktarı: $x = L - L_0$
(Uzama için $x > 0$, sıkışma için $x < 0$.)

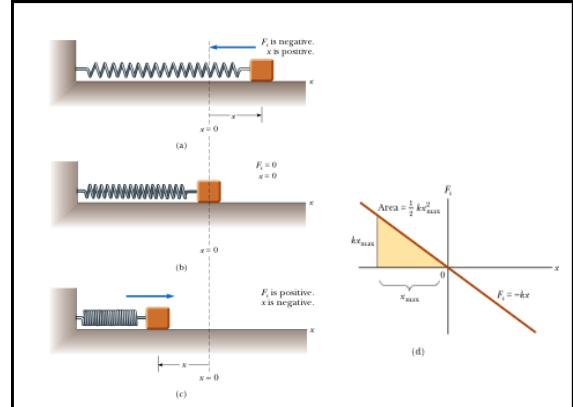


Hooke yasası: Bir yayda oluşan kuvvet, uzamaıyla orantılı ve karşı koyacak yönde oluşur.

$$F = -kx$$

(Eksi işaretli kuvvetin uzamaya ters yönde olduğunu belirtir.)

$$k : \text{Yay sabiti}$$



Yay Kuvveti Tarafından Yapılan İş:

Yay sabiti k olan bir yayın boyunu, kuvvet uygulayarak x_i' den x_s' ye getirmiş olalım. Yayın elimize uyguladığı kuvvetin yaptığı işi (W_{yay}) hesaplamak isteyelim.

Yayın kütlesiz olduğunu ve Hooke yasasına uydugu varsayılmış.

Değişken kuvvetin yaptığı iş bağıntısından,

$$W_{\text{yay}} = \int_{x_i}^{x_s} F(x) dx = \int_{x_i}^{x_s} -kx dx = -k \int_{x_i}^{x_s} x dx = -k \left[\frac{x^2}{2} \right]_{x_i}^{x_s} = \frac{1}{2} kx_s^2 - \frac{1}{2} kx_i^2$$

bulunur.

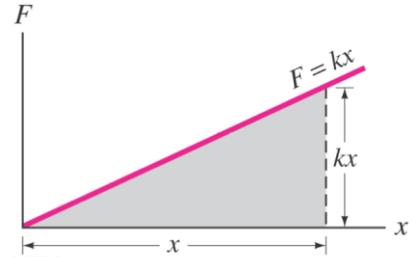
Yay başlangıçta uzamasız durumda ise ($x_i=0$) ve yayı x kadar germiş veya sıkıştırılmış ise ($x_i = \pm x$), yay kuvvetinin yaptığı iş

$$W_{\text{yay}} = -\frac{1}{2} kx^2 \quad \text{olarak bulunur.}$$

21

- Kütle $x=x_i$ den $x=x_s$ ye keyfi bir yerdeğiştirme yaparsa, yay kuvvetinin yaptığı iş;

$$W_s = \int_{x_i}^{x_s} (-kx) dx = \frac{1}{2} kx_s^2 - \frac{1}{2} kx_i^2$$



Üç-Boyutlu Uzayda Kuvvetin Yapığı İş:

Üç-boyutlu uzayda tanımlı bir \vec{F} kuvveti genel olarak

$$\vec{F} = F_x(x, y, z)\hat{i} + F_y(x, y, z)\hat{j} + F_z(x, y, z)\hat{k}$$

birimde tanımlanabilir.

Böylesi bir kuvvetin etkisinde, bir cismi koordinatları (x_i, y_i, z_i) olan A noktasından koordinatları (x_s, y_s, z_s) olan B noktasına, belirli bir yol boyunca, hareket ettirmek için yapılacak iş,

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

$$W = \int_A^B dW = \int_{x_i}^{x_s} F_x dx + \int_{y_i}^{y_s} F_y dy + \int_{z_i}^{z_s} F_z dz$$

ile verilir.

23

Yay sabitinin ölçülmesi

Düşey olarak asılmış yayın ucuna m küteli bir cisim asıldığından yaya d kadar uzama yaparsa Hooke yasasına göre;

$$|F_s| = kd = mg \Rightarrow k = \frac{mg}{d}$$

Örneğin, bir yay 0,55 kg'lık bir kütleyle 2 cm gerilirse, yayın kuvvet sabiti;

$$k = mg/d = (0,55 \text{ kg})(9,80 \text{ m/s}^2)/(2 \times 10^{-2} \text{ m}) = 2,7 \times 10^2 \text{ N/m}$$

24

Kinetik Enerji İş-Kinetik Enerji Teoremi

- Basit bir şekilde enerji iş yapabilme yetisi olarak tanımlanabilir
- Hareketli cisimlerin sahip olduğu enerji *kinetik enerji* olarak adlandırılır

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} d = (ma)d \Rightarrow W_{\text{net}} = m \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \right) d$$

$$d = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)t \quad a = \frac{v_2 - v_1}{t} \quad W_{\text{net}} = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$

25

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

SI sistemindeki birimi
 $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{joule}$
ve symbolik olarak \mathbf{J} ile gösterilir.

Buradaki $\frac{1}{2} mv^2$ terimi kinetik enerji olarak adlandırılır.

$$W_{\text{net}} = K_2 - K_1 = \Delta K$$

Bir cisim üzerinde yapılan net iş kinetik enerjideki değişime eşittir



İş-Kinetik enerji teoremi

26

■ Cisim üzerine etki eden kuvvet sabit değilse;

$$W_{net} = \int_{x_1}^{x_2} (\Sigma F_x) dx = \int_{x_1}^{x_2} ma_x dx$$

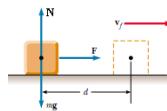
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} v$$

$$W_{net} = \int_{x_1}^{x_2} mv \frac{dv}{dx} dx = \int_{v_1}^{v_2} mv dv = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2$$

Net kuvvet sabit olsa da olmasa da yapılan iş kinetik enerjideki değişime eşittir!!!

27

Örnek : Kütlesi 6 kg olan bir blok sürtünmesiz bir düzlemede duruyorken, 12 N'lık sabit bir yatay kuvvetin etkisiyle harekete başlıyor. Blok yatayda 3 m yol adıktan sonra hızı ne olur?



$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = 12 \cdot 3 \cos(0) = 36 \text{ J} \rightarrow K_s - \cancel{K_i} = \frac{1}{2} mv_s^2 - 0 = 36 \text{ J}$$

$$v_s = \sqrt{\frac{72}{6}} = \sqrt{12} = 3,5 \text{ m/s}$$

Aynı problemi kinematikten yola çıkararak tekrar çözelim:

$$\sum F_x = 12 = ma_x \rightarrow a_x = \frac{12}{6} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v_s^2 = v_i^2 + 2a_x \Delta x = 2 \cdot 2 \cdot 3 = 12 \rightarrow v_s = \sqrt{12} = 3,5 \text{ m/s}$$

29

Örnek : Kütlesi 1,6 kg olan bir blok, yay sabiti $k = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$ olan yatay bir yaya bağlıdır. Yay 2 cm sıkıştırılıp durgun halden serbest bırakılıyor. (Yüzey sürtünmesizdir).

- a-) Blok denge noktasından ($x=0$) geçerken hızı ne olur?
b-) Aynı soruyu, sabit ve 4 N büyüklüğünde bir sürtünme kuvveti olması durumunda tekrar cevaplayınız.

$$a-) W_{yay} = \frac{1}{2} kx_m^2 = \frac{1}{2} (1 \times 10^3) (-2 \times 10^{-2})^2 = 0,2 \text{ J}$$

$$W_{yay} = \frac{1}{2} mv_s^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{2W_{yay}}{m}} = \sqrt{\frac{2(0,2)}{1,6}} = 0,5 \text{ m/s}$$

$$b-) W_f = -f_k x_m = -4(2 \times 10^{-2}) = -0,08 \text{ J} \quad \text{sürtünme kuvvetinin yaptığı iş.}$$

$$\Delta K = W_{yay} + W_f \rightarrow \frac{1}{2} mv_s^2 = 0,2 - 0,08 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{2(0,12)}{1,6}} = 0,39 \text{ m/s}$$

31

Kinetik Sürtünmeyi İçeren Durumlar

■ Yatay bir yüzeyde kayan bir cismin hareketine ters yönde etki eden sürtünme kuvvetinden dolayı kinetik enerjide azalma olur.

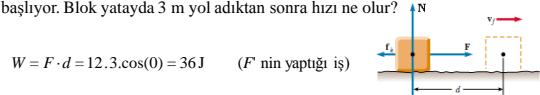
$$\Delta K_{sürtünme} = f_k d$$

■ Bir cisim üzerine diğer kuvvetler ile birlikte sürtünme kuvveti de etkidiği zaman, iş-kinetik enerji teoremi;

$$K_i + \Sigma W_{diğer} f_k d = K_s$$

28

Örnek : Kütlesi 6 kg olan bir blok kinetik sürtünme katsayısi $\mu_k = 0,15$ olan bir düzlemede duruyorken, 12 N'lık sabit bir yatay kuvvetin etkisiyle harekete başlıyor. Blok yatayda 3 m yol adıktan sonra hızı ne olur?



$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = 12 \cdot 3 \cos(0) = 36 \text{ J} \quad (\text{F nin yaptığı iş})$$

$$f_k = \mu_k mg = 0,15 \cdot 6 \cdot 9,8 = 8,82 \text{ N}$$

$$W_f = \vec{f}_k \cdot \vec{d} = \mu_k mg \cos(\pi) = -8,82 \cdot 3 = -26,5 \text{ J} \quad (f_k' \text{nin yaptığı iş})$$

$$W + W_f = 36 - 26,5 = 9,5$$

$$W + W_f = \frac{1}{2} mv_s^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \rightarrow \frac{1}{2} mv_s^2 = 9,5 \rightarrow v_s = \sqrt{\frac{19}{6}} = 1,8 \text{ m/s}$$

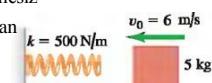
Aynı problemi kinematikten yola çıkararak tekrar çözelim.

$$\sum F_x = 12 - f_k = 12 - 8,82 = 3,18 = ma_s \rightarrow a_s = \frac{3,18}{6} = 0,53 \text{ m/s}^2$$

$$v_s^2 = v_i^2 + 2a_x \Delta x = 2 \cdot 0,53 \cdot 3 = 3,18 \rightarrow v_s = \sqrt{3,18} = 1,8 \text{ m/s}$$

30

Örnek : Kütlesi 5 kg olan bir blok sürtünmesiz bir yüzeye, yay sabiti $k = 500 \text{ N/m}$ olan yatay bir yaya $v_0 = 6 \text{ m/s}$ hızla çarpıyor ve yayı sıkıştırıyor.



a-) Yaydaki sıkışma ne kadardır?

b-) Yay en fazla 15 cm sıkışabiliyorsa, v_0 hızı en fazla ne olur?

$$a-) W_{yay} = \frac{1}{2} \cancel{Kx_i^2} - \frac{1}{2} kx_m^2 = \frac{1}{2} \cancel{mv_i^2} - \frac{1}{2} mv_s^2$$

$$\frac{1}{2} kx_m^2 = \frac{1}{2} mv_i^2 \rightarrow x_m = \sqrt{\frac{m}{k}} v_i = \sqrt{\frac{5}{500}} \cdot (6) = 0,6 \text{ m}$$

$$b-) x_m = \sqrt{\frac{m}{k}} v_i \rightarrow v_i = \sqrt{\frac{k}{m}} x_m = \sqrt{\frac{500}{5}} \cdot (0,15) = 1,5 \text{ m/s}$$

32

Örnek : Külesi 0.1 kg olan bir blok hava-rayı üzerinde yay sabiti $k = 20 \text{ N/m}$ olan yatay bir yaya bağlıdır. Blok denge noktasından sağa doğru 1.5 m/s hızla geçiyor.

a-) Hava-rayı sürtünmesiz ise, blok ne kadar sağa gidebilir?

b-) Hava-rayı sürtünmeli ise ($\mu_k = 0.47$), blok ne kadar sağa gidebilir?

$$a) W_{\text{yay}} = \frac{1}{2} k x_i^2 - \frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} m v_i^2 - \frac{1}{2} m v_m^2$$

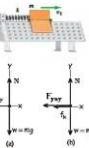
$$\frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} m v_i^2 \rightarrow x_m = \sqrt{\frac{m}{k}} v_i = \sqrt{\frac{0.1}{20}} (1.5) = 0.106 \text{ m}$$

$$b) W_f = -f_k x_m = -(\mu_k mg) x_m \quad \text{sürtünme kuvvetinin yaptığı iş.}$$

$$\Delta K = W_{\text{yay}} + W_f \rightarrow -\frac{1}{2} m v_i^2 = -\frac{1}{2} k x_m^2 - \mu_k mg x_m \rightarrow \text{İş-kinetik enerji teorimi}$$

$$-\frac{1}{2} 0.1 \cdot v(1.5)^2 = -\frac{1}{2} 20 \cdot x_m^2 - 0.47 \cdot 0.1 \cdot 9.8 x_m$$

$$10x_m^2 + 0.461x_m - 0.113 = 0 \rightarrow x_m = 0.086 \text{ m} = 8.6 \text{ cm}$$



33

Güç

Güç, F kuvveti tarafından **birim zamanda yapılan iş** veya F kuvvetinin **ış yapma hızı** olarak tarif edilir.

F kuvveti Δt zaman aralığında W kadar iş yapmışsa, **ortalama güç**

$$P_{\text{ort}} = \frac{W}{\Delta t}$$

Ani güç ise

$$P = \frac{dW}{dt}$$

ile tanımlanır.

SI sistemindeki birimi "**J/s = watt**"tır.

"**kilowatt-saat**" (kW·sa) iş birimidir.

Örneğin, 1000 W gücündeki bir motor 1 saat süreyle çalışıysa yaptığı iş $W = Pt = 1000 \cdot 3600 = 3600 \text{ kJ}$ bulunur.

34

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

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

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

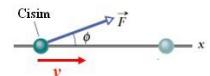
■ SI birim sistemine göre güç birimi J/s yani watt'tır

■ Kilowatt saat bir enerji birimidir;

$$1 \text{ kWh} = (10^3 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

35

Hızla Bağlı Güç İfadesi:



Hareket eden bir cisim, hareket doğrultusu ile ϕ açısı yapacak şekilde bir F kuvveti uygulayalım.

Uygulanan F kuvvetinin iş yapma hızı

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{F \cos \phi dx}{dt} = F \cos \phi \frac{dx}{dt} = Fv \cos \phi$$

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

36

Örnek : Bir asansörün külesi 1000 kg'dır ve toplam 800 kg taşıyabilmektedir. Asansör yukarı çıkarken 4000 N'lık sabit bir sürtünme kuvveti etkimektedir.

a-) Asansör 3 m/s'lik sabit hızla yukarı çıkıyorsa,

b-) Asansör 1 m/s'lik ivme ile yukarı çıkıyorsa,

Asansör motorunun sağladığı güç ne olur?



$$a) v = \text{sabit} \rightarrow a = 0: \sum F_y = T - f - Mg = 0$$

$$T = f + Mg = (1000 + 800) \cdot 9.8 + 4000 = 2,16 \times 10^4 \text{ N}$$

$$P = \vec{T} \cdot \vec{v} = T v \cos 0 = 2,16 \times 10^4 \cdot 3 = 6,48 \times 10^4 \text{ W}$$

$$b) a \neq 0: \sum F_y = T - f - Mg = Ma$$

$$T = f + M(g + a) = 4000 + 1800 \cdot 10.8 = 2,34 \times 10^4 \text{ N}$$

$$P = \vec{T} \cdot \vec{v} = T v \cos 0 = (2,34 \times 10^4 v) \text{ W} \quad (\text{burada } v \text{ anlık hızdır})$$

37



38