

İŞ VE ENERJİ

1-İŞ: Bir cisme uygulanan kuvvetin cisme kendi doğrultusunda yol aldırmasına **iş** denir. Bir kuvvet cisme uygulandığında cismi kendi doğrultusunda hareket ettirebiliyorsa o kuvvet iş yapmış demektir.

Bir kuvvetin iş yapabilmesi için;

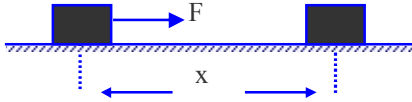
1-Cisme uygulanması gerekir.

2-Cisme yol aldırması gerekir.

3-Cisme aldırıldığı yolun kendi (uygulanma) doğrultusuyla aynı yani paralel olması gerekir.

Bir cisme F kuvveti uygulandığında, cisim kuvvet doğrultusunda ve yönünde x kadar yol alıyorsa (yer değiştiriyorsa), yapılan iş, (net) kuvvet ile cismin aldığı yolun (yaptığı yer değiştirme) çarpımına eşit olur.

İş, W ile gösterilir ve skalar bir büyüklüktür.



İŞ = KUVVET x YOL

İŞ = NET KUVVET x YER DEĞİŞTİRME

$$W = F \cdot x$$

$$W = F_{\text{net}} \cdot \Delta x$$

W → İş

F → Hareket doğrultusundaki kuvvet veya kuvvetlerin bileşkesi (Net Kuvvet)

x → Kuvvet (net kuvvet) doğrultusunda cismin aldığı yol (yer değiştirme).

Örnek: Kitap okuyan, ağızda lokma çiğneyen, duvarı iten, ders çalışan, elindeki çantayı sallamadan yürüyen, halteri havada tutan kişi enerji harcar fakat iş yapmaz.

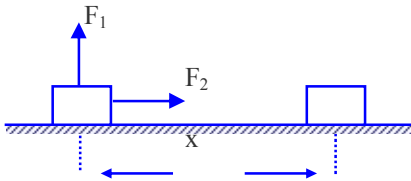
a) İş Birimleri

	<u>Sembol</u>	<u>Birim (SI)</u>	<u>Birim (CGS)</u>	<u>Birim (MKSA)</u>
Kuvvet →	F	→ N	→ dyn	→ kg-f
Yol →	x	→ m	→ cm	→ m
İş →	W	→ N . m (Joule)	→ dyn . cm (erg)	→ kg-f . m

b) İş ile İlgili Kanunlar (Örnekler=İş Kanunları)

1-Kuvvetin iş yapabilmesi için, kuvvetin doğrultusu ile cismin hareket doğrultusunun aynı yani paralel olması gerekir.

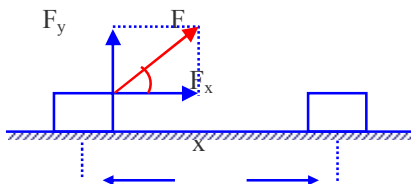
Hareket doğrultusuna dik olan kuvvetler iş yapamaz.



F_1 kuvveti, hareket doğrultusuna dik olduğu için iş yapmaz. F_2 kuvveti hareket doğrultusunda olduğu için iş yapan kuvvet F_2 kuvvetidir.

$$W = F_2 \cdot x$$

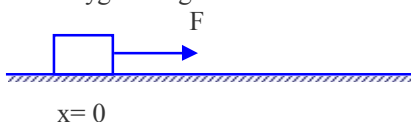
2-Bir cisme yatayla belli bir açı yapan bir kuvvet etki ediyor ve cisim de yatay doğrultuda hareket ediyorsa, bu kuvvetin yatay bileşeni iş yapar, dikey (dikey) bileşeni iş yapmaz.



$$W = F_x \cdot x$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

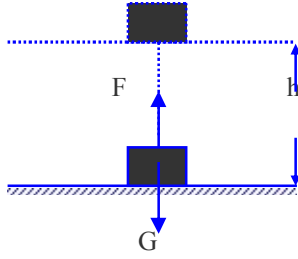
3-Bir cisme kuvvet uygulandığında cisim hareket edemiyorsa kuvvet iş yapmamıştır.



$$W = F \cdot x \text{ ve } x = 0 \text{ ise;}$$

$$W = F \cdot 0 = 0 \text{ ise iş yapılmamıştır.}$$

4- Bir cismi bulunduğu yerden belli bir h yüksekliğine çıkarmak için cisme yukarı yönde ve en az ağırlığı kadar kuvvet uygulanması gerekir. Cismi belli bir yüksekliğe çıkarmak için yerçekimi kuvvetine karşı iş yapılır.

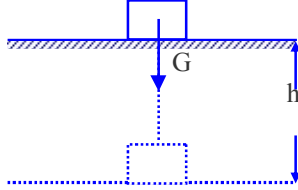


$$W = F \cdot x$$

Cisme en az G kadar kuvvet uygulanmalıdır.
 $G = F$ ise
 $W = G \cdot h$ ve $G = m \cdot g$ ise

$$W = m \cdot g \cdot h \text{ olur.}$$

5- Bir cisim belli bir h yüksekliğinden serbest bırakılırsa yerçekimi kuvveti yani cismin kendi ağırlığı iş yapar.



$$W = F \cdot x$$

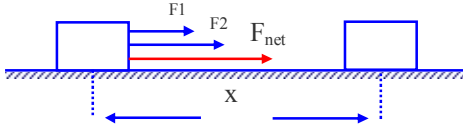
$$W = -G \cdot h \text{ ve } G = m \cdot g \text{ ise;}$$

$$W = -m \cdot g \cdot h \text{ olur.}$$

6- Bir cisme birden fazla kuvvet etki ediyorsa yapılan işi **net (bileşke) kuvvet** yapmış olur. Yani yapılan iş her bir kuvvetin yaptığı işin toplamına veya net kuvvetin yaptığı işe eşit olur.

a) Aynı Yönlü Kuvvetlerin Yaptığı İş (Kuvvetler Aynı Yönlü İse):

Yapılan iş, her bir kuvvetin yaptığı işlerin toplamına veya net (bileşke) kuvvetin yaptığı işe eşittir.

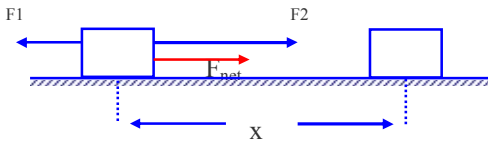


1.Yol: $W_1 = F_1 \cdot x$
 $W_2 = F_2 \cdot x$
 $W = W_1 + W_2$
 $W = F_1 \cdot x + F_2 \cdot x$

2.Yol: $W = F_{net} \cdot x$
 $F_{net} = F_1 + F_2$
 $W = (F_1 + F_2) \cdot x$

b) Zıt Yönlü Kuvvetlerin Yaptığı İş (Kuvvetler Zıt Yönlü İse) :

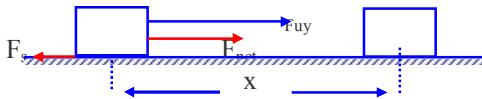
Yapılan iş, her bir kuvvetin yaptığı işlerin toplamına veya net (bileşke) kuvvetin yaptığı işe eşittir. (Yapılan iş, her bir kuvvetin yaptığı işin farkına eşittir).



1.Yol: $W_1 = -F_1 \cdot x$ (veya; $F_1 \cdot x$)
 $W_2 = F_2 \cdot x$
 $W = W_1 + W_2$ (veya; $W_2 - W_1$)
 $W = F_2 \cdot x - F_1 \cdot x$

2.Yol: $W = F_{net} \cdot x$
 $F_{net} = F_2 - F_1$
 $W = (F_2 - F_1) \cdot x$

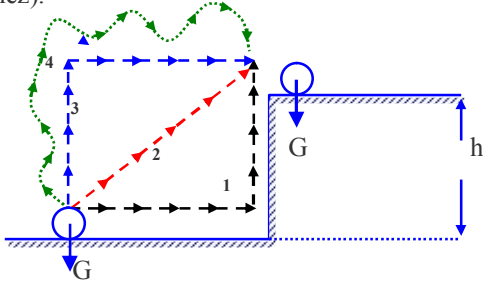
7- Hareket halindeki bir cisme sürtünme kuvveti etki ediyorsa, sürtünme kuvveti zıt yönde iş yapar. Yapılan işi yine net kuvvet yapmıştır.



1.Yol: $W_s = -F_s \cdot x$ (veya; $F_s \cdot x$)
 $W_{uy} = F_{uy} \cdot x$
 $W = W_{uy} - W_s$ (veya; $W_{uy} - W_s$)
 $W = F_{uy} \cdot x - F_s \cdot x$

2.Yol: $W = F_{net} \cdot x$
 $F_{net} = F_{uy} - F_s$
 $W = (F_{uy} - F_s) \cdot x$

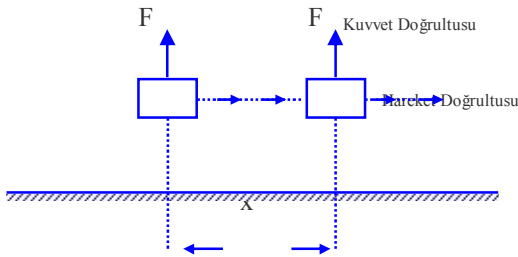
8- Bir cismi farklı yollardan aynı yüksekliğe çıkarmakla yapılan iş değişmez. Yapılan iş yoldan bağımsızdır ve cismi yerçekimi kuvvetine karşı belli bir h yüksekliğine çıkarma işidir. (Cismin ağırlığı ve cismin çıkarıldığı h yüksekliği değişmediği için yapılan işte değişmez).



- $W = G \cdot h$
- $W = m \cdot g \cdot h$
- $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

9-Düz yolda elindeki çantayı sallamadan yürüyen çocuk iş yapmaz. Çünkü çantayı tutmak için uyguladığı kuvvet yukarı yönde (düşey doğrultuda), çantanın hareket doğrultusu ise yatay yöndedir (Yatay doğrultudadır). Cisme uygulanan kuvvet ile cismin hareket doğrultusu paralel olmadığı için iş yapılmamıştır.

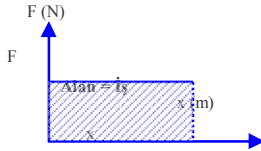
Çocuk sadece çantayı yerden kaldırırken iş yapmıştır. Çantayı yerden kaldırırken uyguladığı kuvvet çantanın ağırlığına eşittir.



- $W = F \cdot x$ ve $F = 0 \gg$
 $W = 0 \cdot x = 0$ olur.
 Bu nedenle iş yapılmamıştır.

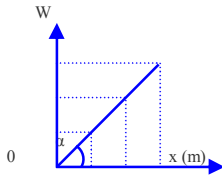
10- Bir halterci halteri kaldırırken en az halterin ağırlığı kadar yukarı yönde kuvvet uygular ve halteri belli bir h yüksekliğine kaldırınca da iş yapmış olur. Fakat halterci halteri tutarken veya halterle birlikte yürürken enerji harcar fakat iş yapmaz. Çünkü halteri tutarken yukarı yönde kuvvet uygular fakat halter hareket etmediği için iş yapmaz. Halterle birlikte yürürken ise halteri tutmak için uyguladığı yukarı yöndeki kuvvetin doğrultusu ile halterin yatay hareket doğrultusu birbirine paralel olmadığı için iş yapmaz.

11- Bir cisme etki eden sabit kuvvet ile cismin aldığı yol arasında çizilen grafikte çizilen doğrunun altında kalan alan yapılan işi verir.



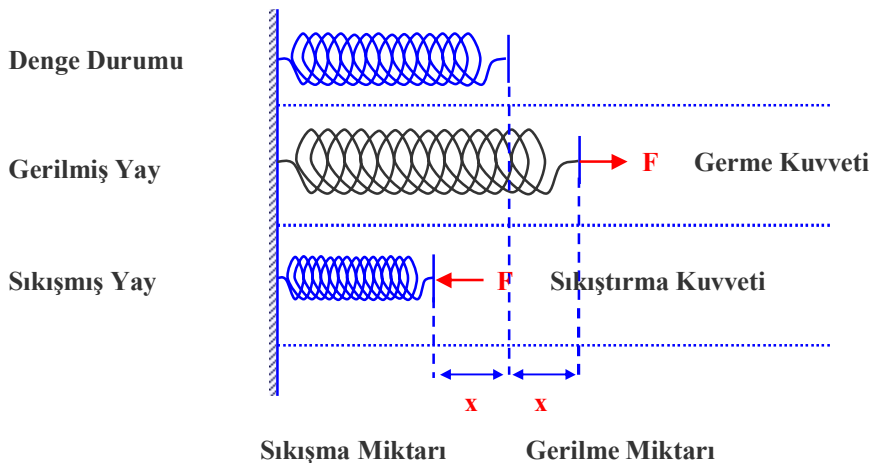
- $\text{Alan} = \text{İş} = W = F \cdot x$

12- Bir cisme etki eden kuvvetin yaptığı iş, cismin aldığı yol ile doğru orantılıdır. İş ve cismin aldığı yol arasında çizilen grafikte doğrunun eğimi kuvveti verir.



- $\text{Eğim} = \tan \alpha = \text{Kuvvet} = F = \frac{W}{x}$

13- Sarmal yaya uygulanan kuvvet etkisiyle yay X kadar sıkışıyorsa ya da X kadar çekiliyorsa kuvvet iş yapıyordur.



14- Günlük hayatta kullanılan iş yapmak ifadesi, enerji harcamak ve yorulmak ifadesi ile birlikte eş anlamlı gibi kullanılır. Fen anlamında iş yapılabilmesi için cisme kuvvet uygulanması ve cismin uygulanan kuvvet doğrultusunda hareket ettirilmesi gerekir.

a) İş Yapılmayan Durumlar:

- Ayakta duran kişi
- Elindeki çantayı sallamadan tutan çocuk
- Halteri tutan halterci
- Yazı yazan öğrenci
- Duvarı iten kişi.
- Kamyonu iten ama hareket ettiremeyen kişi
- Uyuyan kişi.
- Kitap okuyan kişi
- Ders çalışan kişi
- Konuşan kişi
- Problem çözen öğrenci
- İtilen kapının açılmaması
- Kitabı alıp rafa koyan öğrenci

b) İş Yapılan Durumlar :

- Merdivenlerden tuğla taşıyan işçi
- Merdivenlerden elindeki çantasıyla çıkan kişi
- Halteri kaldıran halterci
- Taksiyi iten ve hareket ettirebilen kişi
- Çantasını yerden kaldıran öğrenci
- Küçük kağıt parçasını üfleterek hareket ettiren kişi
- Karda kızıağın çekilmesi
- Ağaçtan meyvelerin toplanması
- Bisiklet sürülmesi.
- Çekilen kapının açılması
- Kitapları elinde taşıyarak yürüyen öğrenci
- Belirli yükseklikten bırakılan cismin yere düşmesi

2- ENERJİ: Bir cismin ya da bir sistemin iş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Enerji **E** ile gösterilir ve skaler büyüklüktür. Enerji bir madde değildir. Bir cisme ait olan özelliktir.

- İş ve enerji daima birbirine eşittir.
- İş ve enerji birimleri birbiri ile aynıdır.
- Bir cismin ya da sistemin iş yapabilmesi için enerji gereklidir.
- İş yapabilen her cismin ya da sistemin enerjisi vardır.
- İş yapan cisimler ya da sistemler enerji kazanır, işi yaparken de enerji harcar.

İş = Enerji

W = E

İş Birimleri = Enerji Birimleri


ÖRNEKLER:

- 1- Halteri kaldıran sporcu, yürüyen kişi, hareket eden otomobil iş yapar, iş yaparken enerji harcar ve yaptığı iş sonucu tekrar enerji kazanır.
- 2- Ellerin birbirine sürtünmesi sonucu hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşür.
- 3-Maddelerin kimyasal bağlarında depolanan enerji kimyasal enerjidir.
 - Odun, kömür, fuel-oil gibi fosil yakıtlar yandığında kimyasal enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
 - Besinlerdeki kimyasal enerji besinlerin solunumu sonucu açığa çıkar ve çeşitli enerjilere (ısı, hareket gibi) dönüşür.
- 4- Hareket halindeki elektrik yüklerinin sahip olduğu enerji elektro magnetik enerjidir. Bu enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
- 5- Atom çekirdeğinde depolanan enerji nükleer enerjidir. Çekirdek parçalandığında bu enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
- 6-Barajda toplanan suda, sıkıştırılmış yayda, gerilen ve sıkıştırılan ok, yay veya lastikte, depolanmış su buharında, belli bir yüksekliğe çıkarılan cisimde, aküde, petrolde, doğal gazda, besinlerde depolanan enerji potansiyel enerjidir.
- 7- Eğimli yolda arabanın itilerek yukarı çıkarılması için enerji harcanır ve iş yapılır. Araba yukarı çıkınca farklı türden enerji kazanır. Araba buradan tekrar serbest bırakılırsa sahip olduğu enerji ile iş yapar ve farklı türden enerji kazanır.

a) Kinetik Enerji (Hareket Enerjisi): Hareket halindeki bir cismin hızından yani hareketinden dolayı sahip olduğu enerjiye **kinetik enerji** denir. Kinetik enerji E_k veya **K.E.** ile gösterilir.

Bir cismin sahip olduğu kinetik enerji cismin kütlesine ve hıza (hızının karesine) bağlı olup bunlarla doğru orantılıdır. Yani cismin hızı ve kütlesi arttıkça kinetik enerji artar, cismin hızı ve kütlesi azaldıkça kinetik enerji azalır.

- Duran cismin hızı sıfır olduğu için kinetik enerjisi de sıfırdır.
- Hareket halindeki cisim hızlandıkça kinetik enerjisi artar.
- Hareket halindeki cisim yavaşladıkça kinetik enerjisi azalır.



$$\text{Kinetik Enerji} = \frac{\text{Kütle} \cdot (\text{Hız})^2}{2}$$

$$E_k = \frac{m \cdot V^2}{2} \quad \text{Veya} \quad E_k = \frac{1}{2} m \cdot V^2$$

b) Potansiyel Enerji (Durum Enerjisi): Bir cismin konumundan ya da durumundan dolayı sahip olduğu (depolanmış) enerjiye **potansiyel enerji** denir. Potansiyel enerji E_p veya **P.E.** ile gösterilir.

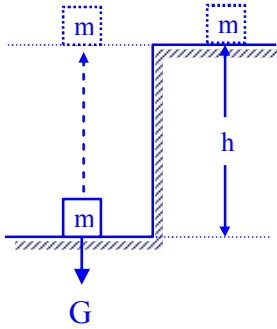
Potansiyel enerji, **çekim potansiyel enerjisi** ve **esneklik potansiyel enerjisi** olarak iki çeşittir.

c) Çekim Potansiyel Enerjisi: Bir cismin konumundan yani bulunduğu yükseklikten dolayı sahip olduğu potansiyel enerjiye **çekim potansiyel enerjisi** denir.

Bir cismin sahip olduğu çekim potansiyel enerjisi kütlesine, yer çekim ivmesine (yani cismin ağırlığına) ve cismin bulunduğu yüksekliğe bağlı olup bunlarla doğru orantılıdır. Yani cismin kütlesi ve yerden yüksekliği arttıkça çekim potansiyel enerjisi artar, cismin kütlesi ve yerden yüksekliği azaldıkça çekim potansiyel enerjisi azalır.

Kütlesi m olan cisim yerden h yüksekliğine çıkarılırsa çekim potansiyel enerjisi kazanır.

Bir cismin yerden belli bir yüksekliğe çıkartılması için cisme en az ağırlığı kadar yukarı yönde kuvvet uygulanır ve iş yapılır. Yapılan iş sayesinde cisim çekim potansiyel enerjisi kazanır.



Potansiyel Enerji = Kütle • Yer Çekim İvmesi • Yükseklik
Potansiyel Enerji = Ağırlık • Yükseklik

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Veya;

$$E_p = G \cdot h$$

	Sembol	Birim (SI)	Birim (CGS)
Kütle	→ m	→ kg	→ gr
Yükseklik	→ h	→ m	→ cm
Yer Çekim İvmesi	→ g	→ N/kg (m/sn ²)	→ dyn/gr (cm/sn ²)
Potansiyel Enerji	→ E_p (PE)	→ kg.m ² /sn ² (Joule)	→ gr.cm ² /sn ² (Erg)

ÖRNEKLER:

1- Kütlesi 2 kg olan cismin hızı 5 m/sn iken sahip olduğu kinetik enerji kaç Joule' dür?

$$m = 2 \text{ kg}$$

$$V = 5 \text{ m/sn}$$

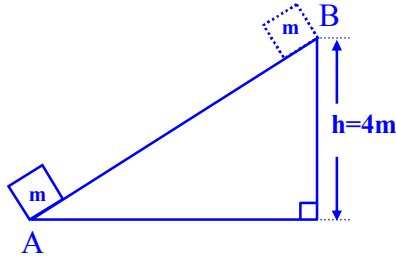
$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot V^2 \Rightarrow$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 \Rightarrow$$

$$E_k = 5^2 = 25 \text{ Joule}$$

$$E_k = ? \text{ Joule}$$

2- Şekildeki eğik düzlemin A noktasında duran 5 kg kütleli cisim, eğik düzlemin en üst kısmındaki B noktasına çıkartıldığında kaç Joule' lük potansiyel enerji kazanır? ($g = 10 \text{ N/kg}$)

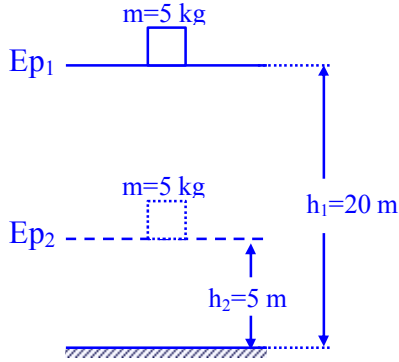


$$\begin{aligned} m &= 5 \text{ kg} \\ h &= 4 \text{ m} \\ g &= 10 \text{ N/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_p &= m \cdot g \cdot h \\ E_p &= 5 \cdot 10 \cdot 4 \\ E_p &= 200 \text{ Joule} \end{aligned}$$

$$E_p = ? \text{ Joule}$$

3- Yerden 20 m yükseklikte iken serbest bırakılan cisim yerden 5 m yüksekliğe kadar düşüyor. Cismin potansiyel enerjisindeki değişme kaç Joule' dür? ($g = 10 \text{ N/kg}$)



$$\begin{aligned} E_{p1} &= m \cdot g \cdot h_1 = 5 \cdot 10 \cdot 20 \\ E_{p1} &= 1000 \text{ Joule} \end{aligned} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} E_{p2} &= m \cdot g \cdot h_2 = 5 \cdot 10 \cdot 5 \\ E_{p2} &= 250 \text{ Joule} \end{aligned} \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \Delta E_p &= E_{p1} - E_{p2} = 1000 - 250 \\ \Delta E_p &= 750 \text{ Joule} \end{aligned} \Rightarrow$$

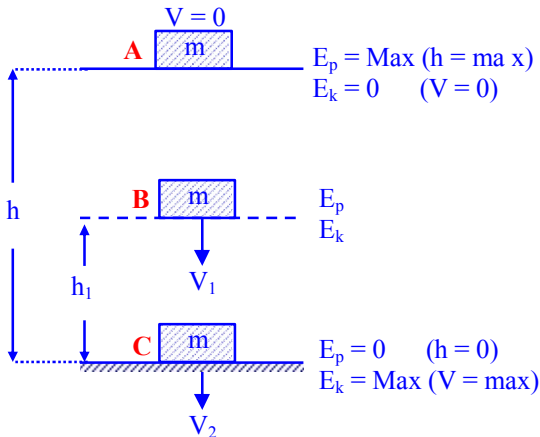
d) Kinetik Enerji, Çekim Potansiyel Enerjisi Dönüşümü: (Enerjinin Korunumu = Dönüşümü)

Enerji yoktan var edilemez, var olan enerji de yok edilemez. Enerji sadece bir türden diğerine dönüşür. Fakat bir cismin sahip olduğu toplam enerji hiçbir zaman değişmez. Buna **enerjinin korunumu** denir.

Enerjinin korunumuna göre;

- Bir cismin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı sabittir.
- Bir cismin kinetik enerjisi artarken potansiyel enerjisi azalır. Bir cismin kinetik enerjisi ne kadar artıyorsa, potansiyel enerjisi de o kadar azalır. (Bir cismin potansiyel enerjisi ne kadar azalıyorsa kinetik enerjisi de o kadar artar).
- Bir cismin kinetik enerjisi azalırken potansiyel enerjisi artar. Bir cismin kinetik enerjisi ne kadar azalıyorsa, potansiyel enerjisi de o kadar artar. (Bir cismin kinetik enerjisi ne kadar azalıyorsa potansiyel enerjisi de o kadar artar).
- Bir cismin potansiyel enerjisi en büyükken (max), kinetik enerjisi sıfırdır. Bir cismin potansiyel enerjisi, çıkabileceği en üst noktada iken en büyük (max) olur.
- Bir cismin kinetik enerjisi en büyükken (max), potansiyel enerjisi sıfırdır. Bir cismin kinetik enerjisi, yere düştüğü anda ya da yukarı fırlatıldığı anda en büyük (max) olur.

Belli Bir Yükseklikten Serbest Bırakılan Cisim İçin Enerji Korunumu (Dönüşümü):



SONUÇLAR:

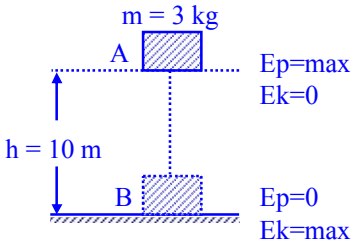
- 1- Bir cisim, çıkabileceği en üst noktada iken potansiyel enerjisi max, kinetik enerjisi sıfır olur.
- 2- Bir cisim yere düştüğü anda kinetik enerjisi max, potansiyel enerjisi sıfır olur.
- 3- Bir cismin sahip olduğu toplam enerji sabittir. Bu nedenle çıkabileceği en üst noktadaki potansiyel enerji, yere düştüğü anda kinetik enerjiye eşittir.
- 4- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisim, sürtünmesiz bir yörüngede hareket ediyorsa bırakıldığı yüksekliğe tekrar çıkabilir.
- 5- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisim, sürtüneli bir yörüngede hareket ediyorsa bırakıldığı yüksekliğe tekrar çıkamaz.
- 6- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisim, sürtünmesiz bir yörüngede hareket ederken cismin aynı yüksekliklerdeki enerjileri birbirine eşit olur.
- 7- Belli bir yükseklikten serbest bırakılan cisim, sürtüneli bir yörüngede hareket ediyorsa cismin kaybettiği potansiyel enerji sürtünme için harcanmıştır.

ÖRNEKLER:

- 1- Kömürdeki kimyasal (potansiyel) enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.
- 2- Pil ve akümülatördeki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür.
- 3- Hücrelerdeki kimyasal enerji yaşamsal faaliyetlerde kullanılır.
- 4- Kas hücrelerindeki kimyasal (potansiyel) enerji yürürken hareket enerjisine dönüşür.
- 5- Ellerdeki sürtünme nedeniyle hareket enerjisi ısı enerjisine dönüşür.
- 6- Okun yayı gerilince potansiyel enerji birikir, yay serbest bırakılınca bu enerji kinetik enerjiye dönüşür.
- 7- Barajlarda biriktirilen suyun potansiyel enerjisi vardır. Su serbest bırakılınca bu enerji kinetik enerjiye dönüşür ve jeneratörlerin türbinlerini döndürür. Türbinler dönerken kinetik enerji elektrik enerjisine dönüşür. Elektrik enerjisi de ısı, ışık, ses ve hareket enerjisine dönüşür.

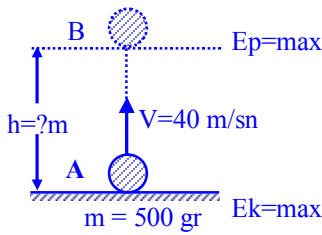
ÖRNEKLER:

- 1- Yerden 10 m yükseklikten serbest bırakılan 3 kg kütleli cismin yere çarpma anındaki kinetik enerjisi kaç Joule' dür? ($g = 10 \text{ N/kg}$)



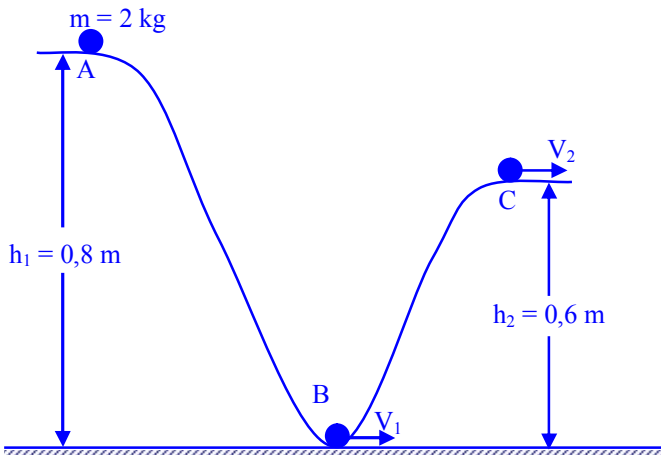
- Cismin A' daki E_T ' si E_p ' ye, B' deki E_T ' si E_k ' sine eşittir.
 - Cismin A' daki E_T ' si yani E_p ' si, B' deki E_T ' sine yani E_k ' sine eşittir.
- $$E_{pA} = m \cdot g \cdot h$$
- $$E_{pA} = 3 \cdot 10 \cdot 10$$
- $$E_{pA} = 300 \text{ Joule}$$
- $E_{pA} = E_{kB}$
 - $E_{kB} = 300 \text{ Joule}$

- 2- Yerden yukarı doğru 40 m/sn ' lik hızla fırlatılan 500 gr kütleli taş parçası kaç m yükseğe çıkar? ($g = 10 \text{ N/kg}$)



- $E_{kA} = E_{pB}$
- $$\frac{1}{2} m \cdot V^2 = m \cdot g \cdot h \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 40^2 = 10 \cdot h$$
- $$10 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 1600 \Rightarrow 10 \cdot h = 800$$
- $$h = 80 \text{ m}$$

- 3- Şekildeki A noktasından ilk hızsız olarak bırakılan cisim B noktasından geçerek C noktasına geliyor. Buna göre cismin; ($g = 10 \text{ N/kg}$)

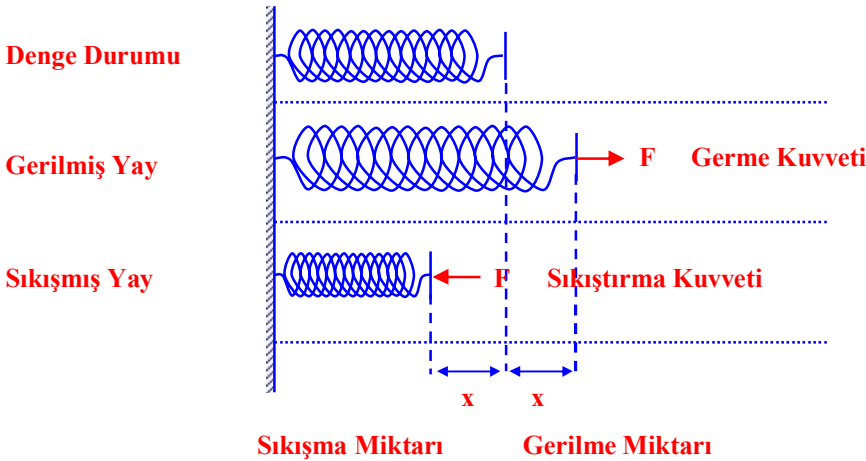


- a) A' daki potansiyel enerjisini,
- b) B' deki potansiyel enerjisini,
- c) C' deki potansiyel enerjisini,
- d) A' daki toplam enerjisini,
- e) B' deki toplam enerjisini,
- f) C' deki toplam enerjisini,
- g) A' daki kinetik enerjisini,
- h) B' deki kinetik enerjisini,
- ı) C' deki kinetik enerjisini,
- i) B' den geçerken hızını,
- j) C' den geçerken hızını bulun.

- a) $E_{p_A} = m \cdot g \cdot h_1 = 2 \cdot 10 \cdot 0,8 \Rightarrow E_{p_A} = 16 \text{ Joule}$
- b) $E_{p_B} = m \cdot g \cdot h = 2 \cdot 10 \cdot 0 \Rightarrow E_{p_B} = 0 \text{ Joule}$
- c) $E_{p_C} = m \cdot g \cdot h_2 = 2 \cdot 10 \cdot 0,6 \Rightarrow E_{p_C} = 12 \text{ Joule}$
- d) $E_{TA} = E_{p_A} + E_{k_A} = 16 + 0 \Rightarrow E_{TA} = 16 \text{ Joule}$
- e) $E_{TA} = E_{TB} \Rightarrow E_{TB} = 16 \text{ Joule}$
- f) $E_{TA} = E_{TB} = E_{TC} \Rightarrow E_{TC} = 16 \text{ Joule}$
- g) $E_{k_A} = \frac{1}{2} m \cdot V^2 = \frac{1}{2} 2 \cdot 0^2 \Rightarrow E_{k_A} = 0 \text{ joule}$
- h) $E_{TB} = E_{k_B} + E_{p_B} \Rightarrow 16 = E_{k_B} + 0 \Rightarrow E_{k_B} = 16 \text{ Joule}$
- i) $E_{TC} = E_{k_C} + E_{p_C} \Rightarrow 16 = E_{k_C} + 12 \Rightarrow E_{k_C} = 16 - 12 \Rightarrow E_{k_C} = 4 \text{ Joule}$
- i) $E_{k_B} = \frac{1}{2} m \cdot V_1^2 \Rightarrow 16 = \frac{1}{2} \cdot V_1^2 \Rightarrow V_1^2 = 16 \Rightarrow V_1 = 4 \text{ m/sn}$
- j) $E_{k_C} = \frac{1}{2} m \cdot V_2^2 \Rightarrow 4 = \frac{1}{2} \cdot V_2^2 \Rightarrow V_2^2 = 4 \Rightarrow V_2 = 2 \text{ m/sn}$

e) Esneklik Potansiyel Enerjisi: Esnek cisimlerin sıkıştırılması veya gerilmesi sonucu sahip oldukları potansiyel enerjiye **esneklik potansiyel enerjisi** denir.

Esnek bir cismin sahip olduğu esneklik potansiyel enerjisi, esnek cismin (yayın) sahip olduğu esneklik katsayısına (yay sabitine) ve esnek cisimdeki sıkışma veya gerilme miktarına bağlı olup bunlarla doğru orantılıdır. Yani esneklik katsayısı (yay sabiti) ve sıkışma veya gerilme miktarı arttıkça esneklik potansiyel enerjisi artar, esneklik katsayısı (yay sabiti) ve sıkışma veya gerilme miktarı azaldıkça esneklik potansiyel enerjisi azalır.



- $k \rightarrow$ Esnek cismin (yayın) yapıldığı maddeye bağlı olan esneklik katsayısı (yay sabiti)
- $x \rightarrow$ Esnek cisimdeki (yaydaki) gerilme veya sıkışma miktarı

- k yay sabiti ile yayın esnekliği ve hassaslığı doğru orantılıdır.
- Yaydaki uzama veya sıkışma miktarı, yaya uygulanan germe veya çekme kuvveti ile doğru orantılıdır.

	<u>Sembol</u>	<u>Birim (SI)</u>	<u>Birim (CGS)</u>
Yay Sabiti	$\rightarrow k$	$\rightarrow \text{N/m}$	$\rightarrow \text{dyn/cm}$
Gerilme veya Sıkışma Miktarı	$\rightarrow x$	$\rightarrow \text{m}$	$\rightarrow \text{cm}$

Potansiyel Enerji

→ E_p (PE)

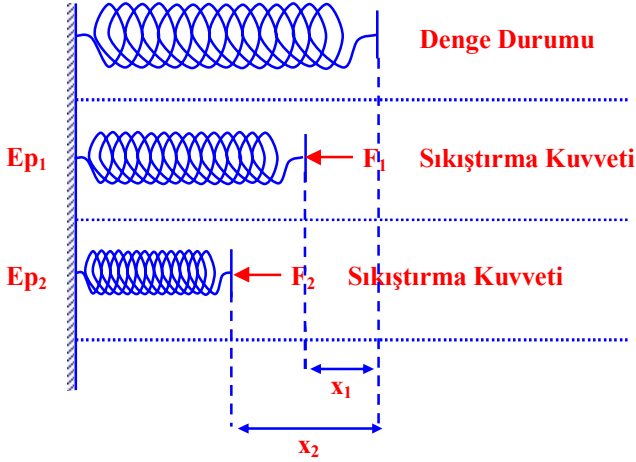
→ N.m (Joule)

→ dyn.cm (Erg)

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$$

f) Esneklik Potansiyel Enerjisi Değişimi : Bir cismin sahip olduğu esneklik potansiyel enerjisi, esnek cismin (yayın) sahip olduğu esneklik katsayısına (yay sabitine) ve esnek cisimdeki sıkışma veya gerilme miktarına bağlı olup bunlarla doğru orantılıdır. Esnek cisimdeki sıkışma veya gerilme miktarı değişirse cismin sahip olduğu esneklik potansiyel enerjisi de değişir.

Bir cismin potansiyel enerjisindeki değişme bulunurken, büyük enerjiden küçük enerji çıkartılır. Potansiyel enerji değişimi ΔE_p ile gösterilir



- E_{p1} → İlk Potansiyel Enerji
- E_{p2} → Son Potansiyel Enerji
- ΔE_p → Potansiyel Enerji Değişimi

$$\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2}$$

$$\Delta E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_2^2 - \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_1^2$$

g) Kinetik Enerji, Esneklik Potansiyel Enerjisi Dönüşümü :
(Enerjinin Korunumu = Dönüşümü)

Enerji yoktan var edilemez, var olan enerji de yok edilemez. Enerji sadece bir türden diğerine dönüşür. Fakat bir cismin sahip olduğu toplam enerji hiçbir zaman değişmez. Buna **enerjinin korunumu** denir.

Enerjinin korunumuna göre;

- Bir cismin sahip olduğu kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı sabittir.
- Bir yay gerildiğinde veya sıkıştırıldığında yaya potansiyel enerji kazandırılır. Yay serbest bırakıldığında yayın sahip olduğu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür ve bu kinetik enerji sayesinde yayın ucuna takılan cisim hareket eder.
- Bir cismin potansiyel enerjisi en büyükken (max), kinetik enerjisi sıfırdır. Yay gerildiğinde veya sıkıştırıldığında en büyük potansiyel enerjiye sahiptir.
- Bir cismin kinetik enerjisi en büyükken (max), potansiyel enerjisi sıfırdır. Bir cismin kinetik enerjisi, yay denge durumundan geçerken en büyük (max) olur.
- Bir cismin kinetik enerjisi artarken potansiyel enerjisi azalır.
- Bir cismin kinetik enerjisi azalırken potansiyel enerjisi artar.

$$E_T = E_k + E_p$$

Sıkıştırılan Yay İçin Enerji Korunumu (Dönüşümü):

