



Basit Harmonik Hareket

BASİT HARMONİK HAREKET

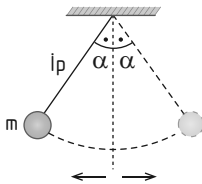
- Eşit sürede tekrarlanan hareketlere periyodik hareket, periyodik hareketin bir eksen üzerindeki sabit bir nokta etrafında gerçekleşmesine titreşim hareketi denir.

- Ses üreten cisimlerin hareketi, salıncakta sallanan çocuğun hareketi, bir cismin yayın ucundaki ileri geri hareketi titreşim hareketine örnek olarak verilebilir.

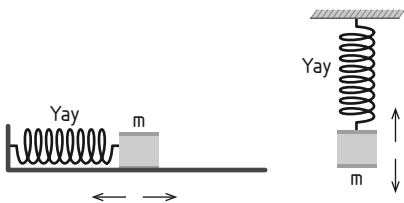


- Sürtünmelerin önemsenmediği bir ortamda bir cismin denge konumuna eşit uzaklıktaki iki nokta arasında ve belirli zaman aralıklarında geri çağırıcı kuvvetin etkisiyle yaptığı hareket **basit harmonik hareket** denir.

- Basit harmonik hareket bir titreşim hareketidir.
- İpin ucuna bağlanmış bir cismin denge konumundan uzaklaştırılması ile cismin yaptığı hareket basit harmonik harekettir. Bu düzeneğe basit sarkaç adı verilir.



- Yayın ucuna bağlanmış bir cismin denge konumundan uzaklaştırılması ile cismin yaptığı hareket basit harmonik harekettir. Bu düzeneğe yay sarkacı adı verilir.



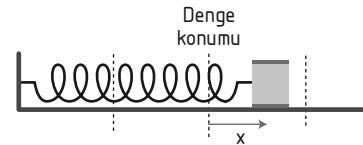
Tarihsel Süreç

- Harmonik hareket kavramı, Pisagor (MÖ 500) ile müzikal uyumla başladı. Galileo (1600'ler) sarkacın salınımını inceledi. Hooke Yasası (1660) geri çağırma kuvveti kavramını tanıttı. Huygens, sarkaç hareketinin matematiksel temelini oluşturdu.
- Newton'ın yasaları, basit harmonik hareketi ve sistemdeki kuvvetlerin nasıl etkileştiğini anlamamızı sağladı. Euler ve d'Alembert (18. yüzyıl) basit harmonik hareketin matematiksel analizine katkıda bulundu. Fourier'in (19. yüzyıl) ısı ve dalga hareketi üzerine yaptığı çalışmalar sırasında, herhangi bir periyodik hareketi açıklayan Fourier Serileri denklemleri harmonik hareketin ve daha karmaşık periyodik hareketlerin analizini mümkün kıldı.

TEMEL KAVRAMLAR

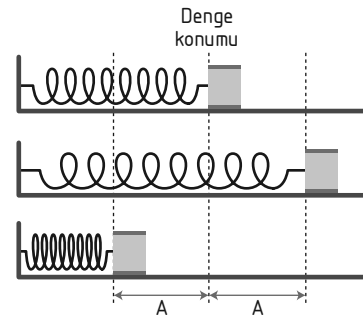
UZANIM

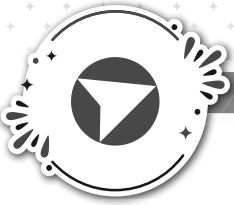
- Basit harmonik hareket yapan bir cismin herhangi bir anda denge konumuna olan uzaklığına **uzanım** denir. $\vec{x}$ ile gösterilir, vektörel bir büyüklüktür. SI'da birimi metredir.



GENLİK

- Basit harmonik hareket yapan bir cismin uzanımının en büyük değerine **genlik** denir. $\vec{A}$ ile gösterilir, vektörel bir büyüklüktür. SI'da birimi metredir.





Basit Harmonik Hareket

PERİYOT

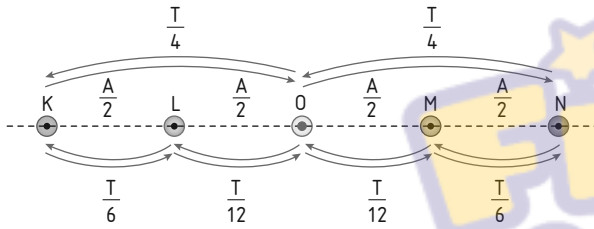
- ❖ Bir tam salınım için geçen süreye **periyot** denir. T ile gösterilir. SI birimi saniyedir.

FREKANS

- ❖ Birim zamandaki salınım ya da titreşim sayısına **frekans** denir. f ile gösterilir. SI birimi Hertz (Hz) dir. Basit harmonik hareketin frekans ve periyodunun çarpımı daima 1'e eşittir.

$$T \cdot f = 1$$

- ❖ Denge noktası O noktası olan bir basit harmonik harekette cismin şekildeki K noktasından harekete başlayıp N'ye gidip tekrar K'ye dönmesi bir tam salınımdır.



Periyodu T olan cismin eşit noktalar arasındaki katetme süreleri

Örnek

Basit harmonik hareket yapan cismin genliği 12 cm, periyodu 12 saniyedir.

Buna göre, cisim denge konumundan geçtikten 29 s sonra uzamının büyüklüğü kaç cm'dir?

- A) 0 B) 3 C) 6 D) 9 E) 10

Örnek

KL arasında basit harmonik hareket yapan noktasal bir cismin denge noktası O noktasıdır.

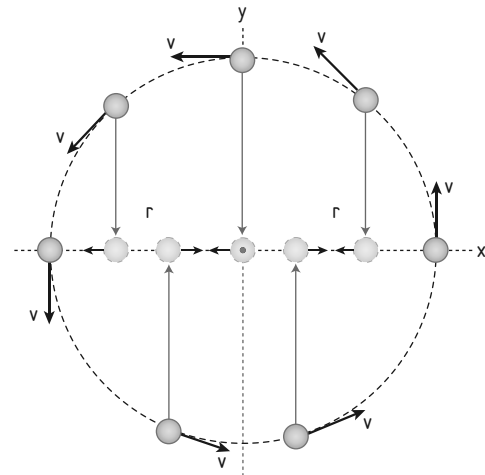


Cismin M noktasından L noktasına bir kez gitmesi için gerekli olan süre 2 s olduğuna göre, cismin yaptığı basit harmonik hareketin frekansı kaç hertz dir? (Noktalar arası uzaklıklar eşittir.)

- A) 9 B) 6 C) 3 D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{6}$

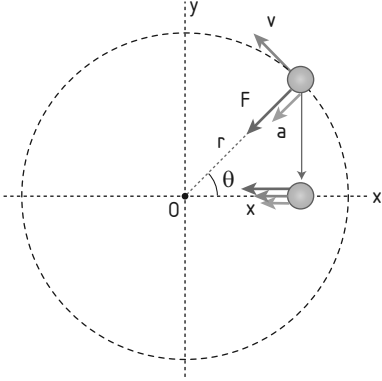
BASİT HARMONİK HAREKET VE ÇEMBERSEL HAREKET ARASINDAKİ İLİŞKİ

- ❖ Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan cismin yatay düzlem üzerindeki izdüşümünün hareketi basit harmonik harekettir.





- Düşey düzlemde düzgün çembersel hareket yapan cismin yarıçap vektörü x eksenine θ açısı yaptığı bir anda hızı v , ivmesi a , merkezci kuvvet F ise basit harmonik hareket yapan cismin konumu x , hızı v_x , ivmesi a_x ve geri çağırıcı kuvvet F_x tir. Bunlar arasındaki ilişki,



$$x = r \cdot \cos \theta \quad (r = \text{Genlik})$$

$$v_x = v \cdot \sin \theta$$

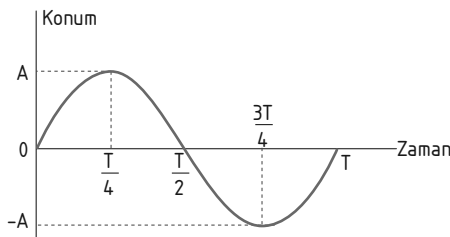
$$a_x = a \cdot \cos \theta$$

$$F_x = F \cdot \cos \theta$$

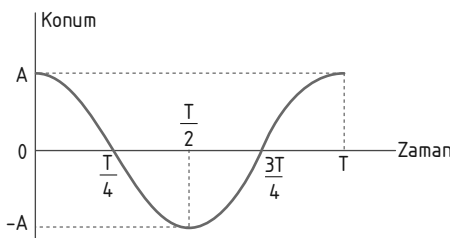
BASİT HARMONİK HAREKETTE KONUMUN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

- Genliği A olan basit harmonik hareket yapan bir cismin herhangi bir andaki konumunun büyüklüğü $+A$ ve $-A$ değerleri arasında sürekli değişir.

- Başlangıç noktası denge noktası ise konum - zaman grafiği;



- Başlangıç noktası genlik noktası ise konum - zaman grafiği;



BASİT HARMONİK HAREKETTE KUVVET VE KUVVETİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ

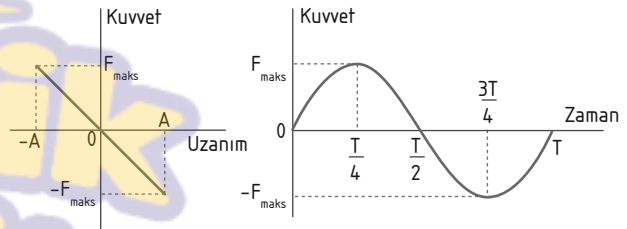
- Basit harmonik hareket, yönü sürekli denge noktasına olan kuvvetin etkisinde gerçekleşir. Bu nedenle bu kuvvete geri çağırıcı kuvvet denir.

- Geri çağırıcı kuvvetin büyüklüğü cismin konumuna bağlı olarak sürekli değişir. Cisim denge noktasından geçerken büyüklüğü sıfır, genlik noktalarında ise geri çağırıcı kuvvet maksimum büyüklüktedir.

- Uzanımın x olduğu bir anda merkezci kuvvet;

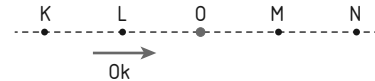
$$\vec{F} = -m\omega^2 \vec{x}$$

- Basit harmonik hareket yapan cisimlerin kuvvet - uzanım grafiği ve kuvvet - zaman grafiği;



Örnek

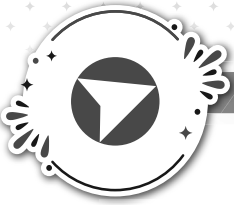
Kütlesi 1 kg olan bir cisim KN noktaları arasında ve O denge noktası etrafında basit harmonik hareket yapmaktadır. Cisim L'den ok yönünde geçtikten 12 s sonra M'den ikinci kez geçiyor.



KL = LO = OM = MN = 16 cm olduğuna göre, cismin periyodu ve cisme etki eden maksimum kuvvetin büyüklüğü aşağıdakilerden hangisinde bir arada doğru olarak verilmiştir?

($\pi = 3$ alınız.)

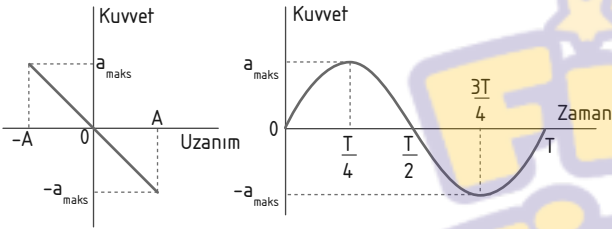
	Periyot	Kuvvet
A)	12 s	0,01 N
B)	12 s	0,02 N
C)	24 s	0,01 N
D)	24 s	0,02 N
E)	24 s	0,04 N

**BASİT HARMONİK HAREKETTE İVME VE İVMENİN KONUMA GÖRE DEĞİŞİMİ**

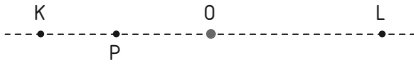
- Geri çağırıcı kuvvetin etkisinde gerçekleşen basit harmonik hareket ivmeli bir harekettir.
- İvmenin büyüklüğü cismin konumuna bağlı olarak sürekli değişir. Cisim denge noktasından geçerken büyüklüğü sıfır, genlik noktalarında ise maksimum büyüklüktedir.
- İvme vektörünün yönü daima geri çağırıcı kuvvet ile aynı yöndedir.
- Uzanımın x olduğu bir anda ivme;

$$\vec{a} = -\omega^2 \vec{x}$$

- Basit harmonik hareket yapan cisimlerin ivme - uzanım grafiği ve ivme - zaman grafiği;

**Örnek**

Bir cisim KL noktaları arasında denge noktası O olan basit harmonik hareket yapmaktadır.

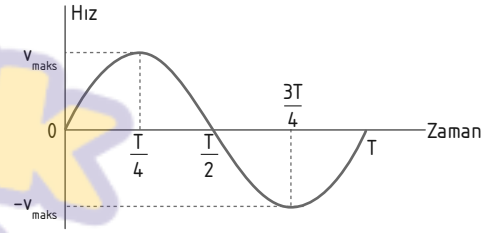


Buna göre, cisim şekildeki P noktasından geçerken; uzanım ($\vec{x}$), kuvvet ($\vec{F}$) ve ivme ($\vec{a}$) vektörleri aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?

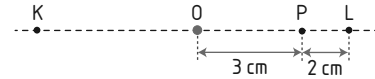
- A) $\vec{F} \rightarrow$, $\vec{a} \rightarrow$, $\vec{x} \rightarrow$ B) $\vec{F} \leftarrow$, $\vec{a} \rightarrow$, $\vec{x} \leftarrow$ C) $\vec{F} \rightarrow$, $\vec{a} \rightarrow$, $\vec{x} \leftarrow$
- D) $\vec{F} \leftarrow$, $\vec{a} \leftarrow$, $\vec{x} \rightarrow$ E) $\vec{F} \leftarrow$, $\vec{a} \leftarrow$, $\vec{x} \leftarrow$

BASİT HARMONİK HAREKETTE HIZ VE HIZIN ZAMANA GÖRE DEĞİŞİMİ

- Basit harmonik hareket yapan cismin hızı konumuna bağlı olarak sürekli değişir.
 - Hızın büyüklüğü cisim denge noktasından geçerken maksimum, genlik noktalarında ise sıfırdır.
 - Uzanımın x olduğu bir anda cismin hızı;
- $$v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$
- Uzanımın sıfır olduğu denge noktasında cismin hızı maksimum değerdedir ($v = \omega A$) olur.
 - $t = 0$ anında maksimum uzanım konumunda olan cismin bir periyotluk (T) süredeki hız - zaman grafiği;

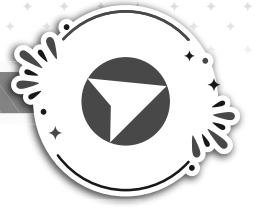
**Örnek**

Kütlesi 100 g olan bir cisim, KL noktaları arasında, O denge noktası etrafında, frekansı 5 hertz olan basit harmonik hareket yapmaktadır.



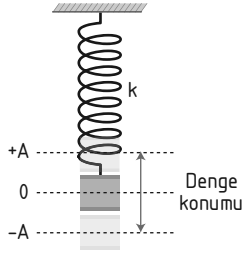
Buna göre, P noktasından geçerken cismin hızının büyüklüğü ve cisme etki eden kuvvetin büyüklüğü nedir? ($\pi = 3$ alınız.)

	Hız (m/s)	Kuvvet (N)
A)	1,2	1,8
B)	1,2	5,4
C)	1,2	2,7
D)	2,4	1,8
E)	2,4	2,7



YAY SARKACI

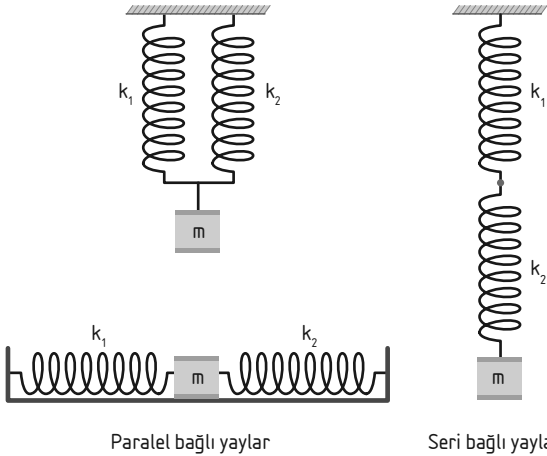
- ❖ Bir cismin, bir ucu sabitlenmiş esnek bir yayın diğer ucuna asılmasıyla oluşan düzeneğe **yay sarkacı** denir.
- ❖ Yayın ucuna bağlı cisim denge konumundan bir miktar uzaklaştırılıp serbest bırakıldığında yay kuvvetinin etkisinde gerçekleşen hareket basit harmonik harekettir.



- ❖ Yay sarkacında yay kuvveti, geri çağırıcı kuvvettir. Yay kuvveti kx , geri çağırıcı kuvvetin genel ifadesi $m\omega^2x$ 'e eşitlendiğinde hareketin periyodu;

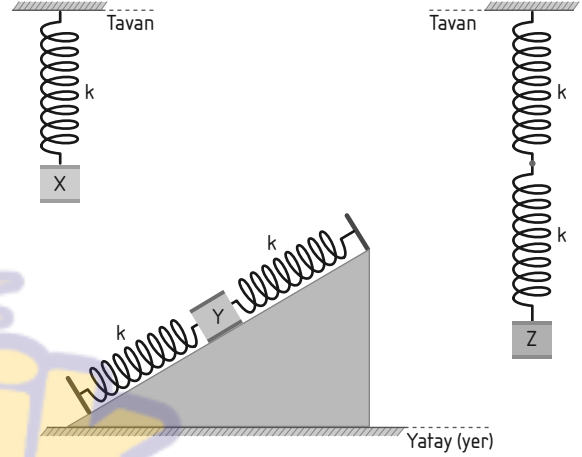
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

- Yay sarkacının periyodu yalnızca cismin kütlesine ve yayın yay sabitine bağlıdır. Yayın yatay ya da düşey ile bir açı yapması ya da ortamın yer çekim ivmesi periyodu etkilemez.
- Yay sarkacının periyodu, hareketin genliğine bağlı değildir.
- ❖ Yay sarkacı düzeneğinde birden fazla yay kullanılmışsa eşdeğer yay sabiti;
 - Yaylar paralel bağlı ise $k_{es} = k_1 + k_2 + \dots$
 - Yaylar seri bağlı ise $\frac{1}{k_{es}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$ ile bulunur.



ÖSYM Benzeri

Tüm sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda şekildeki özdeş ve kütleleri önemsiz yayların uçlarına bağlanmış, eşit kütleli X, Y ve Z cisimleri; yayların denge konumlarından eşit miktarda çekilip serbest bırakıldıktan sonra; X ve Z cisimleri düşey doğrultuda, Y cismi ise eğik düzlem yüzeyine paralel doğrultuda basit harmonik hareket yapmaktadır.



X, Y ve Z cisimlerinin titreşim frekansları sırasıyla f_X , f_Y ve f_Z olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) $f_X < f_Y < f_Z$ B) $f_Z < f_X < f_Y$ C) $f_Y < f_X < f_Z$
 D) $f_X < f_Z < f_Y$ E) $f_Z < f_Y < f_X$

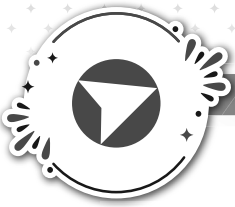
Örnek

Esnek bir yayın ucuna 400 g kütleli bir cisim asıldığında yay 10 cm uzayarak dengeye geliyor. Daha sonra cisim 10 cm daha çekilip serbest bırakılıyor ve basit harmonik hareket yapması sağlanıyor.

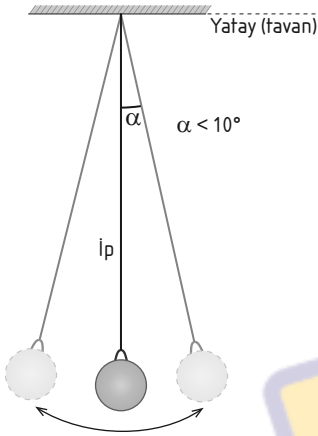
Buna göre, cismin periyodu kaç saniyedir?

($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\pi = 3$ alınız.)

- A) 0,3 B) 0,4 C) 0,6 D) 0,9 E) 1,2

**BASİT SARKAÇ**

- ❖ Bir cismin, bir ucu tavana sabitlenmiş ipin diğer ucuna asılmasıyla oluşan düzeneğe **basit sarkaç** denir.
- ➔ İpin ucunda dengede olan cisim, denge konumundan bir miktar uzaklaştırılıp serbest bırakıldığında cismin ağırlık kuvvetinin etkisinde gerçekleşen hareket basit harmonik harekettir. (İpin düşeyle yaptığı açının 10° den küçük olması gerekir.)



- ❖ Uzunluğu ℓ olan ipin ucuna bağlı cismin yer çekimi ivmesinin g olduğu ortamdaki basit harmonik hareketinin periyodu;

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

- ➔ Basit sarkacının periyodu cismin kütlesine bağlı değildir.
- ➔ İpin düşeyle yaptığı açının küçük olduğu durumlarda, hareketin periyodu genliğe bağlı değildir.
- ➔ Saniyeleri vuran sarkacın periyodu 2 saniyedir.

ÖSYM Benzeri

Bir cisim 250 cm uzunluğundaki, ağırlığı ihmal edilen bir ipin ucuna asılarak basit sarkaç oluşturuluyor.

Cisim, sarkacın denge konumundan 5° kadar ayrılıp serbest bırakılırsa ilk kez kaç saniye sonra denge konumundan geçer?

($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\pi = 3$ alınız.)

- A) 3 B) 2,5 C) 2 D) 1,5 E) 0,75

ÖSYM Benzeri

Enes, basit sarkaç ve kütle-yay sistemlerinin periyotlarını belirlemek amacıyla Ay yüzeyinde sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda aşağıdaki deneyleri bir simülasyonda yapmıştır:

- Tasarladığı basit sarkacın salınımlarının periyodunu T_1 olarak ölçmüştür.
- Esnek yaya astığı kütlenin salınımlarının periyodunu T_2 olarak ölçmüştür.

Enes, bu sistemlerin fiziksel özelliklerini değiştirmeden aynı deneyleri simülasyonla Ay yüzeyi yerine Dünya yüzeyinde gerçekleştirseydi T_1 ve T_2 periyotlarının değerleri ilk duruma göre nasıl değişirdi?

	T_1	T_2
A)	Azalı	Artar
B)	Artar	Artar
C)	Artar	Değişmez
D)	Azalı	Değişmez
E)	Değişmez	Değişmez

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- ❖ Salıncakta sallanmak, sarkaçlı saatler, trampolinde zıplamak, gitar teli titreşimleri, araba süspansiyon sistemi, dalış tahtası salınımları gibi cisimlerin hareketlerinde basit harmonik hareketi görürüz.
- ❖ Lazer interferometreleri yer çekimi dalgası dedektörlerinde, aynaların basit harmonik hareketi, yer çekimi dalgalarının neden olduğu en küçük titreşimleri tespit etmek için kullanılır.

ÖSYM	ÖSYM'nin 2018 yılı ve sonrası AYT'de Periyodik Hareketler ünitesinden sorduğu soruların yıllara ve konulara göre dağılımı						
	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Düzgün Çembersel Hareket	1	-	1	1	1	1	1
Dönme Hareketi ve Açısal Momentum	-	1	-	-	1	1	-
Genel Çekim ve Kepler Yasaları	1	1	1	1	-	-	1
Basit Harmonik Hareket	1	2	1	1	1	1	1