

ELASTİK DALGA YAYINIMI

**Prof.Dr. Eşref YALÇINKAYA
(2016 - 1. DERS)**

E.YALÇINKAYA

1

Zaman ve Yer

- Ders saati : 10:20 – 13:00
- Ara : 11:15 – 11:30
- Ders yeri : D-331

E.YALÇINKAYA

2

Sizden beklenen

- **Derse devamın sağlanması çok önemli**
 - İlk kez alanlar için %70
- **Dikkatli dinle, anlamadığını sor**
- **Arkadaşlarına saygı göster**
 - Ders başladıkten sonra sınıfı girme veya dışarı çıkmak
 - Ders sırasında konuşma, cep telefonunu kapalı tut, yiyecekleri dışında bırak vb.

E.YALÇINKAYA

3

Dersin değerlendirilmesi

- **Vize %35**
- **Ödev %10**
- **Derse Devam Durumu %5**
- **Final %50**

E.YALÇINKAYA

4

Dersin amacı

- Elastik Dalga Yayımlımı (4. Yarıyıl)
- Sismoloji (5. Yarıyıl)
- Uygulamalı Sismoloji (6. Yarıyıl)

- Temel dalga teorisi bilgisini kazandırmak
 - Basit harmonik dalga
 - Sönümlü ve zoruna hareket denklemleri
 - Sismometre teorisi
 - Yayılan dalga ve dalga girişimleri
 - Elastisite teorisi
 - Dalga denklemleri ve sismik dalgalar
 - Yansıyan ve iletilen sismik dalgalar

E.YALÇINKAYA

5

Dönem akışı

05 Mart 2008 Çarşamba	TANIŞMA, GENEL İŞLEYİŞ
12 Mart 2008 Çarşamba	BASIT HARMONİK HAREKET
19 Mart 2008 Çarşamba	SÖNÜMLÜ VE ZORUNA HAREKET
26 Mart 2008 Çarşamba	SİSMOMETRE TEORİSİ
02 Nisan 2008 Çarşamba	DALGA HAREKETİ ve YAYILAN DALGA
09 Nisan 2008 Çarşamba	ARA SINAV
16 Nisan 2008 Çarşamba	ARA SINAV

E.YALÇINKAYA

6

Dönem akışı

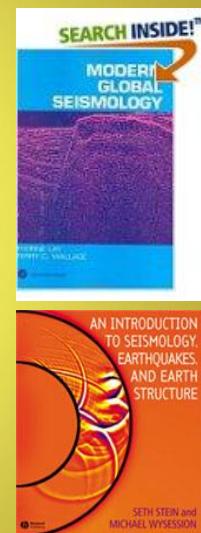
23 Nisan 2008 Çarşamba	TATİL
30 Nisan 2008 Çarşamba	SÜPERPOZİSYON PRENSİBİ VE DALGALARIN GİRİŞİMİ
07 Mayıs 2008 Çarşamba	ELASTİSİTE TEORİSİ
14 Mayıs 2008 Çarşamba	GERİLME-DEFORMASYON İLİŞKİSİ
21 Mayıs 2008 Çarşamba	BİR BOYUTLU VE ÜÇ BOYUTLU DALGA DENKLEMLERİ
28 Mayıs 2008 Çarşamba	SİSMİK DALGALAR
04 Haziran 2008 Çarşamba	TABAKALI ORTAMLARDA SİSMİK DALGALAR
11 Haziran 2008 Çarşamba	YÜZEY DALGALARI VE DİSPERSİYON

E.YALÇINKAYA

7

Yararlanılabilecek kaynaklar

- Alptekin, Ö. (1992). Elastik Dalga Yayımlımı Ders Notları, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi.
- Lay, T. and Wallace, T.C. (1995). Modern Global Seismology, Academic Press, San Diego, ISBN 0-12-732870-X.
- Stein S. and Wysession (2003). An Introduction To Seismology, Earthquakes, and Earth Structure, Blackwell Publishing.



E.YALÇINKAYA

Bu derste;

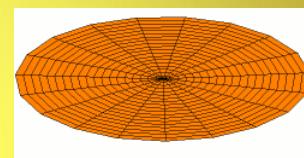
- Titreşim
- Serbest titreşimler
 - Periyodik hareket
 - Basit harmonik hareket
 - Yerdeğiştirme, hız ve ivme
 - Basit harmonik harekette enerji

E.YALÇINKAYA

9

TİTREŞİM

Bir denge noktası etrafındaki mekanik salınımdır.



- Serbest titreşimler
- Zoruna titreşimler

E.YALÇINKAYA

10

Periyodik Hareket

Periyodik hareket : Eşit zaman aralıkları ile kendini tekrarlayan herhangi bir hareket periyodiktir.



E.YALÇINKAYA

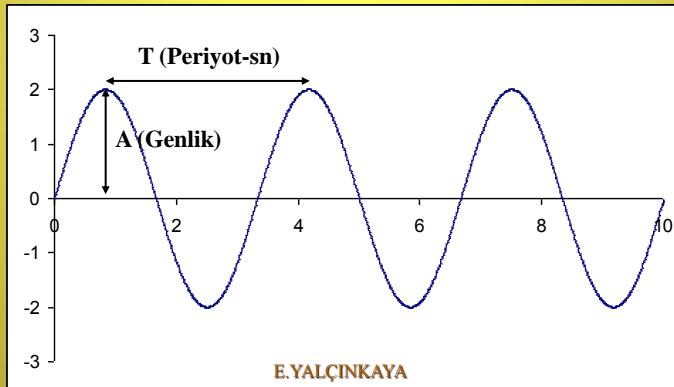
11

Periyot (T) : Hareketin kendisini tekrarlaması için geçen zamandır.

Frekans (f) : Birim zamandaki titreşim sayısıdır.

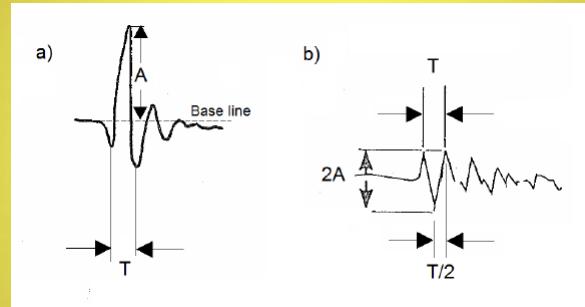
$$T = 1/f$$

Genlik (A) : Denge durumundan maksimum uzaklıktır.



12

Kayıt üzerinde genlik (A) ve periyot (T) okuma :

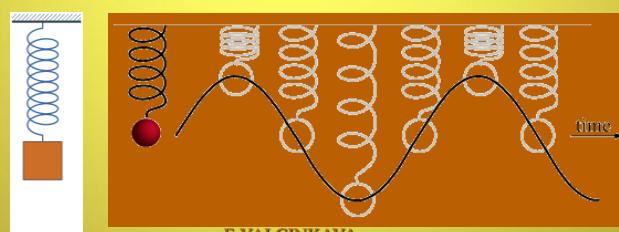


E.YALÇINKAYA

13

Basit harmonik hareket nedir?

- Periyodik hareketi belirleyen denklemlerin çözümleri daima sinüs ve kosinüs fonksiyonları ile ifade edilirler. Sinüs ve kosinüs fonksiyonları ihtiva eden bu ifadelere harmonik fonksiyonlar denir. Basit harmonik hareket, aynı zamanda periyodik bir harekettir.
- Basit harmonik harekette tanecik hız ve ivmesinin büyüklükleri ve yönleri sabit değildir.

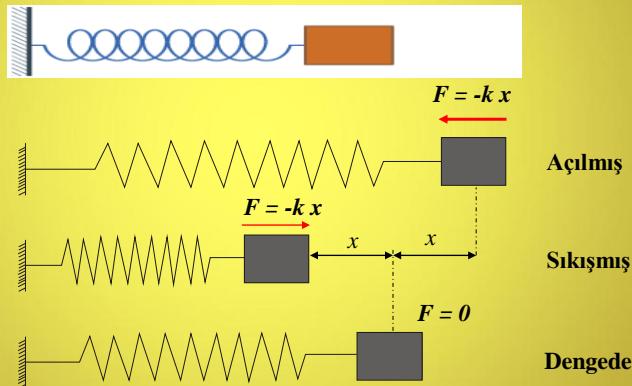


E.YALÇINKAYA

14

Basit Harmonik Hareket

Basit harmonik harekette bir tanecik, denge durumu etrafında, yerdeğiştirme ile orantılı bir kuvvetin etkisi altında titreşir. Kuvvet daima taneciği geri getirecek yönde etki eder. Böyle bir kuvvet, en basit harmonik hareketi meydana getirir.



E.YALÇINKAYA

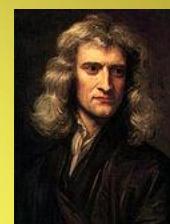
15

Basit harmonik hareket denklemi:

Newton'un ikinci kanunu :

$$F = ma$$

$$-kx = m \frac{d^2x}{dt^2}$$



'Eğer diğer insanlardan ileriyi
görebiliyorsam, bu devlerin
omuzlarında olduğum içindir.'

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$$

Basit harmonik hareket denklemi

E.YALÇINKAYA

16

Basit harmonik osilatör problemi iki nedenle önemlidir :

- Yeterince küçük genlikli mekanik titreşimleri içeren her problem, basit harmonik hareket problemine indirgenebilir.
- Bu tür denklemlerle akustikte, optikte, mekanikte, elektrik devrelerde ve hatta atom fizигinde sık karşılaşılır.

Örneğin;

Hook kanuna göre deformasyona uğrayan bir katı, deformasyon miktarı ile orantılı olan bir kuvvet ile bu deformasyona karşı koyar. Tek boyutlu bir deformasyon için Hook kanunu;

$$F = -k x$$

Şeklinde yazılabilir. Burada x deformasyon olup orijin duruma göre uzama veya sıkışma miktarıdır. F deformasyona karşı koyan kuvvet, k ise orantı sabittir.

E.YALÇINKAYA

17

Basit harmonik hareket denkleminin çözümü :

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} x$$

$$\frac{d}{dt} \cos t = -\sin t$$

$$\frac{d}{dt} (-\sin t) = -\cos t$$

$$x(t) = A \cos(wt + \delta)$$

$$\frac{dx}{dt} = -wA \sin(wt + \delta)$$

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -w^2 A \cos(wt + \delta)$$

$$-w^2 A \cos(wt + \delta) = -\frac{k}{m} A \cos(wt + \delta) \quad w^2 = \frac{k}{m}$$

E.YALÇINKAYA

18

$$x(t) = A \cos(wt + \delta)$$

Bilinmeyenler

t 'yi $2\pi/w$ kadar arttırırsak ;

$$x(t) = A \cos\left(w(t + \frac{2\pi}{w}) + \delta\right)$$

$$x(t) = A \cos(wt + 2\pi + \delta) = A \cos(wt + \delta)$$

Fonksiyon $2\pi/w$ zaman aralıklarıyla kendini tekrarlar. Bu nedenle, $2\pi/w$ hareketin periyodu T 'dir ;

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

$$f = \frac{1}{T} = \frac{w}{2\pi}$$

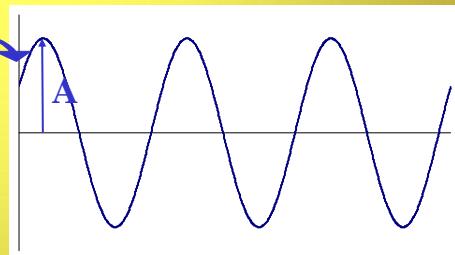
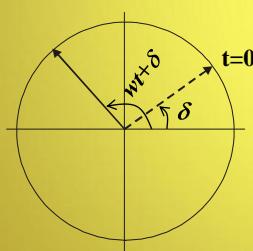
$$w = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad w'ya \text{ "açışal frekans" denir.}$$

E.YALÇINKAYA

19

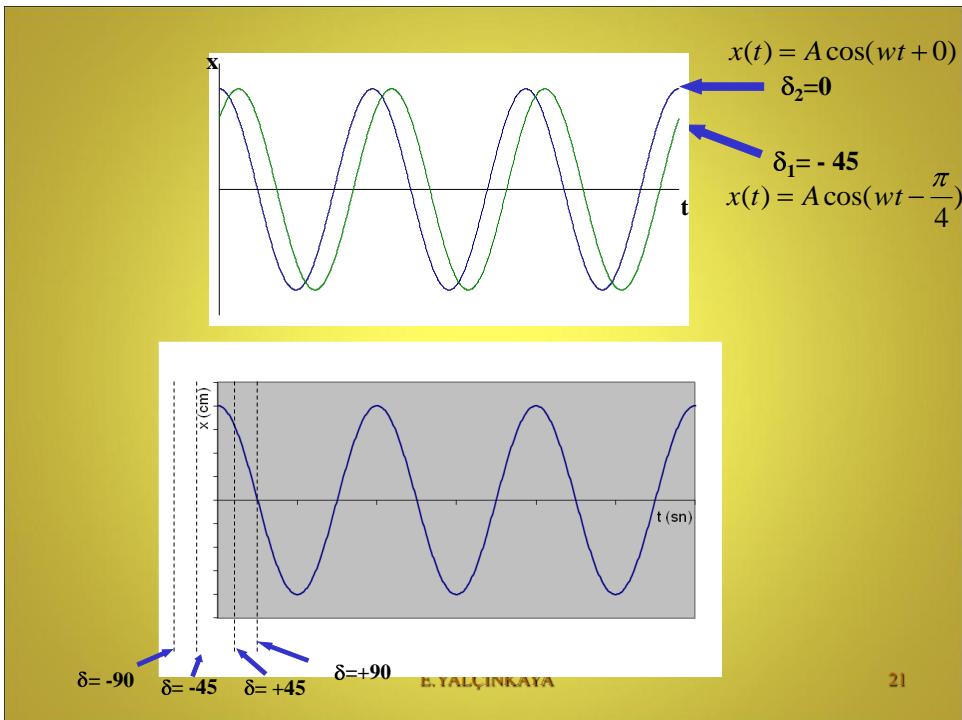
$$x(t) = \underbrace{A}_{\text{Hareketin genliğini gösterir.}} \cos(\underbrace{wt + \delta}_{\text{Hareketin fazını gösterir.}})$$

Faz sabiti

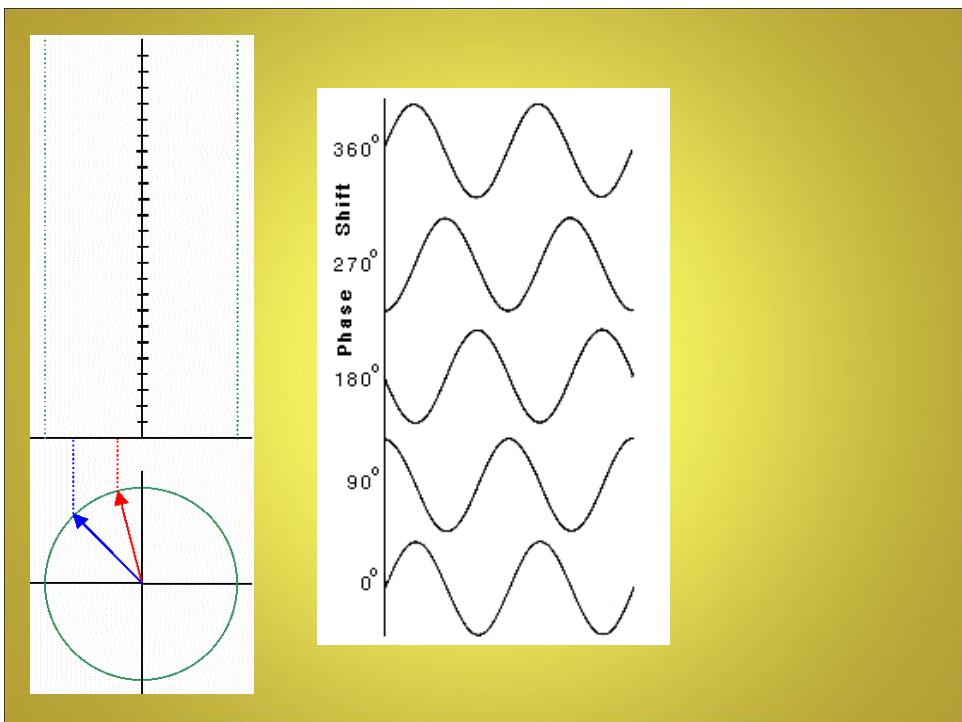


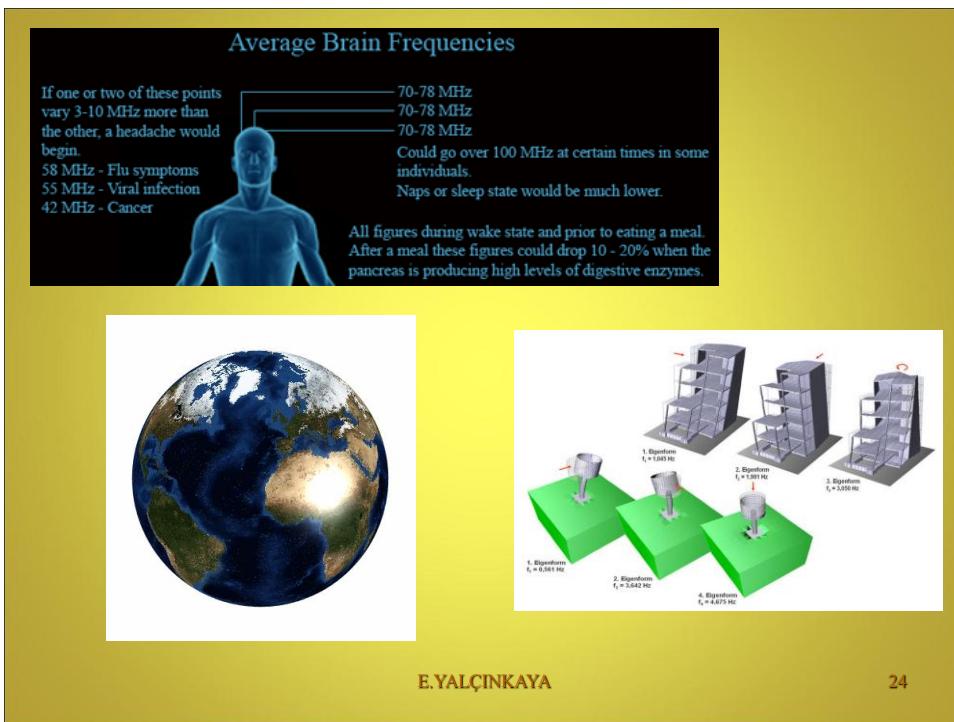
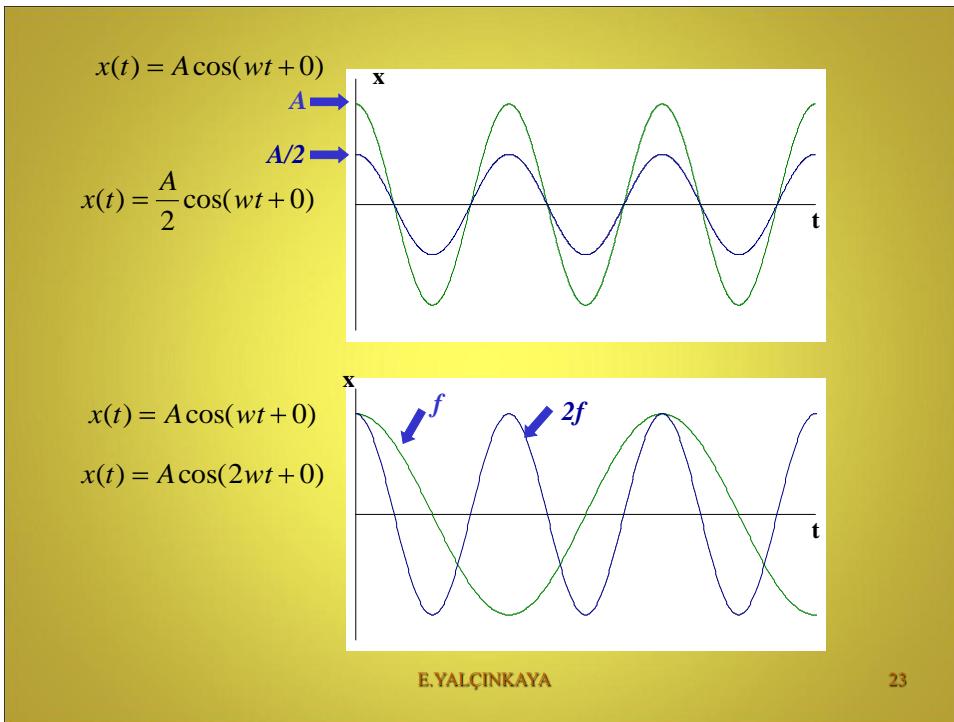
E.YALÇINKAYA

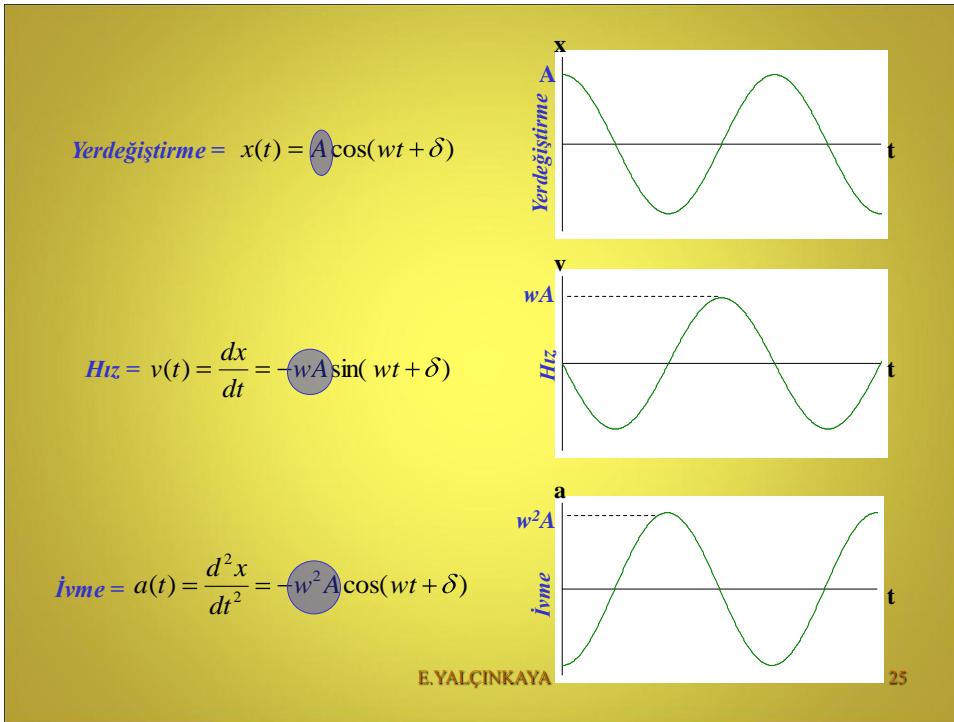
20



21







Basit harmonik harekette enerji

$$\begin{aligned}
 \text{Kinetik enerji} \quad KE &= \frac{1}{2} mv^2 & v &= \frac{dx}{dt} = -wA \sin(wt + \delta) \\
 &= \frac{1}{2} mw^2 A^2 \sin^2(wt + \delta) \\
 &= \frac{1}{2} kA^2 \underbrace{\sin^2(wt + \delta)}_{\text{En fazla 1 olabildiğine göre, kinetik enerji maksimum;}}
 \end{aligned}$$

En fazla 1 olabildiğine göre, kinetik enerji maksimum;

$$KE = \frac{1}{2} kA^2 \quad \text{veya} \quad KE = \frac{1}{2} m(wA)^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Potansiyel enerji} \quad PE &= \frac{1}{2} kx^2 \\
 &= \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(wt + \delta) \\
 PE_{\max} &= \frac{1}{2} kA^2
 \end{aligned}$$

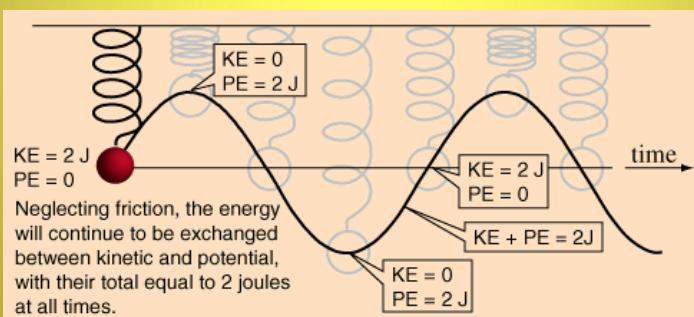
E.YALÇINKAYA

27

Toplam enerji

$$\begin{aligned}
 E = KE + PE &= \frac{1}{2} kA^2 \sin^2(wt + \delta) + \frac{1}{2} kA^2 \cos^2(wt + \delta) \\
 &= \frac{1}{2} kA^2
 \end{aligned}$$

Buradan, sistemin toplam mekanik enerjisinin sabit olduğu anlaşıılır.



E.YALÇINKAYA

28

[http://physics.bu.edu/~duffy/java
/Spring2.html](http://physics.bu.edu/~duffy/java/Spring2.html)

ÖDEV

1. Aşağıda bağıntısı verilen basit harmonik hareketleri tablodaki değerleri kullanarak çizdiriniz. Zaman indeksini (t) 0'dan başlataarak 0.01 sn aralıklarla 10 sn'ye kadar arttırınız.

$$x(t) = A \cos(\omega t + \delta)$$

A (cm)	f (Hz)	δ (radyan)
20	0.3	0
40	0.3	0
40	0.6	0
40	0.3	$\pi/2$
40	0.3	$-\pi/4$

2. Tabloda verilen ilk satır değerlerini kullanarak, harmonik hareketin hız ve ivme fonksiyonlarını çizdiriniz.

3. Ödev teslim tarihi : 26 Şubat 2016

