

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü

FZM210 Dalgalar ve Optik

Prof. Dr. Hüseyin Sarı

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü

Ders Planı

A. Ü. Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü

Bahar Dönemi

FZM210 Dalgalar ve Optik

Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Hüseyin Sarı
A.Ü. Müh. Fakültesi
Fizik Müh. Bölümü

Ofis: AÜ Fizik Müh. Bölümü, B-Blok 105

Tel: 203 3424 - 536 295 3555

eposta: hsari100@gmail.com - hsari@eng.ankara.edu.tr

web: www.huseyinsari.net.tr

Ders Planı

A. Ü. Mühendislik Fakültesi
Fizik Mühendisliği Bölümü

Bahar Dönemi

Dersin Kredisi: (4,0,0) 4(Ulusal) 6(AKTS) Ders Teorik

Ders Saatleri/Yeri:

Salı 09:00-10:30 (2 Saat) / BFA

Perşembe 09:00-10:30 (2 Saat) / BFA

Görüşme Saatleri: Cuma 13.30-14.30

Devam Zorunluluğu: Var

Başarı Değerlendirme:

Ara sınav %30

Dönem sonu sınavı %80

Kaynaklar-1

- **Derlenmiş Ders Notları-(PPoint), H. Sarı**

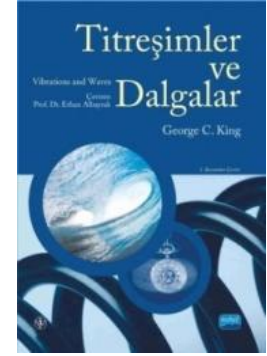
Kitaplar (Basılı)

- **Titreşimler ve Dalgalar (1. Baskıdan Çeviri),**

George C. King

Çev: Erhan Albayrak, Nobel Akademik Yayıncılık,

2017



- **Titreşimler ve Dalgalar (2. Baskı),**

Prof. Dr. Gökhan Budak • Prof. Dr. Yüksel

Özdemir Albayrak, Nobel Akademik Yayıncılık, 2017



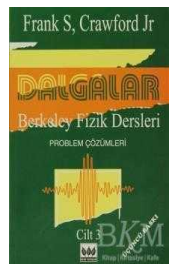
- **Dalgalar-Berkeley Fizik Dersleri-3,**

Frank S. Crawford, Nobel Bilim Yayıncılık, 1990

- **Dalgalar Berkeley Fizik Dersleri-Problem Çözümleri**

Kollektif

Nobel Bilim Yayıncılık 1990



Kaynaklar-2

Pdf

- **Titreşim ve Dalgalar-Ders Notları**

*Prof. Dr. Mustafa Polat • Prof. Dr. Leyla Tatar Yıldırım
Hacettepe Üniversitesi (Türkçe)*

<http://yunus.hacettepe.edu.tr/~polat/FIZ217-DERS-NOTLARI.pdf>

- **Part I: Mechanical Vibrations and Waves - MITOpenCourseware.**

<https://ocw.mit.edu/courses/physics/8-03sc-physics-iii-vibrations-and-waves-fall-2016/part-i-mechanical-vibrations-and-waves/>

Kaynaklar-3

Animasyonlar

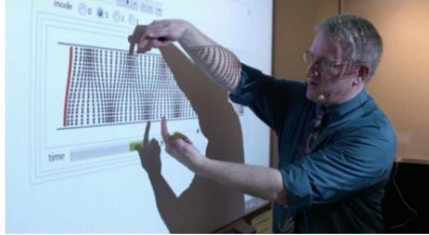
• **Dr. Daniel A. Russell- The Pennsylvania State University**

<https://www.acs.psu.edu/drussell/demos.html>

Acoustics and Vibration Animations

by Dr. [Daniel A. Russell](#)

Teaching Professor of Acoustics, [Graduate Program in Acoustics](#), The Pennsylvania State University



The links below contain animations illustrating acoustics and vibration, waves and oscillation concepts. I started using *Mathematica* to create animations to help me understand and visualize certain acoustics and vibration phenomena in 1992 while I was a Ph.D. student in the Graduate Program in Acoustics at Penn State. For the next 16 years (1995-2011) I was a physics professor at Kettering University and continued creating animations and using them as educational tools for the courses I was teaching about waves and acoustics. Sometime around 1998 or so I began writing webpages and adding them to this online collection. Now that I'm back at Penn State, teaching graduate level acoustics, I'm continuing to add to my collection of animations. My intent has always been to create physically and mathematically correct animations, accompanied by explanatory text, that illustrate complicated phenomena involving waves and vibration in a manner that aids student understanding. I hope you find these animations useful.

- Please send comments about this page to: dar119@psu.edu
- Follow me on Twitter: [@drussellpsu](#)



This work by Dan Russell is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](#).
Based on a work at <http://www.acs.psu.edu/drussell/demos.html>. Additional information about using this content is available at <http://www.acs.psu.edu/drussell/demos/copyright.html>.

Today is Wednesday, June 26, 2019. The contents (and links) on this page were last updated on May 24, 2019.

I am in the process of attempting to bring all of the pages on this site into compliance with current HTML5, CSS3, and W3C Web Accessibility standards. The bullet symbols used in the lists below identify pages as

- (open circle) still needs to be updated
- (filled disc) updated to HTML5 and CSS3.

Bu ders notlarında *Dr. Daniel A. Russell*'in animasyonları kullanılmıştır-Teşekkürler Daniel A. Russell...

Dersin Amacı

Bu derste,

- Salınım, titreşim ve dalga hareketini anlamak ve matematiksel olarak ifade etmek,
- Farklı dalga ve dalga hareketlerini tanımlamak, dalga hareketini matematiksel olarak ifade etmek,
- Dalga hareketini anlamak, dağılım bağıntısını anlayıp yorumlayabilmek.

Dersin Alt Başlıkları

- Bölüm-0: Sunuş ve Motivasyon

SALINIM ve TİTREŞİMLER

- Bölüm-1: Titreşim ve Dalga Hareketi için Matematik
- Bölüm-2: Harmonik Hareket
 - Basit Harmonik Hareket
 - Sönümlü Harmonik Hareket
 - Zorlanmış Harmonik Hareket
 - Rezonans
 - Q-Faktörü
- Bölüm-3: Çiftlenimli Sistemler

DALGA HAREKETİ

- Bölüm-4: İlerleyen Dalgalar
 - Dalga Denklemi
 - 2B ve 3B Dalga Hareketi-Dalga Vektörü
 - Faz ve Grup Hızları
- Bölüm-5: Duran Dalgalar
- Bölüm-6: Sürekli Dalgalar ve Atma (Pulse)
- Bölüm-7: Dağınım Bağıntısı

OPTİK DALGALAR

- Bölüm-8: Optik Dalgalar
 - Işığın Elektromanyetik Tanımlanması
 - Optik Dalgaların Özellikleri
 - Girişim ve Kırınım

Sunuş ve Motivasyon

Motivasyon

Bildiğimiz Dalgalar:

- Ses Dalgası
- Deniz (Su) Dalgası
- Işık Dalgası
- Elektromanyetik Dalgalar
- Deprem Dalgası
- De Broglie Dalgası (Madde Dalgaları)
- İlerleyen Dalgalar
- Duran Dalgalar
- Radyo Dalgaları
- Gravitasyonel Dalgalar
- Soliton Dalgası
- Meksika Dalgası

Görüldüğü gibi fiziğin farklı alanlarında bir çok dalga çeşidi tanımlanmaktadır.

Dalgaların Önemi?

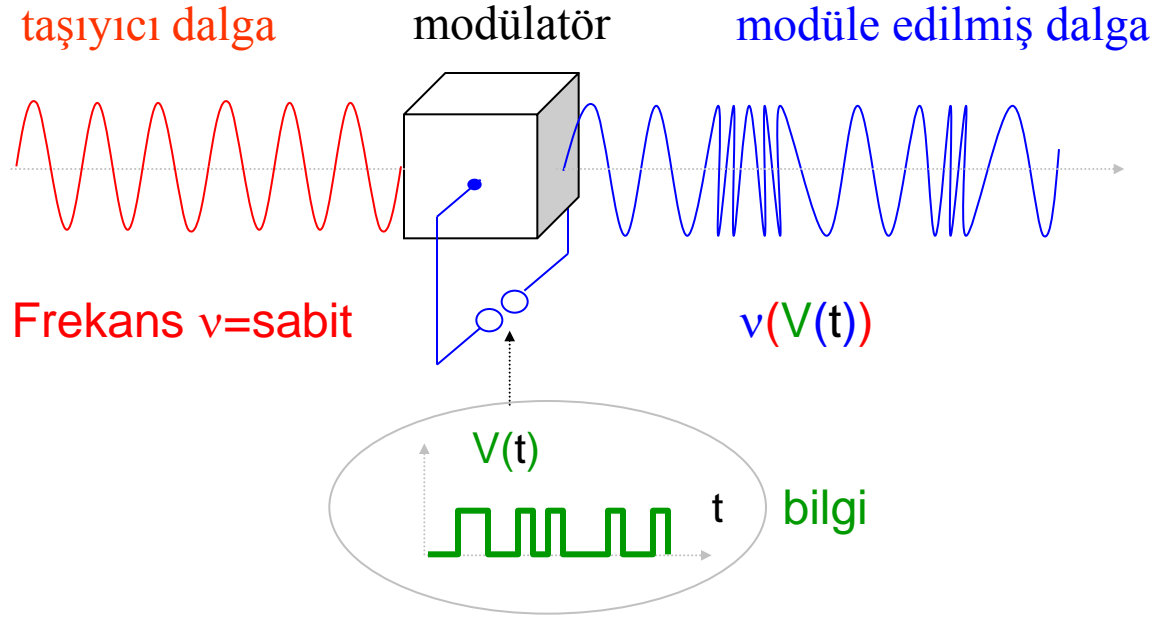
Fiziğin ve yaşamımızın her alanında salınım, titreşim ve dalga hareketini görebiliriz. Titreşim ve Dalgalar

- Zamanı ölçmek,
- Enerji iletmek,
- Bilgi iletmek,
- Maddenin fiziksel özelliklerini anlamak için kullanırız...

Dalgalar ve İletişim

Modülasyon (iletişimde), bir dalganın değişik parametrelerini (örneğin genlik, frekans, faz gibi) kontrollü olarak (bilgi ile orantılı) değiştirerek bilgi yükleme işlemine denir.

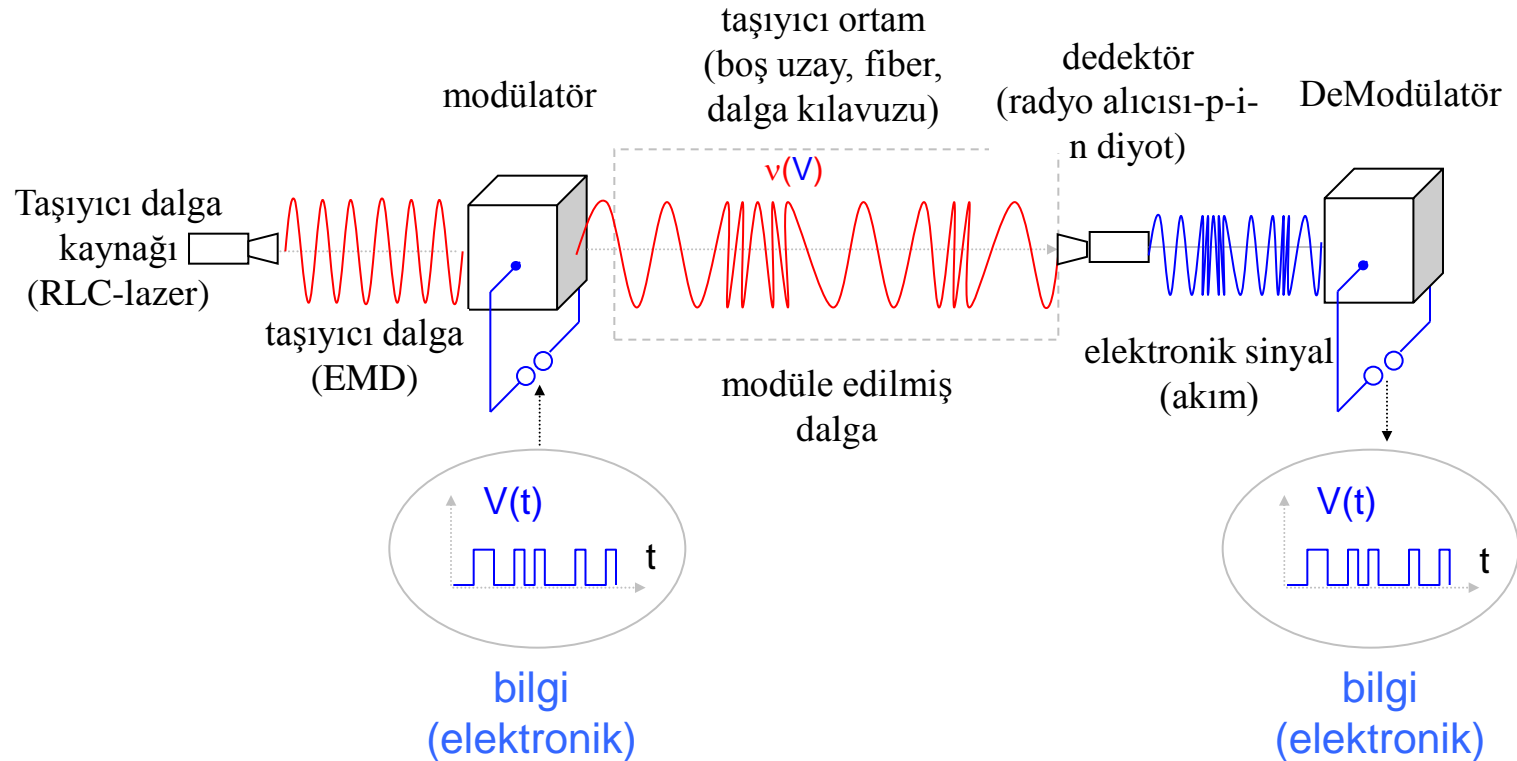
Zayıf olan bilgi sinyalinin uzak mesafelere iletilmesi, güçlü olan bir taşıyıcı dalganın belli parametrelerini bilgi sinyali ile orantılı olarak değiştirilip (modülasyon) gönderilmesi ile mümkündür.



Örnek olarak, yukarıda verilen modülasyon şemasında, sabit parametreleri olan (frekans, genlik ve faz) güçlü bir taşıyıcı dalganın diğer parametreleri sabit tutularak sadece frekansı bilgi sinyali ile orantılı olarak değiştirilmiştir. Bu sayede bilgi, üstüne bilgi bindirilmiş güçlü sinyal aracılığı ile uzun mesafelere ortam şartlarından etkilenmeden iletebilmektedir.

Bir Uygulama: Optik İletişim

Dalgaları kullanarak bilgi nasıl iletilir?



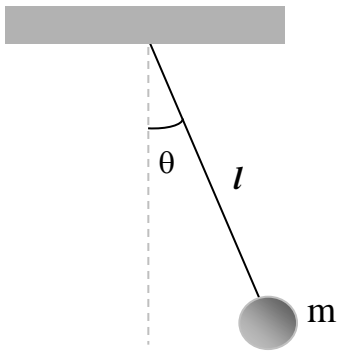
Tanımlar

Salınım, titreşim ve dalga kavramlarını çok sıkça duyarız. Bu terimler birbirine yakın şeyleri çağırırsa da aynı şeyler değildir!

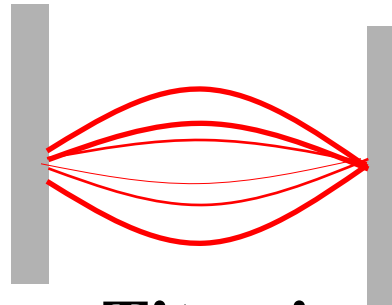
- **Salınım (Oscillation):** Bir cismin denge noktası etrafındaki hareketi (**motion of a body** around an equilibrium point) (sarkaç, kütle-yay gibi)
- **Titreşim (Vibration):** Bir denge durumu etrafındaki hareket (**motion** around an equilibrium state) (Gerili ip, gitar, davul gibi)

(Salınımında cisim öne çıkarken titreşimde hareket öne çıkmaktadır)

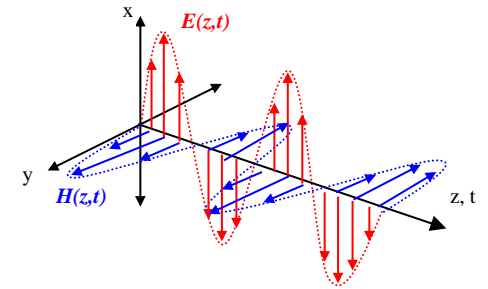
- **Dalga (Wave):** Etkileşimde olan salınım hareketinin kollektif hareketi



Salınım

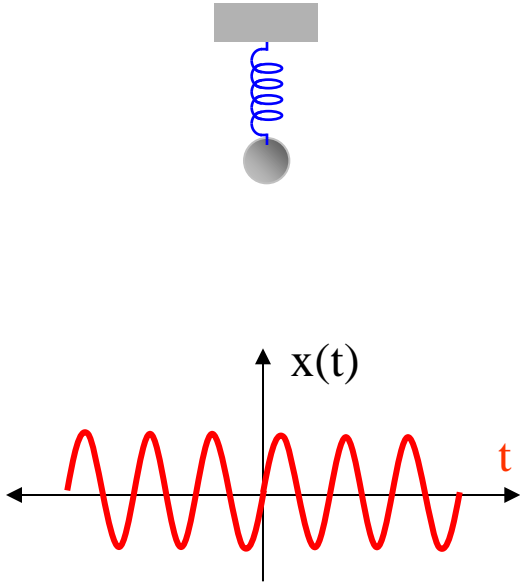


Titreşim

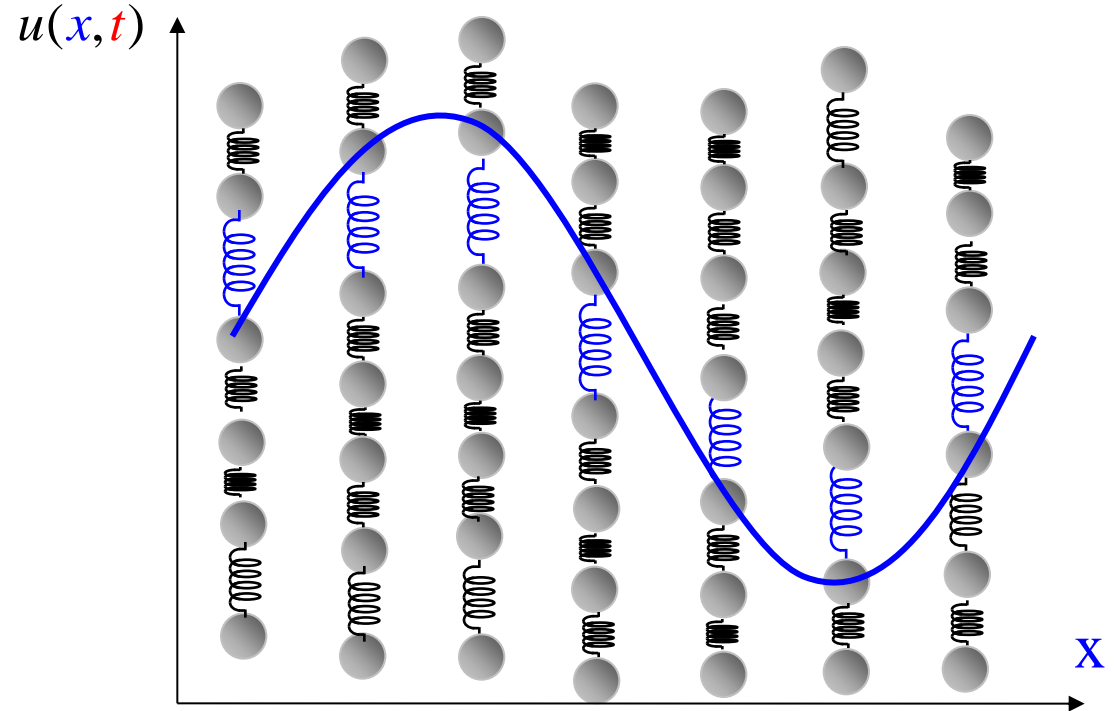


Dalga ¹⁴

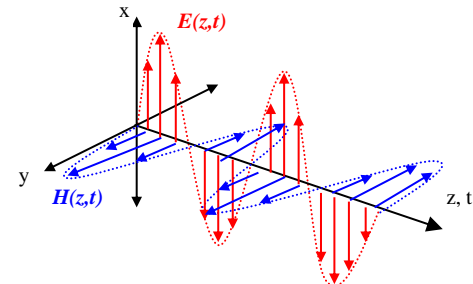
Bu Derste Neler Yapacağız?



1- Salınım



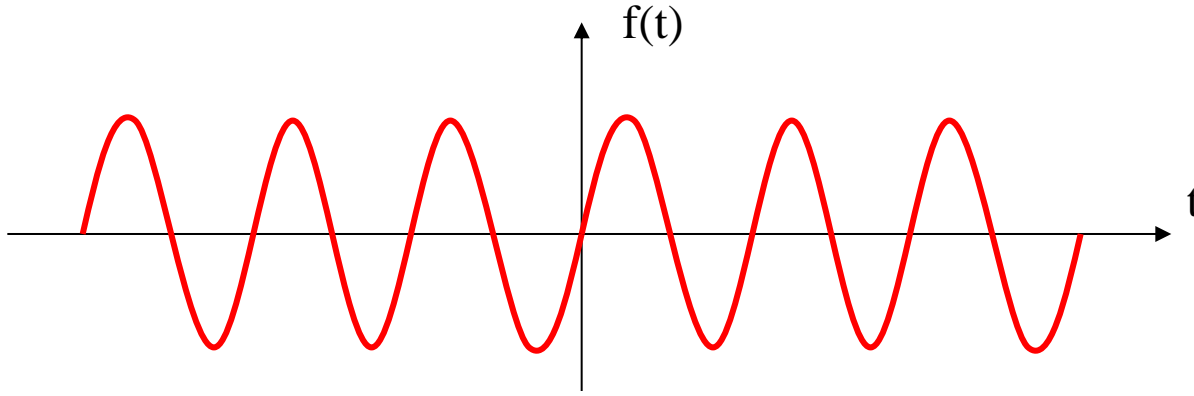
2- Dalga



3- Işık (Optik)

Tanımlar

Basit Harmonik Hareket (BHH)-Simple Harmonic Motion (SHM): Bir cismin hareketi sinüs veya kosinüs gibi basit ve yalın bir fonksiyonla ifade edilebiliyorsa bu harekete basit harmonik hareket denir.



Bu hareket, cismin denge noktasından uzaklığıyla orantılı olarak bir kuvvetin (geriçağırma kuvveti) olması sonucu oluşur.

Dalgaları Nasıl Sınıflandırabiliriz?

Dalgaları çeşitli özelliklerine göre aşağıdaki şekillerde sınıflandırabiliriz:

- Dalganın Özelliğine Göre

Mekanik Dalgalar (Ses, Deprem, Deniz Dalgası)

Elektriksel Dalgalar (Işık, Radyo, X-Işını vs)

Uzayzaman Dalgaları (Gravitasyonel Dalgaları)

- Enerji İletimine Göre

İlerleyen (Su dalgası) ve Duran Dalgalar (Müzik aletleri)

- Hareket Doğrultusu ve Titreşim Yönüne Göre

Enine (Işık) ve Boyuna (Ses) Dalgalar

- Sürekliliğine Göre

Sürekli (Işık) ve Atma (Tsunami) Dalgalar

Özelliklerine Göre Dalga Çeşitleri

- **Mekanik Dalgalar** (Ses Dalgası, Deprem, Deniz Dalgası)
- **Elektromanyetik Dalgalar** (Işık, x-ışını, Radyo vs)
- **Madde Dalgaları** (De Broglie)
- **Gravitasyonel Dalgalar*** (Uzayzaman eğriliği)
- **Yapay Dalgalar** (Meksika Dalgası)

(* Gravitasyonel (Yerçekimi) dalga, uzayzamanın dalgalanmasıdır (Uzayzamanın sıkışıp uzamasıdır). Bu dalgalar görünmez ve ışık hızında ilerler. Dalgalar ilerlerken önlerine gelen herşeyi sıkıştırıp gevşetirler.

Dersi Üç Ana Başlık Altında Toplayabiliriz

Titreşim Hareketi

- Kütle-Yay
- Sarkaç
- LC Devresi
- Çiftlenimli Sistemler

Dalga Hareketi

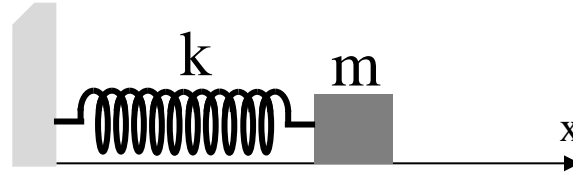
- İlerleyen Dalgalar
- Duran Dalgalar
- Dağınım Bağıntısı

Optik Dalgalar

- Girişim
- Kırınım

Basit Harmonik Hareket

Bu derste, salınım hareketini anlamak için bir kütle-yay sistemin göz önünde bulundurarak hareket denklemini yazılarak çözümler bulunacaktır.

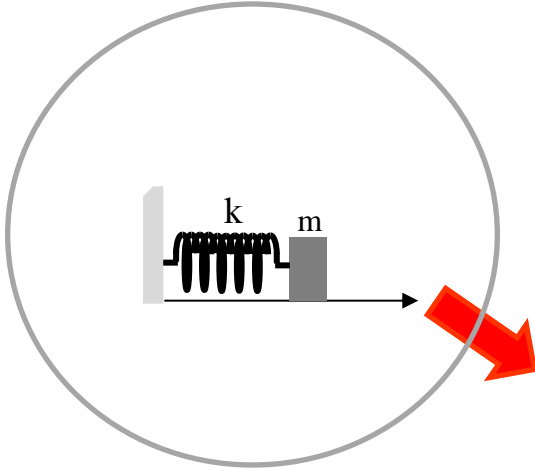


$$x(t) = A \cos(\omega_0 t + \phi)$$

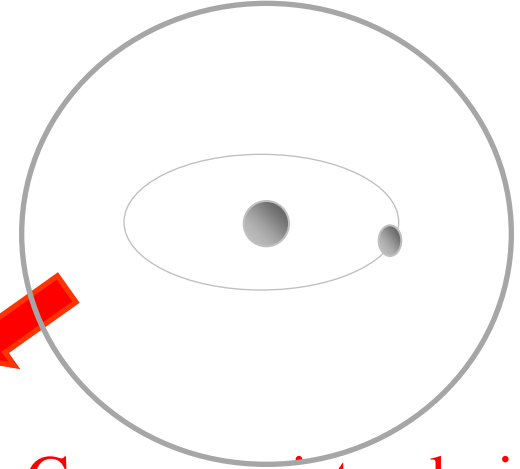
Kütle-yay sistemi, doğada karşılaştığımız neredeyse birçok salınım hareketini sembolize ettiğinden önemlidir.

Basit sarkaç, moleküllerin titreşim hareketi, deniz dalgası, dünyanın güneş etrafında dönüşü kütle-yay sistemi gibi modellenerek çözüm bulunur; tabi her sistem için yay sabiti farklı olur ve gerçek bir yaydan bahsedilemez.

Salınım Hareketi



Kütle-yay sistemi



Gezegen sistemleri
(Dairesel hareket)

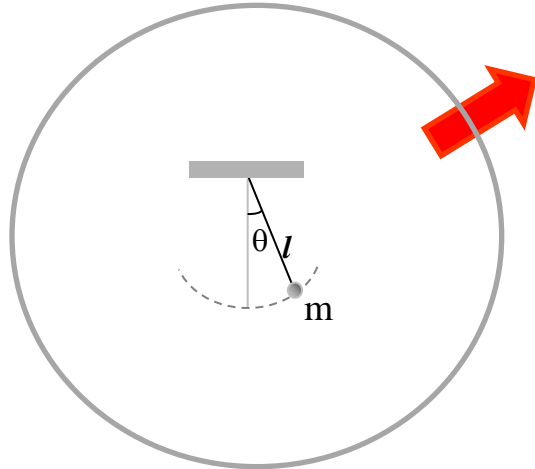
$$\mu \frac{d^2 u}{dt^2} + ku = 0$$

Hepsi aynı denklem
ile ifade edilebilir...

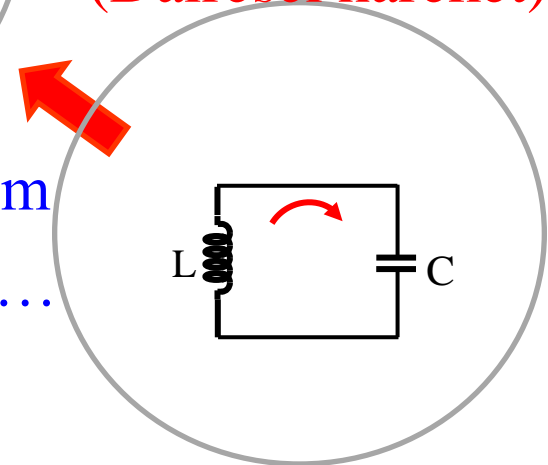
μ : genelleştirilmiş kütle

k : genelleştirilmiş yay sabiti

u : genelleştirilmiş koordinat



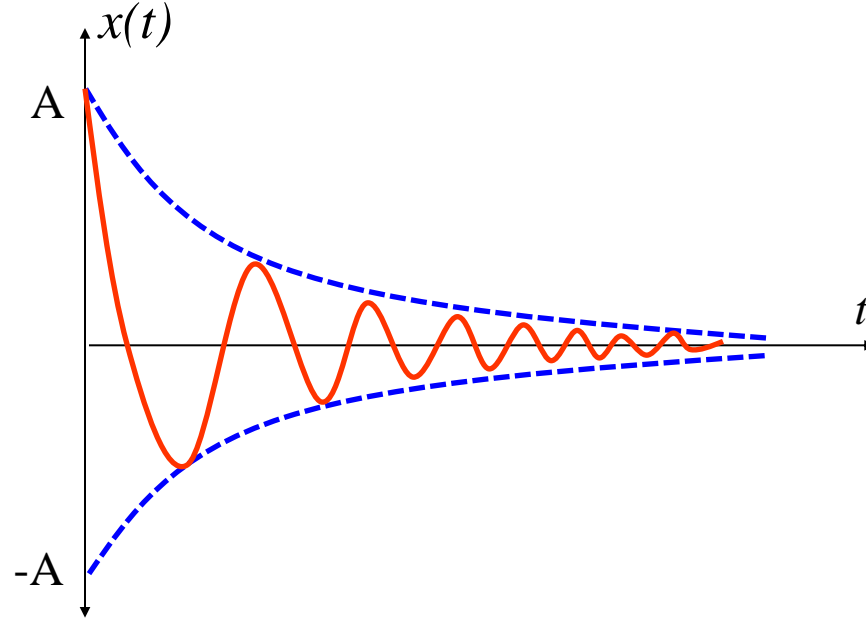
Basit sarkaç ve
fiziksel sarkaç



LC devresi

Sönümlü Harmonik Hareket

Eğer ortamda sürtünme varsa sürtünmenin harekete etkisi incelenecek.

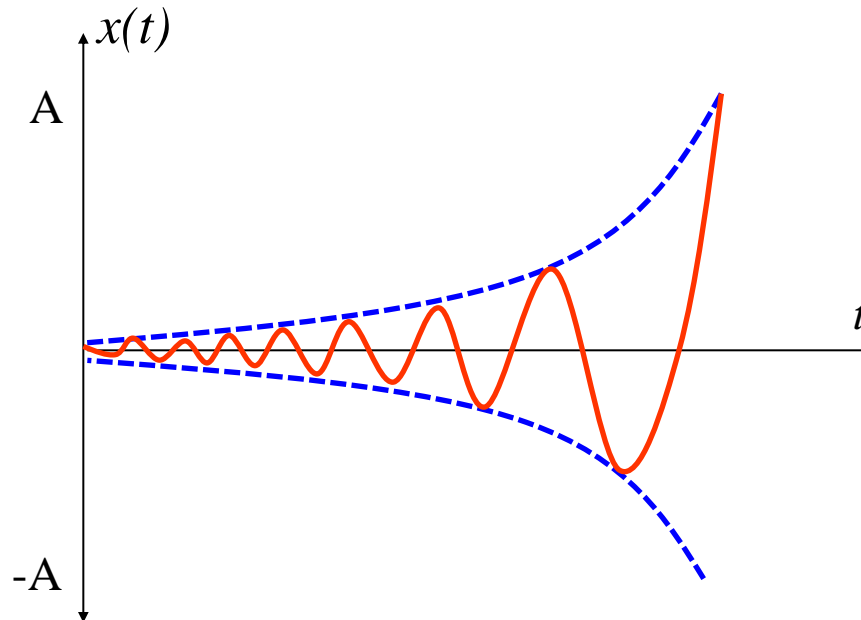


$$x(t) = Ae^{\alpha t} e^{i\omega t} = (Ae^{-at}) \cos(\omega t)$$

Dış kuvvetin varlığında harmonik hareketteki değişim incelenecektir..

Rezonans

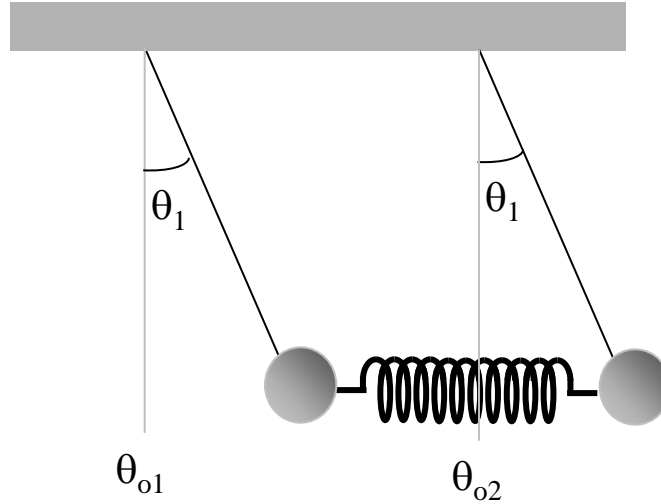
Kütle-yay sistemine periyodik bir dış kuvvet uygulanarak (Zorlanmış salınım) sistemin hareketi incelenecektir. Rezonans olayı ve Q-Faktör kavramı açıklanarak fiziksel olarak neye karşı geldiği incelenecektir.



$$x(t) = Ae^{\alpha t} e^{i\omega t} = (Ae^{+\alpha t}) \cos(\omega t)$$

Çiftlenmiş Sistemler

Daha önce yalıtık olarak incelenen ve hareket denklemi türetilen salıncının, başka bir özdeş salıncı ile etkileşmesi durumunda (Çiftlenimli sistem) hareketi incelenecek, karmaşık titreşim hareketi yapan sistemler özfrekansları bulunarak bu frekanslar cinsinden ifade edilecektir.



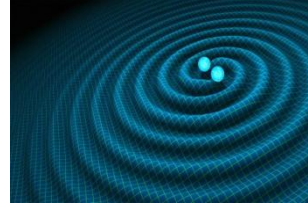
Dağınım Bağıntısı

İlerleyen dalğanın uzay ve zaman değişkenleri arasındaki ilişki anlamaya çalışılacaktır.

Işık Dalgası

Dersin geri kalan kısmında Elektromanyetik Dalgalar (Işık) incelenecek, girişim ve kırınım olayları açıklanacaktır.

Dalga Hareketi



Gravitasyonel Dalgalar



Madde Dalgası

$$\frac{\partial^2 u}{dr^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{dt^2}$$

Hepsi aynı denklem ile ifade edilebilir...

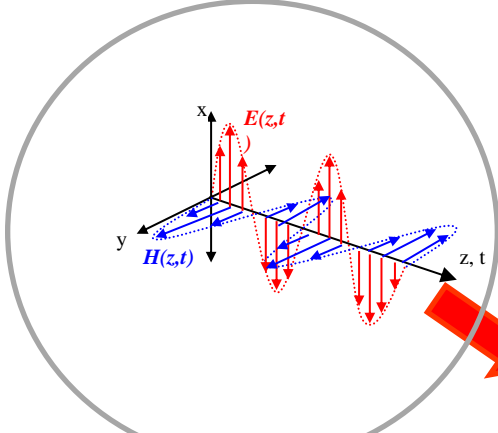
u: dalga hareketini oluşturan nicelik

v: Dalganın hızı

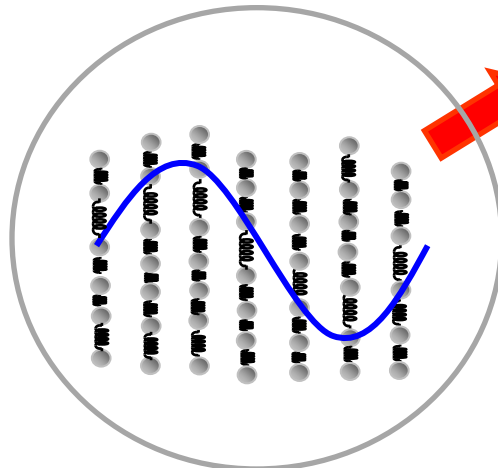
r,t: uzay ve zaman koordinatı



Deniz Dalgası



Işık Dalgası



Ses Dalgası

Dersin Alt Başlıkları

- Bölüm-0: Sunuş ve Motivasyon
- Bölüm-1: Titreşim ve Dalga Hareketi için Matematik
- Bölüm-2: Harmonik Hareket
 - Basit Harmonik Hareket
 - Sönümlü Harmonik Hareket
 - Zorlanmış Harmonik Hareket
 - Rezonans
 - Q-Faktör Kavramı
- Bölüm-3: Çiftlenimli Sistemler
- Bölüm-4: İlerleyen Dalgalar
 - Dalga Denklemi
 - Dalga Vektörü
 - Faz Hızı
 - Grup Hızı
- Bölüm-5: Duran Dalgalar
- Bölüm-6: Atma
- Bölüm-7: Dağınım Bağıntısı
- Bölüm-8: Optik Dalgalar
 - Girişim ve Kırınım