

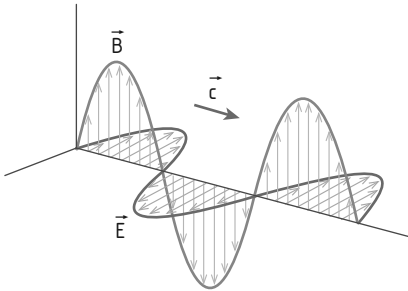


Elektromanyetik Dalgalar ve Dopler Olayı

ELEKTROMANYETİK DALGALAR

1894 yılında Maxwell, zamanla değişen elektrik ve manyetik alanların birbirini doğurduğunu söylemiş, bunun sonucunda uzayda dalga formunda ve ışık hızıyla yayılan elektromanyetik dalgaların oluştuğunu keşfetmiştir.

- Durgun bir yük, etrafında sadece elektrik alan oluşturur.
- Sabit hızla hareket eden bir yük, sabit bir akım meydana getirir. Bu durumda hem elektrik hem de manyetik alan oluşur. Ancak elektrik ve manyetik alanın büyüklüğü değişmediği için elektromanyetik dalga oluşmaz.
- Elektromanyetik dalganın oluşması için şiddetlerindeki artışın ve azalışın periyodik olarak birbirini takip ettiği, değişken elektrik ve manyetik alanlar oluşturulmalıdır. Bu da ancak ivmeli hareket yaptırılan yükler sayesinde gerçekleşir.
 - Bir antenin tellerine, alternatif gerilim uygulandığında, teldeki yükler titreşim hareketi yapar. Titreşim hareketi ivmeli bir hareket olduğundan telden etrafa elektromanyetik dalga yayılır.
- Elektromanyetik dalganın elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu birbirine diktir. Bu özellik elektromanyetik dalgaların enine dalga olduğunun göstergesidir.



- Elektromanyetik dalganın bazı özellikleri aşağıdaki gibidir.
 - Yüklü parçacıkların ivmeli hareket yapması sonucu oluşur.
 - Doğrusal yolla yayılır.

- Elektrik ve manyetik alan bileşenleri eş zamanlı artar ve azalır. Aynı fazlıdır.
- Enine dalgadır.
- Elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu birbirine diktir.
- Elektrik alanın büyüklüğü, manyetik alanın büyüklüğüyle ışık hızının çarpımına eşittir.

$$E = B \cdot c$$

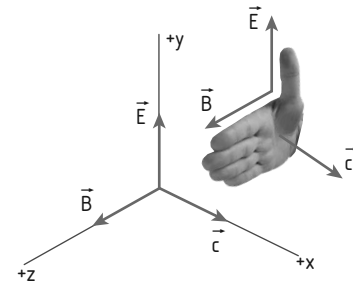
- Boşlukta ışık hızıyla yayılır.
- Enerji taşır. Bu enerjiyi soğuran yüzeylerde ısınmaya neden olur.
- Yansıma, kırılma ve girişim gibi dalga olaylarını gerçekleştirir.
- Yüksüzdür. Bu nedenle elektrik ve manyetik alanda sapmaz.
- Polarize edilebilir (kutuplanabilir).
- Enerjisi; frekansı ile doğru orantılı, dalga boyu ile ters orantılıdır. Enerji E , frekans f , dalga boyu λ ve ışık hızı c ise bir elektromanyetik dalganın enerjisi (h ; Planck sabiti);

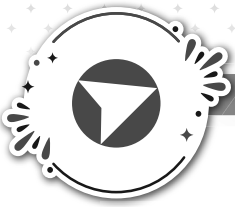
$$E = h \cdot f$$

ya da

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

- Elektromanyetik dalgaların ilerleme yönü sağ el kuralı ile bulunur.

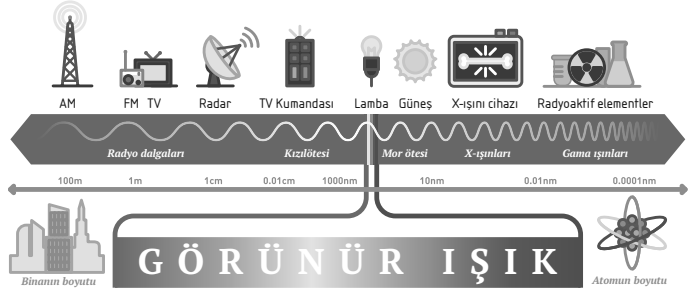




ELEKTROMANYETİK SPEKTRUM

Elektromanyetik dalgaların frekans ve dalga boylarına göre sıralandığı şekildeki çizelgeye elektromanyetik spektrum (tayf) denir.

- Spektrumda soldan sağa doğru gidildikçe elektromanyetik dalgaların frekansı ve enerjisi artar. Dalga boyu ise azalır.



- Spektrumda frekans ve dalga boylarına göre sıralanan elektromanyetik dalgalar; radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür ışık, morötesi ışınlar, X ışınları ve gama ışınlarıdır.

- Radyo dalgaları, tuğla ve betondan rahatlıkla geçebilir. Dalga boyu 0,3 m ile 1000 m arasındadır. Radyo ve TV yayın sistemlerinde kullanılırlar.
- Mikrodalgalar, atom ve moleküllerin incelenmesinde kullanılır. Dalga boyu 1 mm ile 0,3 m arasındadır. Uçakların iniş ve kalkışlarında kullanılan radar sisteminde mikrodalgalardan yararlanır.
- Kızılötesi (infrared) ışınlar, sıcak cisimler tarafından üretilir. Dalga boyu 10^{-3} m civarındadır. Tıpta hastalıklı uzuvların tespiti için kullanılırlar.
- Görünür ışık, elektromanyetik dalgaların gözle görülebilen bölümdür. Dalga boyu $4 \cdot 10^{-7}$ m ile $7 \cdot 10^{-7}$ m arasındadır.
- Morötesi (ultraviyole) ışınların kaynağı Güneş'tir. Dalga boyu $4 \cdot 10^{-7}$ m ile $6 \cdot 10^{-10}$ m arasındadır. Tıpta sterilizasyon işleminde kullanılır. Güneş yanıklarının sebebidir.
- X ışınları, röntgen ışınları olarak da bilinir. Dalga boyu 10^{-9} m ile 10^{-13} m arasındadır. Tıpta teşhis ve tedavi amaçlı kullanılır.
- Gama ışınları, doğal ve yapay radyoaktif maddelerin çekirdek reaksiyonları sonucu oluşur. Dalga boyu 10^{-10} m ile 10^{-14} m arasındadır. Yüksek enerjili ışınlar olduğu için canlılar üzerinde zararlı etkileri vardır.

ÖSYM Benzeri

Elektromanyetik spektrumda (tayfta) bulunan dalgaların özellikleriyle ilgili,

- Aynı ortamda X ışınları, görünür ışık dalgalarına göre daha hızlı yayılır.
- Gama ışınlarının frekansı radyo dalgalarına göre daha büyüktür.
- Kırmızı renkli ışığın dalga boyu mavi renkli ışığına göre daha küçüktür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

ÖSYM Benzeri

Canlılar bazı elektromanyetik dalga türlerine maruz kaldığında olumsuz etkilenebilirken görünür ışığa aynı süre maruz kaldıklarında olumsuz etkilenmez.

Bu tür elektromanyetik dalgaların canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olması;

- hız,
- dalga boyu,
- frekans

özelliklerinden hangilerinin görünür ışığa göre daha küçük olmasından kaynaklanır?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III



ÖSYM Benzeri

Bir TV istasyonundan yapılan bir yayın, vericiden dalgalar hâlinde yayılarak alıcı antene gelir.

TV vericisinden yayılan ve alıcı antene kadar gelen bu dalgalar ile ilgili,

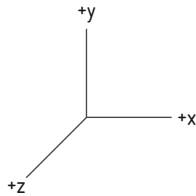
- I. Mekanik dalgadır.
- II. Enine dalgadır.
- III. Yayılması için maddesel ortam gerekmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

Örnek

Bir elektromanyetik dalga şekildeki xyz koordinat sisteminin +x yönünde yayılmaktadır.



Buna göre,

- I. Elektrik alan bileşeni +y yönündeyse manyetik alan bileşeni +z yönündedir.
- II. Manyetik alan bileşeni -z yönündeyse elektrik alan bileşeni -y yönündedir.
- III. Elektrik alan bileşeni -z yönündeyse manyetik alan bileşeni +y yönündedir.

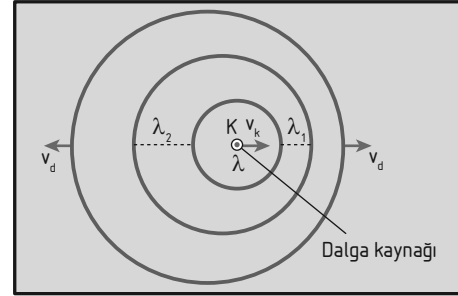
yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

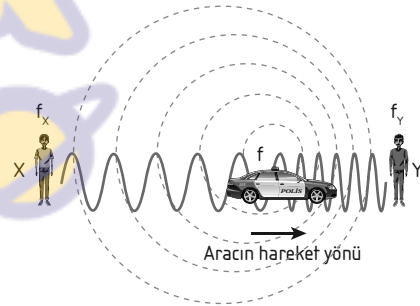
DOPPLER OLAYI

Frekansın, kaynak ve gözlemcinin hareketine bağlı olarak farklı algılanması olayına **Doppler olayı** denir.

- Bir dalga leğeninde dairesel su dalgaları üreten şekildeki K kaynağı hareket ederken, hareket yönündeki dalgaların dalga boyu azalır, diğer taraftaki dalgaların dalga boyu artar. ($\lambda_1 < \lambda < \lambda_2$)



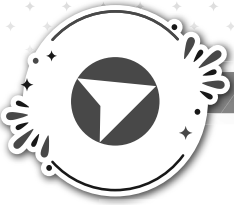
- Doppler olayını su dalgalarında olduğu gibi ses dalgalarında da gözlemlmek mümkündür. Bir polis otosu şekildeki gibi hareket ederken, hareket yönündeki ses dalgalarının dalga boyu küçük, diğer yönde ise büyük olur.



- Buna göre, X gözlemcisinin algıladığı sesin frekansı f'den daha düşük yani ses kalın iken, Y'nin algıladığı sesin frekansı ise f'den daha yüksek yani ses ince olur. ($f_x < f < f_y$)

- Tıpta görüntülemeye kullanılan ultrason cihazlarında ses dalgalarında meydana gelen Doppler olayından faydalanılır.
- Doppler olayı, ışıktaki yani elektromanyetik dalgalarda da gözlenir. Karayollarında arabaların hız sınırını aşıp aşmadıklarını kontrol eden trafik polislerinin kullandığı radarlarda elektromanyetik dalgaların Doppler olayından faydalanılır.





Elektromanyetik Dalgalar ve Dopler Olayı

- ❖ Dünya'dan uzaklaşan galaksi ve yıldızlardan gelen elektromanyetik dalgaların dalga boyunun büyümesi sonucunda algılanan ışığın renginin kırmızıya doğru yaklaşması Doppler olayının bir sonucudur. Bu sayede evrenin genişlediği keşfedilmiştir.



Örnek

Bir yol kenarında durmakta olan Ahmet, K ve L ambulanslarının seslerini işitmektedir. Ahmet K ambulansının sesini olduğundan daha tiz, L ambulansının sesini olduklarından daha pes algılamaktadır.

Buna göre; K ve L ambulanslarının Ahmet'e göre hareket durumları aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	K ambulansı	L ambulansı
A)	Uzaklaşıyor	Uzaklaşıyor
B)	Uzaklaşıyor	Duruyor
C)	Uzaklaşıyor	Yaklaşıyor
D)	Yaklaşıyor	Yaklaşıyor
E)	Yaklaşıyor	Uzaklaşıyor

ÖSYM Benzeri

Durgun bir itfaiye aracının sireni, frekansı 1800 Hz olan ses dalgaları yaymaktadır. Bu araç aynı frekansta ses dalgaları yayarken sabit hızla doğrusal bir yolda harekete başlıyor. Bu hareketi sırasında Kerem'e yaklaşırken Şirin'den uzaklaşmaktadır. Fırat ise aracı kullanmaktadır.

Buna göre itfaiye aracı hareket hâlindeyken Kerem, Şirin ve Fırat'ın algıladıkları ses dalgalarının frekansı ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğru olabilir?

- A) Fırat'ın algıladığı frekans 2100 Hz'dir.
B) Kerem'in algıladığı frekans 2000 Hz'dir.
C) Şirin'in algıladığı frekans 1900 Hz'dir.
D) Şirin'in algıladığı frekans 2200 Hz'dir.
E) Kerem'in algıladığı frekans 1800 Hz'dir.

Örnek

Bir astronom Dünya'daki bir gözlem evinden K ve L yıldızlarını gözlemlemektedir. Astronom bu yıldızlardan L'den gelen ışıktaki kırmızıya kayma, K yıldızında ise maviye kayma tespit etmiştir.

Buna göre; K ve L yıldızlarının Dünya'ya göre hareket durumları aşağıda bir arada verilenlerden hangisi olabilir?

	K yıldızı	L yıldızı
A)	Hareketsiz	Uzaklaşıyor
B)	Uzaklaşıyor	Uzaklaşıyor
C)	Uzaklaşıyor	Yaklaşıyor
D)	Yaklaşıyor	Yaklaşıyor
E)	Yaklaşıyor	Uzaklaşıyor

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

Wi fi ve bluetooth sinyalleri, güneş ışığı, mikrodalga fırınlar, radyo ve televizyon yayıncılığı, röntgen çekimi, televizyon kumandası, gps navigasyonu, holografi, gürültü engelleyici kulaklıklar, radarlar, fırtınaları takip etmek için doppler hava radarı, ambulans sireni ve ışığı, tıbbi görüntülemede doppler ultrason, astronomide yıldızların galaksilerin hareketini tespit etme ve uydu iletişimi; dalga mekaniğini anlamış olmamızın sonucunda teknolojinin geliştirmiş olduğu ve çoğu günlük hayatımızın bir parçası haline gelen örneklerdir.

ÖSYM	ÖSYM'nin 2018 yılı ve sonrası AYT'de Dalga Mekaniği ünitesinden sorduğu soruların yıllara ve konulara göre dağılımı						
	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Su Dalgalarında Girişim ve Kırınım	-	1	-	-	1	-	-
Işıktaki Girişim ve Kırınım	-	-	-	1	-	-	-
Elektromanyetik Dalgalar ve Doppler Olayı	1	-	1	-	-	1	2