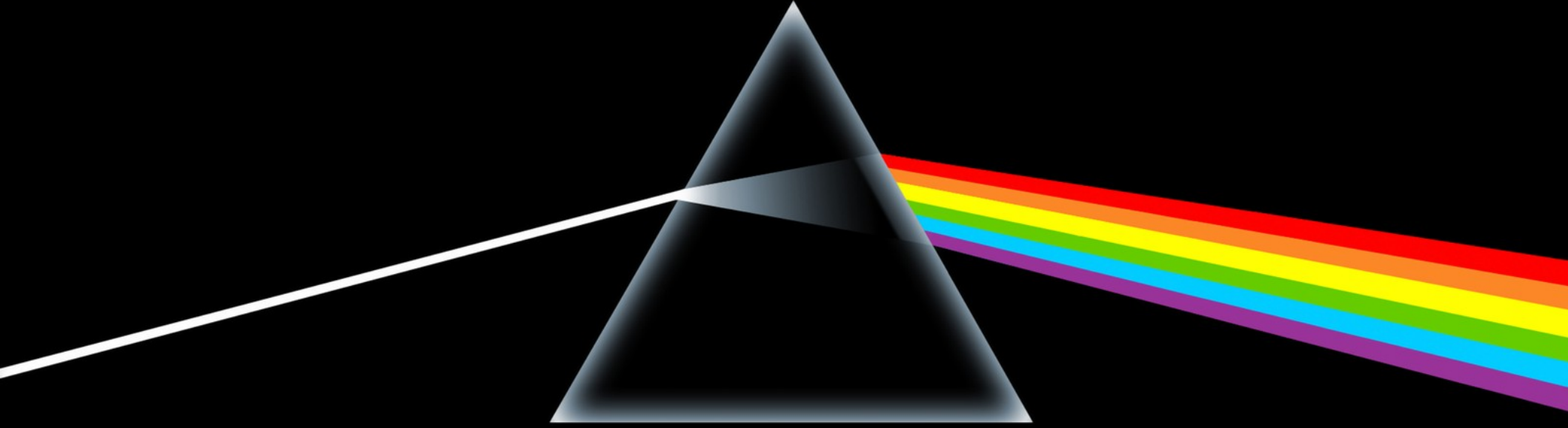
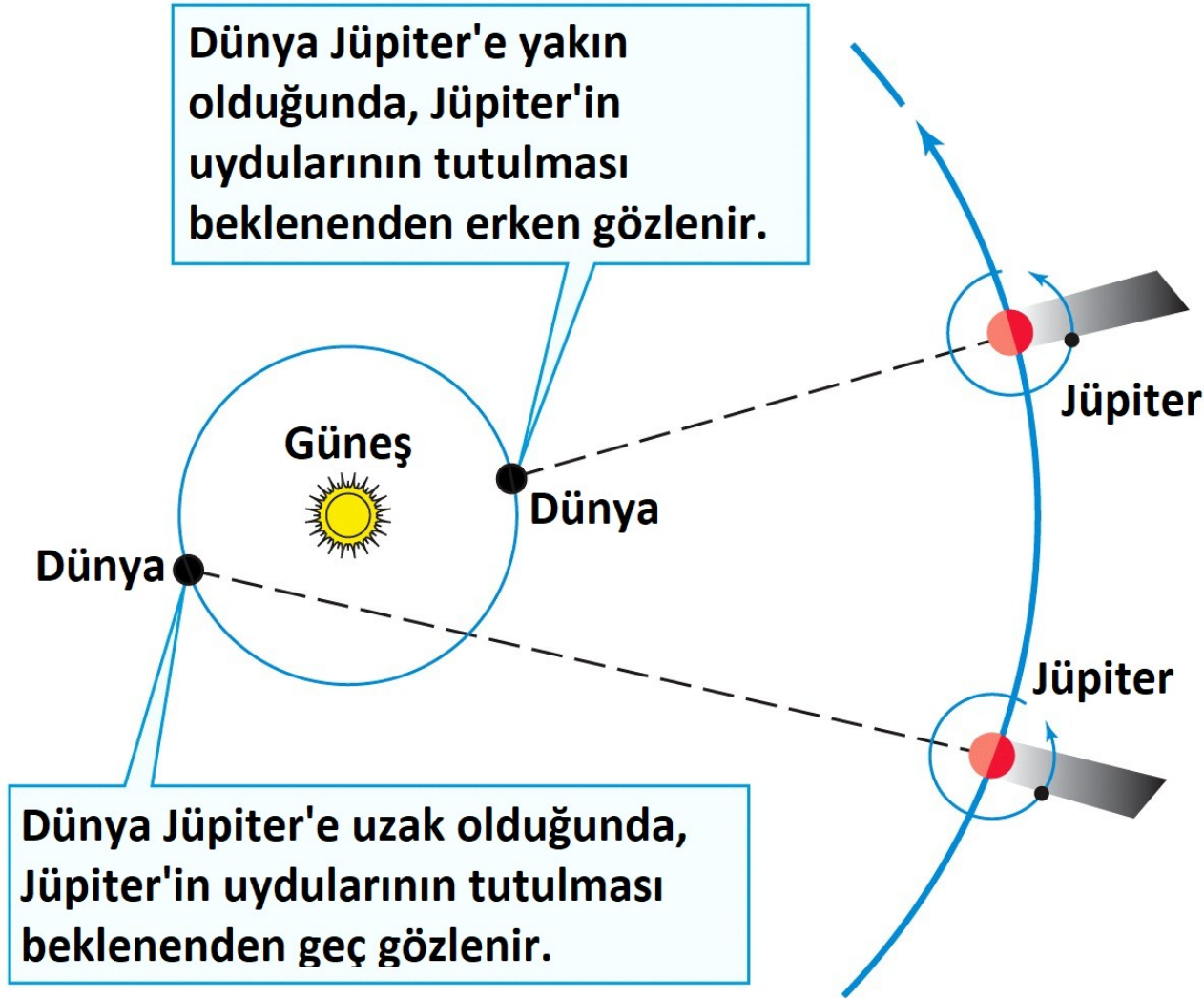


AST121
Astronomiye Giriş



Ders 5: Işığın Doğası

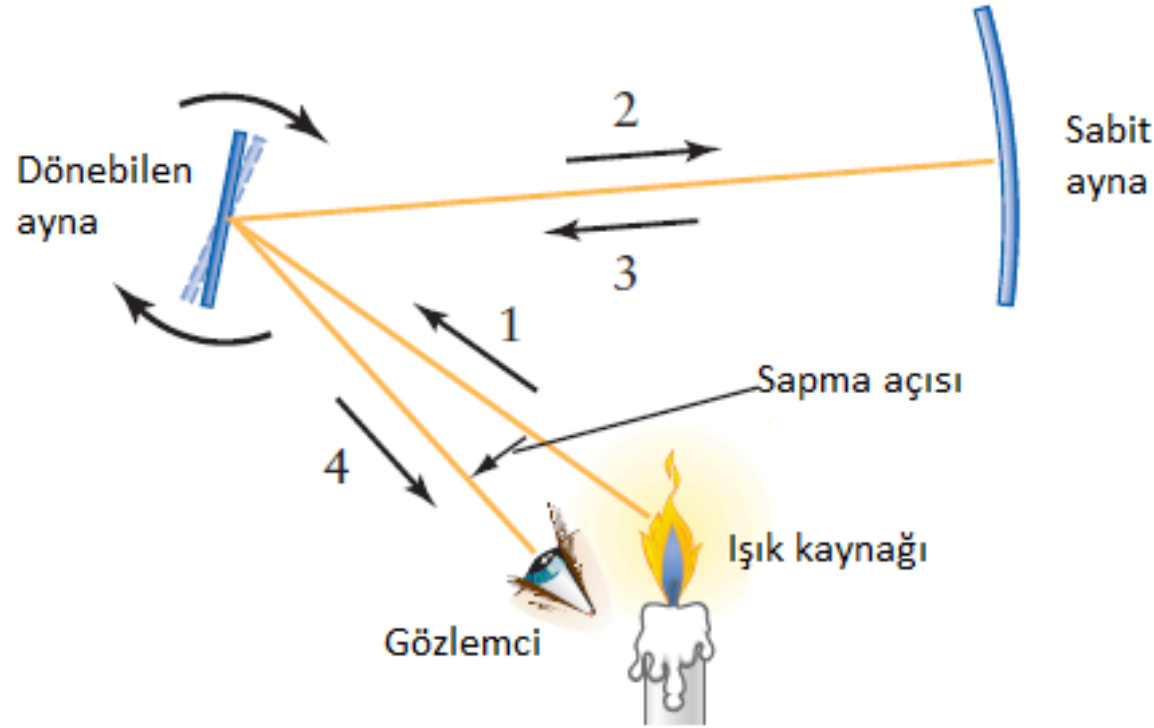
Işığın Hızı



Şekil 5-1
Universe, 10. baskı
© 2014 W. H. Freeman and Company

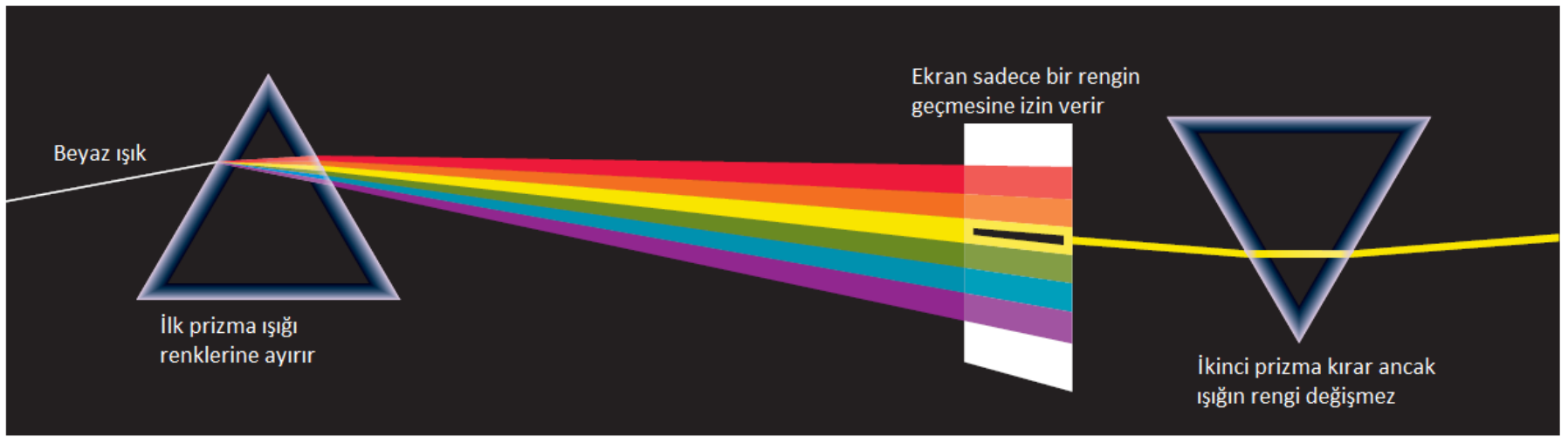
Romer Gecikmesi (1676) Jüpiter'in uydularının Dünya'dan gözlenen örtülme zamanları, Dünya-Jüpiter mesafesine bağlıdır. Ole Romer, uyduların örtülme zamanlarının zamanla değişimini doğru bir şekilde ışığın Jüpiter'den Dünya'ya ulaşması için gereken süredeki değişikliklere bağlayarak ışık hızının sonlu olduğunu gösterdiği gibi yaklaşık 225000 km/s'ye karşılık gelen bir ölçüm de yapmıştır.

Işık Hızının Ölçümü



Şekil 5-2

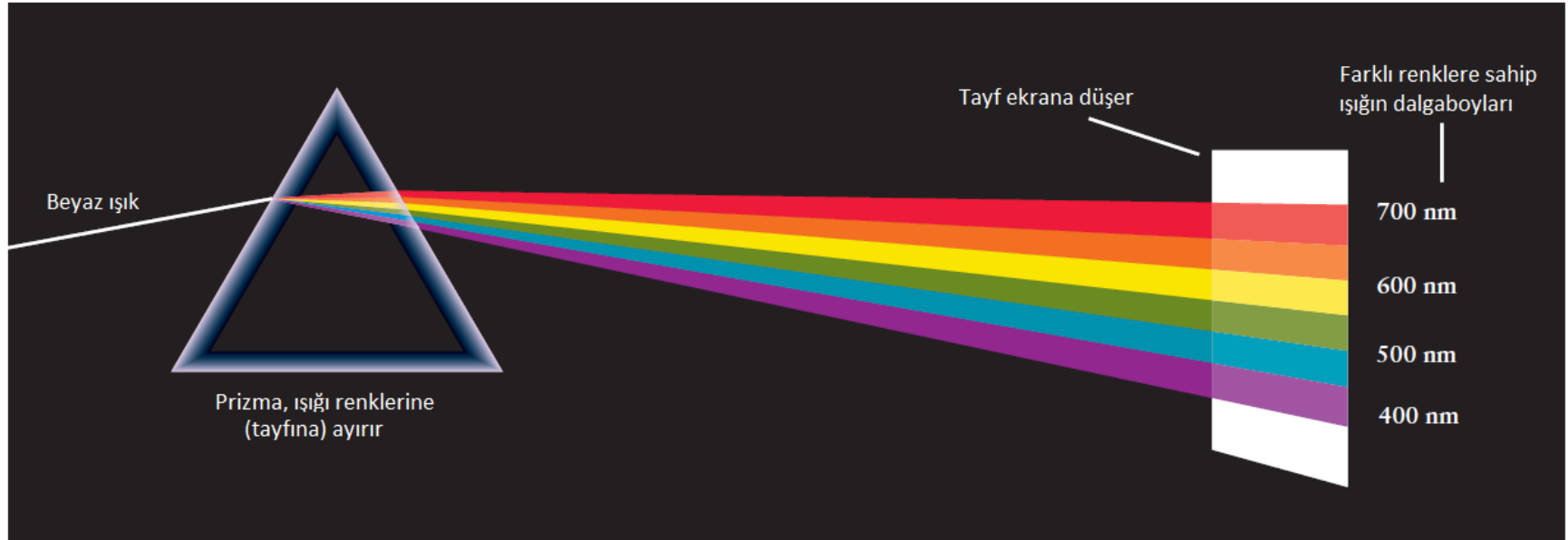
Fizeau-Foucault Yöntemiyle Işık Hızını Ölçmek Bir ışık kaynağından gelen ışık (1), dönen bir aynadan sabit bir aynaya (2) yansır ve oradan tekrar dönen aynaya (3) geri döner. Gözlemciye ulaşan ışın (4), dönen ayna hafifçe hareket ettiği için başlangıç yolundan sapar. Işığın hızı, sapma açısı ve sistemin boyutlarından hesaplanır.



Şekil 5-4

Newton'un Işığın Doğası Üzerine Yaptığı Dene Newton'un yaptığı önemli deneylerden birinde, Güneş ışığını bir prizmadan geçirdi ve geçen ışığı ikinci prizmadan daha geçirdi. İki prizma arasında, sadece spektrumun bir renginin geçmesine izin veren bir delik bulunan bir ekran vardı. Ekrandan geçen ışık, renk

değiştirilmeden ikinci prizmadan çıktı. Newton'un deneyi, prizmaların ışığa renk ekmediğini, ancak farklı renkleri farklı açılarda kırarak geçirdiğini kanıtladı. Ayrıca Güneş ışığı gibi beyaz ışığın aslında tayfında (spektrumunda) görünen tüm renklerin bir kombinasyonu olduğunu da kanıtladı.

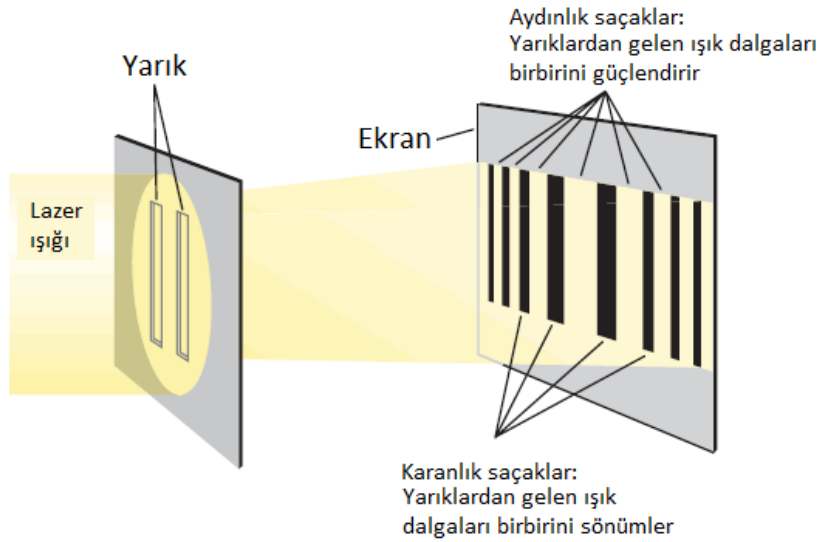


Şekil 5-3

Prizma ve Tayf Bir ışık demeti cam bir prizmadan geçerken, ışık gökkuşağındaki tüm renkleri içeren bir bant şeklinde ayrılır ve bu bantta tayf (spektrum) denir.

Farklı renklere sahip ışığın dalgaboyları sağda gösterilmektedir. (1 nm = 1 nanometre = 10^{-9} m)

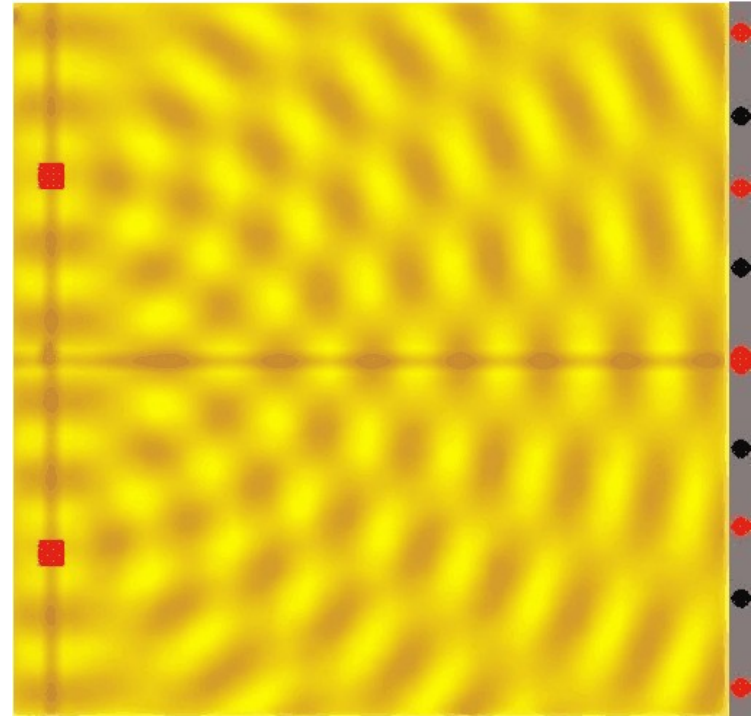
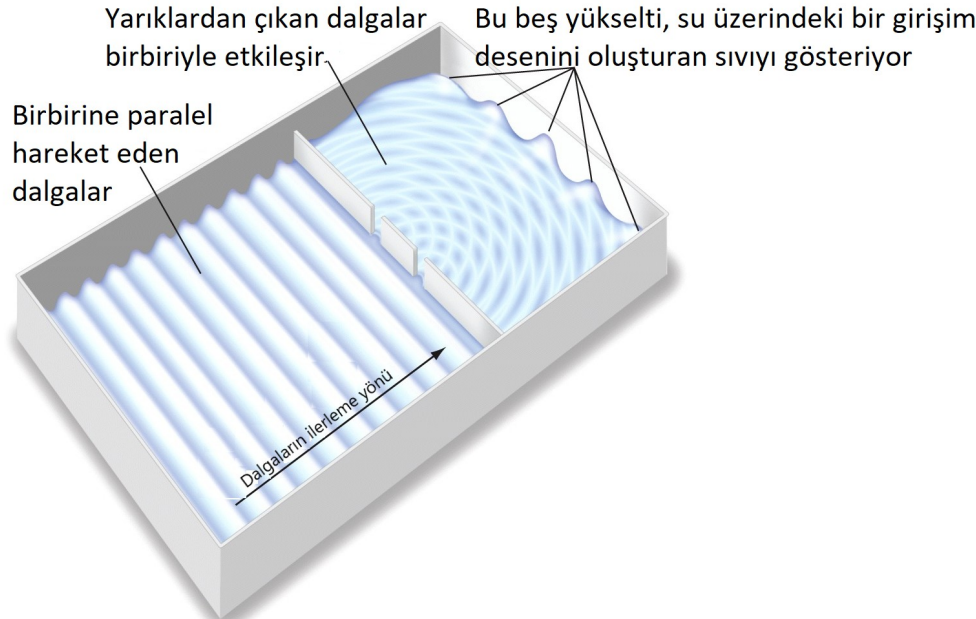
Işık Bir Parçacık mıdır Yoksa Dalga mı?



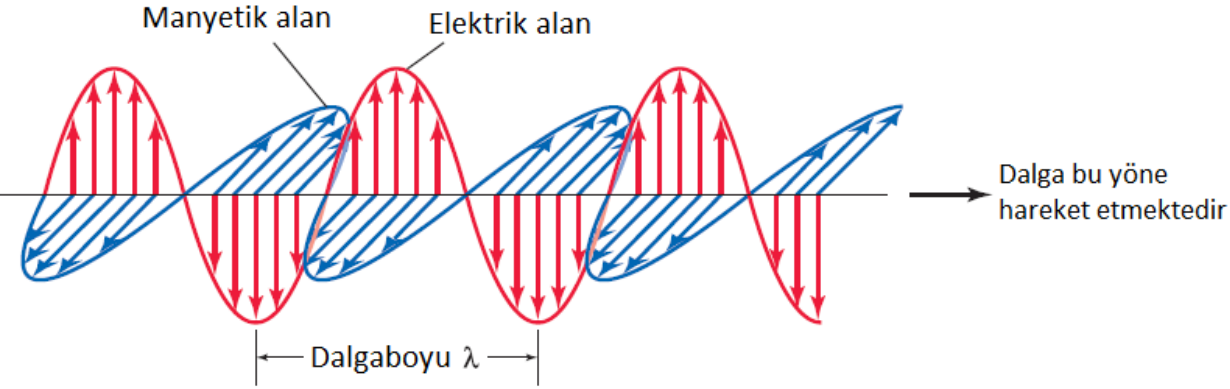
(a) Işık ile yapılan bir deney

Şekil 5-5

Young'un çift yarıklar deneyi (a) Thomas Young'un klasik çift yarıklar deneyi, modern laboratuvarlarda birbirine yakın iki yarığa gönderilen lazer ışığı ile kolaylıkla tekrar edilebilir. Yarıkların ötesinde bir ekran üzerinde aydınlık ve karanlık saçaklar belirir. **(b)** Ekrandaki ışık yoğunluğu (a) iki açıklıktan geçirilen su dalgalarının oluşturduğu görüntüye benzerdir. (Fotograf, bu deneyi küçük bir tanktaki su dalgalarıyla gösteriyor.) Belirli yerlerde, her iki açıklıktan gelen dalga tepe noktaları birbirini güçlendirir ve ekstra yüksek dalgaları oluşturur. Diğer yerlerde bir açıklıktan gelen bir tepe, diğerinden gelen bir çukurla karşılaşır. Tepe ve çukur birbirini sönümler, dalga kaybolur.

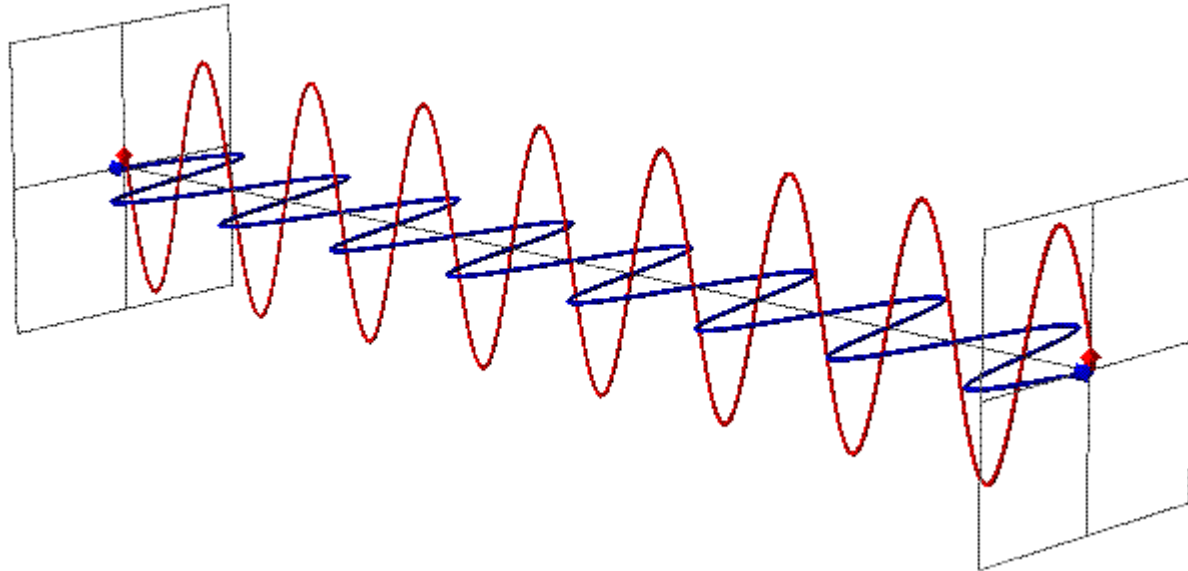


Elektromanyetizma

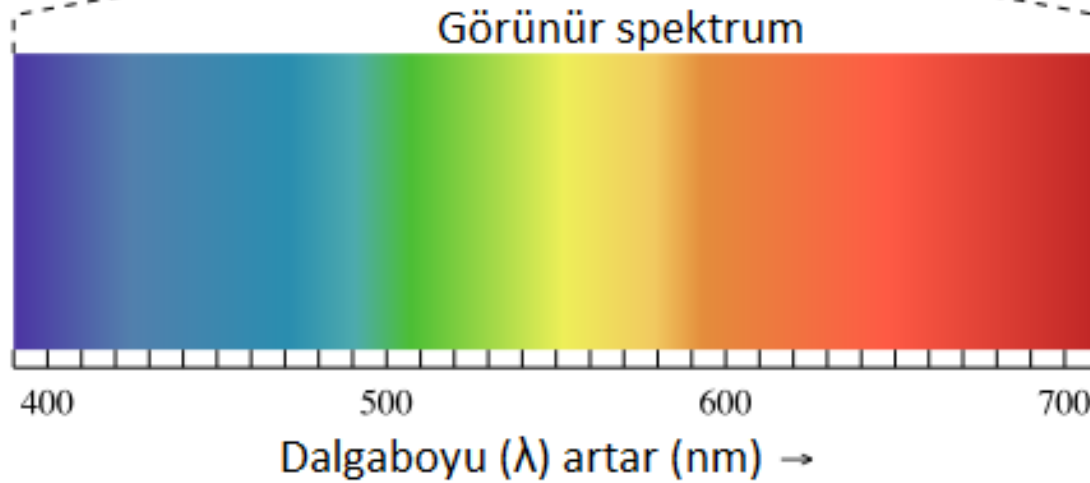
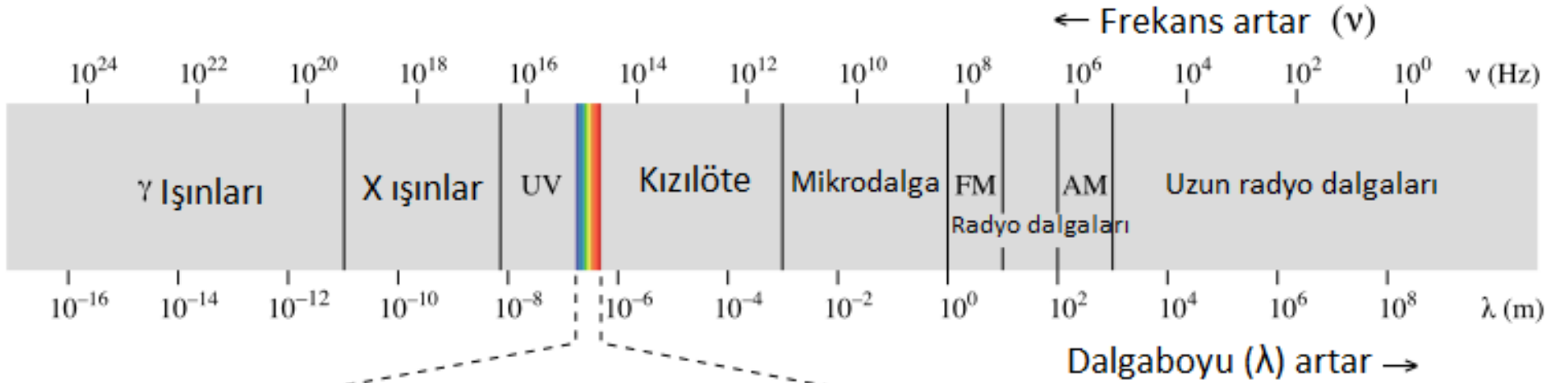


Şekil 5-6

Elektromanyetik Radyasyon Işığın tüm formları, salınımlı elektrik ve manyetik alanlardan oluşur ve uzayda 3.00×10^8 km/s = 3.00×10^8 m/s hızla hareket eder. Yandaki şekilde bu alanların anlık bir görüntüsü bulunmaktadır. İki tepe arasındaki mesafeye ışığın dalgaboyu denilir ve genellikle Yunan harfi λ (lambda) ile gösterilir.



DALGABOYU -- FREKANS



$$\text{Dalgaboyu } (\lambda) \times \text{Frekans } (\nu) = \text{Işık hızı } (c)$$

“Görünmeyen” Electromanyetik Işınım



(a) Cep telefonu: radyo dalgaları



(b) Mikrodalga fırın: mikrodalgalar



(c) Uzaktan kumanda: kızılöte ışık



(d) Bronzlaşma kabini: moröte ışık



(e) Röntgen görüntüsü: X ışınlar



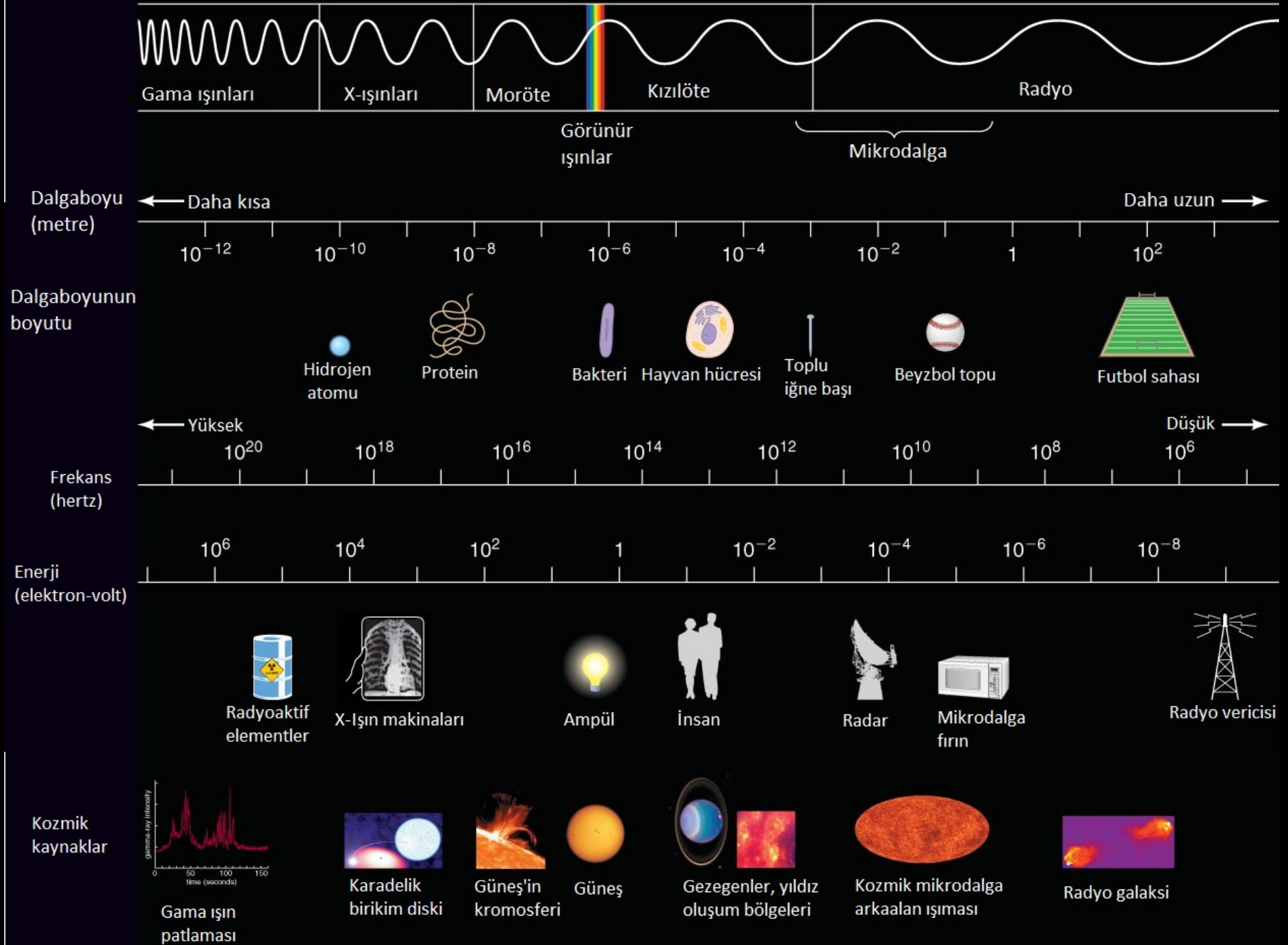
(f) Kanser radyoterapisi: gama ışınları

Şekil 5-8

Görünmeyen Elektromanyetik Radyasyonun Kullanımı (a) Cep telefonu aslında bir radyo alıcısı ve vericisidir. 16 - 36 cm arasındaki dalgalı boyları kullanılır. (b) Mikrodalga fırınlar dalgalı boyu 10 cm civarında ışık üretir. Yiyeceklerdeki su bu ışığı emer ve suyu ısıtır. (c) Uzaktan kumandalar televizyona kızılöte ışık gönderir. (d) Moröte ışık bronzlaşmanıza neden olur ancak çok fazla maruz kalındığında Güneş yanığı veya cilt kanserine sebep

(e) X ışınlar yumuşak dokunun içerisinde geçebilir ancak kemiğin içerisinde geçemez. Bu nedenle tıbbi görüntüleme amaçlı kullanılabilir. (f) Gama ışınları kanser hücrelerindeki DNA yapılarını bozarak hücreleri yok eder ve çoğalmasını durdurur.

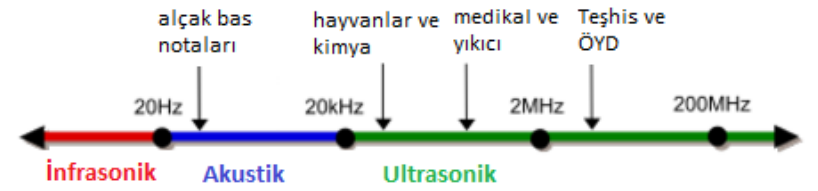
Elektromanyetik Spektrum





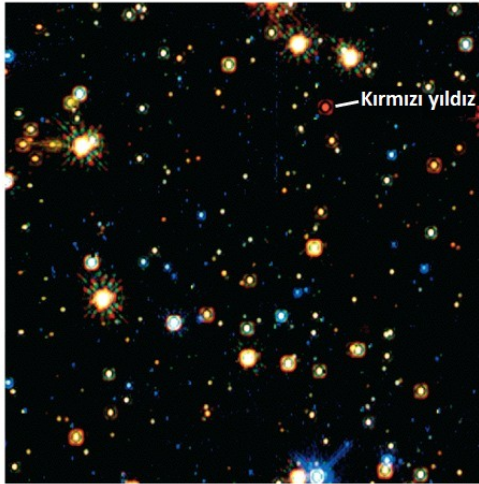
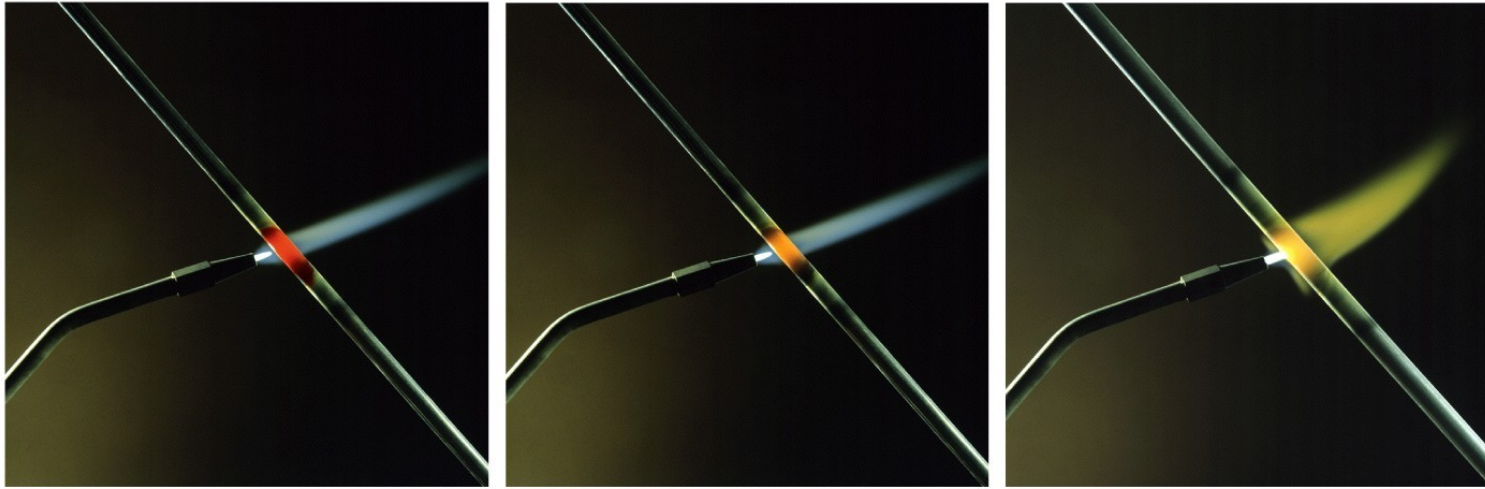
Şekil 5-10
Universe, Onuncu Baskı
Dr. Arthur Tucker/Photo Researchers

Kızılöte “Görüntü”

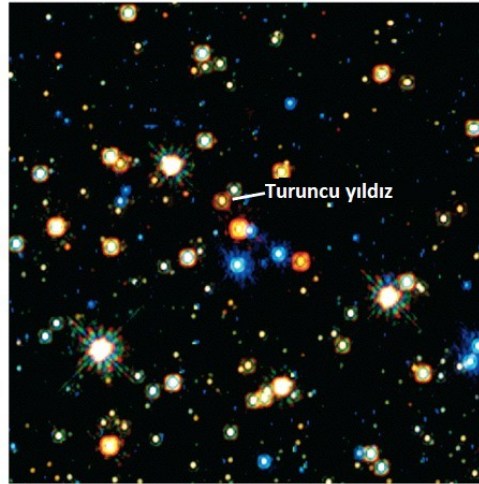


Ultrason “Görüntü”

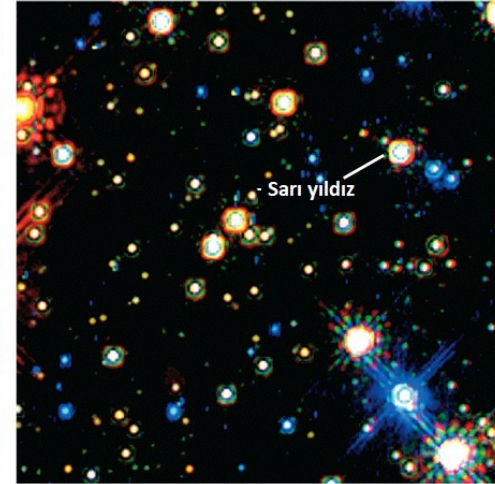
Yoğun bir cisim sıcaklığına göre değişen renkte elektromanyetik radyasyon yayar.



(a) Sıcak: Koyu kırmızı



(b) Daha sıcak: Turuncu



(c) Daha da sıcak: Sarı

Şekil 5-9

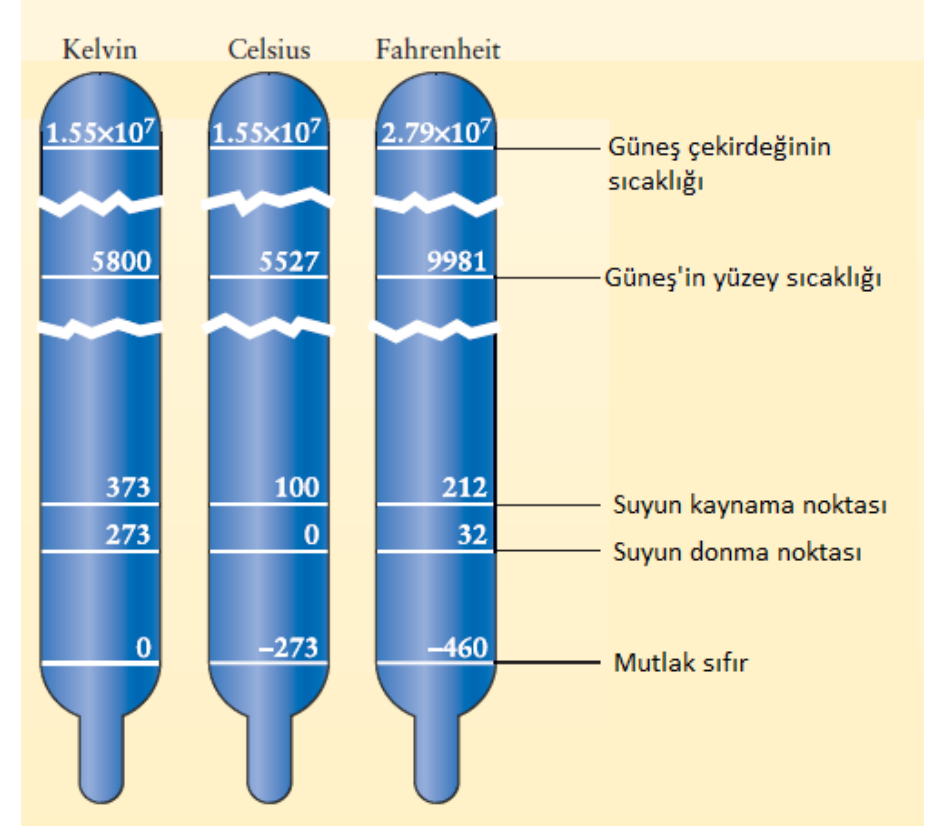
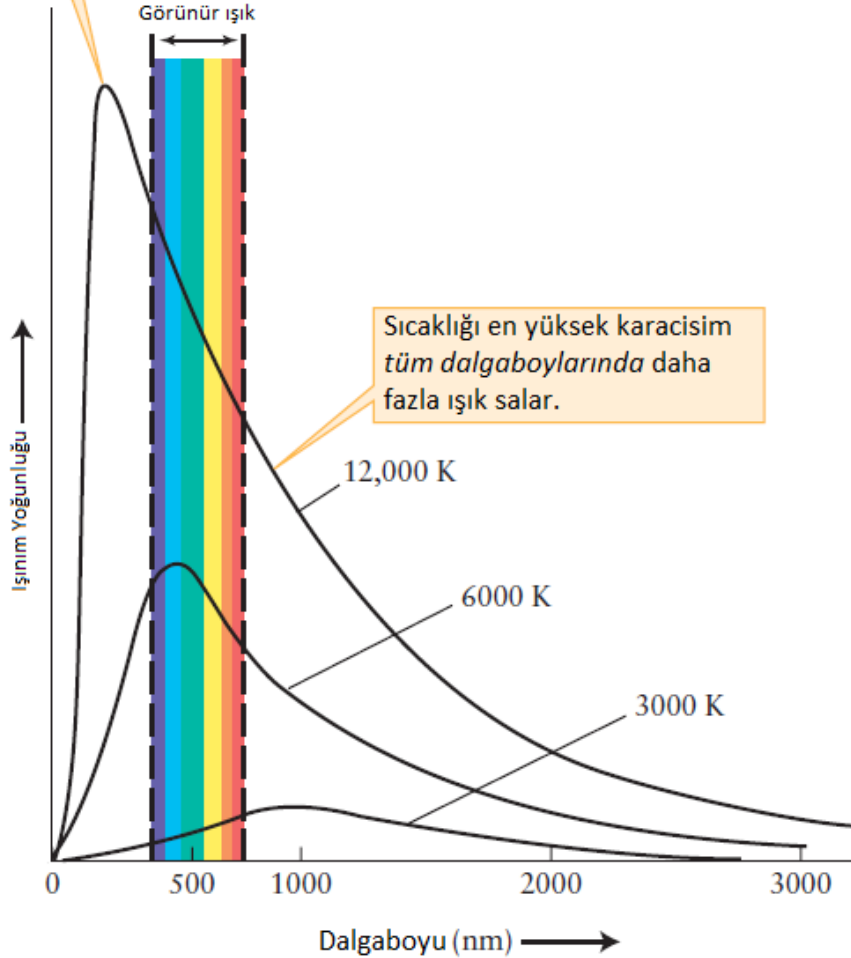
Universe, Onuncu Baskı

top row: © 1984 Richard Megna Fundamental Photographs; bottom row: NASA

Farklı Sıcaklıktaki Nesnelerin Farklı Renkleri ve Parlaklıkları Vardır!

Karacisim Işınımı

Karacisim sıcaklığı ne kadar yüksek olursa maksimum enerjinin (eğrinin tepe noktası) karşılık geldiği dalgaboyu o kadar kısa olur.



Sıcaklık Ölçekleri ve Birimleri

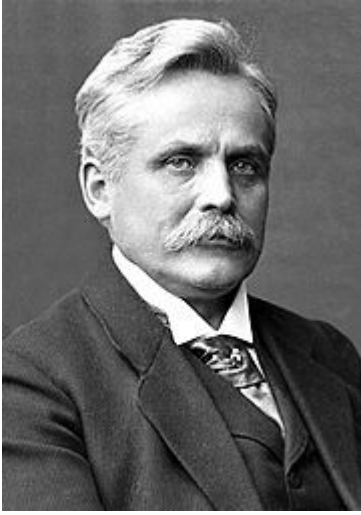
Karacisim: Üzerine düşen tüm ışınım enerjisini hiçbir yansıma olmaksızın tamamen soğuran ve bu şekilde sahip olduğu enerjiyle sahip olduğu sıcaklığına bağlı olarak tüm frekanslarda ışınım yapan ideal bir cisim veya yüzeydir.



Şekil 5-11

Karacisim Eğrisi Şekildeki eğriler belli bir sıcaklıktaki karacisimlerin tüm dalgaboylarında yaydığı ışınımı göstermektedir. Gökkuşağı ile verilen bant görünür bölgeyi göstermektedir. Dikey yöndeki ölçek küçültülmüştür çünkü 12000 K sıcaklığa sahip karacisimin tepe noktası 3000 K sıcaklığa sahip karacisimden 1000 kat daha yukarıdadır.

Karacisim Işınım Yasaları



Wilhelm Wien
1864-1928

Wien Kayma Yasası: “Bir kara cismin sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, maksimum ışınımının dalgaboyu da o kadar kısa olur.”

$$\lambda_{maks} = \frac{0.2898 (cm K)}{T (K)}$$

λ_{maks} : Cismin emisyonunun maksimum olduğu dalgaboyu (cm)

T: Cismin sıcaklığı (Kelvin)

Stefan-Boltzmann Yasası: “Bir karacismin sıcaklığı ne kadar yüksekse, tüm dalgaboylarında o kadar fazla ışık yayar.”



Josef Stefan
1835-1893



Ludwig Boltzmann
1844-1906

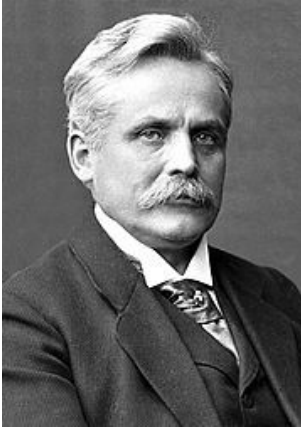
$$F = \sigma T^4$$

F : Akı (birim yüzeyden birim zamanda geçen enerji (W / m²))

T: Cismin sıcaklığı (Kelvin)

σ : Stefan-Boltzmann sabiti (5.67 x 10⁻⁸ W m⁻² K⁻⁴)

Karacisim Işınım Yasaları



Wilhelm Wien
1864-1928

$$I_\nu = \frac{2\pi h \nu^3}{c^2} e^{-h\nu/kT}$$

Wien yaklaşımı ($\nu \rightarrow \infty$)

$$I_\lambda = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} e^{-hc/\lambda kT}$$

Wien yaklaşımı: Herhangi bir dalgaboyunda (λ) veya frekansta (ν) bir karacisim tarafından yayılan ışınım şiddetini veren fonksiyonel bir ifadedir.



John William Strutt
3rd Baron of Rayleigh
1835-1919

Sir James
Hopwood Jeans
1877-1946

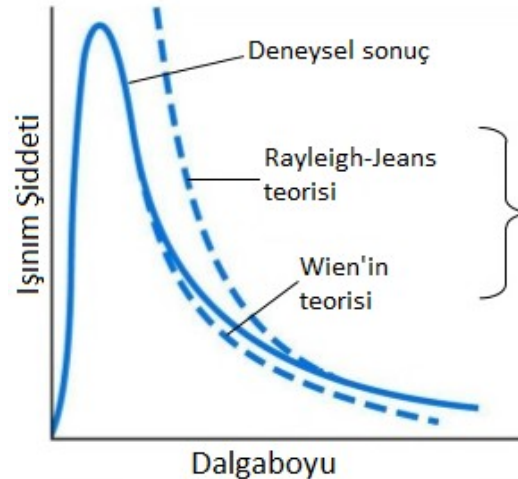
$$I_\nu = \frac{2kT}{c^2} \nu^2$$

$$I_\lambda = \frac{2\pi kT}{\lambda^4}$$

Rayleigh-Jeans yaklaşımı
($\nu \rightarrow 0$)

Rayleigh-Jeans yaklaşımı, ultraviyole (morötesi) "felaketi" olarak adlandırılan kısa dalgaboyunda ışınım şiddetinin sonsuza yakınsamasıyla sonuçlanır.

Karacisim ışınımını temsil edecek bir fonksiyon yapısına ilişkin ilk iki yaklaşım bunlardır ve hem frekans, hem de dalgaboyu cinsinden ifade edilirler.



Ancak gözlemler bu yaklaşımlarla çelişmektedir. Wien'in yaklaşımı daha kısa dalgaboyları için geçerliyken Rayleigh-Jeans'ın yaklaşımı daha uzun dalgaboyları için geçerlidir.

Düalite (İkilik) İlkesi



Max Planck
1858-1947

Plank Yasası: “Karacisme ilişkin eğrileri doğru şekilde tanımlayan bir fonksiyonun türetilmesi ancak elektromanyetik enerjinin ayrık, parçacık benzeri paketler halinde yayıldığı varsayılırsa mümkündür.”

$$B_{\nu}(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{-h\nu/kT} - 1} \quad B_{\lambda}(\nu, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{-hc/\lambda kT} - 1}$$

Yukarıdaki her iki ifade de karacisim ışınımını elektromanyetik spektrumun tümünde çok iyi açıklar.

“Foton” un Enerjisi: “Bugün "foton" olarak adlandırılan bu tür paketlerin her birinin enerjisi (E), ışığın dalgaboyuyla (λ) ilişkilidir. Dalgaboyu ne kadar uzun olursa, bir fotonun sahip olduğu enerji o kadar az olur.

h: Planck's sabiti (6.625×10^{-34} Js)

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

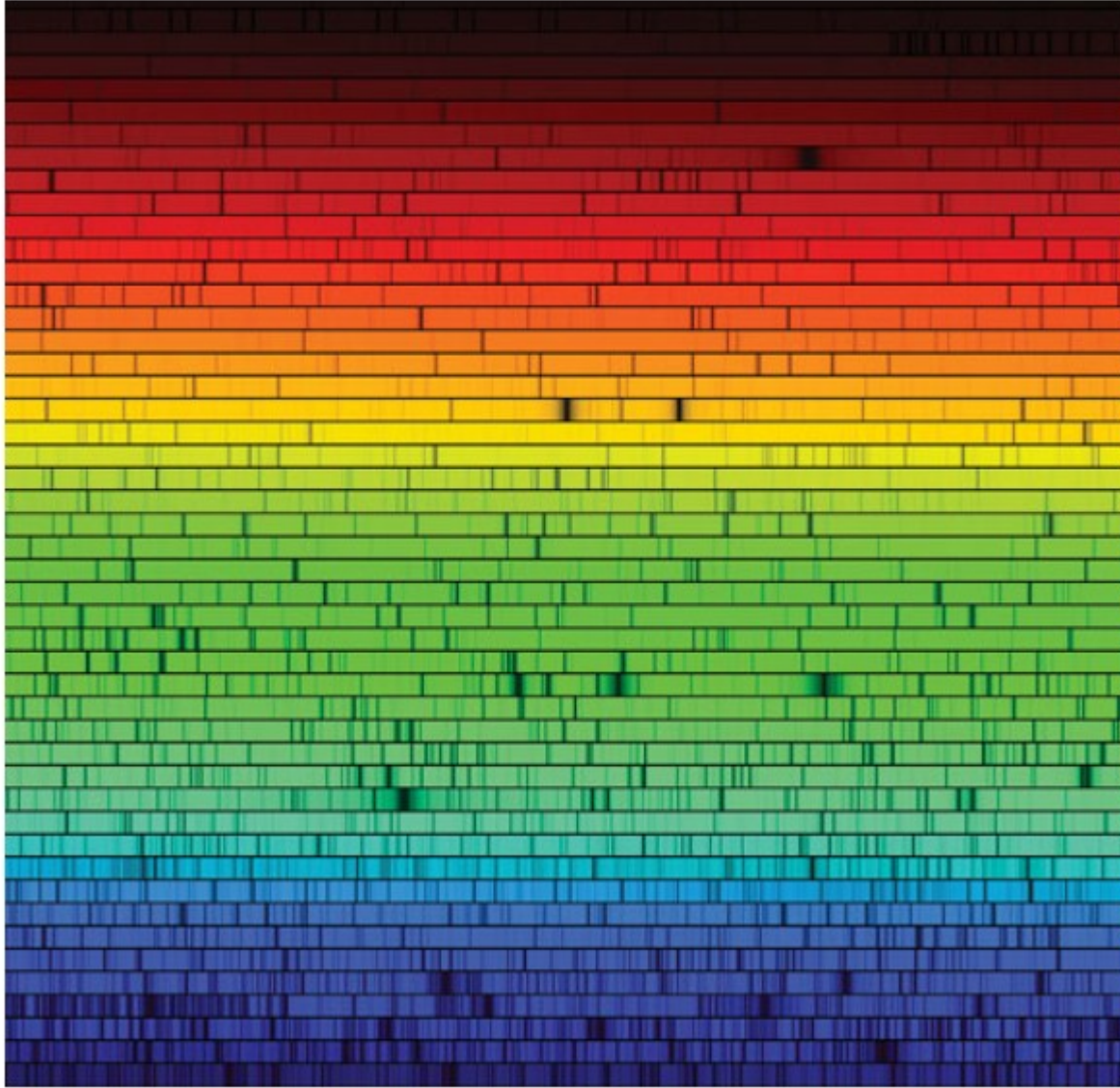
Bu ifade dalgaboyu ile frekans arasındaki ilişkiyi hareketle ($\lambda\nu = c$) frekans cinsinden de yazılabilir:

$$E = h\nu$$

Işığın bir yüzeye çarptığında geri yansıtması, metal bir yüzeydeki yüklü parçacıkları (elektron) hareket ettirmesi gibi olgular ışığın parçacık özelliğiyle açıklanabilirken, kırınım, karacisim ışınımı gibi olgular ise dalga özelliğiyle açıklanabilmektedir. Bu durumda soru tekrar “ışık bir dalga mı parçacık mı?”

Einstein: “Bir elektronu metal bir yüzeyden sekmek için ışığın belirli bir minimum frekansın üzerinde olması gerekir!” → **Fotoelektrik olay! (1915 Nobel Ödülü!)**

Yıldızların Tayfı



Joseph Ritter von Fraunhofer
(1787-1826)

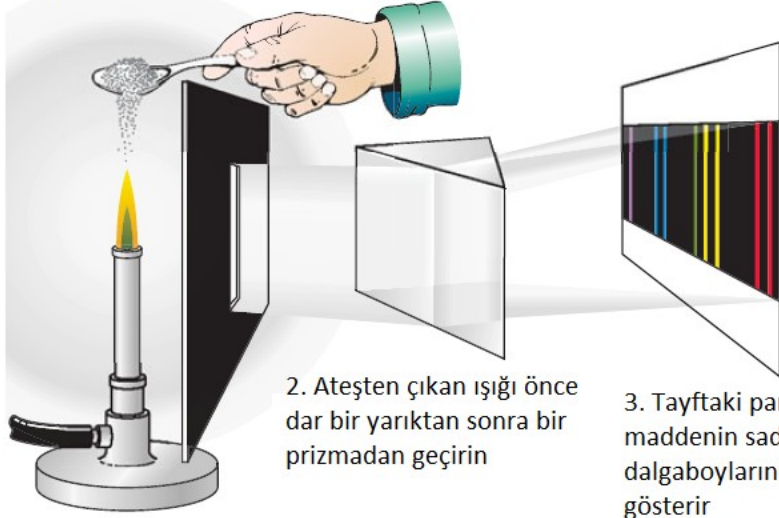


Güneş'in Tayfı Güneş'e ait bu tayf görüntüsünde birçok tayfsal karanlık çizgi bulunmaktadır. Tayf çok fazla alana yayıldığı için segmentlere bölünüp üst üste konulmuştur. (N.A. Sharp, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF)

Joseph Fraunhofer Güneş tayfında karanlık bantların olduğunu farkederek, bu olguyu anlamaya çalışan ilk kişilerdendir. Bugün yıldız tayflarındaki bu yapıları “Fraunhofer çizgileri” olarak da adlandırırız.

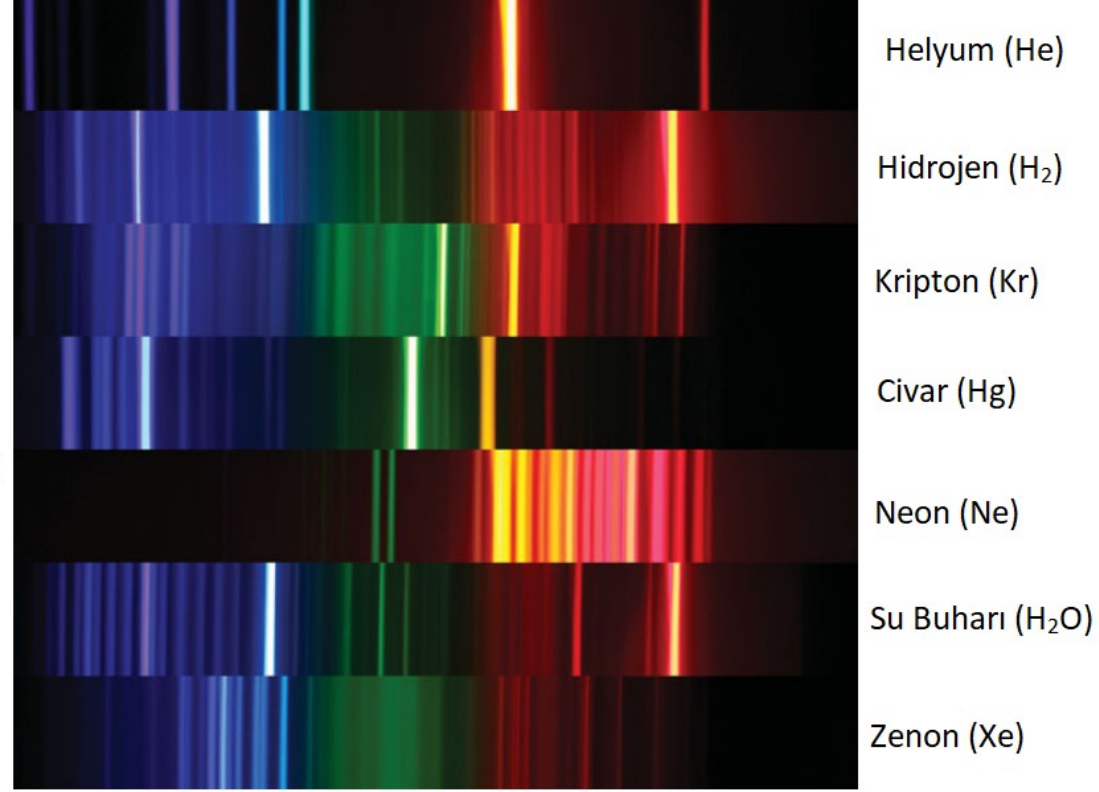
Tayfsal Analiz

1. Kimyasal bir maddeyi ateşe dökün



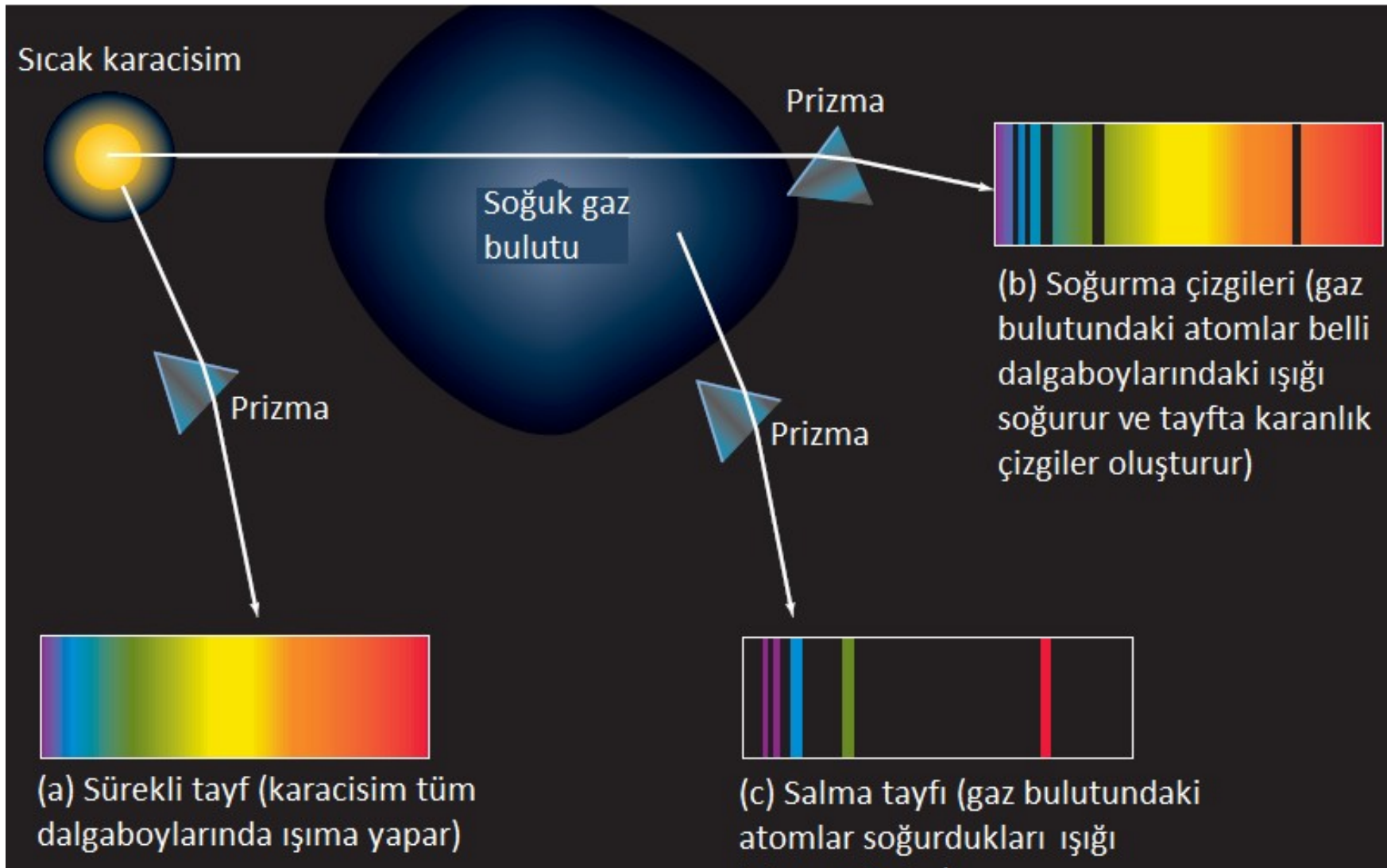
Şekil 5-14

Kirchoff-Bunsen Deneyi 1850 yıllarının ortalarında, Gustav Kirchoff ve Robert Bunsen, bir kimyasal madde ısıtılıp buharlaştığında, çıkan ışığın bir dizi parlak tayfsal çizgi oluşturduğunu keşfetti. Böylece her bir kimyasal maddenin kendine özgü tayfsal çizgileri olduğu bulundu. (Gerçek bir deneyde, yarığın ekrandaki görüntüsünü netleştirmek için mercek kullanmak gereklidir.)



Şekil 5-15

Çeşitli Tayflar Bu fotoğraflar, farklı gaz türlerinin tayflarını Dünya'daki bir laboratuvarında ölçüldüğü şekliyle göstermektedir. Her gaz türünün, evrende bulunduğu her yerde aynı olan benzersiz bir spektrumu vardır. Su buharı (H₂O), moleküllerinin hidrojen ve oksijen atomlarından oluştuğu bir bileşiktir; hidrojen molekülü (H₂), iki hidrojen atomundan oluşur.



Şekil 5-16

Süreklilik, Soğurma Çizgisi ve Salma Çizgi Tayfı Sıcak, opak bir cisim (örneğin bir karacisim) bir sürekli tayf yayar (tayf a). Eğer bu ışık, daha soğuk bir gaz bulutundan geçirilirse, bulut belirli dalgaboylarındaki ışığı soğurur ve bulutun doğrudan içinden geçen ışığın tayfı karanlık soğurma çizgileri içerir (spektrum b). Bulut, soğurduğu ışığı tutamaz ve dışarı doğru tüm yönlere tekrar salar. Yeniden yayılan bu ışığın tayfı, tayf b'deki karanlık soğurma çizgileriyle tam olarak aynı dalga boylarında parlak salma çizgileri içerir (spektrum c). Belirli dalgaboylarında gözlemlenen çizgiler, bulutun kimyasal bileşimine bağlıdır.

Kirchhoff (Işınım) Yasaları

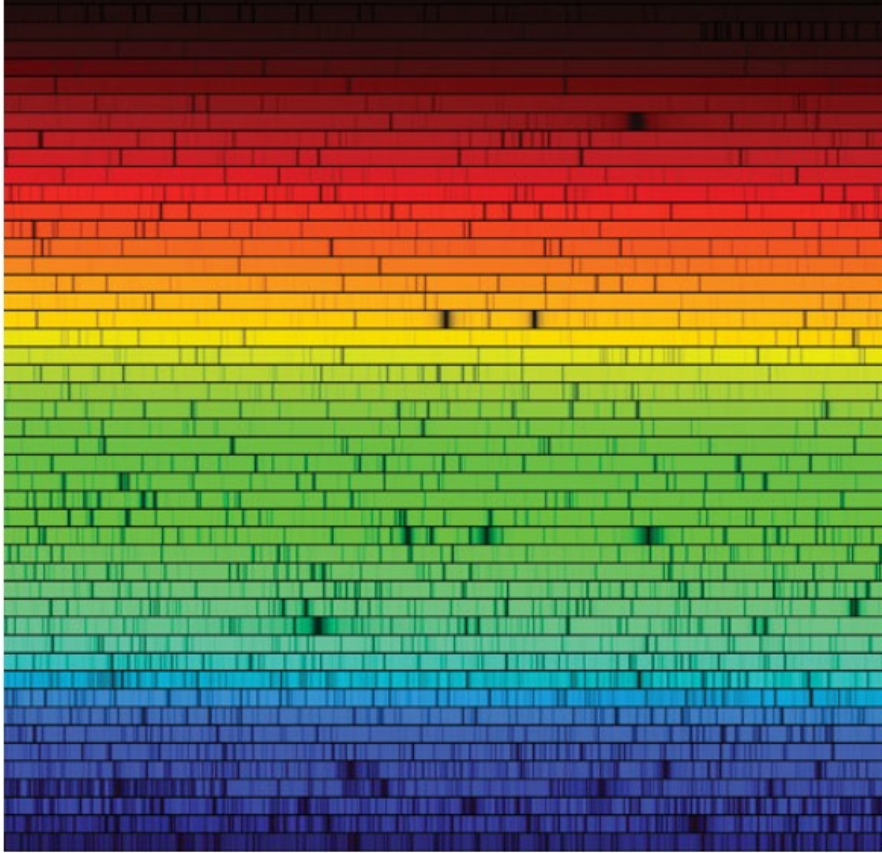


Gustav Kirchhoff
(1824-1887)

- ✓ **1. Yasa:** Mükemmel bir karacisim gibi sıcak ve donuk (opak) bir cisim veya sıcak, yoğun bir gaz, herhangi bir tayfsal çizgi içermeyen sürekli bir tayf üretir.
- ✓ **2. Yasa:** Sıcak, düşük yoğunluklu bir gaz, karanlık bir arka plana üzerine binmiş bir dizi parlak tayfsal çizgiden oluşan bir salma (emisyon) tayfı üretir.
- ✓ **3. Yasa:** Sürekli bir tayf kaynağının önündeki soğuk, düşük yoğunluklu bir gaz, sürekli tayfın üzerine binmiş bir dizi karanlık tayfsal çizgi üretir. Belirli bir gazın soğurma tayfındaki bu karanlık çizgiler, aynı gazın salma tayfındaki parlak çizgilerle aynı dalgaboylarındadır.

Sonuç: Bir gaz bulutunun içinden bir karacisme doğru doğrudan bakmayan bir gözlemci (onunla açı yapan bir doğrultuda gözlem yapan bir gözlemci) yalnızca gaz bulutu tarafından yayılan salma tayfını gözler. Karacismi bir gaz bulutunun arkasında gözleyen gözlemci ise gaz bulutu tarafından oluşturulan soğurma çizgilerini karacisim tarafından oluşturulan sürekli tayfın üzerinde gözler!

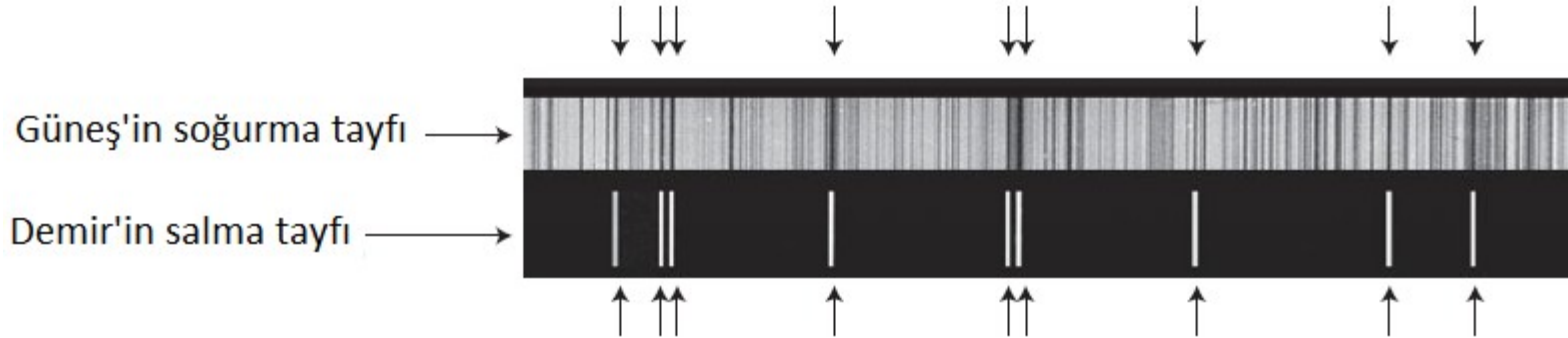
Yıldızların Tayfı ve Atmosferleri



(Solda) Güneş ışığının sürekli tayfı Güneş'in sıcak ve yoğun iç katmanlarından, karanlık çizgiler ise bu ışığın "Güneş atmosferi" olarak adlandırılan ince gaz tabakasından geçmesinden kaynaklanmaktadır.

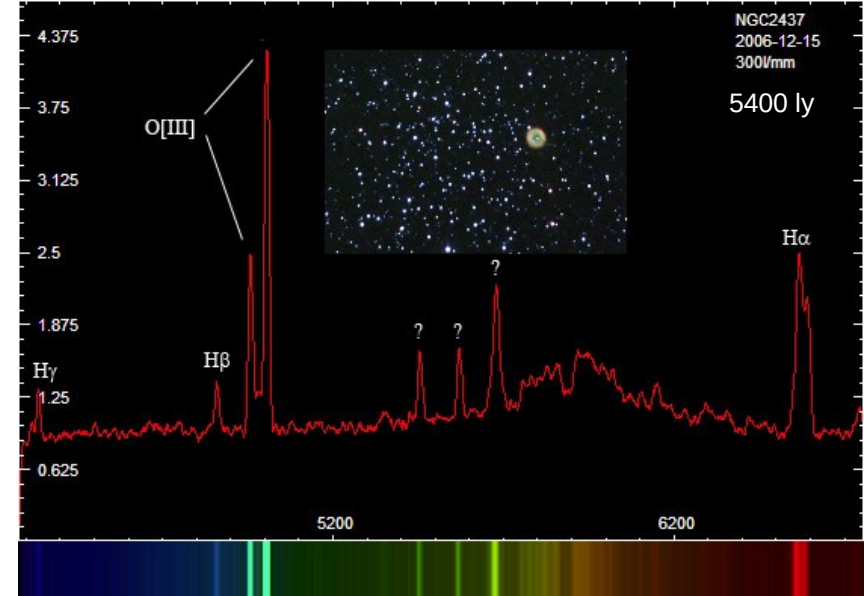
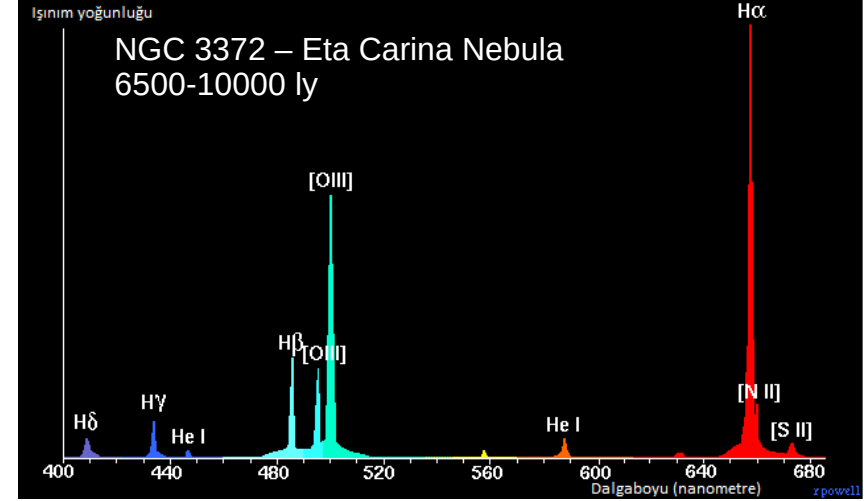
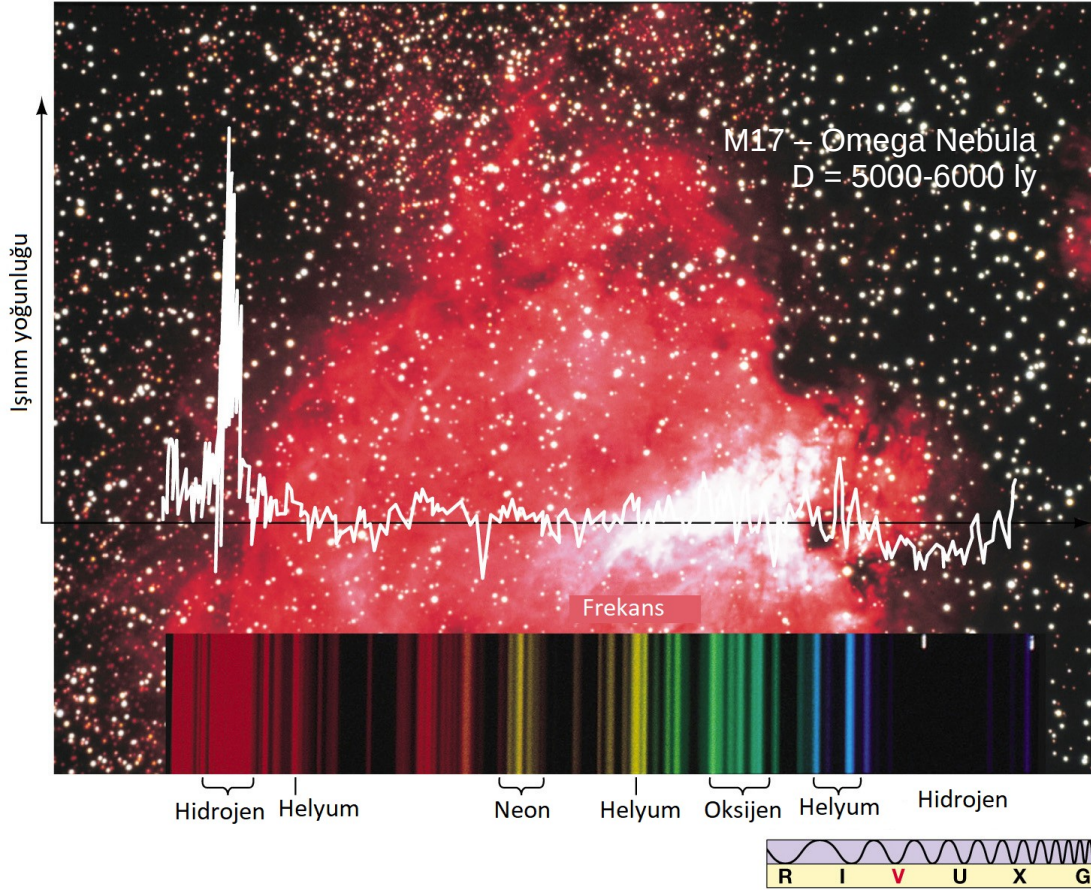
(Aşağıda) Şeklin üst panelinde Güneş'in kısa dalgaboylarındaki tayfı ve çok sayıdaki karanlık soğurma çizgisi gösterilmektedir. Şeklin alt panelinde ise buharlaşmış demirin salma çizgisi tayfına karşılık gelen kısmı verilmiştir. Demir çizgileri Güneş tayfındaki bazı çizgilerle çakışmakta, bu da Güneş'in atmosferinde bir miktar (nispeten az miktarda da olsa) demir bulunduğunu göstermektedir. (Carnegie Gözlemevleri)

Güneş'in atmosferinin kimyasal bileşimini tayfına bakarak belirleyebiliriz!



Demirin her bir salma çizgisinin Güneş'in tayfında karşılık gelen bir soğurma çizgisi bulunmaktadır. Bu nedenle Güneş'in atmosferinde demir bulunmalıdır.

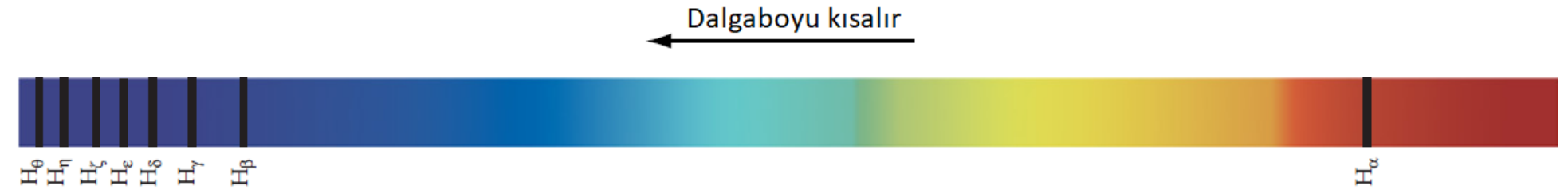
Bulutsu (Nebula) Tayfları



Bulutsular düşük yoğunluklu ortamlar oldukları için tayfları salma çizgileri yapısındadır.

Hidrojen Balmer Serisi Çizgileri

Johann Jacob Balmer: Hidrojen, görünür bölgede 656,3 nm'de (H_{α}) başlayan ve 364,6'da biten çizgilerden oluşan görece basit bir fayfa sahiptir. Tayfın kısa dalgaboyu tarafına yaklaştıkça, daha fazla tayfsal çizgi görür. Balmer hidrojen gazından geçirilen ışıpta gözlediği çizgilerin dalgaboylarını bulmak için ampirik (deneysel) bir ilişki geliştirmiştir.



Şekil 5-21 R I V U X G

Yıldız Tayflarındaki Balmer Çizgileri Lyra (Çalgı) takımyıldızında bulunan Vega yıldızının tayfının bu bölümünde 656.3 nm'de bulunan H_{α} 'dan 388.9 nm'deki H_{θ} 'ya kadar sekiz tane Balmer çizgisi bulunmaktadır. Tayf 364.6 nm'ye, H_{θ} 'nın hafif soluna kadar devam etmektedir.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right)$$

R (Rydberg sabiti): $1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$
n: enerji seviyelerine karşılık gelen tamsayı (>2)

H_{α} çizgisi:

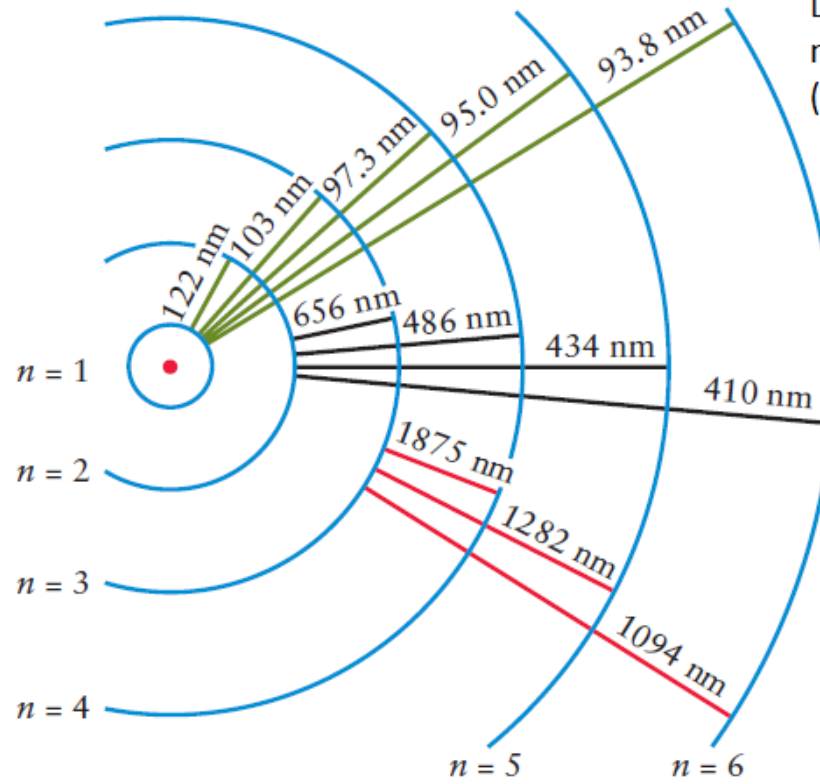
$$\frac{1}{\lambda_{\alpha}} = (1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}) \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{3^2} \right) = 1.524 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda_{\alpha} = \frac{1}{1.524 \times 10^6 \text{ m}^{-1}} = 6.563 \times 10^{-7} \text{ m} = 656.3 \text{ nm}$$



Johann Jacob Balmer
(1825-1898)

Bohr Atom Modeli ve Tayfsal Çizgi Oluşumu



Lyman serisi (moröte) tayf çizgileri: elektronun n = 1 yörüngesinden daha yüksek yörüngelere (n = 2,3,4,..) geçmesiyle oluşur

Balmer serisi (görünür ve moröte) tayf çizgileri: elektronun n = 2 yörüngesinden daha yüksek yörüngelere (n = 3, 4, 5, ...) geçmesiyle oluşur

Paschen serisi (kızılöte) tayf çizgileri: elektronun n = 3 yörüngesinden daha yüksek yörüngelere (n = 4, 5, 6, ...) geçmesiyle oluşur

Hidrojen dalgaboyları için Bohr formülü

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{N^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

N = iç yörüngenin numarası

n = dış yörüngenin numarası

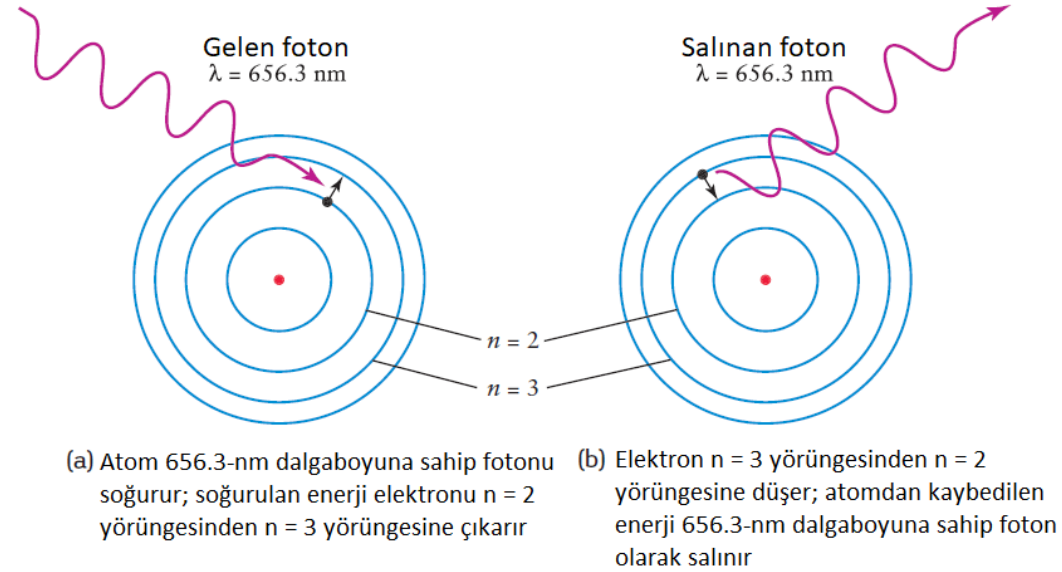
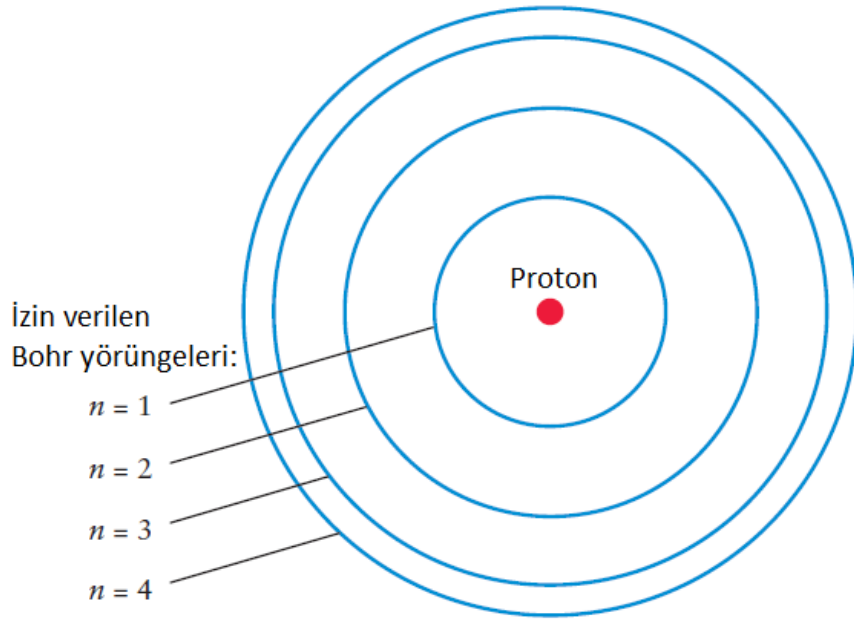
R = Rydberg sabiti = $1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

λ = Salınan ya da soğurulan fotonun dalgaboyu (metre)



Niels Bohr (1885-1962)

Işık-Madde Etkileşmesi



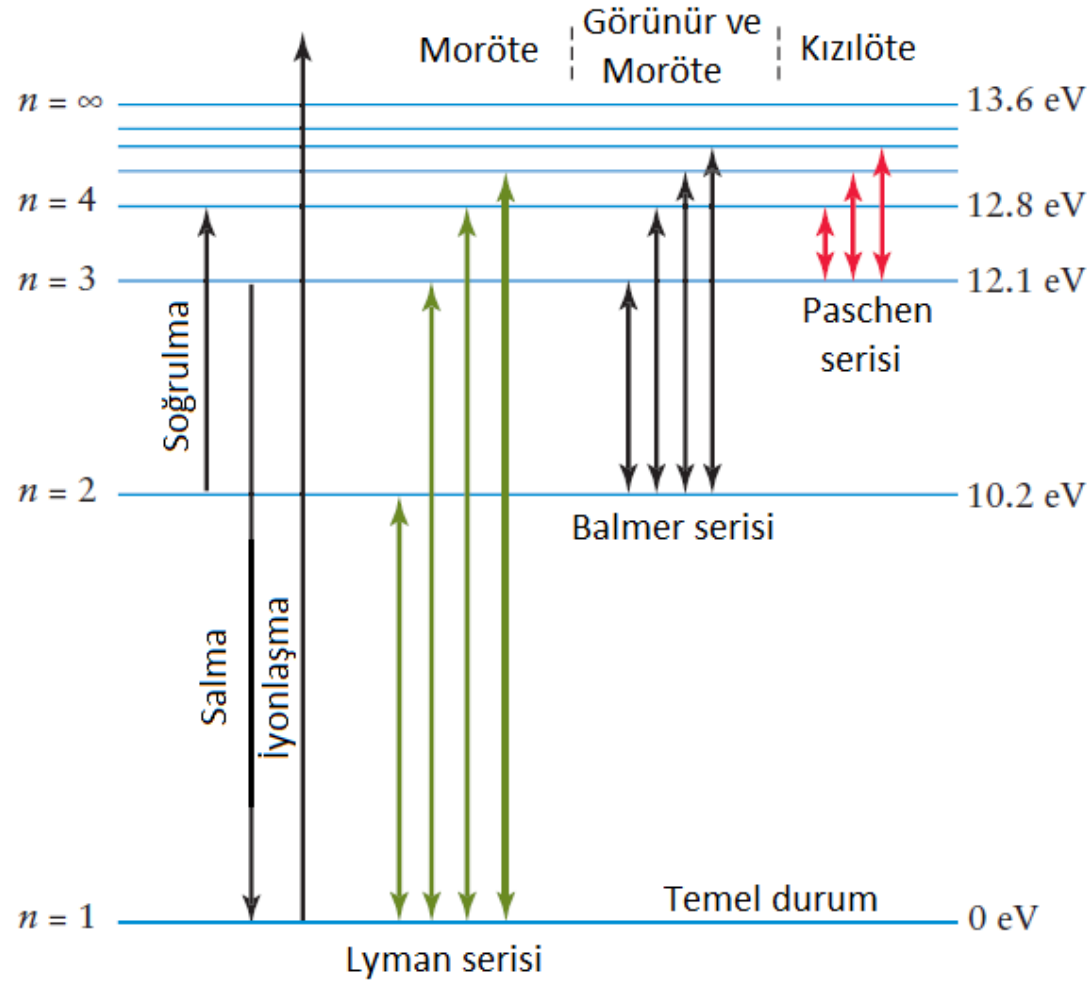
Şekil 5-22

Hidrojen Atomunun Bohr Modeli Bu modelde, elektron sadece izin verilen $n = 1, 2, 3, \dots$ yörüngelerde çekirdeğin (proton) etrafında dönebilir. İlk dört yörünge şekilde gösterilmektedir. Şekil ölçekli değildir; Bohr modelinde $n = 2, 3, 4$ yörüngeleri $n = 1$ yörüngesinden sırasıyla 4, 9, 16 kat büyüktür.



Şekil 5-23

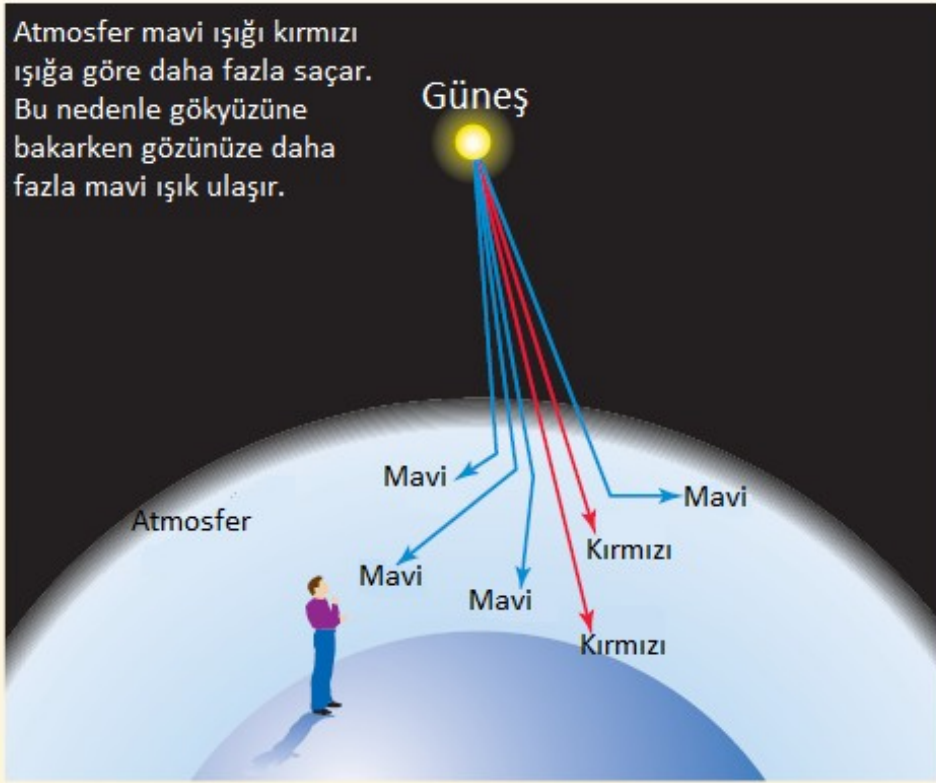
H_{α} Fotonunun Soğurulması ve Salınması Bu şematik diagram Bohr modeline göre çizilmiştir ve Hidrojen atomunun dalgaboyu 656.3 olan bir fotonu (a) soğurduğunda ve (b) salındığında ne olduğunu göstermektedir.



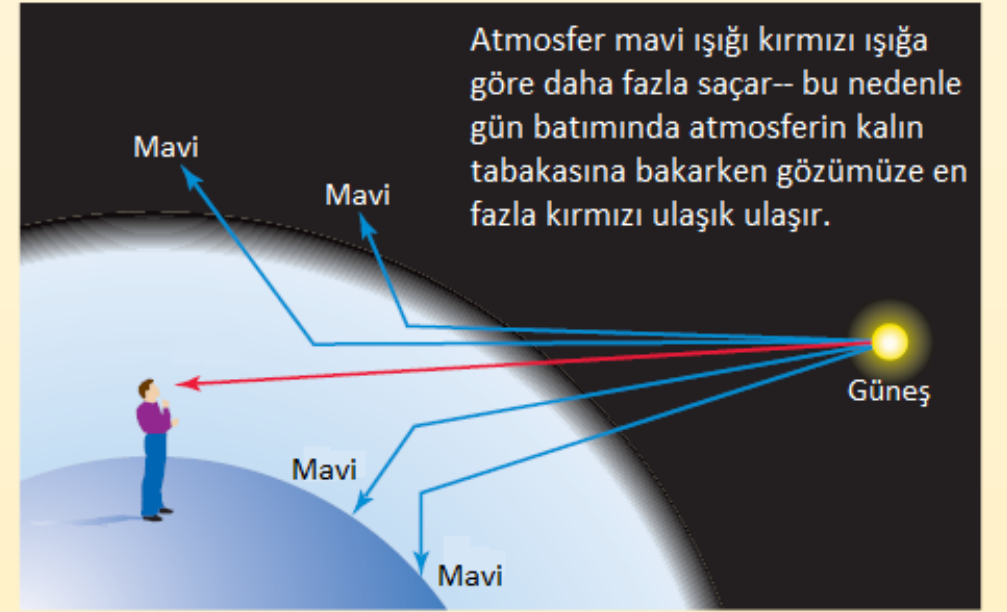
Şekil 5-25

Hidrojenin Enerji-Seviyesi Diyagramı Atomun yapısını göstermenin pratik bir yolu, izin verilen enerji seviyelerini gösteren bu şekildeki bir diyagramdır. Diyagram, enerji seviyeleri arasındaki çeşitli elektron sıçramalarını veya geçişleri gösterir. Bir atom bir foton soğurduğunda yukarı doğru bir geçiş meydana gelir; bir atom bir foton yaydığına aşağı doğru bir geçiş meydana gelir.

Işığın Saçılması



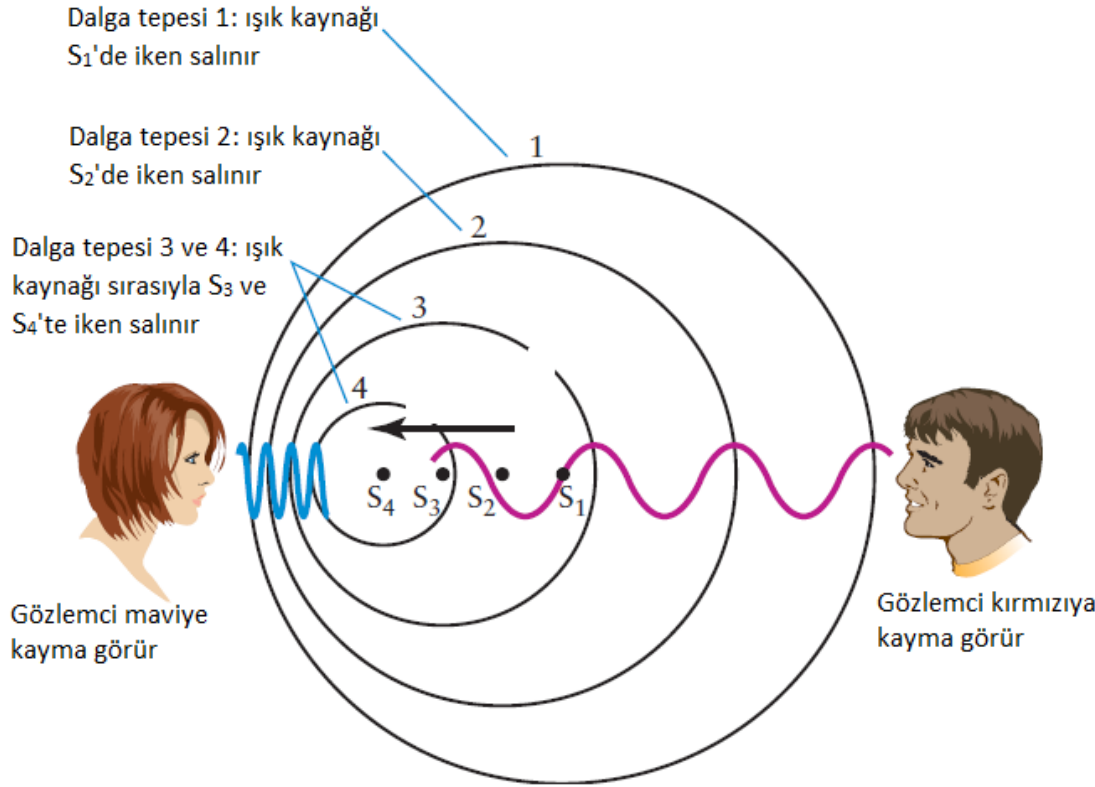
(a) Gökyüzü neden mavi görünür



(b) Güneş neden batarken kırmızı görünür

Işığın dalgaboyu bir ortamdaki parçacıkların boyutlarıyla karşılaştırılabilir ise ışık bu ortamda saçılır, Bir Tam Ay Tutulması sırasında Ay'ın kırmızımsı (bakır) renginin ve Güneş'in batarken ve doğarkenki kırmızı renginin sebebi Yer atmosferindeki parçacıkların (büyük ölçüde su molekülü) neden olduğu saçılma (Rayleigh saçılması $\propto \lambda^{-4}$) iken yıldızlararası madde de kısa dalgaboyundaki ışınımı daha fazla saçtığından uzak yıldızlar da olduğundan daha kırmızı gözlenir. Bu olguya **yıldızlararası kızarma** adı verilir.

Doppler Etkisi



Doppler kayması denklemi

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

$\Delta\lambda$ = dalgaboyundaki kayma miktarı

λ_0 = kaynak hareketsizkenki dalgaboyu

v = kaynağın bakış doğrultusunda ölçülen hızı

c = ışık hızı = 3.0×10^8 km/s

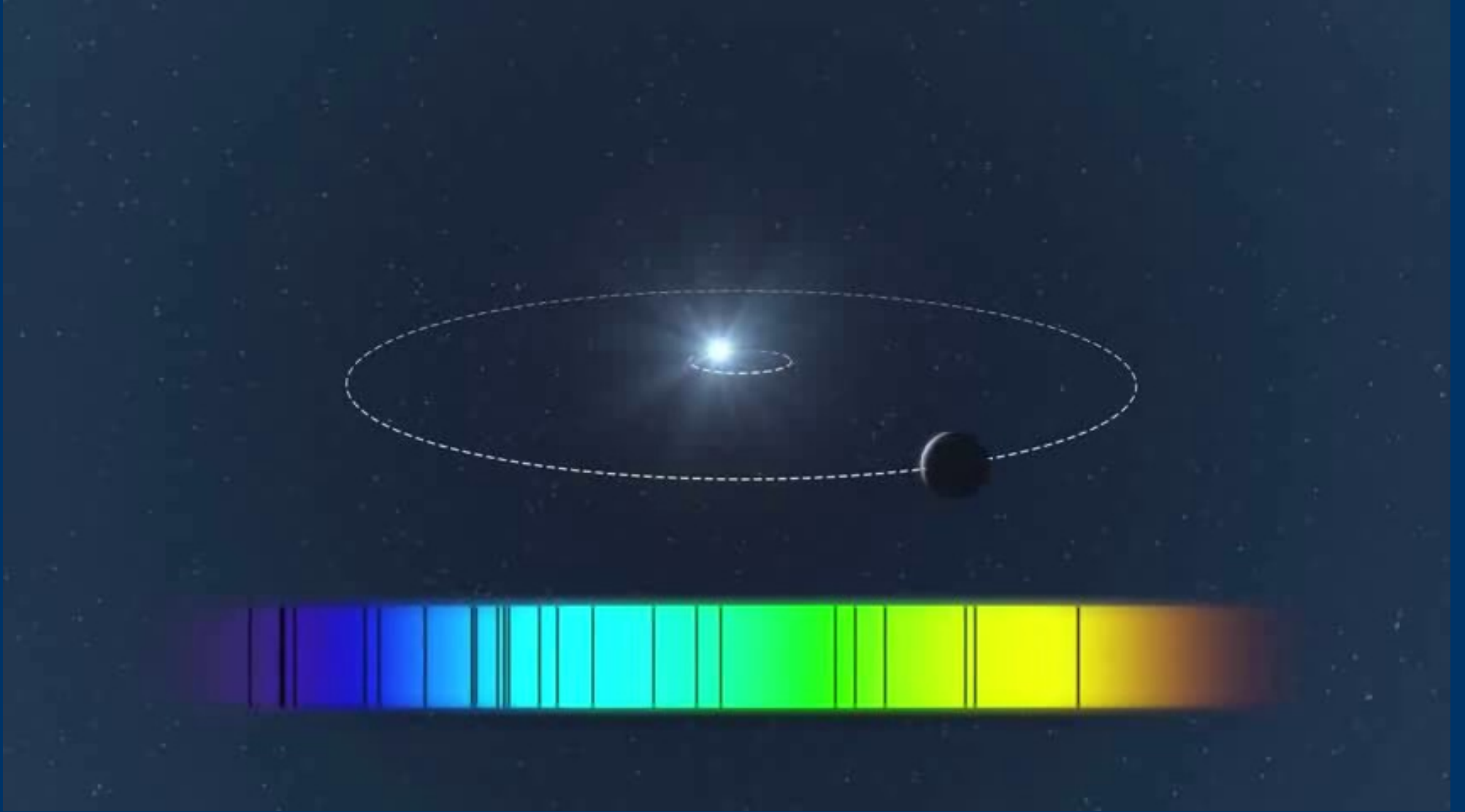


Christian Doppler
(1803-1853)

AIMM 5.3 Şekil 5-26

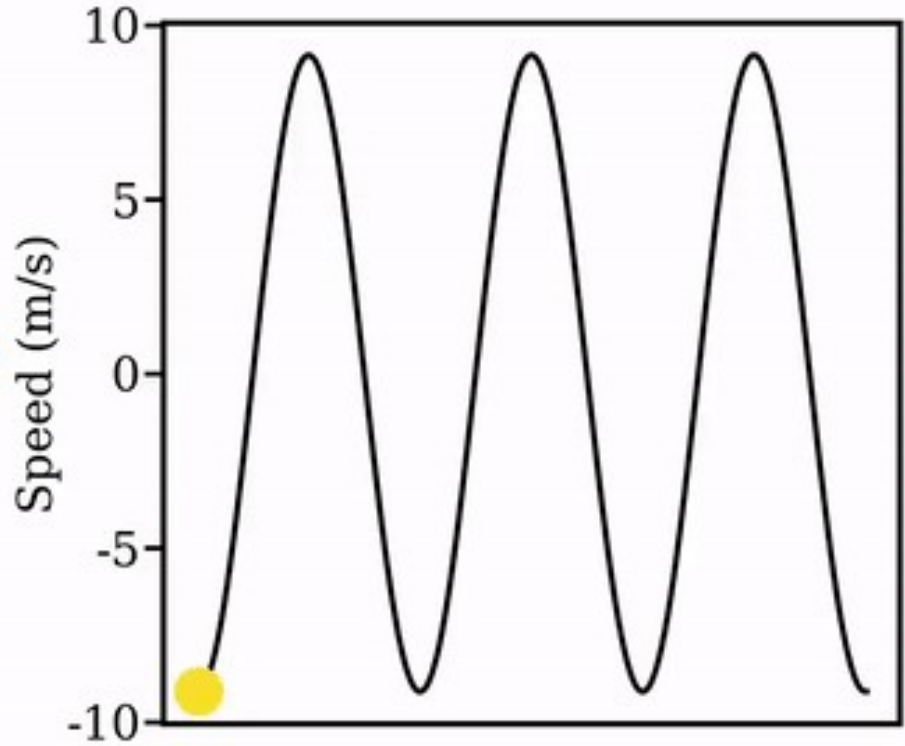
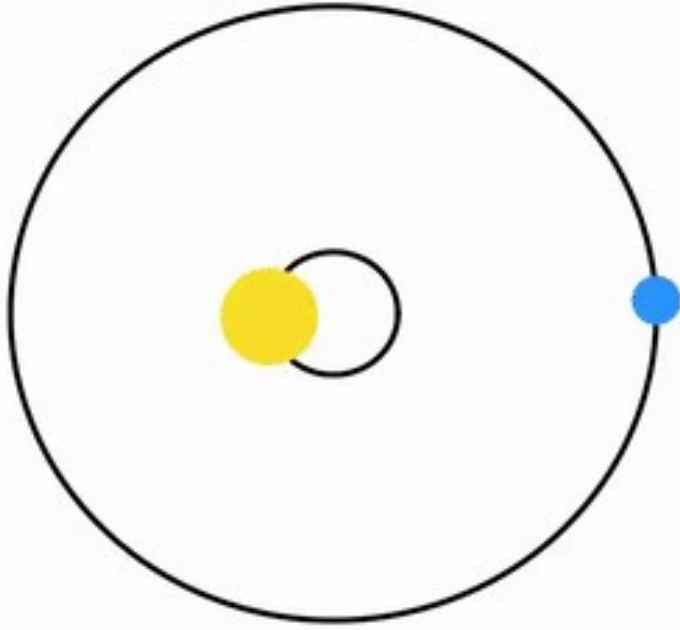
Doppler Etkisi Işığın dalgaboyu, gözlemci ve ışık kaynağının hareketinden etkilenir. Burada gösterilen ışık kaynağı hareket ediyor, bu nedenle kaynak S₁, S₂... noktalarındayken salınan dalga tepesi noktaları 1, 2,.. kaynağın önünde bir araya gelir, ancak arkasında yayılır. Bunun bir sonucu olarak kaynak gözlemciye doğru hareket ederse dalgaboyu kısalır (maviye kayma), gözlemciden uzağa doğru hareket ederse dalgaboyu uzar (kırmızıya kayma). Gözlemcinin bakış doğrultusuna dik olan hareket dalgaboyunu etkilemez.

Dikine Hız Tekniđi



Dikine Hız: İster yıldız ister galaksi olsun, hareket halindeki bir gökcisminin hız vektörünün (gözlemciye göre) radyal (dik) doğrultudaki bileşeni dikine hız olarak adlandırılır. Yıldızlar, onlara kütleçekimle bağlı bir cisimle ortak bir kütle merkezi etrafında yörünge hareketi yapıyorlar ve bu hareket sırasında gözlemciye yaklaşıp uzaklaşıyorlarsa bu hareketin neden olduğu dikine hız değişimleri gözlenebilir. Dikine hız gözlemlerinden, ışığı yıldız ışığına göre çok sönük olduğu için gözlemlenemese bile ona kütleçekimle bağlı gezegenler keşfedilebilmektedir.

Alysa Obertas (@AstroAlysa)



Bu animasyonda **gezegenle (mavi daire)** ortak kütle merkezi etrafında yörünge hareketi yapan **yıldız sarı daire** ile gösterilmiştir. Yörünge hareketi sol üst panelde tepeden bakan, sol alt panelde yörüngeye yandan bakan birer gözlemci için verilmiştir. Bu sırada tayfsal çizgilerdeki laboratuvar dalgaboyuna (noktalı dik doğrular) göre kayma, sağ alt panelde, bu kaymaların Doppler formülüne konmasıyla elde edilen dikine hız değerleri ile oluşturulan dikine hız eğrisi ise üst panelde görülmektedir.

THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2019

Illustrations: Niklas Elmehed



James
Peebles

"fiziksel
kozmozjideki
teorik keşifler"

Michel
Mayor

"Güneş benzeri bir yıldız etrafında
keşfedilen ilk ötegezegen"

Didier
Queloz

Alıştırma Soruları

- 1) Bir ışık demeti bir saniyede Dünya'nın etrafında yaklaşık kaç tur atar?
- 2) Aşağıdaki dalgalı boylarının her biri için, elektromanyetik spektrumun radyo, mikrodalga, kızılötesi, görünür, morötesi, X-ışını veya gama-ışını bölgesinde olup olmadığını belirtiniz. Gerekçenizi açıklayınız. (a) 2,6 m, (b) 34 m, (c) 0,54 nm, (d) 0,0032 nm, (e) 0,620 m, (f) 310 nm, (g) 0,012 m.
- 3) Cep telefonu aslında bir radyo vericisi ve alıcısıdır. 880,65 MHz frekansındaki bir radyo dalgasının dalgalı boyu (metre cinsinden) nedir?
- 4) Wien yasasını ve Stefan-Boltzmann yasasını kullanarak bir cismin sıcaklığı arttıkça gözlenen rengi ve parlaklığındaki değişimi açıklayınız.
- 5) Akrep (Scorpius) takımyıldızının en parlak yıldızı Antares, maksimum ışınımını 853 nm dalgalı boyunda yamaktadır. Antares'in yüzey sıcaklığı nedir? Bu yıldız ne renk görünür?
- 6) Alpha Lupi yıldızı (Lupus, "Tavşan" takımyıldızının en parlak yıldızı) 21600 K yüzey sıcaklığına sahiptir. Alpha Lupi yüzeyinin her metrekaresinden her saniyede Güneş'in her metrekaresinden yaydığından ne kadar daha fazla enerji yayar? ($T_{\text{güneş}} = 5800 \text{ K}$ alınız)
- 7) Büyük Köpek (Canis Majoris) takımyıldızının ve gökyüzünün en parlak yıldızı Sirius'un yarıçapı $1,67 R_{\text{Güneş}}$ ve ışınım gücü $25 L_{\text{Güneş}}$ 'tir (a) Sirius'un yüzey akısını (F) hesaplayınız. **(b)** Sirius'un yüzey sıcaklığını hesaplamak için (a) şıkkındaki cevabınızı kullanınız.
- 8) Büyük Cezve'deki (Ursa Majoris (UMa), Büyük Ayı takımyıldızının bir parçası) Megrez yıldızının tayfındaki H_{β} çizgisinin dalgalı boyu 486.112 nm'dir. Laboratuvar ölçümleri bu tayfsal çizginin laboratuvar dalgalı boyunun 486.133 nm olduğunu göstermektedir. Yıldızın hızının büyüklük ve yönünü bulunuz.