

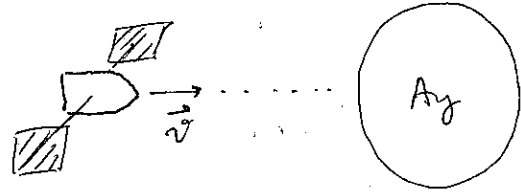
10. BÖLÜM

~~10.1.1. DOPPLER KAYMASI~~ (c)

10.1.) Doppler Kayması : Bir uzay gemisi aya yaklaşırken , yaklaşma hızını ölçmek istiyor. $v = 5000 \text{ Mc/s}$ frekanslı bir radyo işareti gönderiyor. ve bu frekansı yansı ile karşılaştırarak , 86 kc/s 'lik bir fark buluyor. Uzay aracının aya göre hızını bulunuz. (Doppler olayının göreceli olmayan ifadesi bir çok amaç için uygundur.)

Çözüm :

Denk. 10.9. $\frac{\Delta v}{v} = \frac{v}{c}$
 Δv kayma frekansı.
 v kayma hızı.



$\Delta v' = 86 \text{ Kc/s}$ 'dir. Fakat Ay'da duran bir gözlemciye göre bu $\Delta v = 43 \text{ kc/s}$
 $v = 5 \cdot 10^3 \text{ Mc/s}$

$$\Rightarrow \frac{\Delta v}{v} = \frac{43 \cdot 10^3}{5000 \cdot 10^6} = \frac{43}{5} \cdot 10^{-6} = \frac{v}{c}$$

$$\Rightarrow v = 3 \cdot 10^8 (\text{cm/s}) \frac{43}{5} 10^{-6} = \boxed{2.6 \times 10^5 \text{ cm/s} = v}$$

Doppler Kayması : Alıcının gördüğü yansımanın frekansından başka bir frekans alınamaması olayıdır. Bu olaya Doppler kayması denir.

10.2.) Uzaklaşmada Kırmızıya Kayma: Laboratuvarda $5000 \text{ \AA}$ olarak ölçülen bir Spektrum çizgisi uzak bir galaksiden gelen ışıpta $5200 \text{ \AA}$ olarak ölçülüyor.

(a) Galaksinin uzaklaşma hızı ne kadardır? (b) Galaksi ne kadar uzaktadır?

Çözüm:

$$(a) \quad \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{200}{5000} = \frac{v}{3 \cdot 10^{10}} \Rightarrow v = 1.15 \times 10^9 \text{ cm/s} \\ \lambda_2 = 5200 \text{ \AA} \\ \lambda = 5000 \text{ \AA} \end{array} \right. \quad \Delta \lambda = 200 \text{ \AA} \quad \left. \vphantom{\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}} \right\} \text{Galaksinin uzaklaşma hızı.}$$

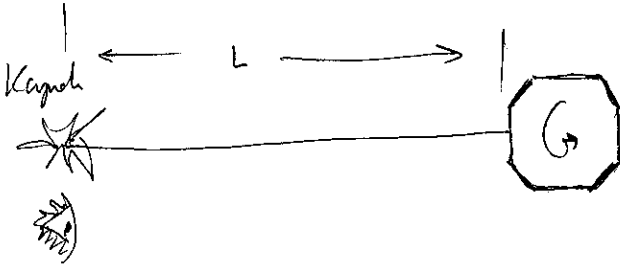
$$(b) \quad v = \alpha r \Leftrightarrow \alpha = 1.6 \times 10^{-16} \text{ s}^{-1} \quad (\text{tüm gezegenlerde sabit})$$

$$\Rightarrow r = \frac{v}{\alpha} = \frac{1.15 \cdot 10^9}{1.6 \cdot 10^{-16}} = 7.5 \times 10^{26} \text{ cm}$$

* Doppler kaymalarından hesaplanan hızların, kaynakların, bağımsız yollar ile bulunan uzaklıklar ile doğru orantılı olduğu da bilinmektedir.

10.3.) Işığın hızı: Michelson'ın ünlü ışık hızını ölçme deneyinde seçir yüzü bir prizma kendi eksenini etrafında döneriken uzaktaki bir kaynaktan gelen ışık prizmada yansıyarak yakınındaki bir gözlemciye geri gitmektedir. Işığın bu yolu alması için geçen zaman prizmanın bir dönme süresinin $\frac{1}{8}$ 'i olucak şekilde dönmeler ayarlanıyor. Bir yündeki yol boyu $L = 35,410 \pm 0,003$ km ve prizmanın dönme frekansı $3 \cdot 10^5$ dön/s doğrulukla $\nu = 529$ dön/s'dir. (a) Bu verilerden ışığın hızını hesaplayınız. (Atmosfer şartlarından gelen 10^{-5} mertebesindeki bir kontrol hatası da uygulanmalıdır.) (b) Prizmanın iki karşı yüzü arasındaki açı $135^\circ \pm 0.1''$ 'dir. c 'nin ölçülmesindeki toplam hataya bakınız.

○ Görüm:



$$(a) T = \frac{1}{\nu}, t = \frac{T}{8} = \frac{1}{8\nu} = \frac{2L}{c}$$

$$\Rightarrow c = 16 L \nu$$

$$= 16 \times 529 \times 35,410 \times 10^5$$

$$= 2.9971 \times 10^{10} \text{ cm/s}$$

- (b) (i) L 'nin ölçülmesindeki hata
(ii) ν 'nin " "
(iii) θ 'nin " "
(iv) Atmosfer etkisi

$$\left. \begin{array}{l} C = 2 \cdot L \cdot 8 \cdot \nu \\ = d \cdot \nu \cdot \theta \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \ln c = \ln d + \ln \nu + \ln \theta$$

$$\Rightarrow \frac{dc}{c} = \frac{dd}{d} + \frac{d\nu}{\nu} + \frac{d\theta}{\theta} \oplus \frac{dA}{A} \text{ atmosfer hatası}$$

$$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta d}{d} + \frac{\Delta \nu}{\nu} + \frac{\Delta \theta}{\theta} + \frac{\Delta A}{A}$$

$$\frac{\Delta c}{c} \approx 9.56 \times 10^{-5}$$

$$\# \frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.003}{35.410} = 8.5 \cdot 10^{-5}$$

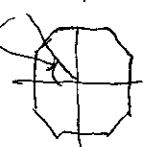
$$\Delta c \leq 2.9 \cdot 10^6 \leq 3 \cdot 10^6$$

$$\# \frac{\Delta \nu}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{529} = 5.7 \times 10^{-8}$$

$$\Rightarrow \boxed{C = (2.9971 \pm 0,003) 10^{10} \text{ cm/s}}$$

$$\# \frac{\Delta \theta}{\theta} = \frac{0.1''}{45^\circ} = \frac{0.1/3600}{45} = 6.2 \times 10^{-7}$$

$$\# \frac{\Delta A}{A} = 10^{-5}$$



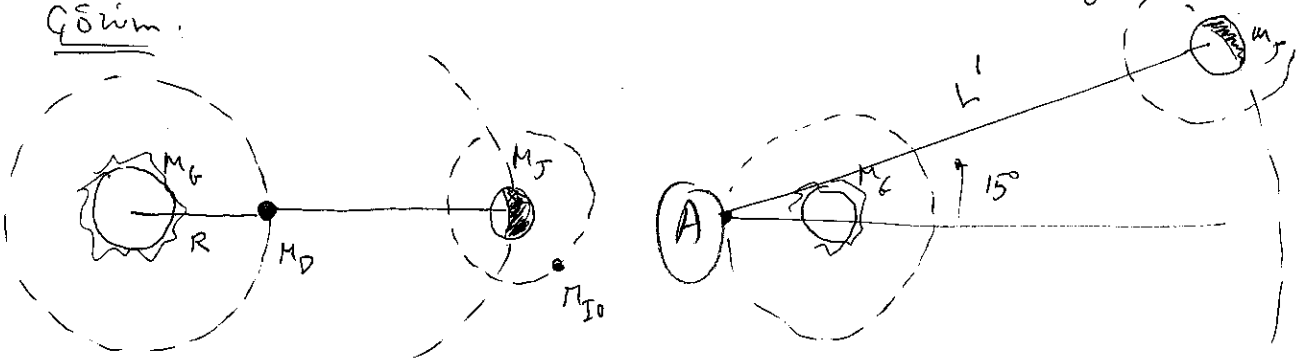
Bir dönmeye yansıyacağı 95° dir.

10.4.) Io'nun Tutulmaları: Jupiter uyanlarından biri Io 4.21×10^4 cm yarıçaplı

bir yörüngede ortalama 42.5 saatlik bir periyotla hareket eder. Roemer yıl boyunca periyodun düzenli bir şekilde değiştiğini gözledi. Periyodun ortalama periyot'tan sapması (altı ay? sabit) 15 s idi. Jupiter'in kendi yörünge hareketini ihmal ediniz.

- (a) Io'nun Jupiter etrafındaki bir periyotluk süre içinde dünyaya aldığı yol bulunuz. (b) Io'nun periyodu ne zaman en büyük görünür? (c) Işık hızını bilmak için yuhardaki somun ve önce verilmiş olan verileri kullanınız. (d) Dünya Jupiter'e en yakın ikenki görüşmeyi sıfır kabul edip, bu andan itibaren 6 ayda başka gözlemleri hesaplayınız.

Çözüm:



(a) Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesi dairesel olsun: $2\pi R = v_D T$

$$\Rightarrow v_D = \frac{2\pi R}{T} \approx \frac{2\pi \cdot (1.49 \times 10^{13} \text{ cm})}{(3.15 \times 10^7 \text{ s})} = 2.98 \times 10^6 \text{ cm/s} \quad \text{Dünyanın Hızı.}$$

1 yıl.

$$t_{I_0} = 42.5 \text{ saat} = 42.5 \times 3600 \text{ s} = 1.53 \times 10^5 \text{ s} \quad \text{'de Dünya'nın aldığı yol.}$$

$$d = v_D t_{I_0} = 2.98 \times 10^6 \times 1.53 \times 10^5 = 4.56 \times 10^{11} \text{ cm}$$

(b) (A) noktasında Io'nun periyodu en büyük olur.

(c) 42.5 saat'te dünya $d = 4.56 \times 10^{11}$ cm yol alır. Işık bu uzaklığı 15 s de kat eder.

$$c = \frac{4.56 \times 10^{11}}{15} = 3.0 \times 10^{10} \text{ cm/s}$$

BS K