

İKİNCİ AŞAMA ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK DENEME SINAVI

1. Astronomide ve astrofizikte gök cisimleri ile ilgili bilgilerin büyük bir çoğunluğu gök cisimlerinden gelen ışınların spektrumunun incelenmesi sonucu elde edilir. Teleskoplar, gök cisimlerini gözlemlerken kullandığımız araçların içerisinde önemli bir yer tutar. Aşağıda yıldızların ve yıldız sistemlerinin farklı özelliklerini ölçebilmek için kullanılan teleskoplarla ilgili sorular yer almaktadır.

Kütleleri eşit ve her birinin kütlesi Güneş'in kütlesinin 1000 katı olan iki yıldızdan oluşan bir sistemin Dünya'ya uzaklığı 1900 ışık yılıdır. Bu yıldız sisteminden çıkan ışınlar yıldızların etrafındaki hidrojen atomlarından oluşan bir gaz bulutu içerisinde geçerken hidrojen atomlarını uyarılmış ve hidrojen atomlarının yaptığı ışımaların spektrum çizgileri incelendiğinde dalga boyu $\lambda=656,3$ nm olması gereken spektrum çizgisinin kırmızıya kayma miktarının maksimum 0,84 nm olduğu ölçülmüştür.

c) Bu yıldız sistemine bir teleskop ile bakıldığında yıldızların birbirinden ayrı görülebileceği bir teleskobun minimum çapı yaklaşık olarak kaç metre olmalıdır?

Göz bebeğinin çapı $d=6$ mm olan bir gözlemci, çapı $D=240$ cm olan bir teleskop kullanarak görünür parlaklığı -6 kadir, paralaksı $p=0,02''$ ve yüzey sıcaklığı $T=6200$ K olan bu sistemdeki bir yıldızı gözlemlemektedir.

b) Buna göre yıldızın yarıçapı kaç kilometredir?

Bu sistemdeki diğer yıldızın paralaksı $p=0,15''$ ve görünür parlaklığı -1,26 kadirdir. Bu yıldızın çapı 5,5 m olan bir teleskop ile bakıldığında yıldızdan gelen ışınının 480 nm dalga boyunda olduğu tespit edilmiştir.

c) Buna göre yıldızın yüzey sıcaklığı kaç K dir?

Not: Güneşin kütlesi $M_{\odot}=2.10^{30}$ kg, evrensel çekim sabiti $\gamma=6,67.10^{-11}$ m³/kg.s², ışık hızı $c=300000$ km/s, 1 AB=150.10⁶ km, 1 pc=3,26 ışık yılı, Stefan-Boltzmann sabiti $\sigma=5,67.10^{-8}$ W/m² K⁴, Güneşin mutlak parlaklığı $M_{\odot}=4,83$ kadir, Güneşin yarıçapı $R_{\odot}=700000$ km, Güneşin yüzeyin sıcaklığı $T_{\odot}=5800$ K olarak veriliyor.

2. Karadelikler olarak bilinen yıldızların oluşturdukları çekim o kadar büyüktür ki ışın bile kaçamaz bu çekimin etkisinden. Fotonların karadeliklerin kurtulamama bölgesinin net fiziksel bir sınırı yoktur. Net sınır olmamasından dolayı karadeliklerin yarıçapı yerine olay ufkundan bahsedilir. İki durumda da karadelikler kütleler ve yarıçapı ya da olay ufku arasındaki ilişki parabolik hızı ışık hızına eşit olan koşulu sağlayan yıldızlardır. Karadelğin M kütlesi ne kadar büyük ise karadelğin ufuk alanı o kadar büyüktür.

a) Karadelğin olay ufku alanı kara dediğin M kütesine, c ışık hızına ve γ evrensel çekim sabitine bağlı olduğuna göre olay ufku alanını veren ifade nedir?

b) Karadelğin M kütesine, c ışık hızına ve γ evrensel çekim sabitine bağlı olan yarıçapı nedir?

Karadeliklerin doğrudan gözlenmesi çok zordur. En etkin yöntemlerden birisi karadeliklere düşen ve çok çok büyük yüksek enerjili ışımaya sebep olan spektrumu incelemektedir. Diğer etkin yöntemlerden birisi gözlemlenemeyen bir merkezin etrafında gözlenen bir yıldızın hareketin incelenmesidir. Bu yöntemde karadelğin kütlesi bilinmektedir. Karadelğin etrafında hareket eden yıldızın a büyük yarı eksen ve T dolanım periyodu bilinmektedir.

c) Buna göre kara deliğinin olay ufkunun yarıçapı ve özkütlesi nedir?

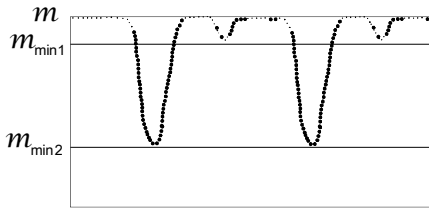
Karadeliklerin M kütesine bağlı olarak olay ufkuna yakın bölgelerde çok küçük mesafelerde çekim ivmesi farkları çok büyük ve madde için yıkıcı olur ya da özellikle biyolojik maddeler için hayatta kalma sınırları içinde kalabilir. Olası etkileri incelemek için Güneş kütlesinin $10^6 M_{\odot}$ ve $10^2 M_{\odot}$ olan iki karadelik inceleyelim. İncelenen mesafe bir insanın boyu ve yaklaşık olarak $h=2$ m olsun. İncelenen mesafenin başlangıç noktası karadelğin olay ufku üzerinde olsun.

d) Buna göre h mesafede yerçekimi farkı her iki karadelik için nedir?

3. Yıldız kümeleri kütle çekimi kuvveti sayesinde bir arada tutulan büyük yıldız gruplarıdır. Bunların arasında küresel yıldız kümeleri de yer almaktadır. Küresel yıldız kümeleri 10000 den birkaç milyon yıldızdan oluşur ve yaklaşık olarak küresel bir yapıdadır. 10 ila 30 ışık yılı mesafesindeki bir bölge içindedirler. Genel olarak çok yaşlı Popülasyon II yıldızlarını içerirler. Evrenin kendisinden sadece birkaç yüz milyon gençtirler. Çoğunlukla sarı ve kırmızı yıldızlardır. Kütleleri iki güneş kütle-sinden daha küçüktür. Bu tür yıldızlar kümeler içinde baskındır çünkü daha sıcak ve çok daha fazla kütleyle sahip yıldızlar süpernova olarak patlamış ya da sonradan beyaz cüce veya gezegenimsi bulutsuya doğru evrimleşmişlerdir. Böyle bir yıldız kümesi aralarındaki uzaklık 12 km olan iki radyo teleskobu ile 100 m radyo dalga boyunda incelenmektedir. Yıldız kümesinin paralaksı $p''=0,00025''$, görünür parlaklığı 4,87 kadirdir.

Buna göre yıldız kümesinde bulunan iki yıldız arasındaki ortalama uzaklık yaklaşık olarak kaç ışık yılıdır?

Not: Güneşin mutlak parlaklığı $\mathcal{M}_G = 4,83$ kadir olarak veriliyor. Yıldızlar yıldız kümesinde homojen olarak dağıldığını ve Güneş kadar ışımaya yaydığını kabul ediniz.



4. İkili yıldız sistemindeki yıldızların yarıçapları $R_1 = 1,5R_G$ ve $R_2 = 3R_G$, yüzey sıcaklıkları $T_1 = 4T_G$ ve $T_2 = 1,5T_G$ dir. Burada R_G Güneşin yarıçapı, T_G Güneşin yüzey sıcaklığıdır. İkili yıldız kendi kütle merkezleri etrafında dönmektedir. Bir teleskop ile sistemin görünür parlaklığı incelenmekte olup şekildeki grafik elde ediliyor.

Buna göre iki minimum arasındaki fark kaç kadirdir?

5. Kepler-16 olarak bilinen ikili yıldız sistem Kuğu takımıyıldızında bulunmaktadır. Her iki yıldız da Güneşten küçüktür. Daha büyük olan Kepler-16A yıldızın yarıçapı güneşin yarıçapının 0,6489 katı, kütlesi Güneş kütle-sininin 0,6897 katı, sıcaklığı 4450 K olan K tipi ana dizi yıldızdır. İkinci daha küçük Kepler-16B yıldızın yarıçapı güneşin yarıçapının 0,2262 katı, kütlesi Güneş kütle-sininin 0,2025 katı, sıcaklığı 3000 K olan M tipi kırmızı cücedir. İki yıldız neredeyse çembersel yörüngeler üzerinde 41,079 gün dolanım periyodu ile ortak kütle merkezi etrafında hareket etmektedir. Sistemin tek olan ve kütlesi yıldızların kütlelerinden çok küçük olan gezegen yıldızların hareket ettiği düzlemde çembersel yörünge üzerinde 228,776 gün dolanım periyodu ile hareket etmektedir.

Buna göre gezegenden bakılırsa gözlenebilecek maksimum görünür parlaklığı yaklaşık olarak kaç kadirdir?

(Evrensel çekim sabiti $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{s}^2$, Stefan-Boltzmann sabiti $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$, Güneşin ışımaya gücü $L_G = 3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}$, Güneşin kütlesi $M_G = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, Güneşin yarıçapı $R_G = 700000 \text{ km}$, Güneşin sıcaklığı $T_G = 6000 \text{ K}$, olarak veriliyor.)

6. Ayda kurulan bir uzay üstünde bulunan gözlemci ince kenarlı merceklerden oluşan bir teleskop ile güneşi gözlemlemektedir. Teleskobun objektifin odak uzaklığı 160 cm dir. Gözlemler Ayın Güneşe en yakın noktada iken ve Güneşe en uzakta iken gerçekleşir. Ay Güneşe en yakın noktada iken teleskopta kullanılan okülerin odak uzaklık 209 mm dir. Ay Güneşe en uzak noktada iken teleskopta farklı bir oküler kullanılmaktadır.

İki durumda Güneşin görüntülerin büyüklükleri eşit olduklarına göre ikinci okülerin odak uzaklığı kaç milimetredir?

Not: Dünyanın yörüngesinin büyük yarı eksenini $a_D = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}$, Dünyanın elips eksantrisitesi $\epsilon_D = 0,0167086$, Ayın yörüngesinin büyük yarı eksenini $a_{Ay} = 384400 \text{ km}$, Ayın elips eksantrisitesi $\epsilon_{Ay} = 0,0549006$ olarak veriliyor.