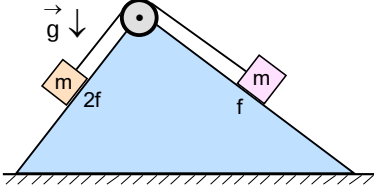


IV. ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2025

1. Ekin $v_E = 5 \text{ m/s}$ hızla düz bir yolda koşuyor. Denizin yanından geçtiği anda Deniz $a_D = 1,2 \text{ m/s}^2$ ivmeyle koşmaya başlıyor. Deniz ivmesini $v_D = 6 \text{ m/s}$ hıza ulaşana kadar koruyor ve bundan sonra sabit hızla koşmaya devam ediyor.

Deniz, Ekin yetişene kadar kaç metre koşmuştur?

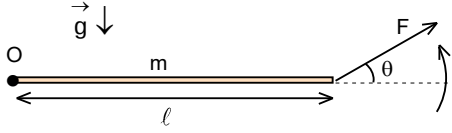
- A) 15 B) 30 C) 50 D) 60 E) 75



2. Kesiti dik ikizkenar üçgen şeklindeki bir prizmanın soldaki eğik düzlemin uzunluğu 3 m, statik sürtünme katsayısı $2f$, sağdaki eğik düzlemin uzunluğu 4 m, statik sürtünme katsayısı f , taban uzunluğu ise 5 m dir. Her ikisi de m kütesine sahip iki blok, esnemeyen ağırlıksız bir ip ile sürtünmesiz ve ağırlıksız bir makara üzerinden birbirlerine bağlanmıştır.

Sistemin hareket etmemesi için f en az kaç olmalıdır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{1}{10}$



3. Kütle $m=4 \text{ kg}$ ve uzunluğu $\ell=50 \text{ cm}$ ince homojen çubuk O ucundan geçen ve sayfa düzlemine dik eksen etrafında serbestçe dönebilmektedir. Çubuğun diğer ucuna şekildeki gibi çubuğun eksen $\theta=30^\circ$ lik açı ile yapan F kuvveti uygulanmaktadır.

Çubuk yatay konumundan geçerken çubuğun anlık açısal ivmesi $\alpha=10 \text{ rad/s}$ olduğuna göre uygulanan kuvvetin büyüklüğü kaç N dur?

- A) $\frac{80}{3}$ B) $\frac{160}{3}$ C) 40 D) 45 E) 80

4. Sabit bir eksen etrafında serbestçe dönebilen ve bu eksene göre eylemsizlik momenti J olan bir cisim ilk başta durumdur. Daha sonra bu cismin üzerine sabit τ torku uygulanarak cisim harekete geçirilir.

Cisim 4 tam turunu tamamladığı anda cismin açısal hızı nedir?

- A) $4\sqrt{\frac{\pi\tau}{J}}$ B) $2\sqrt{\frac{\pi\tau}{J}}$ C) $2\sqrt{\frac{2\pi\tau}{J}}$ D) $\sqrt{\frac{2\pi\tau}{J}}$ E) $\sqrt{\frac{\pi\tau}{2J}}$

5. Güneş sisteminde parabolik yörünge üzerinde hareket eden bir asteroidin Güneşe en yakın olduğu noktada (günberi ya da perihelion) hızı v dir.

Asteroidin Güneşe uzaklığı, perihelion uzaklığının iki katına olduğunda hızı kaç v dir?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\sqrt{2}$ D) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ E) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

6. Güneşin kütlesi Ayın kütesinin yaklaşık 3.10^7 katı, Dünyaya olan uzaklığı ise Ayın Dünyaya olan uzaklığının yaklaşık olarak 400 katıdır.

Buna göre Ayın Dünyaya uyguladığı gelgit kuvveti Güneşin Dünyaya uyguladığının yaklaşık olarak kaç katıdır?

- A) 0,7 B) 1,4 C) 2,1 D) 3,6 E) 5,2

7. Bir iç gezegenin kavuşum dönemi onun Dünya-İç Gezegen-Güneş dizilimine ardışık iki kez gelişi arasındaki süre olarak tanımlanır. Yörünge dönemi ise gezegenin Dünyanın konumundan bağımsız olarak, yörüngesi üzerinde herhangi bir noktadan ardışık iki geçişi arasındaki süreye verilen isimdir.

Bu tanımlardan hareketle ve Merkürün yörünge dönemi 88 gün, Dünyanın 365,25 gün olduğuna göre Merkürün kavuşum dönemi yaklaşık olarak kaç gündür?

- A) 71 B) 88 C) 116 D) 142 E) 332

8. Güneşe Dünyadan daha uzak olan gezegenler dış gezegenler olarak bilinir.

(Satürn gibi) bir gezegenin gözlenebilmesi için en ideal konumu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) En büyük doğu uzanımında
B) Karşı konumda
C) Dış kavuşumda
D) Gezegenin enberi geçişinde
E) Yer'in enöte geçişinde

9. Gezegenler eliptik yörüngeler üzerinde hareket etmektedir. Elipsin odak noktalardan birisinde Güneş bulunur.

Gezegenler eliptik yörünge üzerinde en büyük hızla hangi konumdayken hareket ederler?

- A) Yörüngelerinin enberi noktasında.
B) Yörüngelerinin enöte noktasında.
C) Yörüngelerinin enberisiyle enötesinin tam ortasında.
D) Yörüngeleri üzerinde enberiye enöteden daha yakın olduklarında.
E) Hiçbiri çünkü gezegenler sabit hızla hareket ederler.

10. Neptünün uydusu Tritonun Neptüne olan uzaklığı, Ayın Dünyaya olan uzaklığının yaklaşık %90'ı kadardır.

Triton, Neptün çevresindeki yörüngesini yaklaşık 6 günde tamamladığına göre, Neptünün kütlesi Dünyanın kütlesinin yaklaşık olarak kaç katıdır? (Ayın Dünyanın etrafındaki dolanım periyodu yaklaşık olarak 27 gündür. Yörüngeler çembersel kabul edilip uydu kütleleri ihmal edilebilir.)

- A) 15 B) 18 C) 22 D) 28 E) 31

11. Dalga boyu $\lambda=300$ nm olan bir foton eşik enerjisi $E_b=2$ eV olan metal üzerine düşmektedir.

Buna göre sökülen fotoelektronların maksimum hızı yaklaşık olarak kaç km/s dir? ($2\pi\hbar c=12400$ eV. $\text{\AA}$, elektron yükü $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ C, elektronun kütlesi $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg olarak veriliyor.)

- A) 6000 B) 9000 C) 12000 D) 15000 E) 18000

12. Yıldızların enerji üretimi kütleleriyle doğru orantılıdır ($E \sim M$). Bir yıldızın ışıma gücü ise birim zamanda yüzeyinden her dalga boyunda yaydığı toplam enerjiye $L = \frac{E}{t}$ oranıdır. Diğer taraftan anakol yıldızlarının ışıma gücünün kütlelerinin 3,5 kuvvetiyle $L \sim M^{3,5}$ orantılıdır. Güneşin anakol ömrünün 12 milyar yıl olduğu bilinmektedir.

Buna göre kütlesi Güneşin kütlesinin dört katı olan bir yıldızın anakol ömrü kaç milyon yıldır?

- A) 125 B) 225 C) 250 D) 375 E) 400

- A) -72 B) -720 C) 880 D) 720 E) 72

16. Bir uydu, yeryüzünden 500 km yüksekte yörüngede bulunmaktadır. Üzerindeki teleskopla, 600 nanometre dalga boyunda gözlem yapacak ve yerdeki 1 m boyutundaki cisimleri görebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu teleskobun odak oranı ise $f/8$ dir.

Bu teleskobun odak uzaklığı yaklaşık olarak kaç metredir?

- A) 2 B) 2,5 C) 3 D) 3,5 E) 4

17. Klasik fiziğe göre Hidrojen atomunda elektron, çekirdek etrafında yarıçapı r olan çembersel bir yörüngede dolar. İvmeli hareketinden dolayı da sürekli elektromanyetik enerji yayar ve bir süre sonra tüm enerjisini kaybederek çekirdeğe düşer. Elektronun birim zamanda yaydığı enerji ya da güç (P) ve klasik elektron yarıçapı (r_e) şöyle verilir:

$$P = \frac{e^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}; r_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mc^2}$$

Burada m elektronun kütlesi, e elektronun yükü, a elektronun merkezci ivmesidir.

Elektronun düşme süresi c , r ve r_e cinsinden oranı nedir?

- A) $\frac{r^3}{cr_e^2}$ B) $\frac{r^4}{cr_e^3}$ C) $\frac{r^2}{cr_e^2}$ D) $\frac{r^2}{cr_e}$ E) $\frac{r_e^2}{cr}$

18. Marsın Dünya'ya uzaklığı 8.10^7 km ve çapı 6800 km dir. Dünyadan Marsı gözlemlemek için kullanılan teleskobun odak uzaklığı $f=10$ m ve teleskoba takılan CCD üzerindeki bir piksel boyutu $p=15.10^{-3}$ mm dir. CCD üzerindeki her bir pikselin gökyüzünde yay saniyesi cinsinden kapladığı alana "Piksel Ölçeği" denir:

$$\text{Piksel Ölçeği} = \frac{206265p}{f}$$

Mars gezegeni CCD üzerinde yaklaşık kaç piksel yer kaplar?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

19. A yıldızının yüzey sıcaklığı $T_A = 5000$ K ve B yıldızının sıcaklığı ise $T_B = 10000$ K dir. Her iki yıldızın da kara cisim ışıması yapmaktadır.

Buna göre A yıldızının maksimum ışıma yaptığı dalga boyundaki bir fotonun momentumunun B yıldızının maksimum ışıma yaptığı dalga boyundaki fotonun momentumuna oranı $\frac{P_A}{P_B}$ nedir?

- A) 8 B) 4 C) 2 D) 1 E) $\frac{1}{2}$

20. Bir ötegezegen sisteminde yıldızın kara cisim tayfındaki enerji dağılımının maksimum dalga boyu $\lambda_m = 580$ nm ve sistemin bizden uzaklığı 1 kpc tir.

Sistemin görünür parlaklığı $m=16,08$ kadir ise yıldızın yarıçapı Güneşin yarıçapının yaklaşık olarak kaç katıdır? ($\pi=3,14$, Güneşin ışıma gücü $L_G = 3,828.10^{26}$ W, Wien sabiti $b=2,9.10^{-3}$ m.K, Stefan-Boltzmann sabiti $\sigma=5,67.10^{-8}$ W/m² K⁴ olarak veriliyor.)

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{5}{7}$ C) $\frac{5}{4}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{9}{16}$

21. Yıldız kümelerin kütleleri Güneşin $M_{\odot}$ ($M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ kg) kütlesi cinsinden verilmektedir. Böyle bir yıldız kümesi bizim galaksinin de yer aldığı Yerel galaksi grubudur. Bu grupta bulunan Samanyolu galaksinin kütlesi $1,9 \cdot 10^{12} M_{\odot}$, Andromeda galaksinin kütlesi $1,2 \cdot 10^{12} M_{\odot}$, M33 galaksinin kütlesi $7 \cdot 10^{10} M_{\odot}$, LMC galaksinin kütlesi $2,3 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ ve SMC galaksinin kütlesi $7 \cdot 10^9 M_{\odot}$ dir. Yerel galaksi grubunun çapı yaklaşık olarak 2 Mpc tir. Evrenin kritik özkütlesi;

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi\gamma}$$

olarak verilmektedir: Burada $H = 70$ km/s.Mpc Hubble sabiti, $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ ise evrensel çekim sabitidir.

Buna göre Yerel Galaksi Grubunun özkütlesi evrenin kritik özkütlesinin yaklaşık olarak kaç katıdır? (Işık hızı $c = 3 \cdot 10^5$ km/s olarak veriliyor.)

- A) 45 B) 25 C) 6 D) 9 E) 11

22. Parlaklıkları oranı 100 olan iki yıldızın arasında 5 kadir fark vardır.

Bize en yakın ve çıplak gözle görülebilen ve mutlak parlaklığı 6 kadir en sönük yıldızlardan 100 kat sönük bir yıldız olan Proxima yıldızın mutlak parlaklığı kaç kadirdir?

- A) 1 B) 5 C) 7 D) 11 E) 13

23. Görünür parlaklığı gözlemciye göre farklı uzaklıklarda aynı olabilir ya da farklı uzaklıklardaki gök cisimlerin görünür parlaklıkları eşit olabilir. Bundan dolayı tüm gök cisimlerin aynı mesafede bulundukları mesafelerden gözlenen görünür parlaklıkları birbirinden objektif olarak ayırt edilebilir. Mutlak parlaklık tüm yıldızlar Dünyadan 10 pc uzaklıkta bulundukları varsayılmaktadır. Bir yıldızın yüzey sıcaklığı Güneşin sıcaklığının iki katı ve yarıçapı Güneşin yarıçapının üçte birisi kadardır.

Bu yıldızın mutlak parlaklığı Güneşin mutlak parlaklığı ile kıyasla nedir?

- A) Yıldız, Güneş'ten yaklaşık 1.19 kadir daha sönük gözükür.
B) Yıldız, Güneş'ten yaklaşık 0.62 kadir daha parlak gözükür.
C) Yıldız, Güneş'ten yaklaşık 0.62 kadir daha sönük gözükür.
D) Yıldız, Güneş'ten yaklaşık 1.19 kadir daha parlak gözükür.
E) Yıldız, Güneş ile aynı parlaklıkta gözükür.

24. 20 AB uzaklıkta bulunan bir asteroit, gökyüzündeki yörünge hareketi sırasında görünür parlaklığı 12 kadir olan bir yıldızın tam önünden geçmiştir. Yapılan gözlemler sonucunda asteroidin bulunduğu uzaklıkta yıldızın göreceli çapı 20 km olarak hesaplanmıştır.

Yıldızın mutlak parlaklığı 14 kadir olduğuna göre yıldızın gerçek yarıçapı Güneş yarıçapı biriminden yaklaşık olarak nedir? (Güneşin yarıçapı 696000 km, 1 AB = $150 \cdot 10^6$ km olarak veriliyor.)

- A) 0,3 B) 0,6 C) 1,1 D) 1,7 E) 2

25. Y_1 ve Y_2 iki yıldızın ışınma güçleri eşittir. Y_1 yıldızın oluşturduğu aydınlanma, Y_2 yıldızın oluşturduğu aydınlanmanın dörtte biridir.

Y_1 yıldızının Dünyaya uzaklığı 100 parsek ise Y_2 yıldızının Dünyaya olan uzaklığı kaç parsektir?

- A) 10 B) 25 C) 50 D) 200 E) 400

C)

IV. ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2025

1. E)

2. E)

3. B)

4. E)

5. D)

6. C)

7. C)

8. B)

9. B)

10. A)

11. C)

12. D)

13. D)

14. D)

15. D)

16. C)

17. A)

18. E)

19. E)

20. D)

21. C)

22. D)

23. B)

24. B)

25. C)

IV. ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2025

1. Denizin v_D hızına ulaşma süresi;

$$t_1 = \frac{v_D}{a_D} = \frac{6}{1,2} = 5 \text{ s}$$

olur. Bundan sonra Deniz ve Ekin aynı hizaya gelene kadar geçen süre t_2 olsun. Bu durumda;

$$v_E (t_1 + t_2) = \frac{v_D t_1}{2} + v_D t_2$$

yazabiliriz. Buradan;

$$5(5+t_2) = \frac{6 \cdot 5}{2} + 6t_2; t_2 = 10 \text{ s}$$

aranan yol;

$$x = 5(5+10) = 75 \text{ m}$$

olarak bulunur.

2. Denge durumunda;

$$mg \sin 53^\circ - 2f mg \cos 53^\circ - mg \sin 37^\circ - f mg \cos 37^\circ = 0$$

yazabiliriz. Buradan;

$$2 \cdot 0,8 - 2f \cdot 0,6 - 0,6 - 0,8f = 0; 1 = 2f; f = 0,1 = \frac{1}{10}$$

olarak bulunur.

3. Çubuk yatay konumundan geçerken;

$$J\alpha = F \sin 30^\circ \cdot \ell - mg \cdot \frac{\ell}{2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{m\ell^2 \alpha}{3} = \frac{F\ell}{2} - \frac{mg\ell}{2}; F = \frac{2m\ell\alpha}{3} + mg = \frac{2 \cdot 4 \cdot 0,5 \cdot 10}{3} + 4 \cdot 10 = \frac{40}{3} + 40 = \frac{160}{3}$$

olarak bulunur.

4. Cismin açısal ivmesi için;

$$\tau = J\alpha$$

torkun yaptığı iş için;

$$\tau\varphi = \frac{J\omega^2}{2}; \varphi = 4 \cdot 2\pi$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\omega = 4\sqrt{\frac{\pi\tau}{J}}$$

olarak bulunur. Diğer yöntem ile açısal ivme;

$$\alpha = \frac{\tau}{J}$$

zamansız formülünden;

$$\omega = \sqrt{2\alpha\varphi} = \sqrt{2 \cdot \frac{\tau}{J} \cdot 4 \cdot 2\pi} = 4\sqrt{\frac{\pi\tau}{J}}$$

aynı sonuç çıkar.

5. Parabolik yörünge üzerinde hareket eden bir cismin sonsuzdaki hızı ve enerjisi de sıfır olmalıdır. Bu durumda;

$$0 = \frac{mv_p^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{r_p}$$

yazabiliriz. Burada r_p asteroidin Güneşe en yakın olan uzaklıktır. Asteroidin güneşe en yakın noktadaki hızı;

$$v = v_p = \sqrt{\frac{2\gamma M}{r_p}}$$

olur. Asteroidin Güneşe uzaklığı, perihelion uzaklığının iki katına olduğunda enerji korunumu yasası için;

$$0 = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{\gamma Mm}{2r_p}$$

yazabiliriz. Buradan aranan hız;

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma M}{r_p}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{2\gamma M}{r_p}} = \frac{v_p \sqrt{2}}{2}$$

olarak bulunur.

6. Gel-git kuvveti R yarıçaplı Dünyanın yüzeyi ile merkezi arasındaki farkı olarak değerlendirilebilir. Bu kuvvet;

$$F = \frac{\gamma Mm}{r^2} - \frac{\gamma Mm}{(r+R)^2} = \frac{\gamma Mm}{r^2} - \frac{\gamma Mm}{r^2 \left[1 + \left(\frac{R}{r} \right)^2 \right]} \approx \frac{\gamma Mm}{r^2} - \frac{\gamma Mm}{r^2 \left(1 + \frac{2R}{r} \right)} \approx \frac{\gamma Mm}{r^2} - \frac{\gamma Mm}{r^2} \left(1 - \frac{2R}{r} \right) = \frac{2\gamma MmR}{r^3}$$

olur. Aranan oran;

$$\frac{\frac{2\gamma M_{Ay}mR}{r_{D-Ay}^3}}{\frac{2\gamma M_GmR}{r_{G-D}^3}} = \frac{M_{Ay}r_{G-D}^3}{M_Gr_{D-Ay}^3} = \frac{1.400^3}{3.10^7 \cdot 1} = 2,1333 \approx 2,1$$

olarak bulunur.

7. İki gezegen arasındaki uzaklığının minimum olma süresi;

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega_V - \omega_D} = \frac{2\pi}{\frac{2\pi}{T_V} - \frac{2\pi}{T_D}} = \frac{T_D T_V}{T_D - T_V} = \frac{365,26 \cdot 87,97}{365,26 - 87,97} = 115,8784 \text{ gün} \approx 116 \text{ gün}$$

olarak bulunur.

8. Dünya Güneş ile Satürn arasında karşı konumda bulunursa gözlem yapma koşulları en iyidir.

9. Enberi ya da perihelion noktasında

10. Bir cismin kütlesi;

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{\gamma Mm}{r^2}; v^2 = \frac{\gamma M}{r}; T = \frac{2\pi r}{v}; T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2} = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma M}; M = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma T^2}$$

ile verilir. Neptün gezegenin kütlesi;

$$\frac{M_N}{M_D} = \frac{\frac{4\pi^2 r_1^3}{\gamma T_1^2}}{\frac{4\pi^2 r_2^3}{\gamma T_2^2}} = \frac{r_1^3 T_2^2}{T_1^2 r_2^3} = \frac{0,9^3 \cdot 27^2}{6^2 \cdot 1^3} = 14,76225 \approx 15$$

olarak bulunur.

11. Fotonun enerjisi;

$$E_f = \frac{2\pi\hbar c}{\lambda} = \frac{12400}{3000} = 4,1333 \text{ eV} = 4,1333 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 6,6133 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

sökülen fotoelektronun kinetik enerjisi;

$$E_f = E_b + E_k; E_k = 4,133 - 2 = 2,133 \text{ eV}$$

sökülen fotoelektronun hızı;

$$E_k = \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,6133 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ m/s} = 12000 \text{ km/s}$$

olarak bulunur.

12. Yıldızın yaşam süresi;

$$t \sim \frac{E}{L} \sim \frac{M}{M^{3,5}} \sim M^{-2,5}$$

olarak değerlendirilir. Buradan aranan süre;

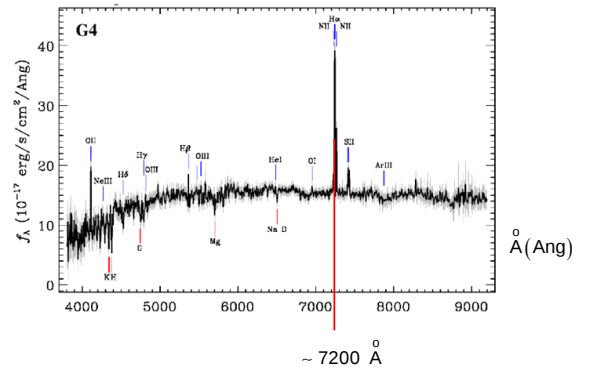
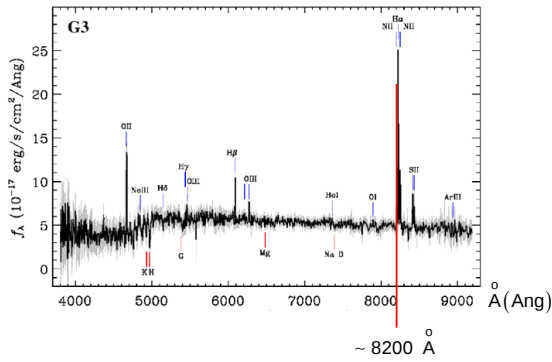
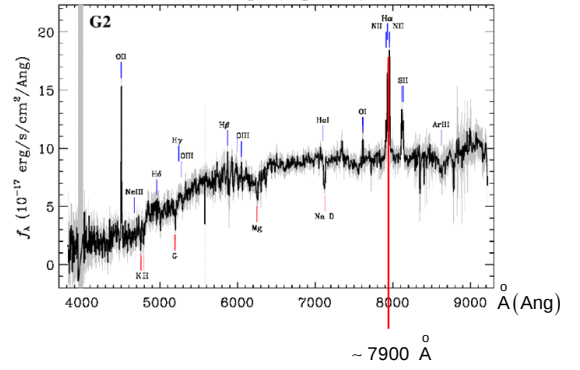
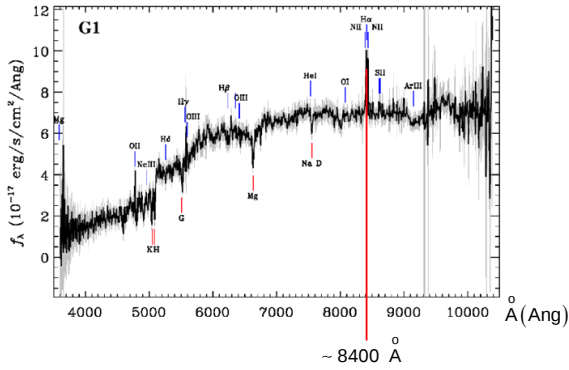
$$\frac{t_Y}{t_G} = \left(\frac{4M_G}{M_G}\right)^{-2,5} = 4^{-2,5} = 2^{-5}; t_Y = \frac{t_G}{32} = \frac{12000 \cdot 10^6}{32} = 375 \cdot 10^6 \text{ yıl}$$

olarak bulunur.

13. Hubble yasası,

$$v = H r$$

olarak verilir. Bir galaksi ne kadar uzakta ise aynı dalga boyunun kırmızıya kayması o kadar büyük olur. Verilen grafiklerden G-1 galaksinin kırmızıya kayması en büyük, G-4 galaksinin kırmızıya kayması en küçük oluyor.



14. Bohr atom modeline yörünge yarıçapları;

$$r_n = a_0 n^2$$

ile verilir. Burada a_0 hidrojen atomundaki birinci yörünge Bohr yarıçapıdır. Bu durumda;

$$\Delta r_{nyak} = r_n - r_{n-1} = a_0 n^2 - a_0 (n-1)^2 = (2n-1)a_0 \approx 2na_0$$

verilen orandan;

$$\frac{\Delta r_{yak} - \Delta r_n}{\Delta r_n} = \frac{2na_0 - (2n-1)a_0}{(2n-1)a_0} = \frac{1}{2n-1} = 0,05; 2n = \frac{1}{0,05} + 1 = 21; n = 10,5 \approx 11$$

olarak bulunur. n tam sayı olmalıdır.

15. Cismin entropi değişimi;

$$\Delta \Sigma_c = \int_{900}^{300} \frac{mc dT}{T} = mc \ln T \Big|_{900}^{300} = -mc \ln 3 = -1.800 \cdot 1,1 = -880 \text{ J/K}$$

deponun entropi değişimi;

$$\Delta \Sigma_d = \frac{mc \Delta T}{T_d} = \frac{1.800(900 - 300)}{300} = 1600 \text{ J/K}$$

toplam entropi değişimi;

$$\Delta \Sigma_t = \Delta \Sigma_d + \Delta \Sigma_c = 1600 - 880 = 720 \text{ J/K}$$

olarak bulunur.

16. Teleskobun çözme gücünden teleskobun çapı;

$$\theta \approx \frac{1,22\lambda}{D} = \frac{d}{\ell}; D = \frac{1,22\lambda \ell}{d} = \frac{1,22 \cdot 600 \cdot 10^{-9} \cdot 500 \cdot 10^3}{1} = 0,366 \text{ m}$$

teleskobun odak/çap oranından teleskobun odak uzaklığı;

$$8 = \frac{f_{ob}}{D}; f_{ob} = 8D = 8 \cdot 0,366 = 2,928 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

olarak bulunur.

17. Hidrojen atomu için;

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}; a_n = a = \frac{v^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mr^2}$$

enerji korunumu yasası için;

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} - \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$$

yazabiliriz. Elektronun düşme süresi;

$$t = \frac{|E|}{P}$$

olarak değerlendirilir. Buradan;

$$t = \frac{\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}}{\frac{e^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3}} = \frac{3c^3}{4a^2 r} = \frac{3c^3}{4r \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mr^2} \right)^2} = \frac{3r^3}{4c \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 mc^2} \right)^2} = \frac{3r^3}{4c r_e^2} \sim \frac{r^3}{c r_e^2}$$

olarak bulunur.

18. Mars gezegenin gözlem açısı;

$$\theta = \frac{D}{\ell} = \frac{6800}{8 \cdot 10^7} = 850 \cdot 10^{-7} \text{ rad} = 971,42857 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{180}{\pi} \cdot 3600'' = 17,5''$$

oluşan görüntünün boyu;

$$\ell \approx f\theta = 10 \cdot 850 \cdot 10^{-7} = 850 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

piksel sayısı;

$$N = \frac{\ell}{p} = \frac{850 \cdot 10^{-6}}{15 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}} = 56,666 \approx 60$$

ya da

$$\text{Piksel Ölçeği} = \frac{206265 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{10000} = 0,309''$$

$$\frac{\text{piksel ölçeği}}{\theta} = \frac{17,5}{0,309} = 56,666 \approx 60$$

olarak bulunur. Yani aynı sonuç çıkar.

19. Sıcaklık ile dalga boyu arasındaki ilişki Wien yasası;

$$T = \frac{b}{\lambda} \quad \lambda = \frac{b}{T}$$

fotonun momentumu;

$$p = \frac{2\pi\hbar}{\lambda} = \frac{2\pi\hbar T}{b}$$

ile verilir. Buradan;

$$\frac{p_A}{p_B} = \frac{T_A}{T_B} = \frac{5000}{10000} = \frac{1}{2}$$

olarak bulunur.

20. Sıcaklık ile dalga boyu arasındaki ilişki Wien yasası için;

$$T = \frac{b}{\lambda}$$

bir yıldızın ışıma gücü için;

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

yıldızın mutlak parlaklığı ve ışıma gücü için;

$$\mathcal{M} = -2,5 \log \frac{L}{4\pi \cdot 10^2}$$

yıldızın görünür parlaklığı ve mutlak parlaklığı için;

$$m - \mathcal{M} = -5 + 5 \log r$$

yazabiliriz. Buradan ötegezegen sistemin yıldızın sıcaklığı;

$$T_Y = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{580 \cdot 10^{-9}} = 5000 \text{ K}$$

mutlak parlaklığı;

$$16,08 - \mathcal{M}_Y = -5 + 5 \log 1000 = -5 + 5,3 = 10; \mathcal{M}_Y = 6,08 \text{ kadir}$$

Güneşin sıcaklığı;

$$T_G = \sqrt[4]{\frac{L_G}{4\pi \sigma R_G^2}} = \sqrt[4]{\frac{3,828 \cdot 10^{26}}{4,3 \cdot 14,5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (696 \cdot 10^3 \cdot 10^3)^2}} = 5770 \text{ K}$$

olur. Aranan sıcaklık;

$$\mathcal{M}_G - \mathcal{M}_Y = -2,5 \log \frac{L_G}{L_Y} = -2,5 \log \frac{4\pi R_G^2 \cdot \sigma T_G^4}{4\pi R_Y^2 \cdot \sigma T_Y^4} = -2,5 \log \frac{R_G^2 T_G^4}{R_Y^2 T_Y^4} = -5 \log \frac{R_G}{R_Y} - 10 \log \frac{T_G}{T_Y}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$4,83 - 6,08 = -5 \log \frac{R_G}{R_Y} - 10 \log \frac{5770}{5000} = -5 \log \frac{R_G}{R_Y} - 10,0,0622 = -5 \log \frac{R_G}{R_Y} - 0,622$$

$$5 \log \frac{R_G}{R_Y} = 0,628; \log \frac{R_G}{R_Y} = 0,1256; R_G = R_Y \cdot 10^{0,1256} = 1,335365 R_Y; R_Y = \frac{R_G}{1,335365} = \frac{696000}{1,335365} = 521205 \text{ km}$$

$$R_Y \approx \frac{3R_G}{4}$$

olarak bulunur.

21. Bir ışık yılı;

$$1 \text{ ışık yılı} = 365,24 \cdot 3600 \cdot 300000 \cdot 1000 = 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

bir parsek

$$1 \text{ pc} = 3,26,1 \text{ ışık yılı} = 30,84 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

bir megaparsek

$$1 \text{ Mpc} = 1000000 \text{ pc} = 30,84 \cdot 10^{21} \text{ m}$$

olur. Evrenin kritik özkütlesi;

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi\gamma} = \frac{3 \cdot \left(\frac{70 \cdot 1000}{30,84 \cdot 10^{21}} \right)^2}{8,3,14,6,67 \cdot 10^{-11}} = 9,22 \cdot 10^{-27} \text{ kg/m}^3$$

Yerel galaksi grubun kütlesi;

$$M_{\text{yerel}} = 1,9 \cdot 10^{12} M_{\odot} + 1,2 \cdot 10^{12} M_{\odot} + 7 \cdot 10^{10} M_{\odot} + 2,3 \cdot 10^{10} M_{\odot} + 7 \cdot 10^9 M_{\odot} =$$

$$= 1900 \cdot 10^9 M_{\odot} + 1200 \cdot 10^9 M_{\odot} + 70 \cdot 10^9 M_{\odot} + 23 \cdot 10^9 M_{\odot} + 7 \cdot 10^9 M_{\odot} = 3200 \cdot 10^9 M_{\odot}$$

Yerel galaksi grubun özkütlesi;

$$\rho_{\text{yerel}} = \frac{M_{\text{yerel}}}{\frac{4\pi}{3} \left(\frac{D}{2} \right)^3} = \frac{3200 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{\frac{4,3,14}{3} \left(\frac{2,30,84 \cdot 10^{21}}{2} \right)^3} = 52,08910^{-27} \text{ kg/m}^3 \approx 6\rho_c$$

olarak bulunur.

22. Bir yıldızın ışıma gücü için;

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

yıldızın mutlak parlaklığı ve ışıma gücü için;

$$\mathcal{M} = -2,5 \log \frac{L}{4\pi \cdot 10^2}$$

yazabiliriz. yıldızın Tanım olarak bir yıldızın mutlak parlaklığı;

$$\mathcal{M} = -2,5 \log \frac{L}{4\pi \cdot 10^2}$$

olarak verilir. Mutlak parlaklık tüm yıldızlar Dünyadan 10 pc uzaklıkta bulundukları varsayılmaktadır. İki yıldızın mutlak parlaklıkları ile ışıma şiddetleri arasındaki ilişki;

$$\mathcal{M}_1 - \mathcal{M}_2 = -2,5 \log \frac{L_1}{4\pi \cdot 10^2} + 2,5 \log \frac{L_2}{4\pi \cdot 10^2} = -2,5 \log \frac{L_1}{L_2}$$

olur. Buradan;

$$\mathcal{M}_1 - 6 = -2,5 \log \frac{1}{100} = -2,5 \cdot (-2) = 5; \mathcal{M}_1 = 6 + 5 = 11 \text{ kadir}$$

olarak bulunur.

23. Bir yıldızın ışıma gücü için;

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

yıldızın mutlak parlaklığı ve ışıma gücü için;

$$\mathcal{M} = -2,5 \log \frac{L}{4\pi \cdot 10^2}$$

yazabiliriz. Yıldızın ve Güneşin mutlak parlaklıkları için;

$$\mathcal{M}_G - \mathcal{M}_Y = -2,5 \log \frac{L_G}{L_Y} = -2,5 \log \frac{4\pi R_G^2 \cdot \sigma T_G^4}{4\pi R_Y^2 \cdot \sigma T_Y^4}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\mathcal{M}_Y = \mathcal{M}_G + 2,5 \log \frac{R_G^2 T_G^4}{\left(\frac{R_G}{3}\right)^2 (2T_G)^4} = \mathcal{M}_G + 2,5 \log \frac{9}{16} = \mathcal{M}_G - 2,5 \cdot 0,24987747 = \mathcal{M}_G - 0,62469$$

olarak bulunur. Yıldız Güneşten yaklaşık 0,62 kadir daha parlak gözükür.

24. Bir ışık yılı;

$$1 \text{ ışık yılı} = 365.24.3600.300000.1000 = 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m} = 9,4608 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

olur. Görünür ve mutlak parlaklığı arasındaki ilişki;

$$m - \mathcal{M} = -5 + 5 \log r$$

ile verilir. Buradan yıldızın olan uzaklık;

$$12 - 14 = -5 + 5 \log r; \log r = 0,6; r = 10^{0,6} = 3,981 \text{ pc} = 12,978 \text{ ışık yılı}$$

yıldızın yarıçapı

$$\frac{10}{20.150.10^6} = \frac{R_Y}{12,978.9,4608.10^{12}} = 4090274 \text{ km} = \frac{409207}{696000} = 0,588 \approx 0,6$$

olarak bulunur.

25. Bir yıldızın ışıma gücü L , yıldızın olan uzaklık r olsun. Bu durumda yıldızın oluşturduğu aydınlanma;

$$E = \frac{L}{4\pi r^2}$$

ile verilir. Verilen orandan;

$$E_1 = \frac{E_2}{4}; \frac{L}{4\pi r_1^2} = \frac{L}{4\pi r_2^2}; r_2 = \frac{r_1}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ pc}$$

olarak bulunur.