

II ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2023

1. Tek boyutta +x yönünde 2 m/s hızla ilerleyen bir cisim önce 3 saniye boyunca ilerlediği yönde $0,2 \text{ m/s}^2$ lik bir ivmeye, daha sonra 6 saniye boyunca karşıt yönde $0,10 \text{ m/s}^2$ lik ivmeye maruz kalıyor.

Bu toplam 9 saniye sonunda cisim ilk konumuna göre kaç metre uzalıktadır?

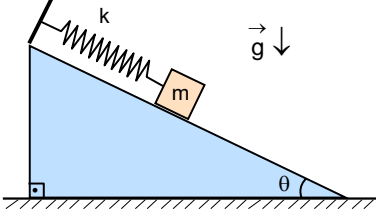
A) 19,8

B) 20,7

C) 21,6

D) 24,3

E) 27



2. Yay sabiti k olan bir yay yatayla θ açısı yapan sürtülmeli bir eğik düzlem üzerindeki m kütleli bir bloğa bağlıdır. Blokla eğik düzlem yüzeyi arasındaki statik sürtünme katsayısı f ve yayın üzerine hiç kuvvet uygulanmayan duruma göre uzama miktarı x tir.

Blok düzlem üzerinde hareket etmiyorsa bloğun kütlesi hangi aralıkta olabilir?

A) $\frac{kx}{g(\sin\theta + f \cos\theta)}$ ile $\frac{kx}{g(\sin\theta - f \cos\theta)}$ arasında

B) $\frac{kx}{g(\cos\theta + f \sin\theta)}$ ile $\frac{kx}{g(\cos\theta - f \sin\theta)}$ arasında

C) $\frac{kx}{g(1 + f \cos\theta)}$ ile $\frac{kx}{g(1 - f \cos\theta)}$ arasında

D) $\frac{kx}{g(1 + f \sin\theta)}$ ile $\frac{kx}{g(1 - f \sin\theta)}$ arasında

E) $\frac{kx}{g(f \cos\theta + 1)}$ ile $\frac{kx}{fg \cos\theta}$ arasında

3. x-ekseni üzerinde hareket eden $m=2 \text{ kg}$ kütleli bir cismin zamana bağlı değişen ivmesi $a(t)=4t+2$ olarak ifade edilmektedir ($a: \text{m/s}^2$, t : saniye). Cismin $t=0$ anındaki hızı $+2 \text{ m/s}$ dir.

Cismin üzerine $t = 0$ ile $t = 2 \text{ s}$ aralığında yapılan iş kaç Joule dir?

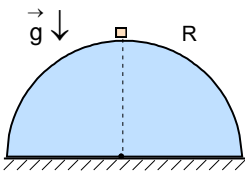
A) 180

B) 196

C) 200

D) 396

E) 400



4. Yarıçapı R olan sürtünmesiz bir yarımkürenin tepesinde küçük bir cisim bulunuyor. Cisim harekete geçip küreden belli noktada ayrılmaktadır.

Temasin kesildiği bu anda cismin merkezine olan yarıçap çizgisinin düşeyle yaptığı θ açısı için $\cos\theta$ değeri nedir?

A) $\frac{2}{3}$

B) $\frac{1}{2}$

C) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

D) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

E) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

5. Noktasal bir cisim, ilk başta durgun haldeyken üzerine etkiyen sabit bir torkun etkisiyle çembersel yörünge üzerinde hareket etmeye başlıyor. Cisim ilk turu t sürede tamamlamaktadır. Cisim iki tur attıktan sonra cisme etki eden tork, aynı yönde dönme etkisi oluşturmaya devam edecek şekilde iki katına çıkarılıyor.

Buna göre cisim üçüncü tam turunu kaç t sürede tamamlar?

A) $\frac{1}{8+4\sqrt{2}}$

B) $\frac{1}{\sqrt{3}+\sqrt{2}}$

C) $\frac{1}{2\sqrt{3}-1}$

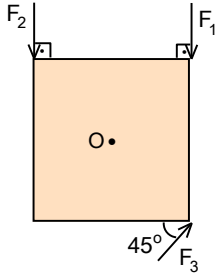
D) $\frac{1}{2+\sqrt{2}}$

E) $\frac{1}{3}$

6. Düzlemde $\vec{A} = (3; 0)$ ve $\vec{B} = (1; 2)$ vektörleri veriliyor.

\vec{C} vektörü \vec{A} vektörünün 180° derece dönmesiyle elde ediliyorsa aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) $\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{C}$ B) $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{B} \times \vec{C}$ C) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{C}$ D) $\vec{A} - \vec{B} = \vec{B} - \vec{C}$ E) $\vec{B} = \frac{\vec{A} + \vec{C}}{2}$.



7. Kenar uzunluğu $l=4\sqrt{2}$ metal kare şeklindeki bir levha merkezindeki O noktasından geçen, levhaya dik bir mile tutturulmuştur. Levhaya şekildeki gibi levhanın yüzeyi boyunca $F_1=10$ N, $F_2=20$ N, $F_3=8$ N kuvvetler uygulanmaya başlıyor.

Buna göre levhaya etki eden net torkun büyüklüğü yaklaşık olarak kaç N.m dir?

- A) 32 B) 28 C) 56 D) 60 E) 82

8. Aralarında 110 000 ışık yılı uzaklık bulunan iki galaksi birbirlerine 500 km/s hızla yaklaşmaktadır.

İki galaksi aynı hızla yaklaşmaya devam ederse yaklaşık kaç milyon yıl sonra çarpışırlar?

(Ölçeklendirmek için $1 \text{ km/s} \approx 1 \text{ pc/milyon yıl}$ olarak alabilirsiniz.)

- A) 3 B) 19 C) 50 D) 66 E) 100

9. Türksat 6A iletişim uydusu Türkiye'yi kapsayan bölgede sürekli yayın yapabilmek için yaklaşık 35 000 km yükseklikteki çembersel yörünge üzerinde hareket etmektedir.

Dünyanın yarıçapı değişmeden, kütlesi bugünkü kütlesinin 8 katı olsaydı Türksat 6A'nın yörüngesinin yüksekliği yaklaşık olarak kaç km olurdu?

- A) 43 750 B) 70 000 C) 86 000 D) 110 000 E) 280 000

10. Bir astronot yer yüzeyinden ne kadar uzakta olduğunu anlamak için $l=40$ cm uzunluğundaki basit bir sarkacın salınım periyodunu ölçmektedir.

Sarkacın periyodunu 3 s olarak ölçtüğünde astronotun yer yüzeyinden uzaklığı Dünyanın yarıçapı cinsinden yaklaşık olarak nedir? (Yer yüzeyindeki çekim ivmesini 10 m/s^2 , $\pi=3$ alınız.)

- A) $\frac{2}{5}$ B) $\sqrt{3} - 1$ C) $\frac{3}{2}$ D) $\sqrt{5} - 1$ E) 4

11. Hubble Kanununa göre evrenin genişlediğini varsayalım.

Klasik Doppler etkisinin makul bir yaklaşım olduğunu düşünerek 170 megaparsek ($1 \text{ Mpc}=10^6$ parsek) uzaklıktaki bir galaksi kümesinin kırmızıya kayma parametresi z nedir?

- A) 0,01 B) 0,04 C) 0,06 D) 0,08 E) 0,09

12. Kütleleri m ve 3m olan iki cisim arasındaki uzaklık l dir.

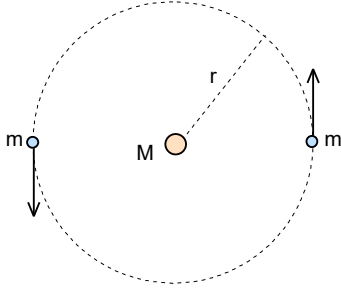
Sistemin kütle merkezindeki bir test kütle çekim dolayısıyla kazandığı ivmenin büyüklüğü nedir?

- A) 0 B) $\frac{8\gamma m}{l^2}$ C) $\frac{32\gamma m}{3l^2}$ D) $\frac{36\gamma m}{5l^2}$ E) $\frac{416\gamma m}{9l^2}$

13. Galaksiler ve galaksi kümelerinin uzaklıkları ile onlardan gözlenen ışığın kırmızıya kayması arasında doğrusal bir ilişki olduğu bilinmektedir. Hubble Kanunu olarak bilinen bu ilişki $v=Hr$ şeklinde verilir. Burada, v galaksinin gözlenen uzaklaşma hızını (km/s), r galaksinin uzaklığını (Mpc) belirtir.

Hubble sabitinin evrenin başlangıcından beri değişmediğini ve değerinin 50 km/s/Mpc olduğunu kabul edersek verilenlerden itibaren bulduğumuz yaş yaklaşık nedir?

- A) 2 milyar yıl B) 4 milyar saniye C) 15 milyar yıl D) 17 milyar saniye E) 20 milyar yıl



14. Her biri m kütleli iki yıldız, kütlesi $M=4m$ olan merkezi bir yıldız etrafında r uzaklığında, aralarındaki açı daima 180° olacak şekilde dönmektedir.

Buna göre m kütleli yıldızların periyodunu nedir?

- A) $\frac{2\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{13\gamma m}}$ B) $\frac{4\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{13\gamma m}}$ C) $\frac{3\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{15\gamma m}}$
D) $\frac{2\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{15\gamma m}}$ E) $\frac{4\pi\sqrt{r^3}}{\sqrt{17\gamma m}}$

15. 1995'de ilk kez Güneş Sistemimizin dışında, 51 Pegasi yıldızının etrafında bir ötegezegen bulundu. Ötegezegenin yıldızın etrafında neredeyse çembersel yörünge üzerinde yaklaşık her 4 günde bir tur attığı ölçüldü. 51 Pegasi yıldızının Güneşe çok yakın bir kütlesi vardır ve yıldızın sistemin kütle merkezi etrafındaki hızı $v=60$ m/s dir.

Gezegenin yıldız olan uzaklığı da 0,05 AB olarak bulunduğuna göre gezegenin kütlesini Jüpiter kütlesi cinsinden nedir?

- A) 0,4 B) 9,3 C) 7,5 D) 0,7 E) 1,5

16. Kendi çevresinde 0,5 günde dönen bir gezegenin ekvatorundaki bir cismin, bu dönmeden kaynaklanan çizgisel hızı 2 m/s dir.

Küre şeklindeki bu gezegenin yüzey alanı m^2 cinsinden yaklaşık nedir? ($\pi=3$)

- A) $1,9 \cdot 10^9$ B) $2,5 \cdot 10^9$ C) $3,6 \cdot 10^{11}$ D) $7,2 \cdot 10^{11}$ E) $5,1 \cdot 10^{14}$

17. Yörüngenin eksantrisitesi $\epsilon \approx 1$ olan Halley kuyruklu yıldızı Güneş'e bir önceki yakın geçişini 1986 yılında yapmıştı. Kuyruklu yıldızın bir sonraki yakın geçişini 2062 yılında yapması beklenmektedir.

Yörüngesinde Güneş'e en uzak olduğu konumda Halley'den çıkan fotonlar yaklaşık ne kadar sürede Güneşe ulaşır?

- A) 8 dakika B) 16 dakika C) 1,5 saat D) 3 saat E) 5 saat

18. Hacmi $0,016 \text{ m}^3$ olan bir otomobil lastiğinin 27°C ortam sıcaklığındaki iç basıncı 250 kPa olarak ölçülmektedir. Araç ile ortam sıcaklığının 47°C olduğu bir yere gidildiğini düşünelim.

Lastiğin iç basıncının bu daha sıcak ortamda yine 250 kPa seviyesinde olabilmesi için kaç gram hava dışarı salınmalıdır? (Havanın birim kütle için gaz sabitini $R=287 \text{ J/kg.K}$ ve her iki ortamda atmosfer basıncını 100 kPa alınız.)

- A) 0,8 B) 1 C) 1,6 D) 2,4 E) 4,8

19. 19. yüzyılda W. Herschel, teleskop kullanarak yaptığı parlaklık ölçümlerinde 1. kadirde bir yıldızın 6. kadirde bir yıldızla göre 100 kat daha fazla ışık gönderdiğini bulmuştur. Pogson ise her bir kadirin kendinden sonra gelenden yaklaşık 2,5 kat kadar daha parlak olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla 1. kadirde bir yıldız 6. kadirde bir yıldızdan 100 kat daha parlaktır. Herhangi bir optik alet olmadan, insan gözü 6. kadirde daha parlak yıldızları görebilmektedir.

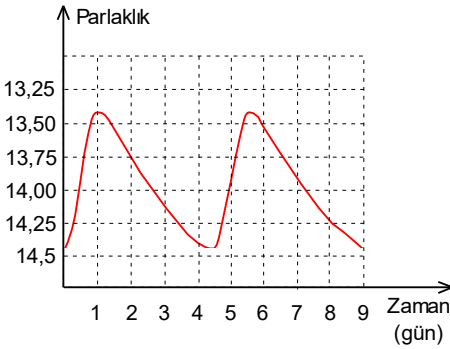
Gözümüzün açıklığı 7 mm olarak alınırsa 16. kadirde bir yıldızı görebilmek için gereken teleskobun çapı kaç cm olmalıdır? (Işık toplama gücü: $\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$; D açıklık çapıdır.)

- A) 10 B) 40 C) 50 D) 70 E) 80

20. Bir teleskobun odak oranı, teleskobun aynasının odak uzunluğunun teleskobun ayna çapına oranı olarak verilir ve 'f/odak oranı' şeklinde gösterilir. Örneğin odak uzaklığı 120 cm olan bir teleskopun merceğinin çapı ya da açıklığı 8 cm ise teleskopun f/odak oranı $\frac{120}{8} = 15$ olur. Aynı zamanda bir teleskobun büyütme gücü, teleskobun odak uzunluğunun teleskopta kullanılan göz merceğinin odak uzunluğuna oranı olarak tanımlanır. $\frac{f}{8}$ odak oranlı bir aynalı teleskopta 32 mm lik bir göz merceği kullanılarak 800 kat büyütme elde edilebilmektedir.

Bu teleskop kullanılarak 500 nm dalga boyunda Ay gözlemi yapılırsa Ay yüzeyinde görülebilecek en küçük kraterin çapı yaklaşık kaç metredir? (Krateri dairesel kabul edip Dünya-Ay uzaklığı 400 000 km dir.)

- A) 10,2 B) 47,5 C) 60,3 D) 76,3 E) 80,3



21. Zonklayan değişen yıldızlar yarıçapları ve yüzey sıcaklıklarında meydana gelen değişimlerin bir sonucu olarak parlaklıkları değişen (artıp azalan) bir yıldız türüdür. Parlaklık değişimi süresince yıldızın parlaklığı görece hızla artarak maksimuma ulaşır, sonra yavaşça azalarak eski haline döner. Bu döngü düzenli biçimde tekrarlanır. Bu yıldızların parlaklıklarında meydana gelen değişimin gün cinsinden periyodu (T) ile yıldızın mutlak parlaklığı (M) arasında şöyle bir bağıntı bulunmuştur:

$$M \approx -3.\log(T)-1,2$$

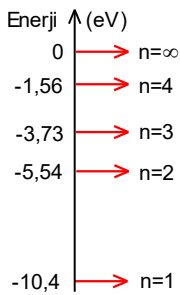
Buna göre, yanda zamana karşı parlaklık değişimi (ışık eğrisi) verilen bir zonklayan yıldızın ışımaya gücünün Güneş'in yaklaşık kaç katıdır?

- A) $10^{1,5}$ B) $10^{2,2}$ C) $10^{2,5}$ D) $10^{3,3}$ E) 10^4

22. Bir yıldızın bir saniyede tüm yüzeyinden uzaya yaydığı toplam enerji miktarına ışımaya gücü denir. 1,5 parsek uzaklıktaki bir yıldızın görünür parlaklığı 13,15 kadirdir.

Bu yıldızın yaydığı toplam ışımaya Güneş'in ışımaya gücünün kaç katıdır?

- A) 10^{-8} B) $2 \cdot 10^{-8}$ C) 10^{-5} D) $2 \cdot 10^{-5}$ E) $4 \cdot 10^{-4}$



23. Çok düşük basınç altında tutulan cıva buharı 7 eV enerjiye sahip elektronlar ile bombardıman ediliyor. Cıva Gözlenen enerji seviyeleri ne ilişkin yandaki şekil verilmiştir.

Elektronlar buharı hangi enerjiyle (eV biriminde) terk eder?

- A) 4,68 6,67
B) 2,14 0,33
C) 2,14 0,33 1,84
D) 2,14 1,16 0,33
E) 4,68 6,67 1,46

24. Bir elektronun momentumu, enerjisi 2,5 eV olan bir fotonun momentumuna eşittir.

Buna göre elektronun hızı yaklaşık olarak kaç m/s dir?

- A) 1020 B) 1090 C) 1265 D) 1480 E) 1615

25. Sürekli modda 5 mW gücünde çalışan bir helyum-neon lazeri 633 nm dalga boyunda monokromatik (tek renkli) ışık yaymaktadır.

Bu lazer saniyede yaklaşık kaç foton yaymaktadır?

- A) $4,8 \cdot 10^{16}$ B) $1,6 \cdot 10^{16}$ C) $1,2 \cdot 10^{13}$ D) $5,4 \cdot 10^{15}$ E) $2,4 \cdot 10^{18}$

II ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2023

1. B)

2. A)

3. A)

4. A)

5. D)

6. B)

7. D)

8. D)

9. B)

10. C)

11. B)

12. E)

13. E)

14. E)

15. A)

16. B)

17. E)

18. D)

19. D)

20. D)

21. D)

22. C)

23. B)

24. D)

25. B)

II ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2023

1. 3 saniyede alınan yol;

$$x_1 = vt_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} = 2 \cdot 3 + \frac{0,2 \cdot 3^2}{2} = 6,9 \text{ m}$$

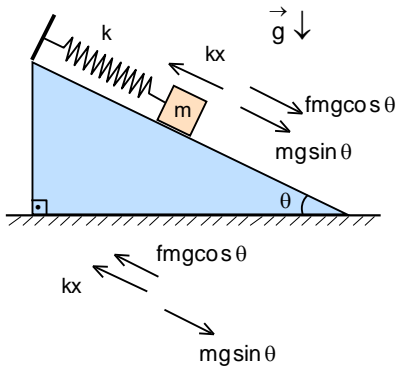
bu sürede ulaşılan hız;

$$v_1 = v + a_1 t_1 = 2 + 3 \cdot 0,2 = 2,6 \text{ m/s}$$

olur. Aranılan uzaklık;

$$x_2 = x_1 + v_1 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} = 6,9 + 2,6 \cdot 6 - \frac{0,1 \cdot 6^2}{2} = 20,7 \text{ m}$$

olarak bulunur.



2. İki farklı durum olabilir. Cisim eğik düzlem boyunca yukarı yönde hareket etme eğiliminde ise sürtünme kuvveti eğik düzlem boyunca aşağıya doğru olur. Bu durumda;

$$kx = m_1 g \sin \theta + f m_2 g \cos \theta$$

yazabiliriz. Cisim eğik düzlem boyunca aşağı yönde hareket etme eğiliminde ise sürtünme kuvveti eğik düzlem boyunca yukarı doğru olur. Bu durumda;

$$kx + f m_2 g \cos \theta = m_2 g \sin \theta$$

yazabiliriz. Buradan;

$$m_1 = \frac{kx}{g(\sin \theta + f \cos \theta)}; m_2 = \frac{kx}{g(\sin \theta - f \cos \theta)}$$

olarak bulunur.

3. Cisme etki eden zamana bağlı kuvvet için;

$$F(t) = ma(t) = 2(4t + 2) = 4(2t + 1)$$

cismin zamana bağlı hız için;

$$v_t - v = \int_0^t a(t) dt \Rightarrow v_t - 2 = \int_0^t (4t + 2) dt = 2t^2 + 2t; v_t = 2(1 + t + t^2) = \frac{dx}{dt}$$

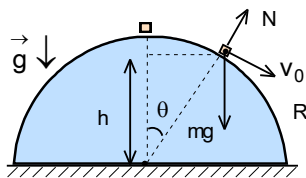
yazabiliriz. Buradan yapılan iş;

$$dx = 2(1 + t + t^2) dt$$

$$W = \int_0^x F dx = \int_0^2 8(2t + 1)(1 + t + t^2) dt = \int_0^2 8(1 + 3t + 3t^2 + 2t^3) dt =$$

$$= 8 \left(t + \frac{3t^2}{2} + t^3 + \frac{2t^4}{4} \right) \Big|_0^2 = 8 \left(2 + \frac{3 \cdot 2^2}{2} + 2^3 + \frac{2^4}{2} \right) = 192 \text{ J}$$

olarak bulunur.



4. Enerji korunumu yasasından ve cismin yüzeyden ayrılma şartından;

$$mgR = mgR \cos \theta + \frac{mv_0^2}{2}; mg \cos \theta = \frac{mv_0^2}{R}$$

$$\cos \theta = \frac{2}{3}$$

olarak bulunur.

5. Birinci turun tamamlama süresi için;

$$2\pi = \frac{\alpha t^2}{2} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

ikinci turun sonundaki açısal hız için;

$$\omega_2^2 = 2.2.2\pi\alpha = 8\pi\alpha \Rightarrow \omega_2 = 2\sqrt{2\pi\alpha}$$

üçüncü turun sonundaki açısal hız için;

$$\omega_3^2 = \omega_2^2 + 2.2\pi.2\alpha = 8\pi\alpha + 8\pi\alpha = 16\pi\alpha \Rightarrow \omega_3 = 4\sqrt{\pi\alpha}$$

yazabiliriz. Buradan aranan süre;

$$\omega_3 - \omega_2 = 2\alpha t_3 \Rightarrow t_3 = \frac{4\sqrt{\pi\alpha} - 2\sqrt{2\pi\alpha}}{2\alpha} = 2\sqrt{\frac{\pi}{\alpha}} - \sqrt{\frac{2\pi}{\alpha}} = t - \frac{t}{\sqrt{2}} = \frac{t(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{2}} = \frac{t(\sqrt{2}-1)(\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}(\sqrt{2}-1)} = \frac{t}{2+\sqrt{2}}$$

olarak bulunur.

6. Skaler çarpımı özelliklerinden;

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A} = -\vec{B} \cdot \vec{C}$$

vektörel çarpımı özelliklerinden;

$$\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A} = \vec{B} \times \vec{C}$$

yazabiliriz.

7. Aranan tork;

$$M = 20.2\sqrt{2} - 10.2\sqrt{2} + \frac{4\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot 8 = 32 + 20\sqrt{2} = 32 + 20 \cdot 1,4 = 60 \text{ N.m}$$

olarak bulunur.

8. Aranan süre;

$$t = \frac{x}{v} = \frac{110000.365.24.3600.3.10^5}{500.365.24.3600} = \frac{330.10^6}{5} = 66.10^6 \text{ yıl}$$

olarak bulunur.

9. Her iki durumda uyduların periyotları eşit ve Dünyanın eksenini etrafındaki dönme periyoduna eşit olmalıdır.

$$F_1 = \frac{\gamma M m}{r_1^2} = \frac{m v_1^2}{r_1} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{\gamma M}{r_1}} \Rightarrow T = \frac{2\pi r_1}{v_1} = 2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{\gamma M}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r_2^3}{8\gamma M}}$$

Buradan aranan yükseklik;

$$\frac{r_2^3}{8} = r_1^3 \Rightarrow r_2 = 2r_1 \Rightarrow R + h_2 = 2R + 2h_1$$

$$h_2 = R + 2h_1 = 6400 + 2.35000 = 76 \text{ 400 km} \approx 76 \text{ 000 km}$$

olarak bulunur.

10. Sarkacın bulunduğu yükseklikteki ivme;

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g_h}} \Rightarrow 3 = 2.3 \cdot \sqrt{\frac{0,4}{g_h}} \Rightarrow g_h = 1,6 \text{ m/s}^2$$

sarkacın bulunduğu yükseklik;

$$g_h = \frac{gR^2}{(R+h)^2} \Rightarrow 1,6 = \frac{10R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow 0,4 = \frac{R}{R+h} \Rightarrow 0,4R + 0,4h = R \Rightarrow 0,4h = 0,6R; h = \frac{3R}{2}$$

olarak bulunur.

11. Kırmızıya kaymaya parametresi;

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} = \frac{Hr}{c} = \frac{70.170}{3.10^4} \approx 0,04$$

olarak bulunur.

12. Cisimlerin kütle merkezine olan uzaklıklar $\frac{\ell}{4}$ ve $\frac{3\ell}{4}$ olur. Buradan ivme;

$$a = \frac{3\gamma m}{\left(\frac{\ell}{4}\right)^2} - \frac{\gamma m}{\left(\frac{3\ell}{4}\right)^2} = \frac{16.3\gamma m}{\ell^2} - \frac{16\gamma m}{9\ell^2} = \frac{432\gamma m}{9\ell^2} - \frac{16\gamma m}{9\ell^2} = \frac{416\gamma m}{9\ell^2}$$

olarak bulunur.

13. Evrenin yaşı Hubble sabiti ile ters orantılıdır. Buradan evrenin yaşı;

$$t = \frac{1}{H} = \frac{3,6 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^5}{50} \approx 20 \cdot 10^9 \text{ yıl} = 20 \text{ milyar yıl}$$

olarak bulunur.

14. m kütleli yıldızların hızları;

$$F = \frac{\gamma \cdot 4m \cdot m}{r^2} + \frac{\gamma m \cdot m}{(2r)^2} = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{17\gamma M}{4r}}$$

dolanım periyotları;

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{4r^3}{17\gamma M}} = 4\pi \sqrt{\frac{r^3}{17\gamma M}}$$

olarak bulunur.

15. Yıldızın merkezinin sistemin kütle merkezine olan uzaklığı;

$$T = \frac{2\pi r_{km}}{v} \Rightarrow r_{km} = \frac{vT}{2\pi} = \frac{60.4.24.3600}{2.3} = 3456000 \text{ m} = \frac{3456000 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{1,5 \cdot 10^{11}} = 2,3 \cdot 10^{-5} \text{ AB}$$

kütle merkezinin ifadesinden ötegezegenin kütlesi;

$$r_{km} = \frac{0 \cdot M + 0,05m}{M+m} \Rightarrow 2,3 \cdot 10^{-5} = \frac{0,05m}{M+m} \approx \frac{0,05m}{M} \Rightarrow m = \frac{2,3 \cdot 10^{-5} M}{0,05} = 0,46 \cdot 10^{-3} M = 0,46 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} = \frac{0,92 \cdot 10^{27}}{2 \cdot 10^{27}} \cdot 2 \cdot 10^{27} = 0,46 m_J$$

olarak bulunur.

16. Gezegenin yarıçapı;

$$T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow R = \frac{vT}{2\pi} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 3600}{2 \cdot 3} = 14400 \text{ m}$$

gezegenin alanı;

$$S = 4\pi R^2 = 4 \cdot 3 \cdot 14400^2 \approx 2,5 \cdot 10^9 \text{ m}^2$$

olarak bulunur.

17. Halley kuyruklu yıldızın dolanım periyodu;

$$T_H = 2062 - 1986 = 76 \text{ yıl}$$

dolandığı büyük yarı eksen;

$$\frac{T_G^2}{r_D^3} = \frac{T_H^2}{a_H^3} \Rightarrow a_H = r_D \sqrt[3]{\frac{T_H^2}{T_D^2}} = r_D \sqrt[3]{\frac{76^2}{1^2}} = 17,94 r_D = 17,94 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} = 26,9 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Güneşe olan aphelion uzaklığı;

$$Tr_{HA} = a_H(1 + \varepsilon) \approx 2a_H$$

fotonların Güneşe ulaşma süresi;

$$t = \frac{r_{HA}}{c} = \frac{2 \cdot 26,9 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} = 17,933 \cdot 10^3 \text{ s} \approx 5 \text{ h}$$

olarak bulunur.

18. Lastikteki ilk durumda bulunan hava kütlesi;

$$PV = \frac{MRT}{\mu} \Rightarrow M = \frac{\mu PV}{RT} = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 250 \cdot 10^3 \cdot 0,016}{8,314 \cdot 300} = 0,0465 \text{ kg} = 46,5 \text{ g}$$

dışarı salınan havanın kütlesi;

$$PV = \frac{MRT}{\mu} = \frac{(M - \Delta M)RT'}{\mu} \Rightarrow 300M = 320(M - \Delta M); \Delta M = \frac{M}{16} = \frac{46,5}{16} = 2,9 \text{ g}$$

olarak bulunur.

19. İki durumda ışınma güçleri için;

$$L_1 = \sigma T^4 \cdot \pi \left(\frac{D_1}{2}\right)^2; L_2 = \sigma T^4 \cdot \pi \left(\frac{D_2}{2}\right)^2$$

yazabiliriz. Buradan aralarındaki oran;

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$$

olur. Yıldızların görünüm parlaklığı ifadesinden ışınma güçlerin oranı;

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow 6 - 16 = -2,5 \log \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow 4 = \log \frac{L_1}{L_2}; \frac{L_1}{L_2} = 10^4$$

olur. Buradan teleskopun çapı;

$$10^4 = \frac{D_1^2}{0,007^2} \Rightarrow D_1 = 10^2 \cdot 0,007 = 0,7 \text{ m} = 70 \text{ cm}$$

olarak bulunur.

20. Verilen büyütme oranından teleskopun aynanın odak uzaklığı;

$$800 = \frac{f_a}{f_m} \Rightarrow 800 = \frac{f_a}{32}; f_a = 800 \cdot 32 = 25600 \text{ mm} = 25,6 \text{ m}$$

aynanın çapı ya da açıklığı;

$$8 = \frac{f_a}{D_a} \Rightarrow 8 = \frac{25,6}{D_a}; D_a = 3,2 \text{ m}$$

olur. Teleskopun çözme gücü;

$$\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D_a} = 1,22 \cdot \frac{500 \cdot 10^{-9}}{3,2} = 190,625 \cdot 10^{-9}$$

Ay yüzeyinde görülebilecek en küçük kraterin çapı;

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{D_k}{r} \Rightarrow 190,625 \cdot 10^{-9} = \frac{D_k}{400000 \cdot 10^3}; D_k = 76,25 \text{ m}$$

olarak bulunur.

21. Zonklayan yıldızın periyodu $T=5$ gün olarak alınabilir. Yıldızın mutlak parlaklığı;

$$M_{\star} = -3 \cdot \log(T) - 1,2 = -3 \cdot \log 5 - 1,2 = -3 \cdot 0,7324 - 1,2 = -3,297 \text{ kadir}$$

olur. Bir yıldızın mutlak parlaklığı Güneşin parlaklığı kıyasla;

$$M_{\star} - M_G = -2,5 \cdot \log \frac{L_{\star}}{L_G}$$

ile verilir. Burada L_G Güneşin ışınma gücü; L_{\star} yıldızın ışınma gücüdür. Buradan aranan oran;

$$-3,297 - 4,83 = -2,5 \cdot \log \frac{L_{\star}}{L_G}; \log \frac{L_{\star}}{L_G} = 3,25; \frac{L_{\star}}{L_G} = 10^{3,24}$$

olarak bulunur.

22. Güneşin görünür parlaklığı;

$$m_G - M_G = 5 \log(d) - 5 \Rightarrow m_G - 4,8 = 5 \log(1,5) - 5 = 5 \cdot 0,176 - 5; m_G = 0,68 \text{ kadir}$$

aranan oran;

$$m_Y - m_G = -2,5 \log \frac{L_Y}{L_G} \Rightarrow 13,5 - 0,68 = -2,5 \log \frac{L_Y}{L_G} \Rightarrow \log \frac{L_Y}{L_G} = -\frac{12,47}{2,5} \approx -5; \frac{L_Y}{L_G} = 10^{-5}$$

23. $10,4-5,54=4,86$ eV; $7-4,86=2,14$ eV
 $5,54-3,73=1,81$ eV; $2,14-1,81=0,33$ eV

24. Fotonun enerjisi;

$$E = 2,5.1,6.10^{-19} \text{ J} = 4.10^{-19} \text{ J}$$

fotonun momentumu;

$$p = \frac{E}{c} = \frac{4.10^{-19}}{3.10^8} = \frac{4.10^{-27}}{3} \text{ kgm/s}$$

elektronun hızı;

$$p = mv \Rightarrow 9,1.10^{-31}v = \frac{4.10^{-27}}{3}; v \approx 1480 \text{ m/s}$$

olarak bulunur.

25. Aranan foton sayısı;

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Nhc}{\lambda t} = \frac{n_0 hc}{\lambda} \Rightarrow n_0 = \frac{P\lambda}{hc} = \frac{5.10^{-3}.633.10^{-9}}{6,62.10^{-34}.3.10^8} \approx 1,6.10^{16}$$

olarak bulunur.