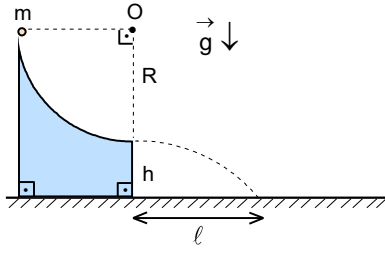


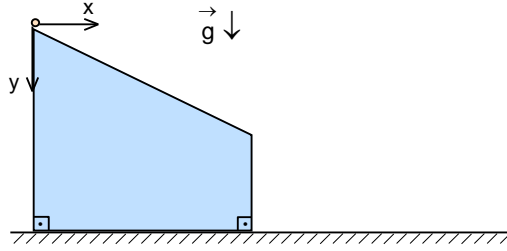
III ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI-2024



1. Kütleli m noktasal olan bir cisim şekilde görülen O merkezli ve yarıçapı R sürtünmesiz çeyrek çember biçimindeki yolun en üst noktasından bırakılıyor ve h yüksekliğinden yatay atış yapmaktadır. Bu durumda cismin menzili l dir.

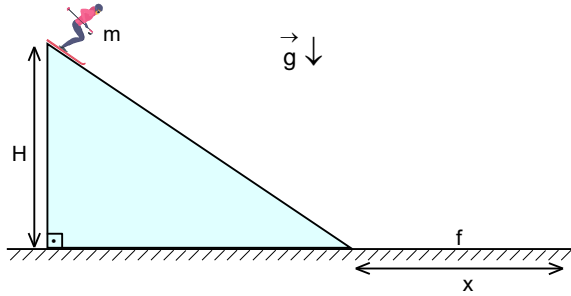
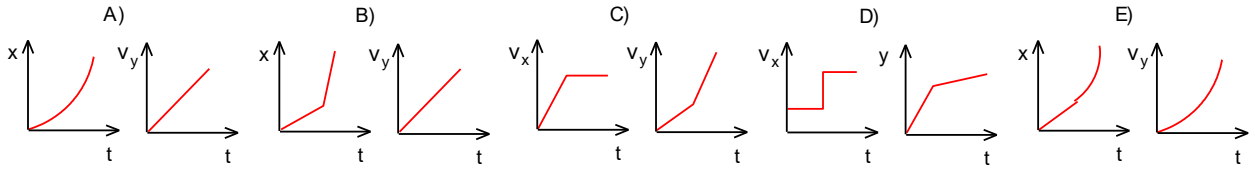
Buna göre R yarıçapı iki katına ve h yüksekliği üç katına çıkarılırsa cismin menzili kaç l olur?

- A) 2 B) $\sqrt{6}$ C) 2,5 D) 3 E) 6



2. Kütleli m olan noktasal bir cisim şekildeki gibi kesiti yamuk sürtünmesiz prizmanın en üst noktasından serbest bırakılıyor. Cismin bırakıldığı nokta yatay x ve düşey y aşağı doğru olan koordinat sisteminin başlangıç noktası olarak kabul ediliyor. Bu koordinat sistemine göre cismin koordinatları x ve y, cismin hızları v_x ve v_y dir.

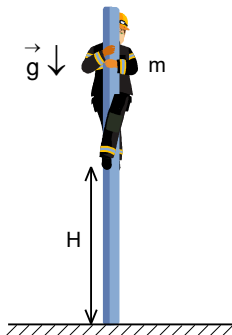
Buna göre cismin bırakıldığı andan yere düşene kadarki hareketini aşağıdaki hangi grafik çifti en iyi betimler?



3. $m=60$ kg kütleli bir kayakçı $H=50$ m yükseklikteki eğimli bir kayak pistinin en üst noktasında şekildeki gibi hareketsiz durumdayken kaymaya başlıyor. İniş sırasında sürtünme kuvvetinin yaptığı iş -10 kJ dur. İniş sonrasında kayakçı yatay olarak kaymaya devam eder ve sürtünme katsayısının $f=0,1$ olduğu yumuşak karla kaplı ve uzunluğu $x=100$ m olan bir alandan geçer. Bu sırada kayakçının üzerine uygulanan ortalama hava direnci $72,5$ N dur.

Buna göre kayakçının alanı geçtiğindeki hızı kaç m/s dir?

- A) 10 B) 12 C) 15 D) 24 E) 30



4. Kütleli $m=80$ kg bir itfaiyeci başlangıçta hareketsiz durumdayken bir direk üzerinde $H=2,5$ m kadar kayarak aşağıya iniyor. İtfaiyeci yerden $h=1$ yükseklikten serbest düşen bir cismin hızı ile yere varıyor.

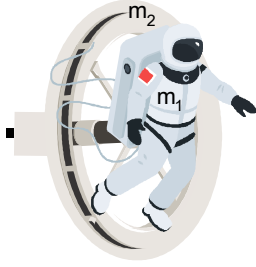
Buna göre itfaiyeci ile direk arasında etki eden sürtünme kuvveti kaç N dur?

- A) 320 B) 480 C) 920 D) 1200 E) 2000

5. x-y düzleminde hareket eden kütlesi $4m$ ve hızı $v\vec{i}$ olan bir cisim, kütlesi m ve hızı $3v\vec{j}$ olan bir cisimle çarpışıyor. Burada \vec{i} ve \vec{j} sırasıyla z ve y eksenlerin birim vektörleridir.

Çarpışmadan sonra m kütleli cismin hızı $v\vec{k}$ ise $4m$ kütleli cismin hızı ne olur?

- A) $\frac{3v\vec{i}}{4}$ B) $\frac{3v\vec{i}}{4} + \frac{v\vec{j}}{2}$ C) $\frac{3v\vec{i}}{4} + \frac{v\vec{j}}{4}$ D) $v\vec{i} + \frac{v\vec{j}}{2}$ E) $v\vec{i} + \frac{v\vec{j}}{4}$



6. Kütlesi $m_1 = 80$ kg olan bir astronot uzay yürüyüşü sırasında kullandığı $m_2 = 120$ kg lık uzay aracının iticileri kısa sürelerde çalıştırılırsa sistemin ivmesi $0,03 \text{ m/s}^2$ oluyor. Uzay aracın motorlarında N_2 gazı araca göre 600 m/s hızıyla fırlatılıyor.

Buna göre 5 saniyede kaç kg gaz fırlatılır?

- A) 0,05 B) 0,02 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,6

7. M kütleli bir yıldızın etrafında r yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde dönen bir uydunun dolanım periyodu T dir.

Buna göre $2M$ kütleli bir yıldız etrafında çembersel yörüngede üzerinde $2T$ periyoduyla dönen bir uydunun hareket ettiği çembersel yörünge yarıçapı kaç r dir? (Uyduların kütleleri yıldızların kütlelerinden çok çok küçüktür.)

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

8. Mars ile Jüpiter arasındaki ana asteroid kuşağında çembersel bir yörüngede dolanan bir asteroidin Dünyaya en yakın olduğundaki uzaklığı 3 Astronomi Birimi (AB) olarak ölçülüyor.

Dünyanın yörüngesini çembersel kabul edersek bu asteroidin dolanım periyodu kaç yıldır?

- A) 2 B) 4 C) 6 D) 8 E) 9

9. Birbiri etrafında çembersel bir yörüngede dönen m_1 ve m_2 kütleli iki yıldız ortak kütle merkezi etrafında dönmektedir. Yıldızlar arasındaki uzaklık R ve birbirleri etrafında dönme periyotları T dir.

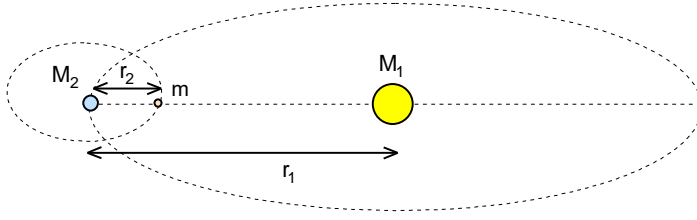
Buna göre iki yıldızın kütleleri toplamı nedir? (Evrensel çekim sabiti γ olarak veriliyor.)

- A) $\frac{4\pi^2\gamma r^3}{T^2}$ B) $\frac{r^3}{\gamma T^2}$ C) $\frac{4\pi^2 r^3}{\gamma T^2}$ D) $\frac{8\pi^2 r^3}{\gamma T^2}$ E) $\frac{2r^3}{\gamma T^2}$

10. Özkütlesi sabit ve yarıçapı R küre şeklinde olan bir gezegenin çekim ivmesi yüzeyde g_R , gezegenin merkezinden $\frac{R}{2}$ çekim ivmesi $g_{R/2}$ dir.

Buna göre $\frac{g_{R/2}}{g_R}$ oranı nedir?

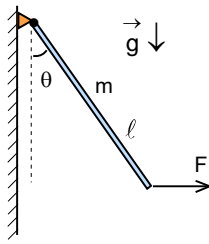
- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{3}$ C) $\frac{1}{2}$ D) $\frac{2}{3}$ E) $\frac{1}{\sqrt{2}}$



11. Kütlesi M_1 olan bir yıldızın etrafında r_1 yarıçaplı çembersel yörünge üzerinde kütlesi $M_2 \ll M_1$ olan bir gezegen hareket etmektedir. Gezegenin etrafında kütlesi $m \ll M_2$ olan bir uydu hareket etmektedir.

Bu uydunun sürekli yıldız ile gezegeni birleştiren doğru üzerinde olabilmesini sağlayan denklem nedir?

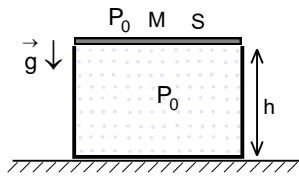
- A) $\frac{M_1(r_1 - r_2)}{r_1^3} = \frac{M_1}{(r_1 - r_2)^2} - \frac{M_2}{r_2^2}$ B) $\frac{M_1}{r_1^2} = \frac{M_1}{(r_1 - r_2)^2} - \frac{M_2}{r_2^2}$ C) $\frac{M_1}{(r_1 - r_2)^2} = \frac{M_2}{r_2^2}$
 D) $\frac{1}{r_1^2} = \frac{1}{(r_1 - r_2)^2} + \frac{1}{r_2^2}$ E) $\frac{40}{9}$



12. Düşey duvardaki bir menteşeye ucundan asılı m kütleli ve uzunluğu ℓ olan homojen ince bir çubuk diğer ucundan uygulanan yatay F kuvveti sayesinde düşeyle θ açısı yapacak şekilde dengededir.

Çubuğa uygulanan yatay kuvvetin büyüklüğü $2F$ olursa çubuğun yeni denge durumunda düşeyle yapacağı açı nedir?

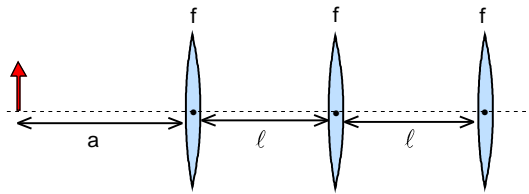
- A) $\arctan(2\tan\theta)$ B) $\arctan(2\sin\theta)$ C) 2θ D) $\operatorname{arccot}(2\cot\theta)$ E) $\operatorname{arccot}(2\cos\theta)$



13. Taban alanı S, yüksekliği h olan silindirik bir kap basıncı P_0 olan bir ortamda bulunmaktadır. Kabin yüzey alanını bire bir kaplayan M kütleli bir piston kabin üst tarafına bırakılıyor ve sabit sıcaklıkta piston dengeye geliyor.

Buna göre kaptaki gazın hacmi ne kadar azalır? (Sıcaklık sabittir.)

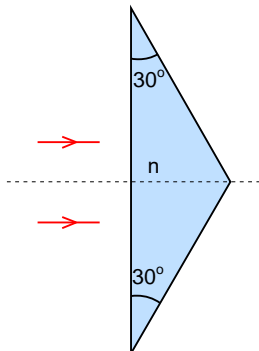
- A) $\frac{(Mg - P_0S)Sh}{Mg}$ B) $\frac{(P_0S - Mg)Sh}{Mg}$ C) $\frac{MgSh}{Mg - P_0S}$ D) $\frac{MgSh}{Mg + P_0S}$ E) $\frac{(Mg - P_0S)Sh}{Mg + P_0S}$



14. Optik eksenleri çakışık, odak uzaklıkları $f=40$ cm olan üç özdeş yakınsak mercekler arasındaki uzaklıklar $\ell=50$ cm dir. Bu optik sistemde sol mercekte $a=80$ cm uzaklıkta olan bir cismin görüntüsü oluşuyor.

Bu optik sistemde oluşan son görüntü ile cisim arasındaki uzaklık kaç santimetredir?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 60 E) 90



15. Taban açıları 30° ve kırıcılık indisi $n=1,2$ olan ikizkenar cam prizmanın tabanına şekildeki gibi iki ışın prizmanın tabanına dik olarak düşmektedir. Prizmanın tabanına dik ve prizmanın tepesinden geçen eksen göre iki ışın simetriktr.

Buna göre prizmadan çıkan iki ışın arasındaki açı kaç derecedir?

- A) 8° B) 10° C) 12° D) 14° E) 16°

16. Bir teleskobun odak oranı teleskobun aynasının odak uzunluğunun (f) teleskobun ayna çapına (D) oranı olarak verilir. Ayrıca bir teleskobun büyütme gücü teleskobun odak uzunluğunun (f) teleskopta kullanılan göz merceğinin odak uzunluğuna ($f_{\text{göz}}$) oran olarak tanımlanır. Odak oranı 10 olan bir aynalı teleskopa odak uzaklığı 25 mm lik bir göz merceği takıldığında 600 kat büyütebilmektedir. Bu teleskopla 500 nm dalga boyunda 384000 km uzaklıktaki Ay gözlemleniyor.

Buna göre Ay yüzeyinde görülebilecek en küçük yapının çapı yaklaşık olarak kaç metredir?

- A) 78 B) 90 C) 119 D) 156 E) 168

17. Kendi teleskobunuzu yapma planınız var. Bu teleskop ile Jüpiter'deki "Büyük Kırmızı Leke" ve ondan daha büyük yapıları 600 nm dalga boyunda gözleyebilmek istiyorsunuz. Yer-Jüpiter arasındaki ortalama uzaklık 968.10^6 km ve Büyük Kırmızı Lekenin yaklaşık çapı 16500 km olarak verilmektedir.

Odak oranı 8 olan teleskobunuzun arkasına piksel boyutları $15 \times 15 \mu\text{m}$ olan bir CCD takarsanız CCD'nin piksel ölçüğü yay saniyesi cinsinden ne olur?

- A) 7,2" B) 7,7" C) 8,2" D) 8,5" E) 8,7"

18. Sefeid türü zonklayan değişen yıldızların mutlak parlaklıkları ile gün cinsinden zonklama periyotları arasında;

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

ilişkisi vardır. Uzaklığı yaklaşık 19 Mpc olan NGC 4414 galaksisinde bir klasik Sefeid değişenin zonklama periyodu $T=5,4$ gündür.

Buna göre verilen zonklayan Sefeid görünen parlaklığı yaklaşık olarak kaç kadirdir?

- A) 11 B) 19 C) 23 D) 28 E) 33

19. Hubble parametresinin günümüzdeki (veya belli bir t zamanındaki) değerine Hubble sabiti denir ve günümüzdeki değeri $H_0 = 70 \text{ km.s}^{-1} . \text{Mpc}^{-1}$ dir. Bu sabitin tersi Hubble zamanı (t_H) olarak adlandırılır ve yaklaşık olarak evrenin yaşıını temsil eder. 1 yılda 31557600 saniye olduğu bilinmektedir.

Evrenin yaşı 10 milyar yıl olsaydı günümüzde Hubble sabitinin değeri yaklaşık olarak kaç $\text{km.s}^{-1} . \text{Mpc}^{-1}$ olurdu? (1 ps=3,26 ışık yılı olarak veriliyor.)

- A) 25 B) 50 C) 75 D) 100 E) 200

20. Spiral galaksilerin maksimum dönme hızları (km s^{-1}) ile mutlak parlaklıkları arasında Tully-Fisher ilişkisi (TFR) olarak bilinen bir bağıntı vardır:

$$M_{\text{gal}} = -10,2.\log(v_{\text{mak}})+2,71$$

Samanyolu'nun dönme hızı Güneş'in bulunduğu uzaklıkta yaklaşık 220 km s^{-1} dir.

Galaksimizin maksimum dönme hızı için bu değeri alıp Samanyolu'nun tüm parlaklığının Güneş türü yıldızlardan kaynaklandığını kabul edip Galaksimizde kaç yıldız bulunur? Güneşin mutlak parlaklığı $M_G = 4,83$ kadir olarak veriliyor.)

- A) $10^{10,4}$ B) 10^{11} C) 5.10^{11} D) 10^{12} E) $3,5.10^{12}$

21. Örtün çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analizlerinden hareketle anakol yıldızların L ışım gücü ile yıldızların M kütleleri arasındaki ilişki $L \sim M^{3.5}$ ile verilmektedir. Diğer taraftan bir yıldızın \mathcal{E} enerji üretimi ve yıldızın M kütlesiyle orantılıdır.

Yıldızın ürettiği enerjiyi efektif bir biçimde ışıyım gücü olarak harcadığını ve Güneşin anakol ömrünün 12 milyar yıl olduğunu kabul ederek $4M_{\odot}$ Güneş kütleli bir yıldızın anakol ömrü kaç yıldır?

- A) 300 milyon yıl B) 375 milyon yıl C) 1,5 milyar yıl D) 3 milyar yıl E) 3,75 milyar yıl

22. Sıcaklığı T , yarıçapı R olan bir yıldız kara cisim ışıması yapmaktadır.

Bu yıldızın sıcaklığı ve yarıçapı iki katı olsaydı birim zamanda yaydığı enerji kaç kat artardı?

- A) 128 B) 54 C) 16 D) 8 E) 4

23. Dünyadan gözlem yapan bir gözlemci ışıyım gücü eşit iki yıldızın birincisinden, ikinciye göre 4 kat daha az foton akısı almaktadır.

Birinci yıldızın paralaksı 0,025 yaysaniyesi olarak ölçüldüğüne göre ikinci yıldız gözlemciye kaç parsek (pc) uzaklıktadır?

- A) 10 pc B) 20 pc C) 40 pc D) 120 pc E) 160 pc

24. Bohr atom modelinde Hidrojen atomunun enerji seviyeleri baş kuantum n sayısına bağlıdır.

n nin büyük değerleri için $n \rightarrow \infty$ yakınsamasında komşu enerji seviyeleri arasındaki fark ($\mathcal{E}_n - \mathcal{E}_{n-1}$) eV cinsinden nedir?

- A) 27,2 B) $\frac{27,2}{n}$ C) $\frac{27,2}{n^2}$ D) $\frac{27,2}{n^3}$ E) $\frac{27,2}{n^4}$

25. Hidrojen atomu bir proton ve bir elektrondan oluşur. Bohr atom modelinde bu elektron r_n yarıçaplı bir yörüngede dolmakta ve açısal momentumu da $L = n \frac{h}{2\pi}$ olarak ifade edilmektedir. Burada n baş kuantum sayısı ve h Planck sabiti olarak tanımlanır. Bu sistemin her bir enerji seviyesindeki elektrostatik \mathcal{E}_{pn} potansiyel enerji ve \mathcal{E}_{kn} dir.

Buna göre \mathcal{E}_{pn} ve \mathcal{E}_{kn} arasındaki ilişki nedir?

- A) $\mathcal{E}_{pn} = \mathcal{E}_{kn}$ B) $\mathcal{E}_{pn} = -\mathcal{E}_{kn}$ C) $\mathcal{E}_{pn} = -2\mathcal{E}_{kn}$ D) $\mathcal{E}_{pn} = 2\mathcal{E}_{kn}$ E) $\mathcal{E}_{pn} = -\frac{\mathcal{E}_{kn}}{2}$

II ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI CEVAPLARI-2024

1. B)

2. C)

3. C)

4. B)

5. D)

6. A)

7. A)

8. D)

9. C)

10. C)

11. A)

12. A)

13. D)

14. C)

15. D)

16. D)

17. B)

18. D)

19. D)

20. A)

21. B)

22. B)

23. B)

24. D)

25. C)

II ULUSAL ASTRONOMİ VE ASTROFİZİK OLİMPİYATI BİRİNCİ AŞAMA SINAVI ÇÖZÜMLERİ-2024

1. Çeyrek çember boyunca cismin kazandığı hız;

$$v = \sqrt{2gR}$$

cismin hareket süresi;

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

cismin menzili;

$$l = vt = \sqrt{2gR} \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\sqrt{Rh}$$

olur. R yarıçapı iki katına ve h yüksekliği üç katına çıkarılırsa cismin menzili;

$$l' = 2\sqrt{2R \cdot 3h} = l\sqrt{6}$$

olarak bulunur.

2. C)

3. Sporcunun yatay düzlem indiğinde enerjisi;

$$E_1 = E_p - W_{s1} = mgh - W_{s1} = 60 \cdot 10 \cdot 50 - 10000 = 20000 \text{ J}$$

olur. Yumşak karda etki eden sürtünme kuvveti;

$$F_s = fmg = 0,1 \cdot 60 \cdot 10 = 60 \text{ N}$$

toplam etki eden ve enerjinin azalmasına yönelik kuvvet;

$$F = F_s + F_d = 60 + 72,5 = 132,5 \text{ N}$$

bu kuvvetlerin yaptıkları iş;

$$W_2 = Fx = 132,5 \cdot 100 = 13250 \text{ J}$$

kalan enerji;

$$E_2 = E_1 - W_2 = 20000 - 13250 = 6750 \text{ N}$$

cismin alanın sonundaki hızı;

$$E_2 = \frac{mv^2}{2}; 6750 = 30v^2; v = 15 \text{ m/s}$$

olarak bulunur.

4. İtfaiyecinin yere çarpma hızı;

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1} = \sqrt{20}$$

itfaiyeci ile direk arasında etki eden sürtünme kuvveti;

$$mgH = F_s H + \frac{mv^2}{2}; 80 \cdot 10 \cdot 2,5 = F_s \cdot 2,5 + \frac{m(\sqrt{20})^2}{2}; F_s = 480 \text{ N}$$

olarak bulunur.

5. Çarpışma sonucu momentum korunumu yasası geçerlidir. Buradan;

$$4mv = 4mu_x; u_x = v$$

$$m \cdot 3v = 4mu_y + mv; u_y = \frac{v}{2}$$

olarak bulunur.

6. Uzay aracı için;

$$(m_1 + m_2)a = \frac{\Delta m}{\Delta t} u$$

yazabiliriz. Buradan birim zamanda fırlatılan kütle;

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{(m_1 + m_2)a}{u} = \frac{(80 + 120) \cdot 0,03}{600} = 0,01 \text{ kg/s}$$

5 saniyede fırlatılan azot gazın kütlesi;

$$\Delta m_{N_2} = 5 \cdot \frac{\Delta m}{\Delta t} = 5 \cdot 0,01 = 0,05 \text{ kg}$$

olarak bulunur.

7. Dolanım periyot için;

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

yazabiliriz. Buradan her ikinci uydunun çembersel yörüngenin yarıçapı;

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{\gamma M}}; 2T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r_2^3}{\gamma \cdot 2M}}$$

$$2 = \sqrt{\frac{r_2^3}{2r^3}}; r_2 = 2r$$

olarak bulunur.

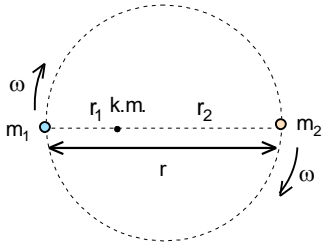
4. Üçüncü Kepler yasası için;

$$\frac{T_D^2}{r_D^3} = \frac{T_A^2}{r_A^3}$$

yazabiliriz. Buradan asteroidin dolanım periyodu;

$$\frac{1}{1} = \frac{T_A^2}{(1+3)^3}; T_A = 2 \text{ yıl}$$

olarak bulunur.



9. Kütle merkezine olan uzaklıklar;

$$m_1 r_1 = m_2 r_2; r = r_1 + r_2$$

$$r_1 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2}; r_2 = \frac{m_1 r}{m_1 + m_2}$$

ile verilir. Yıldızların kütle merkezi etrafındaki hareket için;

$$m_1 \omega^2 r_1 = \frac{\gamma m_1 m_2}{r^2}$$

yazabiliriz. Buradan;

$$\frac{m_1 m_2 \omega^2 r}{m_1 + m_2} = \frac{\gamma m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow \omega^2 = \frac{\gamma (m_1 + m_2)}{r^3} = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow m_1 + m_2 = \frac{4\pi^2 r^3}{\gamma T^2}$$

olarak bulunur.

10. $r < R$ için yerçekimi ivmesi için;

$$g_{r < R} = \frac{\gamma M_r}{r^2} = \frac{\gamma \cdot \frac{4\pi r^3 \rho}{3}}{r^2} = \frac{4\pi \gamma \rho r}{3}$$

gezegenin yüzeyindeki çekim ivmesi için;

$$g_R = \frac{4\pi \gamma \rho R}{3}$$

gezegenin merkezinden $\frac{R}{2}$ çekim ivmesi;

$$g_{R/2} = \frac{4\pi \gamma \rho \cdot \frac{R}{2}}{3} = \frac{g_R}{2}$$

aranan oran;

$$\frac{g_{R/2}}{g_R} = \frac{1}{2}$$

olarak bulunur.

14. Uyduya etki eden kuvvet için;

$$F = \frac{\gamma M_1 m}{(r_1 - r_2)^2} - \frac{\gamma M_2 m}{r_2^2} = m \omega^2 (r_1 - r_2)$$

gezegen için;

$$\frac{\gamma M_1 M_2}{r_1^2} = M_2 \omega^2 r_1$$

yazabiliriz. Burada ω uydunun yıldızın ve gezegenin etrafındaki hareketin açısal hızıdır. Buradan denklem;

$$\frac{\gamma M_1 m}{(r_1 - r_2)^2} - \frac{\gamma M_2 m}{r_2^2} = \frac{\gamma M_1 (r_1 - r_2)}{r_1^3}; \frac{M_1 (r_1 - r_2)}{r_1^3} = \frac{M_1}{(r_1 - r_2)^2} - \frac{M_2}{r_2^2}$$

olarak bulunur.

12. Denge durumu için;

$$F \cdot \ell \cos \theta = mg \cdot \frac{\ell \sin \theta}{2}; F = \frac{mg \tan \theta}{2}$$

yazabiliriz. 2F kuvveti uygulanırsa aranan açı;

$$2F = \frac{mg \tan \alpha}{2} = 2 \cdot \frac{mg \tan \theta}{2}; \alpha = \arctan(2 \tan \theta)$$

olarak bulunur.

13. Pistonun dengesi için;

$$P = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

izotermal proses için;

$$P_0 Sh = PSh'$$

yazabiliriz. Buradan pistonun kabın dibine olan uzaklığı;

$$P_0 h = \left(P_0 + \frac{Mg}{S} \right) h'; h' = \frac{P_0 h}{Mg + P_0 S}$$

gazın hacim değişimi;

$$\Delta V = Sh - Sh' = Sh - \frac{P_0 Sh}{Mg + P_0 S} = \frac{MgSh}{Mg + P_0 S}$$

olarak bulunur.

14. Birinci sol mercekte oluşan görüntü mercekten;

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_1} = \frac{1}{40} - \frac{1}{80} = \frac{1}{80}; b_1 = 80 \text{ cm}$$

olur. Bu görüntü orta mercek için cisim gibi davranır ve orta mercekten;

$$a_2 = b_1 - \ell = 80 - 50 = 30 \text{ cm}$$

uzaklıkta ve orta merceğe göre sanal cisim gibi davranıyor. Orta mercekte oluşan görüntü bu mercekten;

$$\frac{1}{(-a_2)} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_2} = \frac{1}{40} + \frac{1}{30} = \frac{7}{120}; b_2 = \frac{120}{7}$$

uzaklıktadır. Bu görüntü sağ mercek için cisim gibi davranır ve sağ mercekten;

$$a_3 = \ell - b_2 = 50 - \frac{120}{7} = \frac{230}{7} \text{ cm} < f = 40 \text{ cm}$$

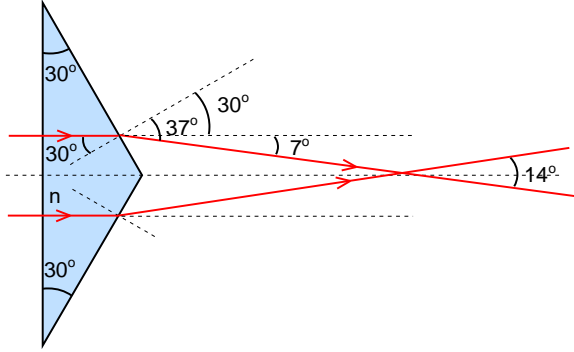
uzaklıkta ve sağ merceğe göre sanal cisim gibi davranıyor. Sağ üçüncü mercekte oluşan son görüntünün merceğe olan uzaklık;

$$\frac{1}{a_3} - \frac{1}{b_3} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{b_3} = \frac{7}{200} - \frac{1}{40} = \frac{5}{230.4} = \frac{1}{184}; b_3 = 184 \text{ cm}$$

aranan uzaklık;

$$x = b_3 - 2\ell - a = 184 - 2 \cdot 50 - 80 = 4 \text{ cm}$$

olarak bulunur.



15. Kırılmayasasından çıkan ışınların normale göre açıları;

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin \beta} = \frac{1}{n}; \sin \beta = n \sin 30^\circ = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6; \beta = 37^\circ$$

olur. Işınlara sapma açıları;

$$\delta = 37^\circ - 30^\circ = 7^\circ$$

iki ışın arasındaki açı;

$$2\delta = 2 \cdot 7^\circ = 14^\circ$$

olarak bulunur.

16. Verilen büyütme oranından teleskopun aynanın odak uzaklığı;

$$600 = \frac{f_a}{f_{göz}} \Rightarrow 600 = \frac{f_a}{25}; f_a = 600 \cdot 25 = 15000 \text{ mm} = 15 \text{ m}$$

aynanın çapı ya da açıklığı;

$$10 = \frac{f_a}{D_a} \Rightarrow 10 = \frac{15}{D_a}; D_a = 1,5 \text{ m}$$

olur. Teleskopun çözme gücü;

$$\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D_a} = 1,22 \cdot \frac{500 \cdot 10^{-9}}{1,5} = 406,666 \cdot 10^{-9}$$

Ay yüzeyinde görülebilecek en küçük yapının çapı;

$$\tan \theta \approx \theta = \frac{D_{yapı}}{r} \Rightarrow 406,666 \cdot 10^{-9} = \frac{D_{yapı}}{384000 \cdot 10^3}; D_{yapı} \approx 156 \text{ km}$$

olarak bulunur.

17. Teleskopun çözme gücünden teleskopun çapı;

$$\theta = 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D_a} = \frac{D_k}{r} \Rightarrow D_a = \frac{1,22\lambda r}{D_k} = \frac{1,22 \cdot 600 \cdot 10^{-9} \cdot 968 \cdot 10^9}{16500 \cdot 10^3} = 0,043 \text{ m}$$

aynanın odak uzaklığı;

$$8 = \frac{f_a}{D_a} \Rightarrow 8 = \frac{f_a}{0,043}; f_a = 0,344 \text{ m}$$

olur. Piksel çözünürlüğü;

$$\frac{15 \cdot 10^{-3}}{0,344} = 43,6 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 43,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{180}{3,14} = 9''$$

olarak bulunur.

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

$$M_{\star} = -3 \cdot \log(T) - 1,2 = -3 \cdot \log 5,4 - 1,2 = -3,07324 - 1,2 = -3,397 \text{ kadir}$$

bu yıldızın görünen parlaklığı;

$$m_{\star} - M_{\star} = 5 \cdot \log r; m_{\star} - (-3,397) = 5 \cdot \log 19 \cdot 10^6 - 5 = 5(\log 19 + \log 10^6) - 5 = 5(1,2787536 + 6) - 5; m_{\star} \approx 28$$

olarak bulunur.

19. Hubble sabiti;

$$H_0 = \frac{1}{t} = \frac{1}{31557600 \cdot 10 \cdot 10^9} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 3,26}{(3 \cdot 10^8 \cdot 31557600 \cdot 3,26) \cdot 10^{10}} = \frac{97,8}{10^3} = 97,8 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1} \approx 100 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

olarak bulunur.

20. Saman yolu galaksinin mutlak parlaklığı;

$$M_{\text{gal}} = -10,2 \cdot \log(v_{\text{mak}}) + 2,71 = -10,2 \cdot \log 220 + 2,71 = -21,1827$$

olur. Galaksinin mutlak parlaklığı Güneşin parlaklığı kıyasla;

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

ile verilir. Buradan aranan oran;

$$-21,1827 - 4,83 = -2,5 \cdot \log \frac{L_{\star}}{L_G}; \log \frac{L_{\star}}{L_G} = 10,4; \frac{L_{\star}}{L_G} = 10^{10,4}$$

olarak bulunur.

21. Bir yıldızın ömrü;

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

ile değerlendirilebilir. Verilen bilgilerden yıldızın ömrü;

$$\frac{t_G}{t_{\star}} = \left(\frac{M_G}{M_{\star}} \right)^{-2,5}; t_{\star} = 12 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{1}{4} \right)^{2,5} = 0,375 \cdot 10^9 \text{ yıl} = 375 \cdot 10^6$$

olarak bulunur.

22. Işık akısı;

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

ile verilir. Bu yıldızın sıcaklığı ve yarıçapı iki katı olursa ışık akısı;

$$\Phi' = 4\pi (2R)^2 \sigma (2T)^4 = 64\Phi$$

olarak bulunur.

23. Bir fotonun enerjisi;

$$E_1 = \hbar\omega$$

olur. Yıldızdan r uzaklıkta bir küresel yüzey alırsak ve birim alana düşen foton sayısı n ise ışık akısı;

$$\Phi = n \cdot 4\pi r^2 \hbar\omega$$

ile verilir. İki yıldız için uzaklıklar arasındaki ilişki;

$$nr_1^2 = 4nr_2^2; r_2 = \frac{r_1}{2}$$

olur. Birinci yıldız kadar olan uzaklık;

$$0,025 = \frac{1}{r_1}; r_1 = \frac{1}{0,025} = 40 \text{ pc}$$

ikinci yıldız olan uzaklık;

$$r_2 = \frac{40}{2} = 20 \text{ pc}$$

olarak bulunur.

24. Bohr atom modaline göre enerji seviyeleri;

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$

ile eriliyor. Aranacak fark;

$$\begin{aligned} E_n - E_{n-1} &= -\frac{13,6}{n^2} - \left[-\frac{13,6}{(n-1)^2} \right] = \frac{13,6}{(n-1)^2} - \frac{13,6}{n^2} = \frac{13,6}{n^2 \left(1 - \frac{1}{n}\right)^2} - \frac{13,6}{n^2} = \frac{13,6}{n^2 \left(1 - \frac{2}{n}\right)} - \frac{13,6}{n^2} = \frac{13,6}{n^2} \left(1 + \frac{2}{n}\right) - \frac{13,6}{n^2} = \\ &= \frac{13,6}{n^2} + \frac{2 \cdot 13,6}{n^3} - \frac{13,6}{n^2} = \frac{27,2}{n^3} \end{aligned}$$

25. Hidrojen atomunun yarıçapını bulmak için dinamik yasasına;

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}; mv^2 = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}; 2 \cdot \frac{mv^2}{2} = -\left(-\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}\right); E_{pn} = -2 E_{kn}$$

enerji korunumu yasasına;

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

ve açısal momentumun kuantize olduğu ilkesine;

$$L = n\hbar = mvr$$

ihtiyaç vardır. Buradan n.ci yörüngenin yarıçapı

$$m^2 v^2 r^2 = n^2 \hbar^2; m^2 \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 m r} r^2 = n^2 \hbar^2; r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{me^2} \cdot \frac{n^2}{Z}$$

olarak bulunur. Buradan enerji, potansiyel enerji ve kinetik enerji bulunabilir.