



Kitapçık Kodu: ASFZK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU  
BİLİM İNSANI DESTEK PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI

32. BİLİM OLİMPİYATLARI – 2024  
BİRİNCİ AŞAMA SINAVI

ÖĞRENCİ

ASTRONOMİ ve ASTROFİZİK

Soru Kitapçığı Türü

A

18 Mayıs 2024 Pazar, 09.30 – 13.00

ADAYIN ADI SOYADI :  
T.C. KİMLİK NO :  
OKULU / SINIFI :  
SINAVA GİRDİĞİ İL :

**SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:**

- Bu sınav çoktan seçmeli 25 adet sorudan oluşmaktadır, süre 210 dakikadır.
- Her sorunun sadece bir doğru cevabı vardır. Doğru cevabınızı, cevap kağıdımızdaki ilgili kutucuğu **tamamen karalayarak** işaretleyiniz. Soru kitapçığındaki hiçbir işaretleme değerlendirmeye alınmayacaktır.
- Her soru eşit değerde olup, dört yanlış cevap bir doğru cevabı götürcektir.** Boş bırakılan soruların değerlendirilmede olumlu ya da olumsuz bir etkisi olmayacaktır.
- Sorular zorluk sırasında DEĞİLDİR. Dolayısıyla yanıtlamaya geçmeden önce bütün soruları gözden geçirmeniz önerilir.
- Sınavda herhangi bir yardımcı materyal, **elektronik hesap makinesi** ya da karalama kağıdı **kullanılması yasaktır**. Soru kitapçığındaki boşlukları karalama için kullanabilirsiniz.
- Sınav süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler istemeleri yasaktır.
- Sınava giren aday eğer bir soruya itiraz etmek istemesi durumunda, sınav soruları ve cevap anahtarı TÜBİTAK'ın internet sayfasında ([www.tubitak.gov.tr](http://www.tubitak.gov.tr)) yaylandıktan sonra 7 işgünü içerisinde, kanıtları ile birlikte, TÜBİTAK'a başvurması gerekir. Bu tarihten sonra yapılacak başvurular işleme konmayacaktır. Sadece sınava giren adayın sorulara itiraz hakkı vardır, üçüncü kişilerin sınav sorularına itirazı işleme alınmayacaktır.
- TÜBİTAK Bilim Olimpiyatı Birinci Aşama Sınavı'nda sorulan soruların üçüncü kişiler tarafından kullanılması sonucunda doğacak olan hukuki sorunlardan TÜBİTAK ve Atatürk Üniversitesi sorumlu tutulamaz. Atatürk Üniversitesi, bu tip durumlarda sorular ile ilgili görüş bildirmek zorunda değildir.
- Sınav sırasında kopya çeken, çekmeye teşebbüs eden ve kopya verenlerin kimlikleri sınav tutanağına yazılacak ve bu kişilerin sınavları geçersiz sayılacaktır. Görevliler kopya çekmeye veya vermeye kalkışanları uyarmak zorunda değildir, sorumluluk size aittir.
- Sınav başladıktan sonraki ilk yarım saat içinde sınav salonundan ayrılmak yasaktır.
- Sınav süresince sınava giriş belgenizi ve geçerli bir kimlik belgesini masanızın üzerinde bulundurunuz.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kağıdınızı ve soru kitapçığını görevlilere teslim etmeyi unutmayınız.

**Başarılar dileriz.**

**Birimler**

$$1 \text{ \AA (Angström)} = 10^{-10} \text{ m} = 0,1 \text{ nm}$$

$$1 \text{ rad (radyan)} = 206265''$$

$$1 \text{ AB (Astronomik Birim)} \simeq 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc (parsek)} = 206265 \text{ AB} \simeq 3,09 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ Mpc (megaparsek)} = 10^6 \text{ pc}$$

**Sabitler**

Işık hızı

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

Işık yılı

$$1 \text{ ly} = 9,46 \times 10^{12} \text{ km}$$

Kütleçekim sabiti

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

Stefan-Boltzmann sabiti

$$\sigma = 5,6703992 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$$

Güneş'in yüzey sıcaklığı

$$T_{\odot} = 5800 \text{ °K}$$

Güneş'in ışınım gücü

$$L_{\odot} = 3,827 \times 10^{26} \text{ W}$$

Güneş'in kütlesi

$$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg} = 333030 M_{\oplus}$$

Güneş'in yarıçapı

$$R_{\odot} = 696 \text{ 340 km}$$

Güneş'in mutlak parlaklığı

$$M_{\text{güneş}} = +4,83 \text{ kadir}$$

Yer'in kütlesi

$$M_{\oplus} = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$$

Yer'in yarıçapı

$$R_{\oplus} = 6378 \text{ km}$$

**Bağıntılar**

Işınım Gücü

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

Parlaklık Bağıntısı

$$M_1 - M_2 = -2,5 \log(L_1/L_2)$$

Uzaklık Modülü (Pogson),  $d(\text{pc})$ 

$$m - M = 5 \log(d) - 5$$

Wien yasası

$$\lambda_{\text{max}} T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m K}$$

Kepler'in üçüncü yasası

$$a^3 = \frac{G}{4\pi^2} (M_1 + M_2) P^2$$

 $a$  (AB),  $P$  (yıl),  $M$  (Güneş kütlesi)

$$a^3 = (M_1 + M_2) P^2$$

Teleskop Ayırma Gücü

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{D}$$

**Tablolar**

Soru kitapçığının sonunda (T1) 5 sabit açı değeri için trigonometrik fonksiyon değerleri; (T2) 0 – 90 derece aralığı için  $\sin(x)$  ve  $\cos(x)$  değer tablosu; (T3) 0,1 – 100 için  $\log_{10}(x)$  değer tablosu; (T4) 1 – 100 arası sayılar için kare ve küp değer tablosu verilmiştir.

**Soru 1.**

K10-1

Her birinin odak uzaklığı 40 cm olan üç ince mercek ortak bir eksen üzerinde hizalanmıştır. Bu mercekler birbirlerinden 50 cm ile ayrılmıştır.

İlk merceğin 80 cm solunda, eksen üzerindeki küçük bir nesnenin görüntüsü nerede oluşur?

- A) birinci merceğin 80 cm sağında
- B) ikinci merceğin 17 cm sağında
- C) üçüncü merceğin 33 cm solunda
- D) nesnenin 9 cm solunda
- E) ikinci merceğin 80 cm solunda

Her merceğin görüntü mesafesini hesaplamak için aşağıdaki denklem uygulanır (1. merceğin oluşturduğu görüntü 2. merceğin nesnesi, 2. merceğin oluşturduğu görüntü ise 3. merceğin nesnesi görevini görür):

$$\begin{aligned}\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{f} - \frac{1}{s} \\ s' &= \frac{sf}{s - f}\end{aligned}$$

Mercek 1 ( $s = +80$  cm;  $f = +40$  cm):

$$s' = \frac{sf}{s - f} = +80 \text{ cm}$$

Birinci merceğin oluşturduğu görüntü birinci merceğin 80 cm sağındadır. Yani 80 cm - 50 cm = 30 cm ikinci merceğin sağında.

Mercek 2 ( $s = -30$  cm;  $f = +40$  cm):

$$s' = \frac{sf}{s - f} \simeq +17 \text{ cm}$$

İkinci merceğin oluşturduğu görüntü ikinci merceğin +17 cm sağındadır. Yani 50 cm - 17 cm = 33 cm üçüncü merceğin solunda.

Mercek 3 ( $s = +33$  cm;  $f = +40$  cm):

$$s' = \frac{sf}{s - f} \simeq -189 \text{ cm}$$

Son görüntü üçüncü merceğin 189 cm solundadır. Yani son görüntü 189 cm - 50 cm - 50 cm - 80 cm = 9 cm cismin solundadır.

Sonuç D.

Soru 2.

K08-3

$M$  kütleli bir yıldızın etrafında  $R$  yarıçapla dairesel bir yörüngede  $T$  periyoduyla dönen  $m$  kütleli bir cisim düşünelim. Bu cismin kütlesi yıldızdan çok küçük olsun.

Aynı cisim  $2M$  kütleli bir yıldız etrafında yine dairesel bir yörüngede  $2T$  periyoduyla dairesel bir yörüngede dönseydi bu yıldızın ne kadar uzakta olması gerekirdi?

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

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GmM}{R^2}$$

ifadelerini kullanarak,

$$\frac{4\pi^2 R^2}{T^2} = \frac{GM}{R}$$

yazabiliriz. Buradan da  $R^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$  bulunur.

Eğer bu cisim başka bir yıldızın etrafında verilen parametrelere göre dönüyor olsaydı:

$$R_{\text{yeni}}^3 = \frac{GM_{\text{yeni}}T_{\text{yeni}}^2}{4\pi^2}$$

$$= \frac{G(2M)(2T)^2}{4\pi^2}$$

$$= 8 \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$= 8R^3$$

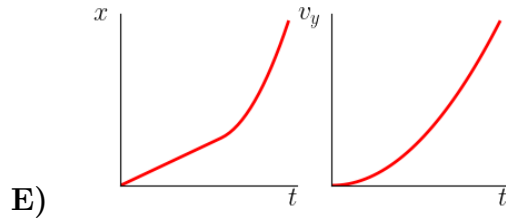
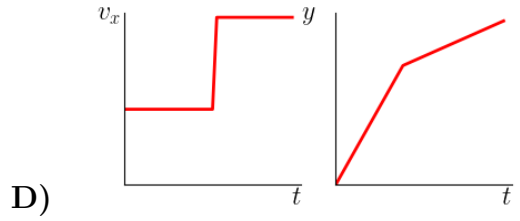
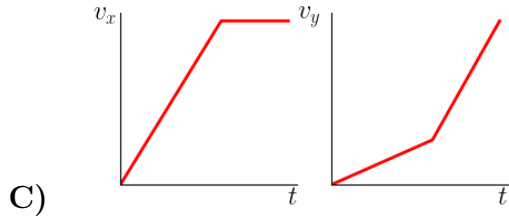
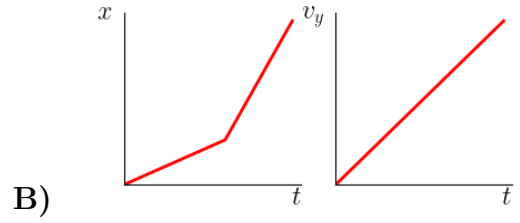
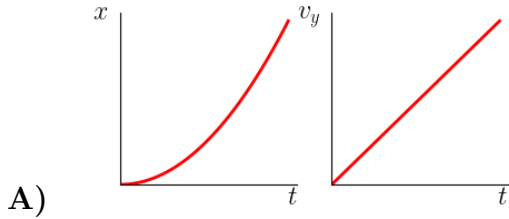
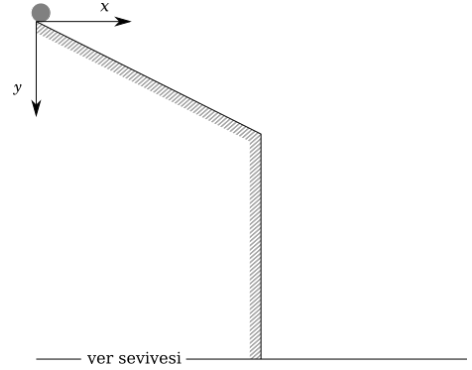
Sonuç A.

## Soru 3.

K03-1

Kütlesi  $m$  olan bir cisim, şekilde görülen sürtünmesiz eğik düzlemin en üst noktasından bırakılıyor. Cismin boyutları cismin yerden yüksekliğinden çok küçüktür.

Şekilde verilen kordinat sistemi kullanıldığında cismin bırakıldığı andan yere düşene kadarki hareketini aşağıdaki hangi grafik çifti en iyi betimler?



Cisim eğik düzlem boyunca hem  $x$  hem de  $y$  yönünde sabit ivmeli hareket edecektir. Eğik düzlemden ayrıldıktan sonra ise  $x$  yönünde sabit hızlı,  $y$  yönünde sabit ivmeli hareket edecektir. Bu ikinci kısımdaki  $a_y$  ilk kısımdakinden daha büyük olacaktır.

Bu gözlemlere uyan seçenek C.

**Soru 4.**

K15-1

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

$$M \simeq -3 \times \log(P) - 1,2$$

ilişkisi vardır.

Uzaklığı yaklaşık 19 Mpc olan NGC 4414 galaksisinde dönemi 5,4 gün olan bir klasik Sefeid değişenin görünür parlaklığı yaklaşık olarak kaç kadirdir?

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

Parlaklık-periyot ilişkisini kullanarak;

$$\begin{aligned} M &\simeq -3 \times \log(P) - 1.2 \\ &= -3 \times \log(5.4) - 1.2 \\ &= -3 \times 0.73 - 1.2 \\ &= -3.40 \end{aligned}$$

Pogson bağıntısı kullanılarak;

$$\begin{aligned} m - M &= 5 \times \log(d) - 5 \\ m &= 5 \times \log(19 \times 10^6) - 8.4 \\ &= 5 \times \log(19) + 5 \times \log(10^6) - 8.4 \\ &= 5 \times 1.28 + 5 \times 6 - 8.4 \\ &= 28 \text{ kadir} \end{aligned}$$

Sonuç D.

Soru 5.

K05-1

60 kg kütleli bir kayakçı **100** m yükseklikte eğimli bir kayak pistinin en üst noktasında hareketsiz durumdayken kaymaya başlıyor. İniş sırasında sürtünme kuvvetinin yaptığı iş -10 kJ'dur. İniş sonrasında kayakçı yatay olarak kaymaya devam eder ve sürtünme katsayısının 0,5 olduğu yumuşak karla kaplı bir alandan geçer.

Yer çekimi ivmesi  $10 \text{ m s}^{-2}$ , bu alanın uzunluğu 100 m ve bu sırada kayakçının üzerine uygulanan ortalama hava direnci 132,5 N ise kayakçının bu alanı geçtiğindeki süratini m/s cinsinden hesaplayınız.

A) 10

B) 12

C) 15

D) 24

E) 30

Enerjinin korunumu:

$$K_1 + U_1 + W_{\text{diğer}} = K_2 + U_2$$

$$K_1 = U_2 = 0$$

$$U_1 = mgh = 60 \times 10 \times 100 = 60000 \text{ J}$$

$$W_{\text{diğer}} = W_{f1} + W_{f2} + W_{\text{hava}}$$

$$= -(10000 \text{ J}) - (\mu_k mgd) - (f_{\text{hava}} d)$$

$$= -53250 \text{ J}$$

$$K_1 + U_1 + W_{\text{diğer}} = K_2 + U_2$$

$$0 + (60000 \text{ J}) + (-53250 \text{ J}) = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

$$v = 15 \text{ m s}^{-1}$$

Sonuç C.

Sınavda, yükseklik için 100 m yerine 50 m verildiğinden soru **iptal** edilmiştir.

**Soru 6.**

K09-1

Taban alanı  $A$ , yüksekliği  $h$  olan silindirik bir kap  $T$  sıcaklığında ve  $P$  basıncında ideal gaz bulundurmaktadır.

Kabın yüzey alanını bire bir kaplayan  $m$  kütleli bir piston kabın üst tarafına bırakılıyor ve sabit sıcaklıkta piston gaz üzerinde dengeye geliyor.

Bu durumda gazın hacmi ne kadar azalır?

A)  $Ah \left[ \frac{mg - AP}{mg} \right]$

B)  $Ah \left[ \frac{AP - mg}{mg} \right]$

C)  $Ah \left[ \frac{mg}{AP - mg} \right]$

D)  $Ah \left[ \frac{mg}{AP + mg} \right]$

E)  $Ah \left[ \frac{mg - AP}{AP + mg} \right]$

İdeal gaz yasasını kullanacağız:  $PV = nRT$ . Sıcaklık aynı kalır, gaz miktarı değişmez. Gazın başlangıç basıncı ( $P_i$ ) ve hacmi ( $V_i$ ); son basınç ( $P_s$ ) ve hacim ( $V_s$ ) hesaplanmalı. Son duruma ( $P_s$ ) pistonun uyguladığı basınç da eklenir:

$$P_i = P$$

$$P_s = P + m \frac{g}{A}$$

$$P_i V_i = nRT$$

$$P_s V_s = nRT$$

$$V_i = Ah$$

$$V_s = V_i \frac{P_i}{P_s} = Ah \left[ \frac{P}{P + m \frac{g}{A}} \right] = Ah \left[ \frac{1}{1 + m \frac{g}{AP}} \right]$$

$$\Delta V = V_i - V_s$$

$$= Ah - Ah \left[ \frac{1}{1 + m \frac{g}{AP}} \right] = Ah \left[ \frac{mg}{AP + mg} \right]$$

Sonuç D.



Soru 7.

K13-2

Bohr atom modelinde Hidrojen atomunun baş kuantum sayısı  $n$ 'nin büyük değerleri için  $n \rightarrow \infty$  yakınsamasını kullandığımızda komşu enerji seviyeleri arasındaki fark ( $E_n - E_{n-1}$ ) aşağıdakilerden hangisine yaklaşır?

A) 27,20 eV

B)  $\frac{27,20 \text{ eV}}{n}$ C)  $\frac{27,20 \text{ eV}}{n^2}$ D)  $\frac{27,20 \text{ eV}}{n^3}$ E)  $\frac{27,20 \text{ eV}}{n^4}$ 

$$E_s - E_i = -13,60 \text{ eV} \left( \frac{1}{n_s} - \frac{1}{n_i} \right)$$

$n - 1$  (başlangıç) ve  $n$  (son) seviyeleri için hesapladığımızda:

$$\begin{aligned} E_n - E_{n-1} &= -13,60 \text{ eV} \left[ \frac{1}{n} - \frac{1}{(n-1)} \right] \\ &= -13,60 \text{ eV} \left[ \frac{n^2 - 2n + 1 - n^2}{n^2(n-1)^2} \right] \\ &= 13,60 \text{ eV} \left[ \frac{2n-1}{n^2(n-1)^2} \right] \end{aligned}$$

Baş kuantum sayısının büyük değerleri için ise

$$\Delta E \implies 13,60 \text{ eV} \times \frac{2}{n^3}$$

Sonuç D.

**Soru 8.**

K08-1

Yer ( $m_Y$ ) ile Güneş ( $m_G$ ) arasında, Yer'i Güneş'in merkezine bağlayan çizgi üzerinde, Yer'den  $x$  uzaklığında, çembersel yörüngede  $m$  kütleli bir uydu düşünelim. Ay'ın olmadığını düşünüp uydunun kütlelerinin Güneş'in ve Yer'in kütlelerinden çok küçük olduğunu ve Yer'in  $R_Y$  yarıçaplı çembersel bir yörüngede dolandığını kabul edelim.

Bu uydunun sürekli Yer ile Güneş'i bağlayan çizgi üzerinde olabilmesi için gereken  $x$ 'i veren denklem aşağıdakilerden hangisidir?

A)  $(R_Y - x) \frac{m_G}{R_Y^3} = \frac{m_G}{(R_Y - x)^2} - \frac{m_Y}{x^2}$

B)  $\frac{m_G}{R_Y^2} = \frac{m_G}{(R_Y - x)^2} - \frac{m_Y}{x^2}$

C)  $\frac{m_G}{(R_Y - x)^2} = \frac{m_Y}{x^2}$

D)  $\frac{1}{R_Y^2} = \frac{1}{(R_Y - x)^2} + \frac{1}{x^2}$

E)  $\frac{m_G m_Y}{R_Y^2} = \frac{m m_Y}{x^2}$

Yer'in Güneş etrafında dönme açısal hızı  $\omega$ .

$$m_Y \omega^2 R_Y = G \frac{m_Y m_G}{R_Y^2}$$

$$\omega^2 = G \frac{m_G}{R_Y^3}$$

olacaktır. Uydunun hep aynı çizgi üzerinde kalabilmesi için Güneş etrafındaki dönme açısal hızının da Yer ile aynı olması gerekir. Uyduya etki eden iki kuvvet olacaktır: Yer'in ve Güneş'in çekim kuvvetleri. Bu durumda:

$$m \omega^2 (R_Y - x) = G \frac{m m_G}{(R_Y - x)^2} - G \frac{m m_Y}{x^2}$$

olması gerekir. Bulduğumuz  $\omega$ 'yı yerine yerleştirirsek  $x$ 'i verecek denklem

$$(R_Y - x) \frac{m_G}{R_Y^3} = \frac{m_G}{(R_Y - x)^2} - \frac{m_Y}{x^2}$$

olarak elde edilir.

Sonuç A.

**Soru 9.**

K17-1

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 yaşını temsil eder.

1 yılda 31557600 saniye olduğu bilinmektedir. Evrenin yaşı 10 milyar yıl olsaydı günümüzde Hubble Sabitinin değeri yaklaşık ne olurdu?

- A) 25
- B) 50
- C) 70
- D) 100
- E) 500

Evrenin yaşı 10 milyar yıl ise;

$$t_H = \frac{1}{H_0}$$

$$10 \times 10^9 \times 31557600 = \frac{1}{H_0}$$

$$3.16 \times 10^{17} = \frac{1}{H_0}$$

Hubble sabitinin birimindeki Mpc'nin km'ye dönüştürülmesi gerekir. Uygun düzenleme yapılırsa;

$$3.16 \times 10^{17} = \frac{3 \times 10^{19}}{H_0}$$

$$H_0 \simeq 100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$$

Sonuç D.

Soru 10.

K13-1

Hidrojen atomu bir proton ve bir elektrondan oluşur. Bohr atom modelinde bu elektron  $r_n$  yarıçaplı bir yörüngede dolanmakta 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 potansiyel enerji ( $U_n$ ) ve kinetik enerji ( $K_n$ ) arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

A)  $U_n = K_n$

B)  $U_n = -K_n$

C)  $U_n = -2K_n$

D)  $U_n = 2K_n$

E)  $U_n = -K_n/2$

**Birinci çözüm:** Dairesel yörünge için elektronun hareket denklemi:

$$k\frac{e^2}{r_n^2} = m_e\frac{v_n^2}{r_n}$$

Burada  $k = 1/(4\pi\epsilon_0)$  olarak tanımlanmaktadır. Açısal momentum tanımından  $v_n$  terimi üstteki denklemde yerine konursa ( $\hbar = h/2\pi$ ):

$$L = m_e v_n r_n = n\hbar \implies v_n = \frac{n\hbar}{m_e r_n} \implies r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{k e^2 m_e}$$

Elektrostatik potansiyel enerji ve kinetik enerji:

$$U_n = -k\frac{e^2}{r_n} = -\frac{k^2 e^4 m_e}{n^2 \hbar^2}$$

$$K_n = \frac{1}{2} m_e v_n^2 = \frac{k^2 e^4 m_e}{2 n^2 \hbar^2}$$

**İkinci çözüm:** Yukarıdaki gibi elektronun hareket denklemi hesaplanır ve bu eşitlikten  $m_e v_n^2 = k\frac{e^2}{r_n}$  bulunur. Kinetik enerji ve elektrostatik potansiyel enerji:

$$K_n = \frac{1}{2} m_e v_n^2 = \frac{1}{2} \left( k\frac{e^2}{r_n} \right) = k\frac{e^2}{2r_n}$$

$$U_n = -k\frac{e^2}{r_n}$$

Her iki çözümde de  $U_n = -2K_n$  olduğu görülmektedir.

Sonuç C.

**Soru 11.**

K16-1

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

$$M_{\text{gal}} = -10,2 \times \log(V_{\text{max}}) + 2,71$$

Samanyolu'nun dönme hızı Güneş'in bulunduğu uzaklıkta yaklaşık  $220 \text{ km s}^{-1}$ 'dir. Galaksimizin maksimum dönme hızı için bu değeri alıp Samanyolu'nun tüm parlaklığının Güneş türü yıldızlardan kaynaklandığını kabul edip Galaksimizde kaç yıldız olduğunu bulunuz.

- A)  $10^{10.4}$   
 B)  $10^{11}$   
 C)  $5 \times 10^{11}$   
 D)  $10^{12}$   
 E)  $3.5 \times 10^{12}$

TFR bağıntısını kullanarak;

$$\begin{aligned} M_{\text{gal}} &= -10.2 \times \log(V_{\text{max}}) + 2.71 \\ &= -10.2 \times \log(220) + 2.71 \\ &= -10.2 \times \log(2.2 \times 100) + 2.71 \\ &= -21.18 \end{aligned}$$

$M_{\odot} = +4.85$  olduğuna göre;

$$\begin{aligned} M_{\text{gal}} - M_{\odot} &= -2.5 \times \log \frac{L_{\text{gal}}}{L_{\odot}} \\ -21.18 - 4.85 &= -2.5 \times \log \frac{L_{\text{gal}}}{L_{\odot}} \\ L_{\text{gal}} &= 10^{10.4} L_{\odot} \text{ Güneş türü yıldız} \end{aligned}$$

Sonuç A.

**Soru 12.**

K05-2

80 kg bir itfaiyeci başlangıçta hareketsiz durumdayken bir direk üzerinde  $d = 2,5$  m kadar kayarak aşağıya iniyor. Yerden  $h = 1,0$  m ( $h < d$ ) yüksekten serbest düşen bir cismin süratine eşit süratle yere varıyor.

Hava direncini ihmal edip Yer çekimi ivmesini  $10 \text{ m s}^{-2}$  olarak itfaiyecinin direğe uyguladığı ortalama sürtünme kuvvetini N cinsinden hesaplayınız.

A) 320

B) 480

C) 920

D) 1200

E) 2000

Yer için  $y = 0$  alırsak ve  $h$  yüksekliğinden atlamış gibi baktığımızda sürat:

$$\begin{aligned} K_1 + U_1 + W_{\text{diğer}} &= K_2 + U_2 \\ K_1 = U_2 = W_{\text{diğer}} &= 0 \\ 0 + mgh &= \frac{1}{2}mv^2 + 0 \\ v^2 &= 2gh \end{aligned}$$

Enerjinin korunumundan;

$$\begin{aligned} K_1 + U_1 + W_{\text{diğer}} &= K_2 + U_2 \\ K_1 = U_2 &= 0 \\ 0 + mgh + fd &= \frac{1}{2}mv^2 + 0 \\ 0 + mgh + fd &= \frac{1}{2}m(2gh) + 0 \\ f &= mg \left( 1 - \frac{h}{d} \right) \\ &= 480 \text{ N} \end{aligned}$$

Sonuç B.

**Soru 13.**

K14-1

Mars ile Jüpiter arasındaki ana asteroid kuşağında çembersel bir yörüngede dolanan bir asteroidin Yer'e en yakın olduğundaki uzaklığı 3 Astronomi Birimi (AB) olarak ölçülmüştür.

Yer'in yörüngesini çembersel, asteroid kütleini Güneş'ten çok küçük kabul edersek bu asteroidin yörünge dönemini Yer yılı cinsinden hesaplayınız.

A) 2 yıl

B) 4 yıl

C) 6 yıl

D) 8 yıl

E) 9 yıl

En yakın asteroid–Yer uzaklığı 3 AB. O anda asteroid–Güneş uzaklığı da  $a = 3 + 1 = 4$  AB'dir. Kepler'in 3. yasası gereğince  $a$ , AB;  $P$ , Yer yılı birimlerinde alındığında

$$a^3 = P^2 \Rightarrow P = 8$$

yıl olarak bulunur.

Sonuç D.

**Soru 14.**

K12-1

Sıcaklığı  $T$ , yarıçapı  $R$  olan bir yıldız karacisim ışıması yapmaktadır.

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

- A) 128
- B) 64
- C) 16
- D) 8
- E) 4

Sıcaklığı  $T$  ve karacisim ışıması yapan cismin akısı (birim zamanda birim yüzeyden yaydığı enerji - Stefan-Boltzmann yasası):

$$F = \sigma T^4$$

Işıma yapan küresel yüzey alanı  $4\pi R^2$  olduğuna göre yıldızın tüm yüzeyinden birim zamanda yaydığı enerji:

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

Sıcaklık ve yarıçap 2 kat artarsa

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

Sonuç B.



Soru 15.

K10-2

Şekildeki prizmanın kırılma indisi 1,2 ve A açıları  $25^\circ$ 'dir. İki ışık ışını ( $m, n$ ) prizmaya girerken paraleldir.

Havanın kırılma indisi 1,0 ise yüzeyden çıktıktan sonra aralarındaki açı kaç derece olur?

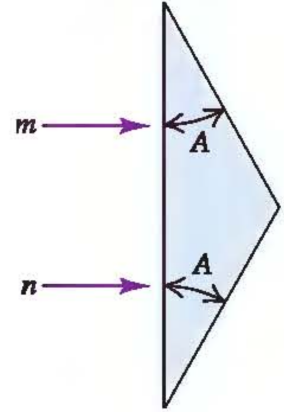
A) 5

B) 10

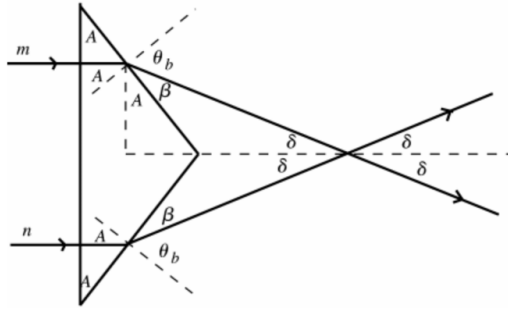
C) 15

D) 30

E) 45



Camdan çıkan her bir ışının kırılması Snell yasasına göre olur. Geliş açısı  $A=25^\circ$ 'dir.



$$n_a \sin \theta_b = n_b \sin \theta_b$$

$$n_{\text{cam}} \sin 25^\circ = 1.00 \sin \theta_b$$

$$\sin \theta_b = n_{\text{cam}} \sin 25^\circ = 0.50$$

$$\theta_b = 30^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \theta_b = 60^\circ$$

$$\delta = 90^\circ - A - \beta = 5^\circ$$

$$2\delta = 10^\circ$$

Sonuç B

**Soru 16.**

K08-2

Birbiri etrafında çembersel bir yörüngede dönen  $m_1$  ve  $m_2$  kütleli iki yıldız düşünelim. Bu yıldızların merkezleri arasındaki mesafe  $R$  ve birbirleri etrafında dönme periyotları da  $T$  olarak ölçülmüş olsun.

Bu iki yıldızın kütleleri toplamı nedir?

A)  $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 GR^3$

B)  $\frac{R^3}{GT^2}$

C)  $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{R^3}{G}$

D)  $\frac{2R^3}{GT^2}$

E)  $2\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{R^3}{G}$

$m_i$  kütlelerinin kütle merkezinden uzaklığı  $r_i$  olsun. Bu durumda  $r_1 + r_2 = R$  ve  $m_1 r_1 = m_2 r_2$  olacaktır. Bu iki yıldızın birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvveti bu yıldızların yörüngelerinde dönmeleri için gereken merkezci kuvveti oluşturacaktır:

$$m_1 \omega^2 r_1 = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \implies r_1 = G \frac{m_2}{\omega^2 R^2}$$

$$m_2 \omega^2 r_2 = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \implies r_2 = G \frac{m_1}{\omega^2 R^2}$$

Bu denklemlerde  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  olarak tanımlanmıştır.  $r_1$  ve  $r_2$  için çözümleri toplarsak:

$$R = r_1 + r_2 = \frac{G(m_1 + m_2)}{\omega^2 R^2}$$

elde edilir. Buradan da iki yıldızın kütleleri toplamı

$$m_1 + m_2 = \frac{\omega^2 R^3}{G}$$

olarak elde edilir.

Sonuç C.

**Soru 17.**

K11-1

Bir teleskobun odak oranı teleskobun aynasının odak uzunluğunun ( $f$ ) teleskobun ayna çapına ( $D$ ) oranı olarak verilir ( $f/\#$ ). Aynı zamanda bir teleskobun büyütme gücü teleskobun odak uzunluğunun ( $f$ ) teleskopta kullanılan göz merceğinin odak uzunluğuna ( $f_{\text{göz}}$ ) oranı olarak tanımlanır.

Odak oranı  $f/8$  olan bir aynalı teleskopa 25 mm'lik bir göz merceği takıldığında 600 kat büyütebilmektedir. Bu teleskobu kullanarak 500 nm dalgaboyunda Ay gözlemi yapılsaydı ve Yer-Ay arası 384000 km olarak alınırsa Ay yüzeyinde görülebilecek en küçük kraterin çapını yaklaşık olarak hesaplayın?

A) 78

B) 90

C) 119

D) 156

E) 168

$$\text{Büyütme gücü} = \frac{f}{f_{\text{göz}}} \implies 600 = \frac{f}{25 \text{ mm}} \implies f = 15000 \text{ mm}$$

$$f/10 \implies 10 = \frac{f}{D} = \frac{15000}{D} \implies D = 1500 \text{ mm}$$

$$\theta = \frac{x}{d_{\text{Yer-Ay}}} \implies x = \theta d_{\text{Yer-Ay}}$$

$$(\text{ayırma gücü}) \theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{D}$$

$$x = 1,22 \frac{5 \times 10^{-7}}{1500 \times 10^{-3}} 384000 \times 10^3 \simeq 156 \text{ m}$$

Sonuç D.

**Soru 18.**

T15-2

Örten çift yıldızların ışık ve dikine hız eğrilerinin analizlerinden hareketle anakol yıldızları için

$$L \propto M^{3,5}$$

ilişkisi bulunmuştur. Diğer taraftan bir yıldızın enerji üretimi ( $E$ ) onun kütlesiyle ( $M$ ) orantılıdır.

Yıldızın ürettiği enerjiyi efektif bir biçimde ışınlam gücü olarak harcadığını ve Güneş'in anakol ömrünün 12 milyar yıl olduğunu kabul ederek  $4 M_{\text{Güneş}}$  kütleli bir yıldızın anakol ömrünü hesaplayınız.

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

Verilenler:

$$E \propto M$$

$$L \propto E/t \Rightarrow t \propto E/L$$

$$L \propto M^{3,5}$$

Bu nedenle

$$t \propto \frac{E}{L} \Rightarrow t \propto \frac{M}{M^{3,5}} \Rightarrow t \propto \frac{1}{M^{2,5}} \Rightarrow t \propto \frac{1}{M^2 \sqrt{M}}$$

olarak ifade edilebilir. Bu ifade yıldız ( $4 M_{\odot}$ ) ve Güneş ( $M_{\odot}$ ) için ayrı ayrı yazılır ve birbirine bölünürse yıldızın ( $t$ ) ve Güneş ( $t_{\odot}$ ) anakol ömrü şu şekilde hesaplanır:

$$t = \frac{1}{M^2 \sqrt{M}} t_{\odot} = \frac{12}{32} \times 10^9 = 0.375 \times 10^9 \text{ yıl}$$

Sonuç B.

**Soru 19.**

K11-2

Kendi teleskobunuzu yapma planınız var. Bu teleskop ile Jüpiterdeki “Büyük Kırmızı Leke” ve ondan daha büyük yapıları 600 nm dalgaboyunda gözleyebilmek istiyorsunuz. Yer–Jüpiter arasındaki ortalama uzaklık  $968 \times 10^6$  km ve Büyük Kırmızı Lekenin yaklaşık çapı 16500 km olarak verilmektedir.

Odak oranı  $f/10$  olan teleskobunuzun arkasına piksel boyutları  $15 \times 15 \mu\text{m}$  olan bir CCD takarsanız CCD'nin piksel ölçeği yay saniyesi cinsinden ne olur?

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

Kırmızı Lekenin açısal çapı:

$$x = \frac{\text{Lekenin Çapı}}{\text{Yer-Jüpiter uzaklığı}} = 1,70 \times 10^{-5} \text{ rad}$$

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{D} = x$$

$$1,22 \times \frac{600 \times 10^{-7}}{D} = 1,70 \times 10^{-5}$$

$$D = 0,04 \text{ m}$$

$$f/10 \implies 10 = \frac{f(\text{odak uzunluğu})}{D(\text{ayna çapı})}$$

$$f = 400 \text{ mm}$$

Piksel ölçeği ( $\theta$ ) = Piksel genişliği ( $S$ ) / Odak Uzunluğu ( $f$ ) olarak tanımlanır:

$$\theta = \frac{206265 \times S}{f} = \frac{206265 \times 15 \times 10^{-6}}{0,4} \simeq 7,7''$$

Sonuç B.

Sınavda, odak oranı için  $f/10$  yerine  $f/8$  verildiğinden soru **iptal** edilmiştir.

Soru 20.

K08-4

Diğer gök cisimlerinden çok uzakta,  $M$  kütleli ve  $R$  yarıçaplı homojen küre şeklinde bir gök cisimimiz olduğunu ve cismin dönmediğini varsayalım. Bu gök cisminin yüzeyinden merkezine doğrusal bir tünel açalım. Açılan tünel kütle ve hacim yönünden gök cismine göre önemsiz miktardadır.

Hava direnci gibi tüm korunumsuz kuvvetlerin oluşturdukları etkileri yok sayıp gök cisminin kütlelerinden çok küçük  $m$  kütleli, boyutsuz bir nesneyi bu tünelin girişinde serbest bıraksaydık nesnenin bırakıldığı andaki ile yolun yarısındaki ivmelerinin oranı  $\left(\frac{g_{R/2}}{g_R}\right)$  ne olurdu?

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

Genel olarak:

$$g = \frac{GM_i}{r^2} = \frac{G}{r^2} M \frac{\frac{4\pi}{3} r^3}{\frac{4\pi}{3} R^3} = GM \frac{r}{R^3}$$

ve

$$g_R = g(r = R) = \frac{GM}{R^2}$$

$$g_{R/2} = g(r = R/2) = \frac{GM}{2R^2}$$

Bu durumda:

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

Sonuç C.

**Soru 21.**

K06-3

Kütlesi 80 kg olan bir astronot uzay yürüyüşü sırasında kullandığı 120 kg'lık “insan yönlendirme aracı” iticilerinden birini ateşlediğinde  $0,030 \text{ m s}^{-2}$  ivme hissediyor.

Çıkan  $\text{N}_2$  gazının astronota göre bağıl hızı  $600 \text{ m s}^{-1}$  ise iticinin 5 saniyede kaç kg gaz kullandığını hesaplayınız.

- A) 0,05  
B) 0,02  
C) 0,3  
D) 0,9  
E) 1,6

Zaman içerisinde değişen kütle oranının sabit olduğunu varsayalım.

$$\begin{aligned} a &= -\frac{v_{\text{ex}}}{m} \frac{dm}{dt} \\ \frac{dm}{dt} &= -\frac{ma}{v_{\text{ex}}} \\ &= -\frac{(200)(0.030)}{(600)} = -0.01 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

İticiler 5 s çalıştığında  $5 \times 0.01 = 0.05 \text{ kg}$  gaz kullanılır.

Sonuç A.

Soru 22.

K06-1

Kütlesi  $m$  ve hızı  $3v\hat{j}$  olan bir cisim, kütlesi  $4m$  ve hızı  $v\hat{i}$  olan bir cisimle çarpışıyor. Her iki cisim de  $x$ - $y$  düzleminde hareket etmektedir.

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

A)  $\frac{3}{4}v\hat{i}$

B)  $\frac{1}{2}v\hat{j} + \frac{3}{4}v\hat{i}$

C)  $\frac{1}{4}v\hat{j} + \frac{3}{4}v\hat{i}$

D)  $\frac{1}{2}v\hat{j} + v\hat{i}$

E)  $\frac{1}{4}v\hat{j} + v\hat{i}$

Cisimlerin başlangıçtaki toplam momentumu

$$\vec{P}_{\text{top0}} = 3mv\hat{j} + 4mv\hat{i}$$

Bu ifadeden ilk cismin son momentumunu ( $\vec{P}_1 = mv\hat{j}$ ) çıkartırsak, ikinci cismin son momentumunu elde ederiz:

$$\vec{P}_2 = 2mv\hat{j} + 4mv\hat{i}$$

Bu büyüklüğü ikinci cismin kütlesine böldüğümüzde sonuç ikinci cismin hızını verir:

$$\vec{v}_2 = \frac{1}{2}v\hat{j} + v\hat{i}$$

Sonuç D.



**Soru 23.**

K15-3

Yer'den gözlem yapan bir gözlemci ışınım 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

Akı ifadesi  $\left(F = \frac{L}{4\pi d^2}\right)$  her iki yıldız için yazılır ve birbirine bölünürse her iki yıldızın ışınım gücü (L) eşit olduğundan aşağıdaki ifade elde edilir.

$$F_1 = \frac{L}{4\pi d_1^2}$$

$$F_2 = \frac{L}{4\pi d_2^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

Paralaks (yaysaniyesi) ile uzaklık (parsek - pc) arasındaki ilişki:

$$p = \frac{1}{d}$$

İfade her iki yıldız için yazılır ve akı oranında yerine konursa;

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{p_2^2}{p_1^2}$$

elde edilir. Verilenleri yerine koyarsak  $p_2 = \sqrt{4} \times 0.025 = 0.050$  olarak bulunur. Paralaksın tanımından da

$$d_2 = \frac{1}{p_2} = \frac{1}{0.050} = 20 \text{ pc}$$

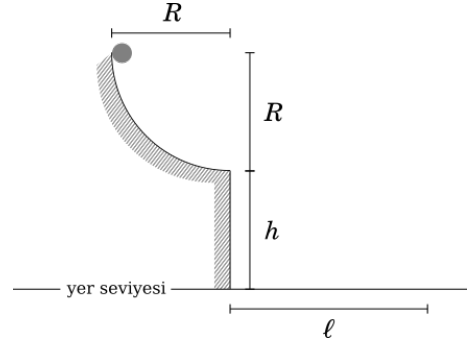
olarak bulunur.

Sonuç B.

**Soru 24.**

K04-1

Kütlesi  $m$  olan bir cisim şekilde görülen sürtünmesiz çeyrek çember biçimindeki yolun en üst noktasından bırakılıyor ve hava sürtünmesi olmadan hareketine dikey yönde başlıyor. Cismin boyutları  $h$  ve  $R$ 'den çok küçüktür. Cisim, bu eğri yol bittikten sonra serbestçe hareket ediyor ve duvardan  $\ell$  kadar uzağa düşüyor.



$R$  iki katına,  $h$  üç katına çıkarsa cisim duvardan ne kadar uzağa düşer?

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

Cismin duvardan ne kadar uzağa düştüğünü düşmeye başlarkenki yatay hızı ( $v_{x0}$ ) ve düşme süresi ( $\Delta t$ ) belirler:  $\ell = v_{x0}\Delta t$

Eğri yolun şekli değiştirilmeden boyutları iki katına çıkarsa  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$  eşitliğinden  $v'_{x0} = \sqrt{2}v_{x0}$  bulunur.

Cisim sıfır dikey hızla başladığından düşme süresi düşülen yüksekliğin karekökü ile orantılıdır:  $h = \frac{1}{2}g\Delta t^2$ . Yükseklik üç katına çıkarsa  $\Delta t' = \sqrt{3}\Delta t$  bulunur.

Bu iki sonuç birleştirilirse  $\ell' = \sqrt{6}\ell$  elde edilir.

Sonuç B.

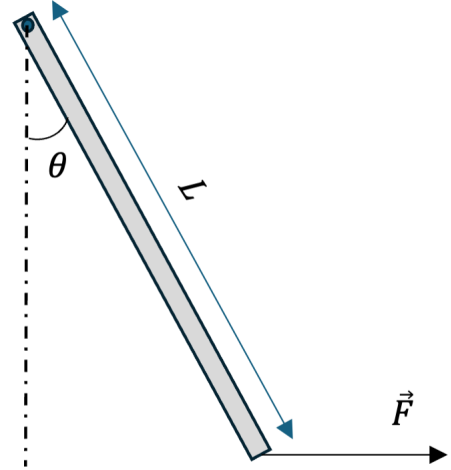
Soru 25.

K07-1

$L$  uzunluğunda  $m$  kütleli homojen ince bir çubuk bir ucundan etrafında serbestçe dönebildiği bir askıya asılmıştır. Çubuğun diğer ucuna yatay doğrultuda  $F$  büyüklüğünde bir kuvvet uygulanmakta ve çubuk düşeyle  $\theta$  açısı yaptığı durumda dengede kalmaktadır.

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

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



İlk durumda:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau &= -(mg \sin \theta) \frac{L}{2} + (F \sin (90^\circ - \theta)) L = 0 \\ F \cos \theta &= \frac{1}{2} mg \sin \theta \\ F &= \frac{1}{2} mg \tan \theta \end{aligned}$$

Yeni durumda ( $F' = 2F = mg \tan \theta$ )

$$\begin{aligned} \Sigma \tau &= -(mg \sin \theta') \frac{L}{2} + (F' \sin(90^\circ - \theta')) L = 0 \\ \frac{1}{2} \sin \theta' &= \tan \theta \cos \theta' \\ \theta' &= \arctan(2 \tan \theta) \end{aligned}$$

Sonuç A.

**SINAV BİTTİ — YANITLARINIZI KONTROL EDİNİZ.**

## (T1) Sabit Açılar için Trigonometrik Değerler

derece	radyan	$\sin(x)$	$\cos(x)$	$\tan(x)$	$\csc(x)$	$\sec(x)$	$\cot(x)$
0°	0	0	1	0	-	1	-
30°	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	$\sqrt{3}$
45°	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$
60°	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}$	2	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
90°	1	1	0	-	1	-	0

(T2) Tablo değerlerini son iki haneye yuvarlayarak kullanın: Örneğin  $\sin(29) = 0,4848 \simeq 0,48$ 

x=(0 - 45) için sin(x) ve x&gt;45 için cos(90-x)

x=(0 - 45) için cos(x) ve x&gt;45 için sin(90-x)

x=(0 - 45) için sin(x) ve x>45 için cos(90-x)										x=(0 - 45) için cos(x) ve x>45 için sin(90-x)											
0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		
0	0,0000	0,0017	0,0035	0,0052	0,0070	0,0087	0,0105	0,0122	0,0140	0,0157	0	1,000000	0,999998	0,999994	0,999986	0,999976	0,999962	0,999945	0,999925	0,999903	0,999877
1	0,0175	0,0192	0,0209	0,0227	0,0244	0,0262	0,0279	0,0297	0,0314	0,0332	1	0,999848	0,999816	0,999781	0,999743	0,999701	0,999657	0,999610	0,999560	0,999507	0,999450
2	0,0349	0,0366	0,0384	0,0401	0,0419	0,0436	0,0454	0,0471	0,0488	0,0506	2	0,999391	0,999328	0,999263	0,999194	0,999123	0,999048	0,998971	0,998890	0,998806	0,998719
3	0,0523	0,0541	0,0558	0,0576	0,0593	0,0610	0,0628	0,0645	0,0663	0,0680	3	0,998630	0,998537	0,998441	0,998342	0,998240	0,998135	0,998027	0,997916	0,997801	0,997684
4	0,0698	0,0715	0,0732	0,0750	0,0767	0,0785	0,0802	0,0819	0,0837	0,0854	4	0,997564	0,997441	0,997314	0,997185	0,997053	0,996917	0,996779	0,996637	0,996493	0,996345
5	0,0872	0,0889	0,0906	0,0924	0,0941	0,0958	0,0976	0,0993	0,1011	0,1028	5	0,996195	0,996041	0,995884	0,995725	0,995562	0,995396	0,995227	0,995056	0,994881	0,994703
6	0,1045	0,1063	0,1080	0,1097	0,1115	0,1132	0,1149	0,1167	0,1184	0,1201	6	0,994522	0,994338	0,994151	0,993961	0,993768	0,993572	0,993373	0,993171	0,992968	0,992757
7	0,1219	0,1236	0,1253	0,1271	0,1288	0,1305	0,1323	0,1340	0,1357	0,1374	7	0,992546	0,992332	0,992115	0,991894	0,991671	0,991445	0,991216	0,990983	0,990748	0,990509
8	0,1392	0,1409	0,1426	0,1444	0,1461	0,1478	0,1495	0,1513	0,1530	0,1547	8	0,990268	0,990024	0,989776	0,989526	0,989272	0,989016	0,988756	0,988494	0,988228	0,987960
9	0,1564	0,1582	0,1599	0,1616	0,1633	0,1650	0,1668	0,1685	0,1702	0,1719	9	0,987688	0,987414	0,987136	0,986856	0,986572	0,986286	0,985996	0,985703	0,985408	0,985109
10	0,1736	0,1754	0,1771	0,1788	0,1805	0,1822	0,1840	0,1857	0,1874	0,1891	10	0,984808	0,984503	0,984196	0,983885	0,983571	0,983255	0,982935	0,982613	0,982287	0,981959
11	0,1908	0,1925	0,1942	0,1959	0,1977	0,1994	0,2011	0,2028	0,2045	0,2062	11	0,981627	0,981293	0,980955	0,980615	0,980271	0,979925	0,979575	0,979223	0,978867	0,978509
12	0,2079	0,2096	0,2113	0,2130	0,2147	0,2164	0,2181	0,2198	0,2215	0,2233	12	0,978148	0,977783	0,977416	0,977046	0,976672	0,976296	0,975917	0,975535	0,975149	0,974761
13	0,2250	0,2267	0,2284	0,2301	0,2317	0,2334	0,2351	0,2368	0,2385	0,2402	13	0,974370	0,973976	0,973579	0,973179	0,972776	0,972370	0,971961	0,971549	0,971134	0,970716
14	0,2419	0,2436	0,2453	0,2470	0,2487	0,2504	0,2521	0,2538	0,2554	0,2571	14	0,970296	0,969872	0,969445	0,969016	0,968583	0,968148	0,967709	0,967268	0,966823	0,966376
15	0,2588	0,2605	0,2622	0,2639	0,2656	0,2672	0,2689	0,2706	0,2723	0,2740	15	0,965926	0,965473	0,965016	0,964557	0,964095	0,963630	0,963163	0,962692	0,962218	0,961741
16	0,2756	0,2773	0,2790	0,2807	0,2823	0,2840	0,2857	0,2874	0,2890	0,2907	16	0,961262	0,960779	0,960294	0,959805	0,959314	0,958820	0,958323	0,957822	0,957319	0,956814
17	0,2924	0,2940	0,2957	0,2974	0,2990	0,3007	0,3024	0,3040	0,3057	0,3074	17	0,956305	0,955793	0,955278	0,954761	0,954240	0,953717	0,953191	0,952661	0,952129	0,951594
18	0,3090	0,3107	0,3123	0,3140	0,3156	0,3173	0,3190	0,3206	0,3223	0,3239	18	0,951057	0,950516	0,949972	0,949425	0,948876	0,948324	0,947768	0,947210	0,946649	0,946085
19	0,3256	0,3272	0,3289	0,3305	0,3322	0,3338	0,3355	0,3371	0,3387	0,3404	19	0,945519	0,944949	0,944376	0,943801	0,943223	0,942641	0,942055	0,941471	0,940881	0,940288
20	0,3420	0,3437	0,3453	0,3469	0,3486	0,3502	0,3518	0,3535	0,3551	0,3567	20	0,939693	0,939094	0,938493	0,937889	0,937282	0,936672	0,936060	0,935444	0,934826	0,934204
21	0,3584	0,3600	0,3616	0,3633	0,3649	0,3665	0,3681	0,3697	0,3714	0,3730	21	0,933580	0,932954	0,932324	0,931691	0,931056	0,930418	0,929776	0,929133	0,928486	0,927836
22	0,3746	0,3762	0,3778	0,3795	0,3811	0,3827	0,3843	0,3859	0,3875	0,3891	22	0,927184	0,926529	0,925871	0,925210	0,924546	0,923880	0,923210	0,922538	0,921863	0,921185
23	0,3907	0,3923	0,3939	0,3955	0,3971	0,3987	0,4003	0,4019	0,4035	0,4051	23	0,920505	0,919821	0,919135	0,918446	0,917755	0,917060	0,916363	0,915663	0,914960	0,914254
24	0,4067	0,4083	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4163	0,4179	0,4195	0,4210	24	0,913545	0,912834	0,912120	0,911403	0,910684	0,909961	0,909236	0,908508	0,907777	0,907044
25	0,4226	0,4242	0,4258	0,4274	0,4289	0,4305	0,4321	0,4337	0,4352	0,4368	25	0,906308	0,905569	0,904827	0,904083	0,903335	0,902585	0,901833	0,901077	0,900319	0,899558
26	0,4384	0,4399	0,4415	0,4431	0,4446	0,4462	0,4478	0,4493	0,4509	0,4524	26	0,898794	0,898028	0,897258	0,896486	0,895712	0,894934	0,894153	0,893371	0,892586	0,891798
27	0,4540	0,4555	0,4571	0,4586	0,4602	0,4617	0,4633	0,4648	0,4664	0,4679	27	0,891007	0,890213	0,889416	0,888617	0,887815	0,887011	0,886204	0,885394	0,884581	0,883766
28	0,4695	0,4710	0,4726	0,4741	0,4756	0,4772	0,4787	0,4802	0,4818	0,4833	28	0,882948	0,882127	0,881303	0,880477	0,879649	0,878817	0,877983	0,877146	0,876307	0,875465
29	0,4848	0,4863	0,4879	0,4894	0,4909	0,4924	0,4939	0,4955	0,4970	0,4985	29	0,874620	0,873772	0,872922	0,872069	0,871214	0,870356	0,869495	0,868632	0,867765	0,866897
30	0,5000	0,5015	0,5030	0,5045	0,5060	0,5075	0,5090	0,5105	0,5120	0,5135	30	0,866025	0,865151	0,864275	0,863396	0,862514	0,861629	0,860742	0,859852	0,858960	0,858065
31	0,5150	0,5165	0,5180	0,5195	0,5210	0,5225	0,5240	0,5255	0,5270	0,5284	31	0,857167	0,856267	0,855364	0,854459	0,853551	0,852640	0,851727	0,850811	0,849893	0,848972
32	0,5299	0,5314	0,5329	0,5344	0,5358	0,5373	0,5388	0,5402	0,5417	0,5432	32	0,848048	0,847122	0,846193	0,845262	0,844328	0,843391	0,842452	0,841511	0,840567	0,839620
33	0,5446	0,5461	0,5476	0,5490	0,5505	0,5519	0,5534	0,5548	0,5563	0,5577	33	0,838671	0,837719	0,836764	0,835807	0,834848	0,833886	0,832921	0,831954	0,830984	0,830012
34	0,5592	0,5606	0,5621	0,5635	0,5650	0,5664	0,5678	0,5693	0,5707	0,5721	34	0,829038	0,828060	0,827081	0,826098	0,825113	0,824126	0,823136	0,822144	0,821149	0,820152
35	0,5736	0,5750	0,5764	0,5779	0,5793	0,5807	0,5821	0,5835	0,5850	0,5864	35	0,819152	0,818150	0,817145	0,816138	0,815128	0,814116	0,813101	0,812084	0,811064	0,810042
36	0,5878	0,5892	0,5906	0,5920	0,5934	0,5948	0,5962	0,5976	0,5990	0,6004	36	0,809017	0,807990	0,806960	0,805928	0,804894	0,803857	0,802817	0,801776	0,800731	0,799685
37	0,6018	0,6032	0,6046	0,6060	0,6074	0,6088	0,6101	0,6115	0,6129	0,6143	37	0,798636	0,797584	0,796530	0,795473	0,794415	0,793353	0,792290	0,791224	0,790155	0,789084
38	0,6157	0,6170	0,6184	0,6198	0,6211	0,6225	0,6239	0,6252	0,6266	0,6280	38	0,788011	0,786935	0,785857	0,784776	0,783693	0,782608	0,781520	0,780430	0,779338	0,778243
39	0,6293	0,6307	0,6320	0,6334	0,6347	0,6361	0,6374	0,6388	0,6401	0,6414	39	0,777146	0,776046	0,774944	0,773840	0,772734	0,771625	0,770513	0,769400	0,768284	0,767165
40	0,6428	0,6441	0,6455	0,6468	0,6481	0,6494	0,6508	0,6521	0,6534	0,6547	40	0,766044	0,764921	0,763796	0,762668	0,761538	0,760406	0,759271	0,758134	0,756995	0,755853
41	0,6561	0,6574	0,6587	0,6600	0,6613	0,6626	0,6639	0,6652	0,6665	0,6678	41	0,754710	0,753563	0,752415	0,751264	0,750111	0,748956	0,747798	0,746638	0,745476	0,744312
42	0,6691	0,6704	0,6717	0,6730	0,6743	0,6756	0,6769	0,6782	0,6794	0,6807	42	0,743145	0,741976	0,740805	0,739631	0,738455	0,737277	0,736097	0,734915	0,733730	0,732543
43	0,6820																				

(T3) Tablo değerlerini son iki haneye yuvarlayarak kullanın: Örneğin  $\log_{10}(19) = 1,2788 \approx 1,28$ 

x = [0 - 100] için log(x)

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0		-1,0000	-0,6990	-0,5229	-0,3979	-0,3010	-0,2218	-0,1549	-0,0969	-0,0458	50	1,6990	1,6998	1,7007	1,7016	1,7024	1,7033	1,7042	1,7050	1,7059	1,7067
1	0,0000	0,0414	0,0792	0,1139	0,1461	0,1761	0,2041	0,2304	0,2553	0,2788	51	1,7076	1,7084	1,7093	1,7101	1,7110	1,7118	1,7126	1,7135	1,7143	1,7152
2	0,3010	0,3222	0,3424	0,3617	0,3802	0,3979	0,4150	0,4314	0,4472	0,4624	52	1,7160	1,7168	1,7177	1,7185	1,7193	1,7202	1,7210	1,7218	1,7226	1,7235
3	0,4771	0,4914	0,5051	0,5185	0,5315	0,5441	0,5563	0,5682	0,5798	0,5911	53	1,7243	1,7251	1,7259	1,7267	1,7275	1,7284	1,7292	1,7300	1,7308	1,7316
4	0,6021	0,6128	0,6232	0,6335	0,6435	0,6532	0,6628	0,6721	0,6812	0,6902	54	1,7324	1,7332	1,7340	1,7348	1,7356	1,7364	1,7372	1,7380	1,7388	1,7396
5	0,6990	0,7076	0,7160	0,7243	0,7324	0,7404	0,7482	0,7559	0,7634	0,7709	55	1,7404	1,7412	1,7419	1,7427	1,7435	1,7443	1,7451	1,7459	1,7466	1,7474
6	0,7782	0,7853	0,7924	0,7993	0,8062	0,8129	0,8195	0,8261	0,8325	0,8388	56	1,7482	1,7490	1,7497	1,7505	1,7513	1,7520	1,7528	1,7536	1,7543	1,7551
7	0,8451	0,8513	0,8573	0,8633	0,8692	0,8751	0,8808	0,8865	0,8921	0,8976	57	1,7559	1,7566	1,7574	1,7582	1,7589	1,7597	1,7604	1,7612	1,7619	1,7627
8	0,9031	0,9085	0,9138	0,9191	0,9243	0,9294	0,9345	0,9395	0,9445	0,9494	58	1,7634	1,7642	1,7649	1,7657	1,7664	1,7672	1,7679	1,7686	1,7694	1,7701
9	0,9542	0,9590	0,9638	0,9685	0,9731	0,9777	0,9823	0,9868	0,9912	0,9956	59	1,7709	1,7716	1,7723	1,7731	1,7738	1,7745	1,7752	1,7760	1,7767	1,7774
10	1,0000	1,0043	1,0086	1,0128	1,0170	1,0212	1,0253	1,0294	1,0334	1,0374	60	1,7782	1,7789	1,7796	1,7803	1,7810	1,7818	1,7825	1,7832	1,7839	1,7846
11	1,0414	1,0453	1,0492	1,0531	1,0569	1,0607	1,0645	1,0682	1,0719	1,0755	61	1,7853	1,7860	1,7868	1,7875	1,7882	1,7889	1,7896	1,7903	1,7910	1,7917
12	1,0792	1,0828	1,0864	1,0899	1,0934	1,0969	1,1004	1,1038	1,1072	1,1106	62	1,7924	1,7931	1,7938	1,7945	1,7952	1,7959	1,7966	1,7973	1,7980	1,7987
13	1,1139	1,1173	1,1206	1,1239	1,1271	1,1303	1,1335	1,1367	1,1399	1,1430	63	1,7993	1,8000	1,8007	1,8014	1,8021	1,8028	1,8035	1,8041	1,8048	1,8055
14	1,1461	1,1492	1,1523	1,1553	1,1584	1,1614	1,1644	1,1673	1,1703	1,1732	64	1,8062	1,8069	1,8075	1,8082	1,8089	1,8096	1,8102	1,8109	1,8116	1,8122
15	1,1761	1,1790	1,1818	1,1847	1,1875	1,1903	1,1931	1,1959	1,1987	1,2014	65	1,8129	1,8136	1,8142	1,8149	1,8156	1,8162	1,8169	1,8176	1,8182	1,8189
16	1,2041	1,2068	1,2095	1,2122	1,2148	1,2175	1,2201	1,2227	1,2253	1,2279	66	1,8195	1,8202	1,8209	1,8215	1,8222	1,8228	1,8235	1,8241	1,8248	1,8254
17	1,2304	1,2330	1,2355	1,2380	1,2405	1,2430	1,2455	1,2480	1,2504	1,2529	67	1,8261	1,8267	1,8274	1,8280	1,8287	1,8293	1,8299	1,8306	1,8312	1,8319
18	1,2553	1,2577	1,2601	1,2625	1,2648	1,2672	1,2695	1,2718	1,2742	1,2765	68	1,8325	1,8331	1,8338	1,8344	1,8351	1,8357	1,8363	1,8370	1,8376	1,8382
19	1,2788	1,2810	1,2833	1,2856	1,2878	1,2900	1,2923	1,2945	1,2967	1,2989	69	1,8388	1,8395	1,8401	1,8407	1,8414	1,8420	1,8426	1,8432	1,8439	1,8445
20	1,3010	1,3032	1,3054	1,3075	1,3096	1,3118	1,3139	1,3160	1,3181	1,3201	70	1,8451	1,8457	1,8463	1,8470	1,8476	1,8482	1,8488	1,8494	1,8500	1,8506
21	1,3222	1,3243	1,3263	1,3284	1,3304	1,3324	1,3345	1,3365	1,3385	1,3404	71	1,8513	1,8519	1,8525	1,8531	1,8537	1,8543	1,8549	1,8555	1,8561	1,8567
22	1,3424	1,3444	1,3464	1,3483	1,3502	1,3522	1,3541	1,3560	1,3579	1,3598	72	1,8573	1,8579	1,8585	1,8591	1,8597	1,8603	1,8609	1,8615	1,8621	1,8627
23	1,3617	1,3636	1,3655	1,3674	1,3692	1,3711	1,3729	1,3747	1,3766	1,3784	73	1,8633	1,8639	1,8645	1,8651	1,8657	1,8663	1,8669	1,8675	1,8681	1,8686
24	1,3802	1,3820	1,3838	1,3856	1,3874	1,3892	1,3909	1,3927	1,3945	1,3962	74	1,8692	1,8698	1,8704	1,8710	1,8716	1,8722	1,8727	1,8733	1,8739	1,8745
25	1,3979	1,3997	1,4014	1,4031	1,4048	1,4065	1,4082	1,4099	1,4116	1,4133	75	1,8751	1,8756	1,8762	1,8768	1,8774	1,8779	1,8785	1,8791	1,8797	1,8802
26	1,4150	1,4166	1,4183	1,4200	1,4216	1,4232	1,4249	1,4265	1,4281	1,4298	76	1,8808	1,8814	1,8820	1,8825	1,8831	1,8837	1,8842	1,8848	1,8854	1,8859
27	1,4314	1,4330	1,4346	1,4362	1,4378	1,4393	1,4409	1,4425	1,4440	1,4456	77	1,8865	1,8871	1,8876	1,8882	1,8887	1,8893	1,8899	1,8904	1,8910	1,8915
28	1,4472	1,4487	1,4502	1,4518	1,4533	1,4548	1,4564	1,4579	1,4594	1,4609	78	1,8921	1,8927	1,8932	1,8938	1,8943	1,8949	1,8954	1,8960	1,8965	1,8971
29	1,4624	1,4639	1,4654	1,4669	1,4683	1,4698	1,4713	1,4728	1,4742	1,4757	79	1,8976	1,8982	1,8987	1,8993	1,8998	1,9004	1,9009	1,9015	1,9020	1,9025
30	1,4771	1,4786	1,4800	1,4814	1,4829	1,4843	1,4857	1,4871	1,4886	1,4900	80	1,9031	1,9036	1,9042	1,9047	1,9053	1,9058	1,9063	1,9069	1,9074	1,9079
31	1,4914	1,4928	1,4942	1,4955	1,4969	1,4983	1,4997	1,5011	1,5024	1,5038	81	1,9085	1,9090	1,9096	1,9101	1,9106	1,9112	1,9117	1,9122	1,9128	1,9133
32	1,5051	1,5065	1,5079	1,5092	1,5105	1,5119	1,5132	1,5145	1,5159	1,5172	82	1,9138	1,9143	1,9149	1,9154	1,9159	1,9165	1,9170	1,9175	1,9180	1,9186
33	1,5185	1,5198	1,5211	1,5224	1,5237	1,5250	1,5263	1,5276	1,5289	1,5302	83	1,9191	1,9196	1,9201	1,9206	1,9212	1,9217	1,9222	1,9227	1,9232	1,9238
34	1,5315	1,5328	1,5340	1,5353	1,5366	1,5378	1,5391	1,5403	1,5416	1,5428	84	1,9243	1,9248	1,9253	1,9258	1,9263	1,9269	1,9274	1,9279	1,9284	1,9289
35	1,5441	1,5453	1,5465	1,5478	1,5490	1,5502	1,5514	1,5527	1,5539	1,5551	85	1,9294	1,9299	1,9304	1,9309	1,9315	1,9320	1,9325	1,9330	1,9335	1,9340
36	1,5563	1,5575	1,5587	1,5599	1,5611	1,5623	1,5635	1,5647	1,5658	1,5670	86	1,9345	1,9350	1,9355	1,9360	1,9365	1,9370	1,9375	1,9380	1,9385	1,9390
37	1,5682	1,5694	1,5705	1,5717	1,5729	1,5740	1,5752	1,5763	1,5775	1,5786	87	1,9395	1,9400	1,9405	1,9410	1,9415	1,9420	1,9425	1,9430	1,9435	1,9440
38	1,5798	1,5809	1,5821	1,5832	1,5843	1,5855	1,5866	1,5877	1,5888	1,5899	88	1,9445	1,9450	1,9455	1,9460	1,9465	1,9469	1,9474	1,9479	1,9484	1,9489
39	1,5911	1,5922	1,5933	1,5944	1,5955	1,5966	1,5977	1,5988	1,5999	1,6010	89	1,9494	1,9499	1,9504	1,9509	1,9513	1,9518	1,9523	1,9528	1,9533	1,9538
40	1,6021	1,6031	1,6042	1,6053	1,6064	1,6075	1,6085	1,6096	1,6107	1,6117	90	1,9542	1,9547	1,9552	1,9557	1,9562	1,9566	1,9571	1,9576	1,9581	1,9586
41	1,6128	1,6138	1,6149	1,6160	1,6170	1,6180	1,6191	1,6201	1,6212	1,6222	91	1,9590	1,9595	1,9600	1,9605	1,9609	1,9614	1,9619	1,9624	1,9628	1,9633
42	1,6232	1,6243	1,6253	1,6263	1,6274	1,6284	1,6294	1,6304	1,6314	1,6325	92	1,9638	1,9643	1,9647	1,9652	1,9657	1,9661	1,9666	1,9671	1,9675	1,9680
43	1,6335	1,6345	1,6355	1,6365	1,6375	1,6385	1,6395	1,6405	1,6415	1,6425	93	1,9685	1,9689	1,9694	1,9699	1,9703	1,9708	1,9713	1,9717	1,9722	1,9727
44	1,6435	1,6444	1,6454	1,6464	1,6474	1,6484	1,6493	1,6503	1,6513	1,6522	94	1,9731	1,9736	1,9741	1,9745	1,9750	1,9754	1,9759	1,9763	1,9768	1,9773
45	1,6532	1,6542	1,6551	1,6561	1,6571	1,6580	1,6590	1,6599	1,6609	1,6618	95	1,9777	1,9782	1,9786	1,9791	1,9795	1,9800	1,9805	1,9809	1,9814	1,9818
46	1,6628	1,6637	1,6646	1,6656	1,6665	1,6675	1,6684	1,6693	1,6702	1,6712	96	1,9823	1,9827	1,9832	1,9836	1,9841	1,9845	1,9850	1,9854	1,9859	1,9863
47	1,6721	1,6730	1,6739	1,6749	1,6758	1,6767	1,6776	1,6785	1,6794	1,6803	97	1,9868	1,9872	1,9877	1,9881	1,9886	1,9890	1,9894	1,9899	1,9903	1,9908
48	1,6812	1,6821	1,6830	1,6839	1,6848	1,6857	1,6866	1,6875	1,6884	1,6893	98	1,9912	1,9917	1,9921	1,9926	1,9930	1,9934	1,9939	1,9943	1,9948	1,9952
49	1,6902	1,6911	1,6920	1,6928	1,6937	1,6946	1,6955	1,6964	1,6972	1,6981	99	1,9956	1,9961	1,9965	1,9969	1,9974	1,9978	1,9983	1,9987	1,9991	1,9996

(T4)  $x = [1 - 100]$  için kare ve küp değerleri

	$x^2$	$x^3$		$x^2$	$x^3$
1	1	1	51	2601	132651
2	4	8	52	2704	140608
3	9	27	53	2809	148877
4	16	64	54	2916	157464
5	25	125	55	3025	166375
6	36	216	56	3136	175616
7	49	343	57	3249	185193
8	64	512	58	3364	195112
9	81	729	59	3481	205379
10	100	1000	60	3600	216000
11	121	1331	61	3721	226981
12	144	1728	62	3844	238328
13	169	2197	63	3969	250047
14	196	2744	64	4096	262144
15	225	3375	65	4225	274625
16	256	4096	66	4356	287496
17	289	4913	67	4489	300763
18	324	5832	68	4624	314432
19	361	6859	69	4761	328509
20	400	8000	70	4900	343000
21	441	9261	71	5041	357911
22	484	10648	72	5184	373248
23	529	12167	73	5329	389017
24	576	13824	74	5476	405224
25	625	15625	75	5625	421875
26	676	17576	76	5776	438976
27	729	19683	77	5929	456533
28	784	21952	78	6084	474552
29	841	24389	79	6241	493039
30	900	27000	80	6400	512000
31	961	29791	81	6561	531441
32	1024	32768	82	6724	551368
33	1089	35937	83	6889	571787
34	1156	39304	84	7056	592704
35	1225	42875	85	7225	614125
36	1296	46656	86	7396	636056
37	1369	50653	87	7569	658503
38	1444	54872	88	7744	681472
39	1521	59319	89	7921	704969
40	1600	64000	90	8100	729000
41	1681	68921	91	8281	753571
42	1764	74088	92	8464	778688
43	1849	79507	93	8649	804357
44	1936	85184	94	8836	830584
45	2025	91125	95	9025	857375
46	2116	97336	96	9216	884736
47	2209	103823	97	9409	912673
48	2304	110592	98	9604	941192
49	2401	117649	99	9801	970299
50	2500	125000	100	10000	1000000

**Yanıt Anahtarı**

1	D
2	A
3	C
4	D
5	<b>İPTAL</b>
6	D
7	D
8	A
9	D
10	C
11	A
12	B
13	D
14	B
15	B
16	C
17	D
18	B
19	<b>İPTAL</b>
20	C
21	A
22	D
23	B
24	B
25	A

**A/05 İptal Gerekçesi:** Soru kökünde yükseklik 50 m yerine 100 m olmalıydı.

**A/19 İptal Gerekçesi:** Soru kökünde odak oranı  $f/8$  yerine  $f/10$  olmalıydı.