



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU
BİLİM İNSANI DESTEK PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI

33. BİLİM OLİMPİYATLARI – 2025
İKİNCİ AŞAMA SINAVI

ASTRONOMİ ve ASTROFİZİK

Soru Kitapçığı Türü

A

16 Aralık 2025 Salı, 09.30 – 13.30

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

SINAVLA İLGİLİ UYARILAR:

- Bu sınav açık uçlu 10 sorudan (240 dk) oluşmaktadır.
- Sorular zorluk sırasında **değildir**. Dolayısıyla yanıtlamaya geçmeden önce bütün soruları gözden geçirmeniz önerilir.
- **Sınavda Yalnızca Mavi Tükenmez Kalem Kullanınız.**
- Okunmasını istemediğiniz kâğıtların üzerine, sayfayı kaplayacak şekilde çarpı (X) işareti çiziniz.
- Çözüm kâğıtlarınızda okunmasını istemediğiniz bölümleri kutu içerisine alıp üzerine çarpı (X) işareti çiziniz.
- Çözmediğiniz sorular için boş bir sayfaya sorunun numarasını yazıp **Soru Çözülmemiştir** notu düşünüz.
- Çözüm kâğıtlarının sadece ön yüzünü kullanınız ve üstteki bilgileri muhakkak doldurunuz.
- Sayfanın Sırası kutusunu doldururken;
“çözmekte olduğunuz sorunun kaçınıcı sayfasında olduğunuzu” ve “o sorunun toplam sayfa sayısını”
üstteki tabloya giriniz. Örneğin 2. soruyu diyelim toplam 3 sayfada çözerseniz; her sayfada “Soru No: 2”
yazıp her bir çözüm sayfası için “Sayfanın Sırası: 1/3”, “Sayfanın Sırası: 2/3” ve “Sayfanın Sırası: 3/3” ile
doldurmalısınız.
- 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 süresince görevlilerle konuşulması ve soru sorulması, öğrencilerin birbirlerinden kalem, silgi vb. şeyler istemeleri yasaktır.
- TÜBİTAK Bilim Olimpiyatı İkinci Aşama Sınavında sorulan soruların üçüncü kişiler tarafından kullanılması sonucunda doğacak olan hukuki sorunlardan TÜBİTAK ve Olimpiyat Komitesi sorumlu tutulamaz. Olimpiyat Komitesi, 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. Bu konuda sorumluluk adaya aittir.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kağıdınızı ve soru kitapçığını görevlilere teslim etmeyi unutmayınız.

Başarılar dileriz.

Birimler

$$\begin{aligned}
1 \text{ Å (Angström)} &= 10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm} \\
1 \text{ rad (radyan)} &= 206265'' \\
1 \text{ AB (Astronomik Birim)} &\simeq 1.5 \times 10^{11} \text{ m} \\
1 \text{ pc (parsek)} &= 206265 \text{ AB} \simeq 3.09 \times 10^{16} \text{ m} \\
1 \text{ erg s}^{-1} &= 10^{-7} \text{ J s}^{-1} = 10^{-7} \text{ W} \\
\text{Balmer Çizgileri : } H_{\alpha} &= 656.3 \text{ nm}, H_{\beta} = 486.1 \text{ nm}, H_{\gamma} = 434.0 \text{ nm}
\end{aligned}$$

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	$\sigma = 5.6703992 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Boltzmann sabiti	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Planck sabiti	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J Hz}^{-1}$
Güneş'in yüzey sıcaklığı	$T_{\odot} = 5800 \text{ }^{\circ}\text{K}$
Güneş'in ışıyım 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	$M_{\text{güneş}} = +4.83 \text{ kadir}$
Güneş'in bolometrik mutlak parlaklığı	$M_{\text{güneş,bol}} = +4.75 \text{ kadir}$
Güneş'in görünür parlaklığı	$m_{\text{güneş}} = -26.72 \text{ kadir}$
Yer'in kütlesi	$M_{\oplus} = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$
Hubble sabiti	$H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$

Bağıntılar

Parlaklık Bağıntısı	$m_1 - m_2 = -2.5 \log (L_1/L_2)$
Wien yasası	$\lambda_{\text{max}} T = 2.897771955 \times 10^{-3} \text{ m K}$
Doppler Kayması	$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{V_r}{c}$
Kepler'in üçüncü yasası	$a^3 = \frac{G}{4\pi^2} (M_1 + M_2) P^2$
Elips Denklemi (Kutupsal Koord.)	$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos \theta}$
Ana kol $L - M$ Bağıntısı	$L/L_{\odot} = (M/M_{\odot})^{3.5}$
Piksel Ölçeği	$\frac{\text{piksel boyutu}}{f} \times 206265 \text{ (''/piksel)}$
Teleskop Bağıntıları	$m = f_t/f_o, \text{ } FOV = aFOV/m$
Standart Sapma	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - x_{\text{ort}})^2}{n - 1}}$

UYARI

Birimlere dikkat ediniz.

Tüm ara işlemler ve hesaplamalar cevap kağıdında gösterilmelidir.

Nereden geldiği belli olmayan yanıtlar (doğru olsalar bile) kabul edilmeyecektir.

Soru 1.

Bilinmeyen noktasal bir kaynağın gözlemlerinden, nesnenin parallaxı $p = 2$ mas (mili yaysaniyesi) ve soğurulmuş akısı $F_{\text{obs}} = 1.9 \times 10^{-16} \text{ W m}^{-2}$ olarak ölçülmüştür. Kaynak ile gözlem yapılan teleskop arasındaki yıldızlararası bölgede hidrojen atomlarının sayı yoğunluğunun $n = 1.0 \text{ cm}^{-3}$ olduğu bilinmektedir. Hidrojen için gözlenen banttaki ortalama etkin tesir kesiti $\sigma = 2.0 \times 10^{-22} \text{ cm}^2$ olarak verilmektedir.

- A) (8 puan) Kaynağın soğurulmamış parlaklığını (L_{kaynak}) bulunuz.
- B) (5 puan) Kaynağın etkin sıcaklığı $T_{\text{eff}} = 1.2 \times 10^4 \text{ K}$ olan bir “beyaz cüce” olduğunu ve yayılan parlaklığın termal ışımadan kaynaklı ve Stefan-Boltzman yasasına uygun olduğu varsayalım. Bu durumda, beyaz cücenin yarıçapını dünyanın yarıçapı cinsinden hesaplayınız.
- C) (12 puan) Kaynağın kendi etrafında 10.0 s periyotla dönen, manyetik frenleme ile yavaşlayan bir “izole pulsar” olduğunu düşünelim ve manyetik dipol ekseninin dönme eksenine dik olduğunu ve manyetik alan şiddetinin $B_{\text{dip}} = 3.2 \times 10^{19} \sqrt{P\dot{P}} \text{ G}$ olarak hesaplandığını varsayalım. Pulsarın kinematik yaşını (yıl biriminde) ve iki kutuplu manyetik alan şiddetini (Gauss biriminde) hesaplayınız.

Soru 2.

- A) (20 puan) 3C273 kuazarı $z = 0.158$ kırmızıya kaymaya sahip aktif bir galaksidir. Bu kuazarın ışıyım gücünün, merkezindeki süper-kütleli karadeliğe aktarılan maddeden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kuazarın 12.9 kadir görünen parlaklığa sahip olması için yılda kaç Güneş kütesinin merkezdeki karadeliğe aktarılması gerektiğini bulunuz.

※ Karadeliğin kütle-enerji dönüşüm verimliliğini %10 kabul edebilirsiniz.

- B) (10 puan) Samanyolu’nun yıldız oluşum hızının yaklaşık $\text{SFR} = 1.5 \text{ M}_{\odot} \text{ yıl}^{-1}$ olduğu bilinmektedir.

Kennicutt (1998) tarafından verilen aşağıdaki bağıntıyı gözönüne alarak Virgo Galaksi Kümesindeki ($d_{\text{Virgo}} = 16.5 \text{ Mpc}$) bir gözlemcinin Samanyolu’ndan elde edeceği H_{α} akısını hesaplayınız.

$$\text{SFR}(\text{M}_{\odot} \text{ yıl}^{-1}) = 7.9 \times 10^{-42} L(H_{\alpha}) \text{ erg s}^{-1} \quad (1)$$

Soru 3.

Bir açık kümedeki tekil bir anakol yıldızı için atmosfer düzeltmesi yapılmış fotometrik görünür parlaklıklar aşağıdaki gibi ölçülmüştür:

$$m_B = 16.10, \quad m_V = 14.85, \quad m_I = 13.00 \quad (1)$$

Yıldızın tayf türü B8 V'dir. Bu yıldızlar için verilen kalibrasyonlar aşağıdaki gibidir.

$$(B - V)_0 = -0.11 \quad M_V = -0.20 \quad (2)$$

$$(V - I)_0 = -0.23 \quad BC_V = -0.85 \quad (3)$$

- A) (4 puan) $(B - V)_{\text{gözlenen}}$, $(V - I)_{\text{gözlenen}}$ renk indekslerini, ve $E(B - V)$ ve $E(V - I)$ renk artıklarını hesaplayınız.
- B) (2 puan) $A_I/A_V = 0.60$ oranını kullanarak görsel bant sönümünü (A_V) hesaplayınız.
- C) (4 puan) Seçici sönüm katsayısını (R_V) hesaplayınız.
- D) (5 puan) A_B , A_I ve sönümden arındırılmış parlaklıklarını ($m_{B,0}$, $m_{V,0}$, $m_{I,0}$) hesaplayınız.
- E) (4 puan) Yıldızın pc cinsinden uzaklığını (d) hesaplayınız.
- F) (5 puan) M_{bol} , $L/L_{\odot}$, L (W) değerlerini hesaplayınız.
- G) (6 puan) Yıldızın Yer'e ulaşan V-band akısının, Güneş'in 1 AB'deki V-band akısına oranı ($F_V/F_{V,\odot}$) hesaplayınız.

Soru 4.

(40 puan) Kuzey yarımkürede, ilkbahar aylarında yapılan iki gözlem aşağıdaki gibidir:

- Gece yapılan gözlemlerde, hiç batmayan (sirkompolar) bir yıldızın üst ve alt geçiş yükseklikleri sırasıyla $h_{\text{üst}} = 69^{\circ}00'$, $h_{\text{alt}} = 13^{\circ}00'$ olarak kaydedilmiştir. Yıldız her iki geçişte de kuzey ufku bakılarak gözlenmiştir.
- Ertesi gün yerel gerçek öğlede, yere dik duran bir gnomonun (çubuk) yüksekliği $H_g = 2$ m ve gölge uzunluğu $s = 1.17$ m olarak ölçülmüştür.

Gündüz gözleminin yapıldığı günün tarihini hesaplayınız.

* Ekliptik ile ekvator arasındaki açı: $\epsilon = 23^{\circ}26'$; Güneş'in ekliptik üzerindeki ortalama hareketi: $n = 0.9856^{\circ}/\text{gün}$; $\lambda_{\odot}$: Güneş'in ekliptik boylamı; $\sin \delta_{\odot} = \sin \epsilon \cdot \sin \lambda_{\odot}$

Soru 5.

Merkür Güneş etrafındaki 3 turunu tamamlayana kadar kendi eksenini etrafında 2 kez döner; yani Merkür'ün yörünge dönemi ile dönme dönemi 3:2 rezonanstadır.

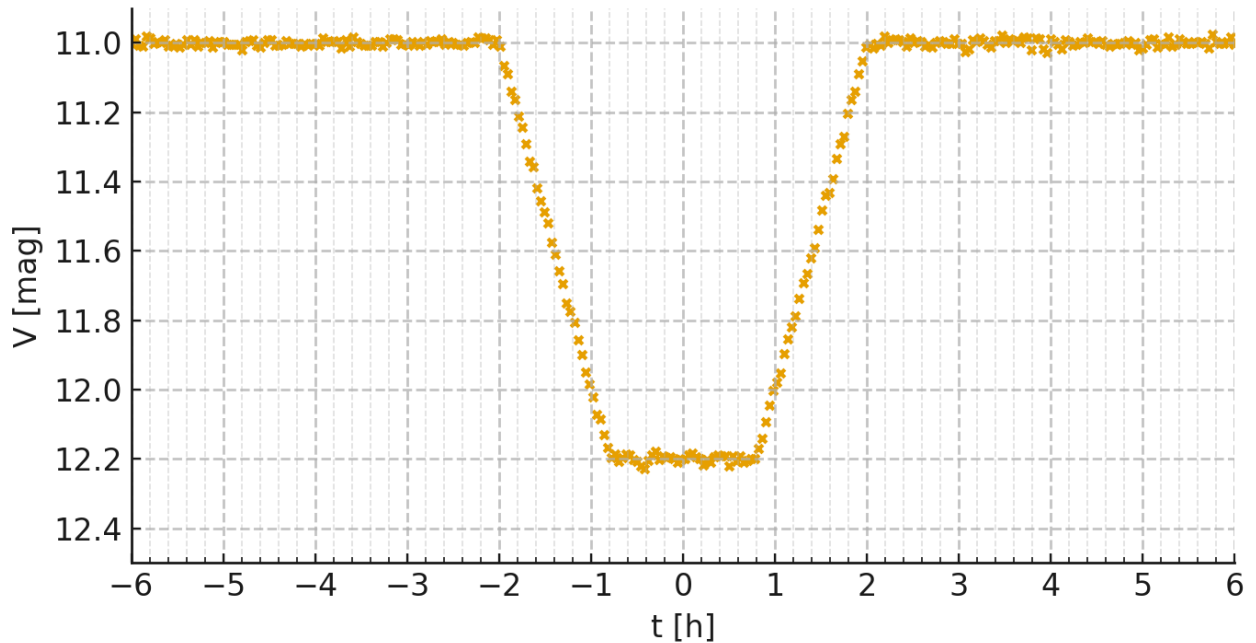
* Merkür ve Venüs'ün yörünge dönemleri sırasıyla 88 ve 224.7 gündür. Merkür ve Venüs yörüngelerini çembersel varsayınız.

- A) (15 puan) Merkür yüzeyinde gözlem yapan bir astronot düşünelim. Güneş'in astronotun meridyenine ardışık iki gelişi arasındaki süreyi (Merkür'deki Güneş gününün uzunluğunu) Dünya günü cinsinden bulunuz ve işlemlerinizi açıklayınız.
- B) (10 puan) Venüs'ten bakıldığında Merkür'ün en büyük doğu uzanımını derece cinsinden hesaplayınız.
- C) (5 puan) Venüs'teki bir gözlemci için Merkür'ün tekrar kaç Dünya günü sonra en büyük doğu uzanımına geleceğini hesaplayınız.

Soru 6.

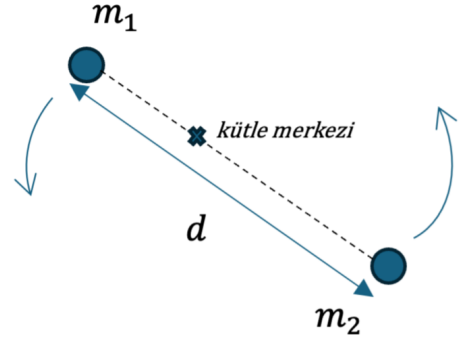
Aşağıda bir örten çift yıldız sistemine ait ışık eğrisinin baş (birinci) minimumu verilmektedir.

- A) (10 puan) Bileşenlerin yarıçapları oranını (R_1/R_2) hesaplayınız.
- B) (15 puan) Bileşenlerin akıların oranını (F_1/F_2) bulunuz.



Soru 7.

Birbirlerine d uzaklıkta, hacimleri önemsiz m_1 ve m_2 kütleli iki cisim, birbirlerine uyguladıkları kütle çekim kuvvetinin etkisiyle uzay boşluğunda ortak kütle merkezi etrafında dairesel yörüngelerde dönmektedir. Cisimlerin ortak dönüş periyodu P olarak verilmiştir.



- A) (3 puan) Cisimlerin kütle merkezine uzaklıklarının ve çizgisel süratlerinin oranlarını (sırasıyla, r_1/r_2 ve v_1/v_2) verilenler cinsinden ifade ediniz.
- B) (12 puan) Sistemin toplam kütlesi değişmeden cisimler birbirine kütle aktarıp hiçbir dış etkiye maruz kalmadan, kütleleri eşitlenirse yeni durumda cisimlerin dönüş periyodunu (P') verilenler cinsinden ifade ediniz.

Soru 8.

Kütlesi $20 M_{\odot}$ olan WX45 yıldızı süper dev evresini takiben çekirdek çökmesi ve sonrasında süpernova patlaması sergiliyor. Bu süreç sonunda kütlesi $1.5 M_{\odot}$ ve yarıçapı 10 km olan nötronca zengin bir nötron yıldızı ortaya çıkıyor. Süpernova patlamasının toplam enerjisinin 4.0×10^{46} J olduğu hesaplanıyor.

* $m_n = 1.675 \times 10^{-27}$ kg (nötron kütlesi).

- A) (6 puan) Güneş'in anakol ömrünü 10 milyar yıl olarak alalım. Anakol yıldızları için ışınım gücü kütle bağıntısını kullanarak WX45 yıldızının anakol evresini ne kadar zamanda tamamlayacağını hesaplayın.
- B) (6 puan) Süpernova patlaması sonucu yıldızın çekirdek çökmesi ile ortaya çıkan nötron yıldızının nasıl dengede kalabildiğini ayrıntılı bir şekilde açıklayın.
- C) (13 puan) Kalıntı nötron yıldızının termal enerjisinin süpernova ile yayılan toplam enerjinin 1%'i mertebesinde olduğu bilinmektedir. Ortaya çıkan nötron yıldızının patlama sonrası sıcaklığını hesaplayın.

Soru 9.

F–K tayf aralığındaki yıldızların tayflarındaki bazı soğurma çizgilerinin birbirine oranı ile etkin sıcaklık arasında ilişki kurulabilmektedir. “Çizgi Derinliği Oranı (LDR)” yöntemi ile yıldızların sıcaklığı birkaç on Kelvin derecelik hata ile belirlenebilmektedir.

Bir sonraki sayfadaki çözüm kağıdında 10 yıldızın bazı özellikleri verilmektedir.

- A) (24 puan)** LDR – Sıcaklık ilişkisini belirleyiniz. LDR – Sıcaklık grafiğini daha sonraki çözüm kağıdında çizerek en iyi uyum eğrisini belirleyiniz. Uyum eğrisinin denklemini elde ediniz.
- B) (6 puan)** LDR değerleri sırasıyla 0.65, 1.10 ve 1.40 olarak verilen yıldızların sıcaklıklarını hesaplayarak hangi tayf türüne ait olduklarını belirleyiniz.



33.
Bilim Olimpiyatları
2. Aşama Sınavı
Çözüm Kağıdı

Adayın Adı Soyadı

Soru No:

9

Sınav Dalı

Astronomi & Astrofizik

Sayfanın Sırası:
bu sayfa / toplam

/

Her soru için en az bir yanıt kağıdı hazırlamalısınız. Numarasını girdiğiniz soruyu yanıtlamadığınızda aşağıda **ÇÖZÜM YOK** yazmalısınız.

(A)

Yıldız	$R/R_{\odot}$	$L/L_{\odot}$	LDR
1	1.10	1.061	1.08
2	0.85	0.283	0.58
3	1.35	2.863	1.42
4	0.95	0.498	0.72
5	1.50	4.510	1.48
6	1.00	0.630	0.90
7	1.25	1.955	1.32
8	0.90	0.368	0.75
9	1.15	1.353	1.00
10	1.05	0.835	0.88

Soru 10.

Tüm seçenekler için yanıtlarınızı verilen çözüm kağıtlarında gösterin.

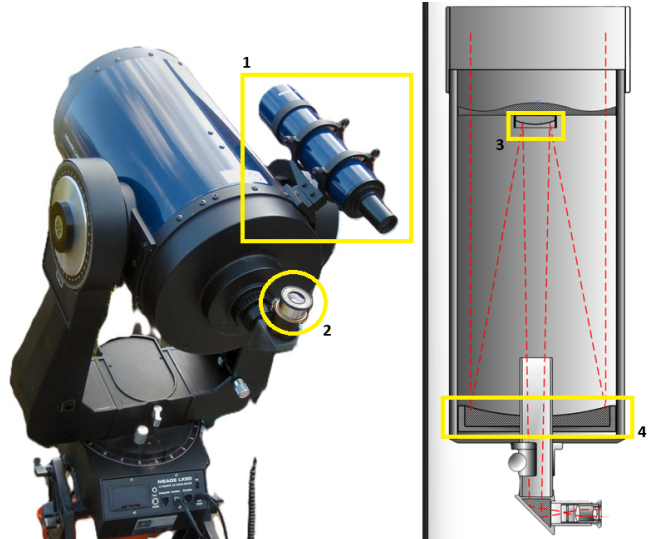
- A) (10 puan) Harita üzerinde Kutup Yıldızını bulunuz ve belirgin bir şekilde **P** harfiyle işaretleyerek gösteriniz (3 puan). Kutup yıldızını bulurken kullandığınız yöntemi açıklayınız (1 puan). Harita üzerinde görünen yıldız ve takımyıldız dağılımlarını dikkate alarak, gözlemcinin yaklaşık hangi ana yöne (Kuzey, Güney, Doğu, Batı) baktığını sebebi ile birlikte yazınız (6 puan).
- B) (7 puan) Haritadaki takımyıldızlardan seçeceğiniz yedisinin takımyıldız çizgilerini ya da alanlarını belirtiniz ve “a, b, c, d, e, f, g” harfleriyle işaretleyiniz. İşaretlediğiniz harflerin hangi takımyıldızlara karşılık geldiğini çözüm kağıdındaki tabloda belirtiniz.

- C) (7 puan) Bilinen tüm Zodyak takımyıldızlarını yazınız?

* Takımyıldızların Türkçe, İngilizce, Latince isimleri ya da IAU’nun tanımladığı kısaltmalar doğru kabul edilecektir.

- D) (5 puan) TÜBİTAK Bilim Olimpiyatları Yaz Kampı sırasında gece gözlemlerinde kullanılan teleskobun temsili görüntüsü (sol) ve sahip olduğu optik tasarımın şematik gösterimi (sağ) görselde verilmiştir.

Teleskobun optik tasarımını ve görseller üzerinde numaralar ile işaretlenmiş bileşenlerin isimlerini çözüm kağıdındaki tabloya yazınız.



- E) (6 puan) Aşağıda özellikleri verilen teleskop ile Jüpiter gözlemi yapılmaktadır. Gözlem 550 nm dalgaboyunda gerçekleştiriliyor. Jüpiter’in uydularının gezegen merkezine ortalama uzaklıkları şöyle verilmiştir: Io: 421700 km, Europa: 671100 km, Ganymede: 1070400 km, Callisto: 1882700 km.

Bu teleskop ve göz merceği ile Jüpiter ve dört büyük uydusu gözlenebilir mi, gerekçeleri ile açıklayınız.

Dört uydunun hepsi aynı anda teleskobun görüş alanı içine sığıp sığamayacağını hesaplayarak açıklayınız.

* (a) Uyduların yörüngelerini dairesel varsayın. (b) Yer’den bakıldığında uydular Jüpiter diskinin açısız olarak en uzak konumlarında olduğunu varsayın. (c) Ganymede ve Callisto’nun Jüpiter’in iki karşı tarafında, sistemin açısız olarak en geniş konfigürasyonunu oluşturduğunu varsayın. (d) $d_{\text{Jüpiter}} = 650 \times 10^6 \text{ km}$; $R_{\text{Jüpiter}} = 143 \times 10^3 \text{ km}$.

* $D_{\text{teleskop}} = 200 \text{ mm}$ (açıklık). $f_t = 2000 \text{ mm}$ (teleskop odak uzaklığı). $f_o = 25 \text{ mm}$ (göz merceği odak uzaklığı). $\text{aFOV} = 50^\circ$ (göz merceği açık görüş alanı).



33.
Bilim Olimpiyatları
2. Aşama Sınavı
Çözüm Kağıdı

Adayın Adı Soyadı

Soru No:

10

Sınav Dalı

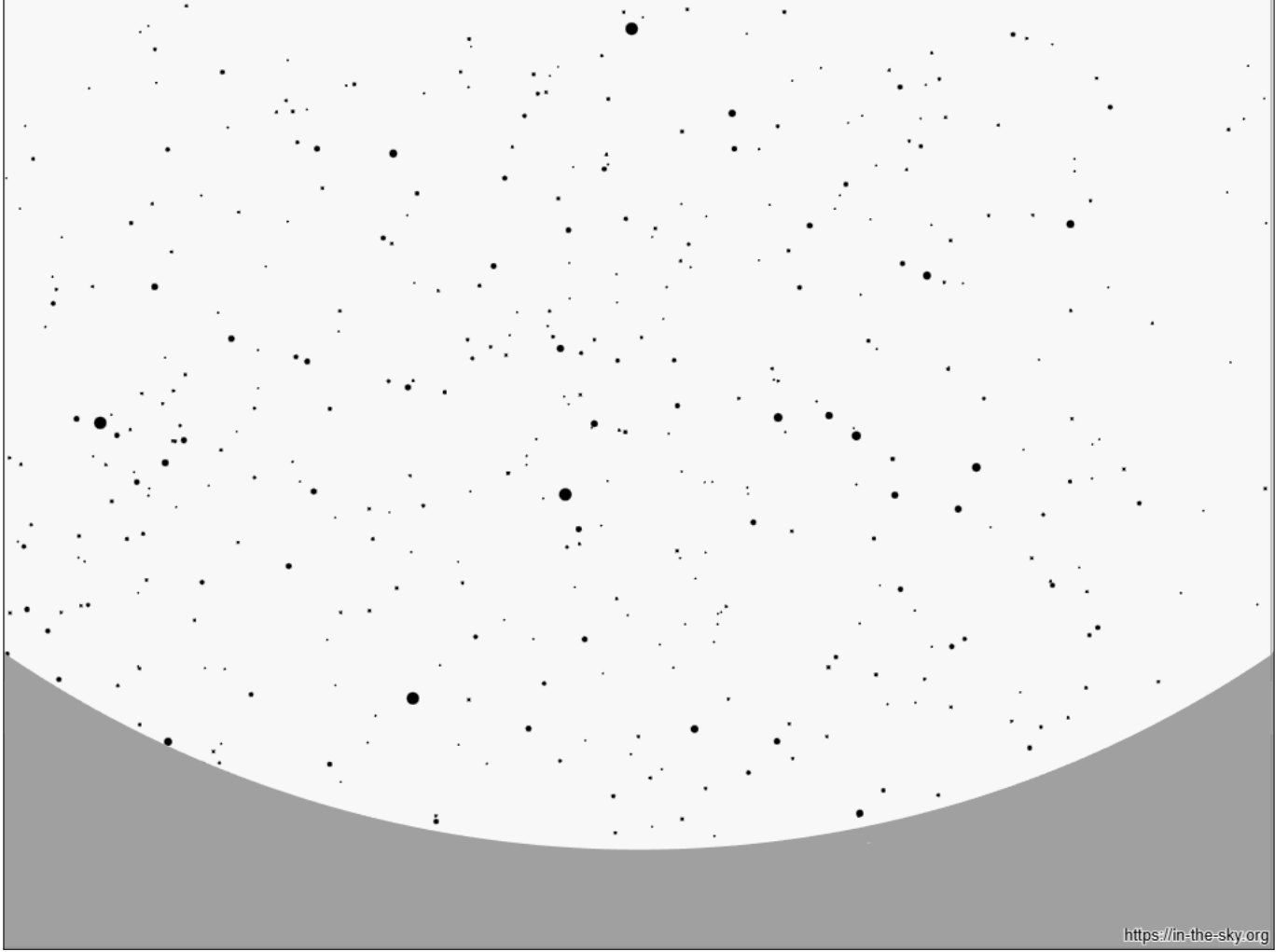
Astronomi & Astrofizik

Sayfanın Sırası:
bu sayfa / toplam

/

Her soru için en az bir yanıt kağıdı hazırlamalısınız. Numarasını girdiğiniz soruyu yanıtlamadığınızda aşağıda **ÇÖZÜM YOK** yazmalısınız.

(A) Gökyüzü haritası, 5 Ağustos 2025 günü saat 21.30'da İstanbul'dan gözlenebilen gökyüzünün bir bölümünü ufuk çizgisi (gri zemin) ile birlikte temsil etmektedir.



(Kutup Yıldızı bulma yöntemi)

(Gözlemci yönü)