



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU  
BİLİM İNSANI DESTEK PROGRAMLARI BAŞKANLIĞI

32. BİLİM OLİMPİYATLARI – 2024  
İKİNCİ AŞAMA SINAVI

**ASTRONOMİ ve ASTROFİZİK**

Soru Kitapçığı Türü

**A**

18 Aralık 2024 Çarşamba, 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 düşününüz.
- 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 uyararak zorunda değildir. Bu konuda sorumluluk adaya aittir.
- Sınav salonundan ayrılmadan önce cevap kağıdınızı ve soru kitapçığını görevlilere teslim etmeyi unutmayınız.

**Başarılar dileriz.**

**Birimler**

$$1 \text{ \AA (Angström)} = 10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm}$$

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

$$1 \text{ AB (Astronomik Birim)} \simeq 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc (parsek)} = 206265 \text{ AB} \simeq 3.09 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ erg s}^{-1} = 10^{-7} \text{ J s}^{-1} = 10^{-7} \text{ W}$$

$$\text{Balmer Çizgileri : } H_{\alpha}=656.3 \text{ nm, } H_{\beta}=486.1 \text{ nm, } H_{\gamma}=434.0 \text{ nm}$$

**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	$\sigma = 5.6703992 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
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 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	$M_{\text{güneş}} = +4.83 \text{ kadir}$
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	$M_{\oplus} = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$
Yer'in yarıçapı	$R_{\oplus} = 6378 \text{ km}$
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	$\frac{\text{piksel boyutu}}{f} \times 206265 \text{ (''/piksel)}$
Standart Sapma	$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - x_{\text{ort}})^2}{n - 1}}$

## UYARI

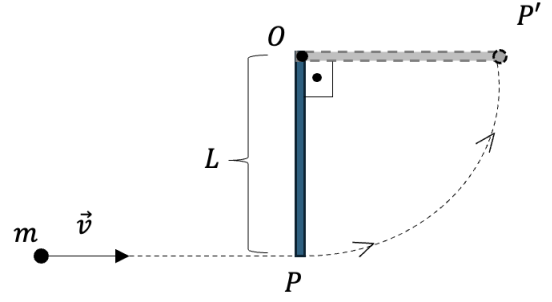
Birimlere dikkat ediniz.

Tüm ara işlemler ve hesaplamalar cevap kağıdında gösterilmelidir.

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

**Soru 1.**

(20 puan) Hacmi ihmal edilebilecek  $m$  kütleli bir cisim yatay doğrultuda  $v$  süratiyle ilerlerken  $L$  uzunluğunda  $M$  kütleli ( $M = 18m$ ) ince, homojen ve düşey yönelimde bir çubuğun  $P$  ucuna yapışır. Çubuk, diğer ucu ( $O$  noktası) etrafında serbestçe dönebilmekte, böylece çubuğa yapışan cisim çubuğu şekilde gösterildiği gibi döndürmeye başlamakta. Çubuğun bu eksen etrafındaki dönüşüne ilişkin eylemsizlik momenti  $I = \frac{1}{3}ML^2$  olarak verilmiştir.



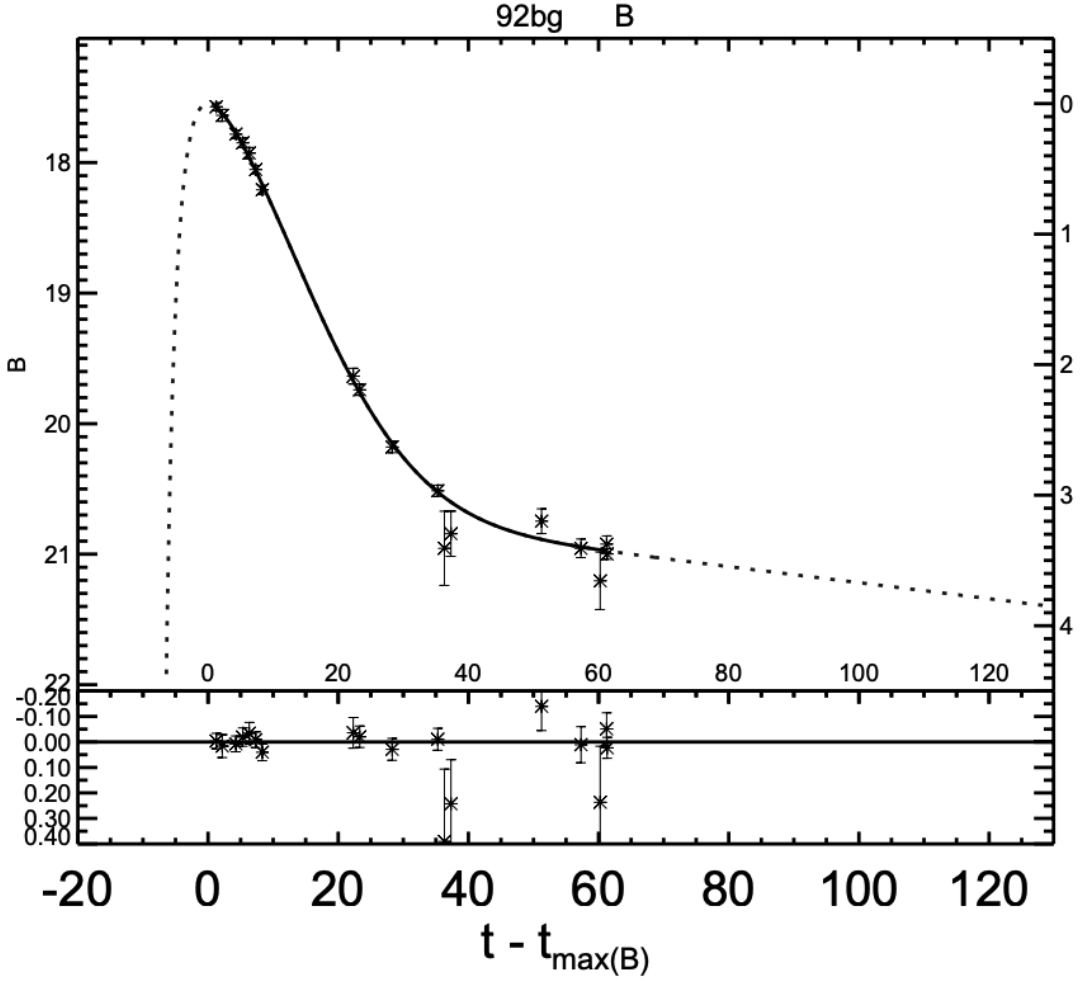
Bu çubuğun,  $P'$  noktasında yatay yönetime ulaşması (yani  $90^\circ$  dönebilmesi) için başlangıçta  $m$  kütleli cismin minimum süratini ( $v_{\min}$ ) kütleçekim ivmesinin büyüklüğü ( $g$ ) ve çubuğun uzunluğu ( $L$ ) cinsinden hesaplayınız.

**Soru 2.**

Görsel çift sistem 70 Ophiuchi'nin paralaksı 196 milisaniye olarak ölçülüyor. Paralaktik kaymadan arındırılmış astrometrik gözlemler sonucu yoldaş bileşenin baş bileşen etrafındaki yörünge dönemi ise 87.7 yıl olarak belirlenmiştir. Görelî yörüngenin yarı-büyük eksen uzunluğu ise gökyüzünden 4.5 yaysaniye olarak ölçülüyor. Baş bileşenin parlaklığı 4.00 kadir ölçülürken yoldaş bileşeninki ise ölçülemedi.

- A) (3 puan) 70 Ophiuchi'nin Güneş Sistemine uzaklığını parsek cinsinden hesaplayınız.
- B) (4 puan) 70 Ophiuchi'nin görelî yörüngesinin yarı-büyük eksen uzunluğunu AB biriminden hesaplayınız.
- C) (5 puan) Sistemin toplam kütlelerini Güneş kütlesi biriminden hesaplayınız.
- D) (18 puan) Her iki bileşeni anakol yıldızı varsayarak kütlelerini ayrı ayrı bulunuz.

## Soru 3.



Yukarıdaki şekilde verilen ışık eğrisi 1992 yılında patlamış bir Tip Ia süpernovasına aittir. Süpernovanın parlaklık değişimine ait model, veri olan bölüm için düz siyah çizgiyle; veri olmayan bölüm için noktalı çizgiyle belirtilmiştir. Yatay eksenle patlama maksimumundan itibaren geçen gün sayısı, dikey eksenle ise B-bandında görünen parlaklık verilmektedir.

**A) (10 puan)** Hem Samanyolu'ndan hem de barınak galaksiden kaynaklanan sönümlemenin toplam  $A_B = 0.61$  kadir olduğunu göz önüne alarak süpernovanın gerçekleştiği galaksinin uzaklığını Mpc cinsinden bulunuz.

**B) (5 puan)** Süpernovanın tayfindan ölçülen dikine hızın  $3100 \text{ km s}^{-1}$  olduğunu dikkate alarak Hubble sabitinin değerini hesaplayınız.

Uyarı: Yaptığınız tüm varsayım veya kabulleri açıklayınız.

**Soru 4.**

Güneş Sistemine 50 pc uzaklıkta üçlü bir yıldız sistemindeki Trisolaris gezegeninden, Güneş'in dikine hız gözlemleri yapılıyor. Bu gözlemlerden Jüpiter'in yörünge dönemi 4322 Dünya günü olarak belirleniyor. Ayrıca Güneş'in ve Jüpiter'in yüzey sıcaklıklarını, sırasıyla 5800 K ve 165 K olarak hesaplanıyor. Gözlemlerden Güneş'in yarıçapının da doğru hesaplandığı bilinmektedir.

- A) (5 puan) Geçiş geometrisini kullanarak Trisolaris astronomlarının Jüpiter'i Güneş önünden geçerken yakalama olasılığını yüzde olarak hesaplayınız.
- B) (5 puan) Diyelim ki bu geçiş gözlenmiş olsun. Jüpiter'den hiç ışık alınmadığını, yörünge'nin çembersel olduğunu ve Jüpiter ile Güneş'in mükemmel birer küre olduklarını varsayalım. Güneş'ten alınan ışıktaki Jüpiter geçişi kaynaklı kaybın %1 olduğu gözlenildiğine göre Jüpiter'in yarıçapını km cinsinden hesaplayınız.
- C) (5 puan) Jüpiter Güneş'e en büyük uzaklığındayken, Jüpiter'in geçiş yapan bir gezegen olduğunu da değerlendirerek, Jüpiter'in Güneş'e olan açısal uzaklığını yaysaniyesi biriminden hesaplayınız.
- D) (5 puan) Güneş ve Jüpiter'i karacisim varsayalım. Yukarıda hesapladığınız açısal uzaklıkta Jüpiter'i görüntüleyebilmek için ölçülmesi gereken iki cismin parlaklıkları oranını (kontrast) hesaplayınız.

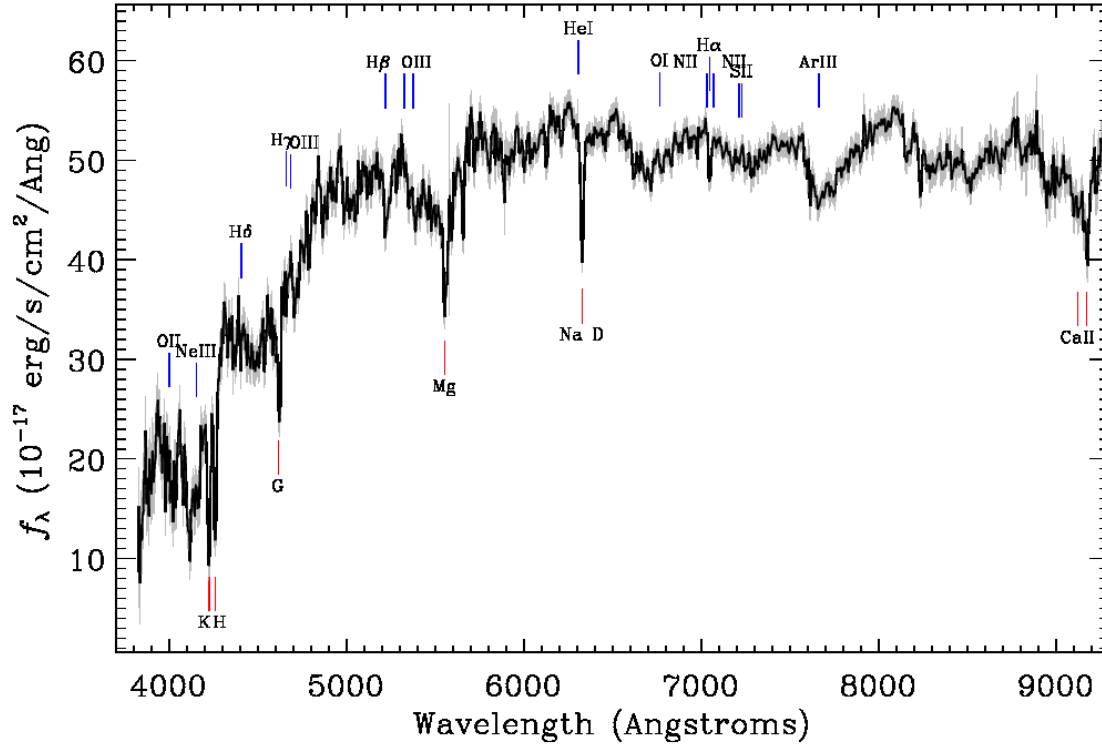
**Soru 5.**

f/10 odak oranlı bir teleskop ile 500 nm dalgaboyunda gözlem yaparak 10 km çapındaki bir göktaşını 32 mm'lik göz merceği ile 800 kat büyütme elde ederek gözleyebilmekteyiz.

- A) (7 puan) Teleskobun çapını metre cinsinden hesaplayınız.
- B) (8 puan) Göktaşı ile Yer arasındaki uzaklığı metre cinsinden hesaplayınız.

### Soru 6.

Abell 2255 galaksi kümesindeki parlak ( $m=13.57$ ) eliptik galaksilerden birine ait görüntü sağda ve tayfı ise aşağıda verilmektedir. Galaksinin ağırlıklı olarak K türü yıldızlardan oluştuğu varsayılabilir ( $M_K = 0.7 M_\odot$ ,  $L_K = 0.3 L_\odot$ ). Tayftaki bazı çizgilerin laboratuvar dalgaboyları şöyle verilmiştir: Ca II K&H: 3934 Å, 3969 Å; G-band: 4304 Å; Mg: 5175 Å; Na D: 5894 Å.



- A) (15 puan) Galaksinin ışınım gücünü Güneş biriminde hesaplayınız.
- B) (10 puan) Galaksinin yıldız kütlelerini Güneş biriminde bulunuz.

**Soru 7.**

Süpernova SN1987A,  $m = +3$  ile en parlak konumuna 15 Mayıs 1987’de ulaşmıştır. Daha sonra sönerek 4 Şubat 1988’de çıplak gözle görülemez hale gelmiştir ( $m_{\text{göz}} = +6$ ).  $B$  bandındaki parlaklığının  $t$  zamanıyla üstel bir azalma gösterecek şekilde değiştiği varsayılmıştır:

$$B = B_0 e^{-t/\tau}$$

Burada  $B_0$  ve  $\tau$  bağıntı sabitleridir.

**A) (8 puan)**  $\tau$  sabitinin değerini gün cinsinden hesaplayınız.

**B) (12 puan)** Teleskopların ışık toplama gücü aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır:

$$B_{\text{göz}} d_{\text{göz}}^2 = T B_T D_{\text{tel}}^2 \quad (1)$$

Burada  $B_T$  ve  $B_{\text{göz}}$  sırasıyla teleskoba ve göze gelen akıyı,  $T$  teleskobun iletim verimliliğini,  $D_{\text{tel}}$  ve  $d_{\text{göz}}$  sırasıyla teleskobun ve gözün çapını ifade eder ve  $B_T > B_{\text{göz}}$  olarak tanımlanır.

Gözün ortalama çapı  $d = 0.6$  cm olarak bilindiğine göre,  $T = \%70$  ve  $D = 15.24$  cm (6 inç) olan bir teleskopla süpernovanın gözle görülebileceği son günün tarihini  $\pm 1$  gün hassasiyetle bulunuz.

**Soru 8.**

$M$  kütleli bir tıkız (kompakt) cisme, sabit durumlu ve küresel simetrik bir şekilde madde yığılmaktadır. Maddenin tamamen iyonize hidrojenden oluştuğunu varsayınız.

**A) (5 puan)** Bu durumda, radyasyon kuvvetini, yıldızdan  $r$  uzaklıkta fotonların serbest elektronlardan saçılmasını düşünerek, Thomson saçılma kesitini ( $N_{\text{ph}}$ ) dikkate alarak şu şekilde yazabiliriz:

$$F_{\text{rad}} = \sigma_T N_{\text{ph}} p \quad (1)$$

Bu ifadeyi kullanarak radyasyon kuvvetinin SI birim sisteminde biriminin N (newton) olduğunu gösteriniz.

**B) (5 puan)**  $N_{\text{ph}}$ ’nin ışınma gücü  $L$ , mesafe  $r$  ve foton frekansı  $\nu$  ile olan ilişkisini gösteriniz. Radyasyonun küresel simetrik olarak yayıldığını varsayınız.

**C) (10 puan)** Eddington ışınma gücü  $L_E$ , dışa doğru radyasyon kuvveti ile içe doğru kütleçekim kuvvetinin dengede olduğu ışınma gücü olarak tanımlanır. Bir protona etki eden kütleçekim kuvveti ve bir elektrona etki eden radyasyon kuvveti ifadelerinden başlayarak  $L_E$ ’yi yıldızın kütlesi  $M$ , Thomson saçılma kesiti ( $\sigma_T$ ), protonun kütlesi ( $m_p = 1.673 \times 10^{-27}$  kg) ve evrensel sabitler cinsinden türetiniz.

**D) (5 puan)** Eddington ışınma gücünü  $M_\odot$  ölçeğinde, W (watt) biriminde hesaplayınız.



<b>Soru 9.</b>
----------------

Galileo uyduları için aşağıdaki tablo hazırlanmıştır.

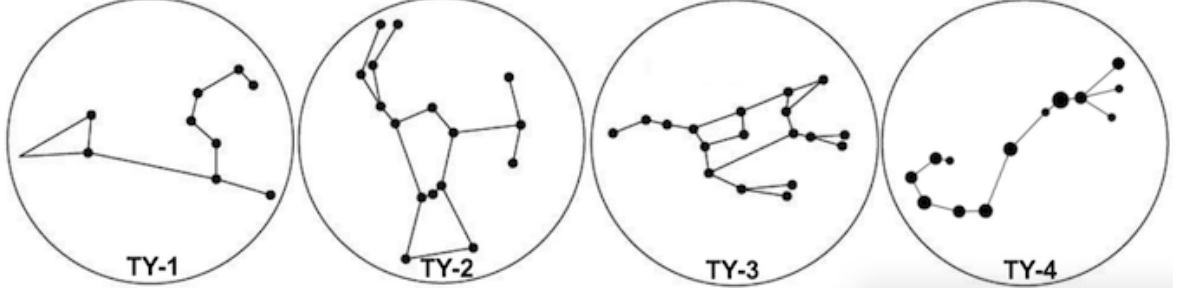
Uydu	$P_{\text{yör}}$ (gün)	$S_{\text{Eur}}$ (gün)	$a$ ( $10^3$ km)
Io	-	3.525464	421.8
Europa	3.551181	×	671.1
Ganymede	-	7.050926	1070.4
Callisto	-	4.511071	1882.7

- A) (12 puan)** “Yörünge-Kavuşum Dönemi” ilişkisini kullanarak yukarıda verilen tablodaki ‘-’ ile gösterilen değerleri hesaplayınız.
- B) (16 puan)** Hesapladığımız yörünge dönemlerini Dünya yılına, yörünge yarı-büyük eksen uzunluklarını Astronomi Birimi’ne (AB) çevirerek yeni bir tablo oluşturun. Bu tabloyu kullanarak yörünge yarı-büyük eksen uzunluklarına ( $a$ ) karşılık yörünge dönemlerini ( $P$ ), her iki parametrenin logaritmalarını alarak çizdiriniz.
- C) (9 puan)** Bu grafiğe bir doğru uyumlayınız ve doğrunun eğimini bulunuz.
- D) (8 puan)** Galilei uydularının kütlelerinin Jüpiter’in kütesinden çok küçük olduğunu, uydular arası kütleçekimin ihmal edildiğini ve uydu yörüngelerinin çembersel olduğunu varsayarak Jüpiter’in kütesini hesaplayınız.



**Soru 10.**

- A) (8 puan) Aşağıdaki görselde verilen takımyıldızların adlarını yazınız. Takımyıldızların İngilizce, Latince veya Türkçe adlarını kullanabilir ya da uluslararası kısaltmalarını verebilirsiniz. **Yanıtlarınızı soru kağıdına yazmayın.**



- B) (4 puan) Kuzey yarımküre gökyüzünde genellikle yaz aylarında belirgin bir şekilde görülebilen “Büyük Kare” asterizmini oluşturan takımyıldız ya da takımyıldızların isimlerini yazınız.
- C) (4 puan) Kuzey yarımküre gökyüzünde genellikle yaz aylarında belirgin bir şekilde görülebilen “Yaz Üçgeni” asterizmini oluşturan takımyıldızların isimlerini yazınız.
- D) (4 puan) Yılın herhangi bir ayında, kuzey yarımküredeki herhangi bir konumda, gece gözlemi yaptığımızı ve havanın açık olduğunu varsayınız. Konumun enlemini, kuzey, doğu, batı, güney yönlerini bilmediğinizi ve Küçük Ayı takımyıldızını gökyüzünde tanıyamadığınızı da hesaba katınız. Bu koşullarda Polaris’in (Kutup Yıldızı) gökyüzündeki konumunu diğer takımyıldızları kullanarak nasıl bulabileceğinizi şekil çizerek ayrıntılarıyla açıklayınız.



32. Bilim  
Olimpiyatları  
2. Aşama Sınavı  
Çözüm Kağıdı

Adayın Adı Soyadı

Soru No:

Sınav Dalı

Sayfanın Sırası:  
*bu sayfa / toplam*

Astronomi & Astrofizik

/

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