

# Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia

## Szakkör 2020-21

### 2. Műszertechnika és Asztrofizika I.

Dálya Gergely, Császár Kornél, Knoch Júlia, Világos Blanka  
(Bécsy Bence, Csörnyei Géza, Kalup Csilla)

2020. 10. 03.

#### 1. Ismétlő feladatok

##### I1. feladat

Tud-e a Neptunuszon annak Triton nevű holdja teljes napfogyatkozást okozni? A Triton  $r_T = 355795$  km sugarú,  $T = 5,876$  nap keringési idejű retrográd pályán kering a Neptunusz körül, átmérője  $d_T = 1350$  km. A Neptunusz távolsága a Naptól  $30,1$  AU, a Nap sugara pedig  $R_\odot = 695\,500$  km.

##### I2. feladat

Egy  $42$  CSE Schwarzschild-sugarú fekete lyuk körül  $137$  év periódusidejű körpályán kering egy csillag. Milyen távol van a fekete lyuktól a rendszer  $L4$  Lagrange-pontja?

##### I3. feladat

Vizsgáljuk a Rák-ködben található pulzárt! Ennek tömege  $1,4 M_\odot$ , sugara  $10$  km, rádiójeleit pedig  $33,5$  ms-onként észleljük a Földről. Mekkora a szökési sebesség a neutroncsillag egyenlítőjéről illetve a pólusáról?

##### I4. feladat

Megmértük egy csillag pozícióját május 5.-én és november 5.-én is. A két pozíció között  $7,436 \cdot 10^{-6}$  radián eltérést kaptunk. Milyen távol van tőlünk a vizsgált objektum? Melyik csillag lehet ez?

## 2. Bemelegítő feladatok

### B1. feladat

Bence távcsöve egy 76/900-as Newton, vagyis az objektív fókusz távolsága 900 mm, átmérője pedig 76 mm. Zsombornak viszont egy sokkal drágább műszere van, egy 150/1200-as Skywatcher. Ha mindketten ugyanazt a 12 mm-es fókusz távolságú Plössl okulárt használják, mekkora az általuk elérhető nagyítások aránya? Mekkora a két távcső fényereje?

### B2. feladat

Mekkora legyen egy 21 cm-es hullámhosszon érzékeny rádiótávcső antennájának átmérője, hogy annak szögfelbontása megegyezzen egy 15 cm átmérőjű tükrös távcsőével? Miért érdekes a 21 cm-es hullámhossz?

### B3. feladat

A  $\lambda = 600$  nm hullámhosszúságú, narancssárga fényt az ember szabad szemmel csak akkor képes érzékelni, ha a retinát legalább  $P = 1,7 \cdot 10^{-18}$  W teljesítményű sugárzás éri. Hány foton érkezik ilyenkor másodpercenként a retinához? Mekkora a másodpercenként beérkező fotonok összipulzusa? Mennyi időnként kéne egy légynek (kb. 12 mg) a szemünkbe repülnie (kb. 7,2 km/h), hogy hosszú idő alatt ugyanannyi impulzust adjon át a szemünknek, mint az éppen látható fény?

### B4. feladat

Egy test felületének hőmérsékletét 1000 K-re emeljük. Ezt követően a felszín felének hőmérsékletét tovább növeljük 100 K-nel, míg a másik felét lehűtjük ugyanennyivel. Hányszorosára változik közben a felület által kisugárzott energia?

### B5. feladat

Számítsuk ki a következő csillagok luminozitását és hogy milyen hullámhosszon a legintenzívebb a sugárzásuk!

- Nap ( $T_{\odot} = 5780$  K)
- Betelgeuse ( $R_B = 1000 R_{\odot}$ ,  $T_B = 3500$  K)
- Sirius A ( $R_{SA} = 1,711 R_{\odot}$ ,  $T_{SA} = 9940$  K)
- Sirius B ( $R_{SB} = 0,0084 R_{\odot}$ ,  $T_{SB} = 25200$  K)

### 3. Nehezebb feladatok

#### N1. feladat

Mekkora legyen minimum az általunk használt távcső objektívjének fókusztávolsága, ha azt szeretnénk, hogy a Nap képe mindig ráérjen a szokványos  $22 \times 16$  mm-es CCD chipre?

#### N2. feladat

Számítsuk ki, hogy mennyi lenne a Föld hőmérséklete, ha nem lenne légköre! Melyik bolygó(k) esne/esnének a lakhatósági zónába? A bolygók albedói:  $A_{Me} = 0,106$ ,  $A_V = 0,65$ ,  $A_F = 0,367$ ,  $A_{Ma} = 0,25$ . A bolygók emisszivitása az infravörös hullámhosszakon jó közelítéssel 1.

#### N3. feladat

Egy, a Betelgeuse körül keringő űrtávcsővel szeretnénk a tranzit módszerrel detektálni a Naprendszer bolygóit. Mekkora változást okoz a Nap luminozitásában a Föld illetve a Jupiter tranzitja?

#### N4. feladat

A Gaia űrtávcsövet 2013. decemberében bocsátotta fel az Európai Űrügynökség (ESA). Az űrtávcső a Nap-Föld rendszer L2-es Lagrange-pontjában kering, és célja a Tejútrendszerbeli csillagok különböző adatainak pontos megmérése. A csillagok éves parallaxisát  $0,02$  milli-ívmásodperc (mas) pontossággal képes megmérni. Milyen távol van az a legtávolabbi csillag aminek még meg tudja mérni a távolságát? Becsüljük meg, hogy a műszer  $0,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ -es,  $1$  gigapixeles,  $106$  CCD-ből álló detektorának egyetlen pixelén egy ilyen távoli csillagból hány foton halad át  $1 \text{ s}$  alatt!

#### N5. feladat

Tegyük fel, hogy a Nap sugárzása állandó erősségű. A Nap tömege  $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ .

1. Határozzuk meg, hogy a sugárzás következtében mennyi tömeget veszít egy év alatt!
2. Mennyi idő alatt veszítené el kiindulási tömege felét?
3. Hány a Napból származó neutrínó halad át  $1 \text{ s}$  alatt egy ember testén?

### Diákolimpiai szintű feladatok

#### D1. feladat

Gergő szeretne egy  $15 \text{ cm}$  átmérőjű tükrös távcsövet készíteni. Kulin György hagyományait követve a főtükröt saját kezűleg szeretné kicsiszolni. Milyen mélyre kell a tükör anyagába csiszolnia a tükör közepén, hogy  $2 \text{ m}$  fókusztávolságú távcsövet kapjon?

*Gergő megelégszik a gömbtükör nyújtotta képi minőséggel, ezért nem foglalkozik paraboloid tükör csiszolásával.*

## D2. feladat

A Naptól 1 CSE-re található porfelhőben feltételezzük azt, hogy a porszemcsék fekete testek. Határozd meg a gömb alakú szemcsék átmérőjét abban az esetben, ha a felhő ebben a távolságban egyensúlyban marad a sugárzási nyomás és a gravitációs vonzás között! A porszemcsék sűrűsége legyen  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

## D3. feladat

A naptevékenység napjainkban minimumában jár; pár éve még volt olyan időszak, amikor nem volt olyan nap, amikor üres Napunk volt. Tegyük fel, áhítózza igyekszünk észlelni központi csillagunkat nap-nap után. Egyszer csak ránk mosolyog a szerencse és azt látjuk, hogy egy napfolt keletkezett a napkorongon a Nap közepe és a korong széle között félúton, a Nap egyenlítőjén. Felütvé a műholdas adatokat azt tapasztaljuk, hogy a Föld mellett mérhető szoláris fluxussűrűség  $\Delta f = 0,12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ -el esett vissza a hibátlan felszínű Nap esetéhez képest. Mekkora a folt hőmérséklete, ha tudjuk az űrtávcsöves felvételekből, hogy amennyiben a napkorong közepén lenne a folt, egy  $R_{folt} = 18000 \text{ km}$  sugarú, kör alakú foltnak látnánk?

*A Földről nézve a Nap szélsőtévedése sem elhanyagolható, a Nap felszíne a folt helyzete körül folt nélküli esetben is csak 79%-a annak, amit a napkorong középpontjánál láthatunk.*