



# Izbirno tekmovanje za MAAO

8. julij 2021

## TEORETIČNE NALOGE

Dovoljeni pripomočki: pisalo, geometrijsko orodje, žepno računalno.

Čas reševanja: 120 minut.

Točkovanje: daljše teoretične naloge štejejo vsaka 30 točk, krajše pa vsaka 20 točk.

---

1. (**30 točk**) Gnamun spije čarovniški napoj. Glej ga, zlomka – dogodi se, da takoj za tem enakomerno zraste na dvakratno prvotno velikost.

- (a) Kolikšen je mejni navidezni sij zvezd, ki jih lahko Gnamun še vidi s prostim očesom?
- (b) Koliko več zvezd lahko vidi Gnamun na nočnem nebu s prostimi očmi?
- (c) Naj bo  $N(m)$  število zvezd, svetlejših od navideznega sija  $m$ . Na podlagi spodnjih predpostavk določi razmerje  $\frac{N(m+1)}{N(m)}$ .

Predpostavi, da so zvezde v vesolju takšne kot Sonce in da so enakomerno razporejene po vesolju. Ob idealnih pogojih lahko na nočnem nebu s prostimi očmi vidimo 6000 zvezd. Podatek o mejni magnitudi za človeško oko poznaš.

2. (**30 točk**) V lečasti galaksiji NGC 6027 ( $\alpha_1 = 15^h 59^m 13^s$ ,  $\delta_1 = 20^\circ 45' 48''$ ) smo opazili spektralno črto  $H_\alpha$  pri valovni dolžini  $\lambda = 6660 \text{ \AA}$ . Masa spiralne galaksije NGC 6902 ( $\alpha_2 = 20^h 24^m 28^s$ ,  $\delta_2 = -43^\circ 39' 12''$ ) je okoli  $7 \cdot 10^{11} M_\odot$ , njen polmer je 54 kpc in njena navidezna magnituda  $11,82^m$ .

Izračunaj fizično razdaljo med galaksijama.

*Napotek:* Morda ti utegne koristiti Tully-Fischerjeva relacija

$$\frac{L}{4 \cdot 10^{10} L_\odot} \approx \left( \frac{V_{\max}}{200 \text{ km s}^{-1}} \right)^4.$$

3. **(20 točk)** Teleskop brez okularja s premerom 20 cm in goriščno razdaljo 1 m ter lupo s premerom 4 cm in goriščno razdaljo 10 cm usmerimo proti Soncu. Izračunaj s katerim pripomočkom bomo prej zažgali papir?

4. (**20 točk**) Betelgeza, zvezda v Orionovi desni rami, je rdeča nadorjakinja. Njen radij meri  $R_B = 887R_\odot$ .

- (a) Nadorjakinje stalno izgubljajo snov - temu pravimo zvezdni veter. Izračunaj koliko mase izgubi Betelgeza v enem letu (v  $M_\odot$  na leto). Maso izgublja s konstantno hitrostjo  $v = 17$  km/s. Na razdalji, ki jo zvezdni veter prepotuje v enem letu, je gostota delcev enaka  $\rho = 4,4 \cdot 10^{-13} \text{ kg m}^{-3}$ .
- (b) Betelgeza je decembra 2019 postala temnejša. Iz opazovanj so astronomi ugotovili, da je v svojo okolico izbruhnila oblak plina, ki se je ohladil. Temnejši del zvezdne ploskvice je imel temperaturo 3200 K in prekril 43% površine celotne zvezde. Kolikšno magnitudo je Betelgeza imela ob zatemnitvi? Upoštevaj, da je imela pred potemnitvijo navidezno magnitudo 1 in površinsko temperaturo 3700 K.
- (c) V resnici je zvezda ob zatemnitvi dosegla magnitudo 1,66. Izračunaj oddaljenost zvezde ob predpostavki, da je poleg hladnega plina tudi prah med nami in zvezdo prispeval z ekstinkcijo  $a = 1,96 \text{ mag/kpc}$ .

# Konstante

kratica/simbol	količina	vrednost
$a.e.$	astronomska enota	149597870691 m
$R_Z$	povprečni polmer Zemlje	6371000 m
$M_{\odot}$	masa Sonca	$1,9891 \times 10^{30}$ kg
$m_{\odot}$	navidezna magnituda Sonca	-26,8
$M_{bol,\odot}$	absolutna (bolometrična) magnituda Sonca	4,82
$M_{K,\odot}$	absolutna magnituda Sonca v K filtru	3,31
$L_{\odot}$	izsev Sonca	$3,96 \times 10^{26}$ J s <sup>-1</sup>
$j_Z$	solarna konstanta	1370 W m <sup>-2</sup>
$R_L$	radij Lune	1738000 m
$d_L$	povprečna razdalja med Zemljo in Luno	384399000 m
$G$	gravitacijska konstanta	$6,6726 \times 10^{-11}$ N m <sup>2</sup> kg <sup>-2</sup>
$\sigma$	Stefan-Boltzmannova konstanta	$5,6705 \times 10^{-8}$ J s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> K <sup>-4</sup>
$h$	Planckova konstanta	$6,6261 \times 10^{-34}$ Js
$c$	svetlobna hitrost	$2,9979 \times 10^8$ m/s
$k$	Boltzmannova konstanta	$1,38065 \times 10^{-23}$ m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
pc	parsek	$3,0860 \times 10^{16}$ m
$H_0$	Hubbleova konstanta	70 km/s Mpc <sup>-1</sup>
$\lambda_{H\alpha}$	valovna dolžina H $\alpha$ črte	656,3 nm

Osnovne enačbe sferne trigonometrije:

$$\sin a \sin B = \sin b \sin A$$

$$\sin a \cos B = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A$$

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

