

OLIMPIADA DE ASTRONOMIE ȘI ASTROFIZICĂ
ETAPA JUDEȚEANĂ
10 Februarie 2025

SECȚIUNEA – SENIORI

- Se punctează oricare alte formulări / modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă punctaje intermediare la subiectele de tip grilă.
- Timp de lucru 3 ore
- Subiectul este redactat pe 5 pagini (pagina 5 conține harta mută care va fi predată împreună cu teza).

Anexă. Tabel constante fizice

Constantă	Simbol	Valoare	Unități
Constanta lui Planck	h	6.626×10^{-34}	J·s
Constanta atracției universale	G	6.674×10^{-11}	$\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
Raza Pământului	$R_{\oplus}$	6371	km
Viteza luminii	c	3.0×10^8	m/s
Unitatea astronomică	UA	1.496×10^8	km
Masa Soarelui	$M_{\odot}$	1.989×10^{30}	kg
Masa Pământului	$M_{\oplus}$	5.972×10^{24}	kg
Masa Lunii	M_L	7.43×10^{22}	kg
Perioada orbitală a Pământului	$P_{\oplus}$	365,25	zile
Constanta lui Boltzmann	k	1.380×10^{-23}	J/K
Constanta Stefan-Boltzmann	σ	5.670×10^{-8}	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Masa electronului	m_e	9.10×10^{-31}	kg
Masa protonului	m_p	1.67×10^{-27}	kg
Constanta lui Avogadro	N_a	6.022×10^{23}	mol^{-1}
Permisivitatea vidului	ϵ_0	8.854×10^{-12}	F/m
Constanta lui Hubble	H_0	67,4	$\text{km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$

Subiectul I (75 puncte)

Alege răspunsul corect. Fiecare item se punctează cu 7,5 puncte și există doar o variantă corectă de răspuns.

1. Un observator situat la 40° latitudine sudică observă o stea trecând razant deasupra orizontului la culminație inferioară. Despre care dintre aștri ar putea fi vorba?
a) Mirfak (Per) b) Diphda (Cet) c) Canopus (Car) d) Betelgeuse (Ori)
2. În ce anotimp astronomic Soarele are ascensia dreaptă $\alpha=11h37m$?
a) primăvara b) vara c) toamna d) iarna
3. Lanțul de reacții proton - proton implică transformarea hidrogenului în heliu prin fuziune nucleară, acest lanț fiind principala sursă de energie pentru stelele aflate în secvența principală. De câte nuclee de hidrogen este nevoie pentru a obține un nucleu de heliu?
a) 1 b) 2 c) 4 d) 8
4. Pentru un astru s-a determinat paralaxa diurnă orizontală ecuatorială $P_e=8'',794$ și diametrul aparent $2\alpha=32'$. Raza astrului este:
a) $8.763 \times 10^8 m$ b) $7.571 \times 10^8 m$ c) $6.946 \times 10^8 m$ d) $5.342 \times 10^8 m$
5. Alege cel mai fierbinte tip de stea din lista următoare:
a) stea neutronică b) supergigantă albastră c) pitică roșie d) ultragigantă violet
6. Pentru care valoare a parametrului de densitate Ω_0 universul este închis, caz în care se expandează, în cele din urmă oprindu-se din expansiune și colapsând:
a) 1,25 b) 0,5 c) 0 d) 1
7. Se știe că Soarele orbitează în jurul centrului galactic la o distanță de 8 kpc cu o viteză de rotație de aproximativ 220 km/s. Care este viteza de evadare a Soarelui din galaxie?
a) 381 km/s b) 310 km/s c) 440 km/s d) 284 km/s
8. Ce distanță există între cuadratura estică și vestică a planetei Jupiter față de Pământ? Considerăm orbitele planetelor circulare, cu razele față de Soare $R_P=1 UA$ și $R_J=5,204 UA$.
a) 8,652 UA b) 9,133 UA c) 10,214 UA d) 11,234 UA
9. Mărind timpul de expunere de la 0.1 secunde la 2 secunde, magnitudinea obiectului observat în noua imagine nesaturată se va modifica cu
a) 0,5 mag b) 1,9 mag c) 3,2 mag d) 20,0 mag
10. Care este distanța d dintre punctele Lagrange L_4 și L_5 ale planetei Jupiter în care se găsesc asteroizii troieni, dacă distanța Jupiter-Soare este $R_J=5,204 UA$?
a) 8,021 UA b) 8,723 UA c) 9,002 UA d) 9,891 UA

Subiectul II (150p)**Partea A. Probleme scurte (60 p)**

1. **(30p)** În ziua echinocțiului de primăvară, un observator din Kikorongo (fus orar GMT + 3) privește Steaua Polară la orizont și observă răsăritul Soarelui la ora locală 7:00. Neglijând ecuația timpului, refracția atmosferică și alte efecte ale coborârii orizontului, determinați:
 - a. locația observatorului precizând coordonatele geografice (L, ϕ)
 - b. distanța unghiulară dintre Steaua Polară și Soarele aflat la culminație superioară
 - c. ora locală la care răsare Soarele în București (GMT + 2, $L = 26^\circ E$)
2. **(30p)** Ce forță mareică exercită Luna asupra unei mase $m=1\text{ kg}$ de apă de pe suprafața oceanului planetar, orientată la $\alpha=45^\circ$ față de direcția Lună - Pământ $d=3,78 \cdot 10^8\text{ m}$?

Partea B. Problemă lungă (90 p)

Sistemul binar OJAA25 este format din două stele care se rotesc pe orbite circulare de raze a_1 și a_2 în jurul centrului comun de masă. Perioada de rotație a sistemului este $T=65$ ani, iar centrul de masă se consideră a fi în repaus în raport cu observatorul. Analiza spectroscopică arată că deplasările maxime ale liniei H_α din vizibil ($\lambda_0=656,8\text{ nm}$) pentru cele două stele sunt următoarele: $\Delta\lambda_1=0,02\text{ nm}$, respectiv $\Delta\lambda_2=0,0066\text{ nm}$. Unghiul între normala la planul mișcării orbitale al sistemului și direcția de observare este $i=30^\circ$. Se știe că raportul luminozităților este $L_2/L_1=50$, iar relația între luminozitatea unei stele și masa acesteia este: $L \sim M^\alpha$, unde α este o constantă numerică.

Să se determine:

- a. **(20p)** Distanța între cele două stele exprimată în UA.
- b. **(20p)** Masele celor două stele.)
- c. **(5p)** Valoarea coeficientului α .

În viitor, *Extremely Large Telescope (ELT)* va fi cel mai mare telescop din lume. Acesta se află momentan în construcție la observatorul ESO din Chile, în deșertul Atacama. Telescopul va avea un diametru al oglinzii $D = 39,3\text{ m}$ și distanța focală $f = 743,4\text{ m}$.

Să presupunem că vom observa prin acest telescop sistemul binar OJAA25 într-un filtru de bandă îngustă cu lungimea de undă de 392 nm . Imaginea sistemului binar va fi înregistrată pe un senzor CCD cu o rezoluție de 18954×18954 pixeli și dimensiune fizică de $2,2 \times 2,2\text{ mm/pixel}$.

- d. **(10p)** Care este scala imaginii? Evaluați câmpul de vizualizare al telescopului (FOV).
- e. **(15p)** Calculați numărul aproximativ de pixeli pe care se împrăștie semnalul provenit de la o stea într-o expunere corectă (raport semnal - zgomot suficient de mare).
- f. **(5p)** Să se calculeze distanța maximă, Δ , la care se poate afla sistemul binar OJAA2025, astfel încât să putem distinge cele două componente ale sistemului în expunerile CCD.

Înlocuim filtrul de bandă îngustă cu un filtru de bandă în domeniul $500\text{ nm} - 600\text{ nm}$ și constatăm că magnitudinea sistemului binar OJAA25 în această bandă este $+2,42$. Din datele de calibrare radiometrică cunoaștem că pentru o stea de referință cu magnitudinea 0 îi corespunde un flux de fotoni egal cu $F = 1250\text{ fotoni/s} \times \text{cm}^2 \times \text{nm}$.

- g. **(15p)** Câți fotoni sunt colectați de telescop într-un timp de expunere $\Delta t = 15$ minute atunci când observăm sistemul OJAA25?

Subiectul III (75 puncte) – Proba observațională pe hartă

Ați primit o hartă a cerului în proiecție azimutală, într-o localitate de pe suprafața Pământului care are longitudinea ($L = 21^\circ 13' E$) din data de 10 februarie 2025, la o oră necunoscută. Ecuația timpului este atașată hărții. Pe baza hărții primite răspundeți la următoarele întrebări (acolo unde este cazul, faceți trimitere la hartă).

1. Identificați punctele cardinale și notați-le pe marginea hărții (4p);
2. Trasați pe hartă 16 constelații precizând și denumirea lor (16p);
3. Trasați și notați pe hartă: ecuatorul ceresc și ecuatorul galactic (4p câte 2p pentru fiecare);
4. Trasați și notați pe hartă: cercul de circumpolaritate și cercul de precesie (4p câte 2p pentru fiecare);
5. Trasați și notați pe hartă: ecliptica și meridianul locului (4p câte 2p pentru fiecare);
6. Notați pe hartă: polul nord ecliptic și punctele sau punctul echinocțiului de primăvară sau de toamnă. Cu ce literă se notează și cât este ascensia dreaptă a Soarelui în acest punct (4p câte 2p pentru fiecare);
7. Determinați latitudinea locului (4 puncte);
8. Determinați timpul sideral al hărții (6 puncte);
9. Determinați timpul legal corespunzător hărții (6 puncte);
10. Notați pe hartă planetele sistemului Solar și eventual Luna dacă există (6 puncte)
11. Unde se află pe hartă și ce reprezintă fiecare obiect Messier: M33, M29, M45, M39, M81, M35 (6p câte 1p pentru fiecare);
12. Notați pe hartă poziția următoarelor stele: (α CMi), (α CMa), (β Ori), (α Ori) , precizând denumirea tradițională și tipul lor (stea dublă, stea variabilă, stea variabilă pulsatorie) (8p) și determinați ascensia dreaptă a stelei (α CMi) (3p).



