

1. Se punctează oricare alte formulări / modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
2. Nu se acordă punctaje intermediare la subiectele de tip grilă.
3. Timp de lucru 3 ore
4. Subiectul este redactat pe 5 pagini (pagina 5 conține harta mută care va fi predată împreună cu teza).
5. Se acordă 10 puncte din oficiu.

Tabel de constante fizice și astronomice

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}
Permitivitatea 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 Test grilă, complement simplu (3p x 10 itemi=30 puncte)

1. Care dintre afirmațiile următoare referitoare la Soare este **falsă**:
 - (a) Soarele conține circa 78% hidrogen, 20% heliu și 2% elemente chimice grele;
 - (b) Luminile polare apar atunci când vântul solar întâlnește câmpul magnetic al planetei, fiind ghidat spre poli; aici, particulele solare interacționează cu atmosfera și creează spectacolul vizual cunoscut;
 - (c) Fotosfera solară este un strat vizibil cu grosimi cuprinse între 3.105 și 5.105 km cu aspect de granulație.
 - (d) Protuberanțele sunt erupții de gaze care țâșnesc de la marginea discului solar și ajung până la înălțimi de sute de mii de kilometri



2. Magnitudinile aparente a două stele ce formează un sistem binar, au componentele $m_1 = 2, 3$ respectiv $m_2 = 3, 7$. Ce magnitudine aparentă integrală sesizează cu ochiul liber un observator?

a) 1,643 b) 1,873 c) 2,036 d) 2,078
3. Care este masa unui sistem binar, știind că semiaxa mare a orbitei relative este $a = 15 \text{ UA}$, iar perioada de revoluție siderală este $T = 42$ ani siderali terestri. Pentru Pământ raza orbitei și perioada de revoluție în jurul Soarelui sunt $a_P = 1 \text{ UA}$, respectiv $T_P = 1 \text{ an}$.

a) $1,913M_\odot$ b) $2,012M_\odot$ c) $143M_\odot$ d) $2,431M_\odot$
4. Magnitudinea aparentă a Soarelui observată de pe Pământ aflat la distanța $r_P = 1 \text{ UA}$ este $m_1 = -26,8$. Calculați magnitudinea aparentă m_2 a Soarelui, observată de pe o navă spațială, aflată pe orbita lui Jupiter, situată la $r_J = 5,2 \text{ UA}$.

a) -21,33 b) -22,17 c) -23,22 d) -24,13
5. De câte ori ar avea luminozitatea mai mare o supernovă, care pe cer apare la fel de strălucitoare ca și Soarele, dacă distanța până la supernovă ar fi $0,8 \text{ pc}$? Se cunosc: $1\text{pc} = 3,0857 \cdot 10^{13} \text{ km}$; $D_{P-\text{Soare}} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$.

a) $2,43 \cdot 10^{10}$ ori b) $2,72 \cdot 10^{10}$ ori c) $2,95 \cdot 10^{10}$ ori d) $3,17 \cdot 10^{10}$ ori
6. O navă spațială cu masa $m = 1 t$, aflată la distanța 110 UA față de Soare, are viteza $v = 20 \text{ km/s}$. Soarele are masa $M_\odot = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, raza Pământului este $R_\oplus = 6370 \text{ km}$. energia totală a sistemului este:

a) $187,25 \cdot 10^3 \text{ MJ}$ b) $191,93 \cdot 10^3 \text{ MJ}$ c) $207,13 \cdot 10^3 \text{ MJ}$ d) $221,03 \cdot 10^3 \text{ MJ}$
7. Jupiter conține circa 90% hidrogen și circa 10% heliu în atmosferă, iar în mantaua exterioară și interioară conține hidrogen lichid, respectiv metalic. Nucleul se crede că ar fi format din roci. În nucleu temperatura ar atinge circa 19000°C . C către suprafața planetei temperatura scade, ajungând în straturile superioare de nori la circa -150°C . Deoarece are structura asemănătoare cu a Soarelui, pentru a începe procesele de fuziune și a deveni stea, ar fi necesar ca masa planetei Jupiter să fie mai mare decât cea actuală de circa:

a) 20 ori b) 40 ori c) 60 ori d) 80 ori
8. Care dintre sateliții următori sunt ai planetei Saturn?

a) Janus, Rhea b) Portia, Naiad c) Proteus, Nereidad) Adrastea, Carme
9. Câț este unghiul dintre planul eclipticii și raza terestră pentru un observator aflat la latitudinea de 66° la 1 ianuarie. Se știe că la 22 decembrie Soarele se află la $\varepsilon = -23^\circ 27'$.

a) $68,66^\circ$ b) $71,22^\circ$ c) $75,73^\circ$ d) $86,61^\circ$
10. Care este distanța focală f_{ob} pentru o lunetă care are $f_{oc} = 8 \text{ cm}$, dacă unghiul sub care se vede diametrul Lunii prin aceasta este $\theta = 2^\circ$ (unghiul sub care se vede diametrul Lunii, privit cu ochiul liber este $\alpha = 30'$)

a) 24 cm b) 36 cm c) 32 cm d) 40 cm

Subiectul II Probleme (30 puncte)

Problema 1 Ziua Astronomică (10 puncte)

Radu observă Soarele din emisfera nordică la o latitudine geografică necunoscută φ . Acesta dorește să analizeze fenomene legate de răsăritul/apusul Soarelui și durata unei zile. Se neglijează refracția atmosferică. Diametrul unghiular al Soarelui este $\theta_{\odot} = 32'$, iar înclinarea axei Pământului este $\varepsilon = 23.44^\circ$. Notăm cu h înălțimea Soarelui deasupra orizontului, cu H unghiul orar, iar cu δ declinația. Se consideră viteza unghiulară a rotației Pământului $15^\circ/\text{h}$.

- (a) (1p) Determinați o relație trigonometrică între h, δ, H, φ .
- (b) (3p) Considerăm că **răsăritul** începe la *primul contact* al discului solar cu orizontul și se termină când *ultimul punct* al discului trece deasupra orizontului. Determinați durata răsăritului în funcție de φ, δ și θ_{\odot} .
- (c) (2p) Considerând Soarele punct material pe cer ($\theta_{\odot} = 0$), determinați durata zilei astronomice (intervalul de timp în care centrul Soarelui se află deasupra orizontului).
- (d) (4p) Radu măsoară **diferența** dintre durata zilei astronomice la solstițiul de vară și cea la solstițiul de iarnă:

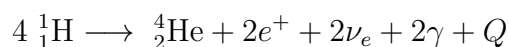
$$\Delta\tau = \tau_{\text{vară}} - \tau_{\text{iarnă}} = 7 \text{ h } 34 \text{ min.}$$

Ajutați-l pe Radu să determine latitudinea φ a locului unde se află.

În cazul în care este nevoie se va folosi identitatea $\arccos(-u) = 180^\circ - \arccos(u)$

Problema 2 Fuziune în Soare (10 puncte)

Soarele își petrece cea mai mare parte a vieții în secvența principală, menținând o luminositate constantă $L_{\odot} = 3,8 \times 10^{26} \text{ W}$. În această etapă, stabilitatea stelei este asigurată de fuziunea hidrogenului în heliu,



proces care are loc exclusiv în nucleul central și transformă masa în energie cu un randament $\epsilon = 0,70\%$. Se cunosc masa totală a Soarelui, $M_{\odot} = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$, și vârsta Soarelui, $\tau_{\odot} = 4,6$ miliarde de ani. Se presupune că la începutul vieții Soarelui, nucleul era format integral din hidrogen conținând $f_n = 10\%$ din masa totală a Soarelui.

- a) (3p) Calculați energia totală, E_{tot} , disponibilă în nucleu prin conversia hidrogenului.
- b) (3p) Determinați timpul de viață, τ , al Soarelui pe secvența principală. Exprimați rezultatul în ani.
- c) (4p) Considerând poziția actuală a Soarelui pe secvența principală, determinați fracțiunile masice de hidrogen și heliu din nucleul Soarelui în acest moment.

Problema 3 Norul de hidrogen (10 puncte)

Hidrogenul neutru (HI) din discul Galaxiei emite o linie spectrală la frecvența de $\nu_0 = 1420,405$ MHz datorită tranziției hiperfine a spinului electronului. Această radiație penetrează praful interstelar, permițând cartografierea structurii galaxiei. Presupunem că Soarele și regiunile HI se deplasează pe orbite aproape circulare în jurul centrului galactic, iar Soarele se află la o distanță $R_\odot = 8,5$ kpc de centrul galactic și se deplasează cu o viteză orbitală $V_\odot = 220$ km s⁻¹. La o longitudine galactică $l = 30^\circ$, se măsoară o viteză radială maximă (relativă la Soare), numită viteză terminală, de $v_T = 125$ km s⁻¹.

- a) **(6p)** Determinați viteza orbitală liniară și raza galactocentrică a norului de gaz HI pentru care s-a măsurat viteza terminală de $v_T = 125$ km s⁻¹.
- b) **(4p)** Determinați intervalul de frecvențe observate de pe Pământ pentru regiunile HI aflate la o longitudine galactică $l = 30^\circ$. Se cunoaște viteza luminii, $c = 300.000$ km/s.

Subiectul III Hartă Mută (30 puncte)

Ați primit o hartă a cerului pentru un punct de pe suprafața Pământului, de longitudine $L = 1^\circ 29' 39''$ E din data de 24.01.2025, la o ora necunoscută, în proiecție azimutală. Analizând harta, rezolvați itemii de mai jos. Scrieți pe foaie numărul item-ului la care răspundeți și apoi scrieți rezolvarea. Unde este cazul, faceți trimiteri la notațiile de pe hartă. De exemplu la itemul 6, veți scrie: 6. vezi harta, iar pe hartă vor apărea notațiile corespunzătoare.

1. Identifică pe hartă punctele cardinale și notează-le pe marginea hărții. **[2p]**
2. Pe hartă desenează și numește: meridianul, ecliptica, ecuatorul ceresc și ecuatorul galactic. **[4p]**
3. Pe hartă desenează și numește cercul de circumpolaritate și cercul de precesie. **[3p]**
4. Determină timpul sideral al hărții. **[3p]**
5. Pe hartă desenează și numește almucantaratul stelelor Algol (β Per) și Schedar (α Cas). **[2p]**
Determină distanța unghiulară dintre cele două almucantarate. **[2p]**
6. Figurează pe hartă constelațiile Gemini, Cancer, Leo, Leo Minor. **[4p]**
7. Notează pe hartă pozițiile obiectelor M35, M44, M42, M45 **[4p]**
8. Care este timpul legal corespunzător hărții? **[3p]**
9. Determină latitudinea locului. **[3p]**

Notă: Harta mută, rezolvată de elev, se va preda împreună cu teza, fiind atașată acesteia prin capsare.

