



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE ASTRONOMIE ȘI ASTROFIZICĂ

IAȘI

EDIȚIA a XXI-a

24-29 MAI 2024

PROBA TEORETICĂ SCRISĂ
CATEGORIA SENIORI 1

- Se punctează oricare alte formulări/modalități de rezolvare corectă a cerințelor.
- Nu se acordă punctaje intermediare la subiectele de tip grilă.
- Durata probei este de 4 ore.

Subiectul I (10 puncte)

1. Principala sursă a energiei emise de Soare este:
 - A. dezintegrarea substanțelor radioactive,
 - B. arderea sau combustia chimică,
 - C. contracția gravitațională,
 - D. reacțiile de fuziune nucleară de transformare a hidrogenului în heliu.
2. Legea lui Hubble este prima încercare de a explica:
 - A. Universul staționar
 - B. Materia întunecată
 - C. Expansiunea Universului
 - D. Paradoxul informației pentru găurile negre
3. Văzute de pe Pământ, stelele sclipesc, pe când în cazul planetelor nu se observă acest lucru deoarece:
 - A. lumina venită de la stele este absorbită de praful interstelar.
 - B. stelele au lumină proprie, pe când planetele nu au.
 - C. dimensiunea unghiulară aparentă a stelelor este mult mai mică decât a planetelor.
 - D. stelele sunt mult mai fierbinți decât planetele.
4. În cât timp ajunge lumina unui LASER de la Pământ la Jupiter, când Pământul se află în opoziție față de Jupiter, dacă distanța Soare-Jupiter este $a=5,204ua$, viteza luminii este $c=2,997 \cdot 10^8 m/s$ și $1ua=1,496 \cdot 10^{11}m$. Se neglijează raza Pământului și a lui Jupiter.

- A. 32,76min;
 B. 34,97min;
 C. 36,85min;
 D. 38,28min
5. Cum putem decide dacă un sistem binar ce emite lumina în lungimea de undă λ poate fi văzut ca două entități separate (în sensul Rayleigh) de către un telescop de diametru D ?
- A. Distanța dintre aștri trebuie să fie egală cu $\frac{D}{\lambda}$
 B. Diametrul unghiular al sistemului trebuie să fie mai mare decât $1,22 \cdot \frac{\lambda}{D}$
 C. Diametrul D trebuie să fie multiplu de lungimea de undă λ
 D. Aștrii să poată fi distinși și cu ochiul liber.
6. Prima viteză cosmică la suprafața unei planete este v . Cunoscând densitatea planetei ρ și constanta gravitațională G , raza R a planetei ar fi:
- A. $R = \frac{v}{\sqrt{3}\sqrt{G\pi\rho}}$
 B. $R = \frac{v\sqrt{3}}{4\sqrt{G\pi\rho}}$
 C. $R = \frac{v\sqrt{3}}{2\sqrt{G\pi\rho}}$
 D. $R = \frac{3v\sqrt{3}}{2\sqrt{G\pi\rho}}$
7. Care dintre următoarele afirmații despre nutație NU este adevărată?
- A. astronomul Bradley a observat că polul Nord ceresc descrie în jurul poziției sale medii o elipsă foarte mică față de polul Nord ecliptic cu perioada de 18,6 ani;
 B. axa mare a elipsei de nutație are deschiderea unghiulară de 18,42 secunde de-a lungul meridianul ecliptic, iar axa mică deschiderea unghiulară de 13,72 secunde de-a lungul paralelului ecliptic;
 C. nutația este un efect de perturbație produse de Lună asupra deformării ecuatoriale a Pământului;
 D. pozițiile de observare ale aștrilor nu sunt afectate de nutație.
8. Care este scala pixelului pentru un sistem optic format dintr-un telescop cu distanța focală de 1,2m, diametrul oglinzii de 200cm și un CCD de dimensiunile 1276 x 5969, unde latura pixelilor pătrați are dimensiunea de $3,27\mu m$?
- A. 0,56''
 B. 2,3'
 C. 0,004''
 D. 2,4''
9. Care este câmpul vizual total printr-un telescop cu distanța focală de 1,2m și diametrul oglinzii de 200cm, când se folosește un ocular cu distanța focală de 24cm și câmpul vizual de 36° ?
- A. 5°

- B. $7,2^\circ$
- C. $10,4^\circ$
- D. 18°

10. Resturile unei supernove sunt în expansiune cu viteza $v = 1000 \text{ km/s}$, pornind din centrul stelei colapsate în toate direcțiile. Distanța față de aceste resturi este $d = 10000$ parseci. Calculați diametrul unghiular al acestei supernove peste un an.

- A. $0,04''$
- B. $0,56''$
- C. $9,3''$
- D. $15,8''$

Subiectul II (15 puncte)

II.1. Pe arhipelagul Toscan (8 puncte)

Una dintre cele mai cunoscute dovezi în favoarea sfericității Pământului este observarea unei nave care se îndepărtează de coastă: corpul navei dispare în timp ce catargul este încă vizibil, chiar dacă distanța ar fi de așa natură încât să vă permită să vedeți în continuare întreaga navă. Fenomenul este observat de către un locuitor al insulei Pianosa de pe arhipelagului Toscan, care privește o navă la orizont. Acesta estimează că după ce nava a dispărut, catargul a mai putut fi văzut aproximativ 45 de minute.



- a. (2 puncte) De ce dispare doar corpul navei, iar catargul rămâne încă vizibil?
- b. (3 puncte) Considerând lungimea catargului de $L = 50 \text{ m}$ și raza Pământului $R = 6400 \text{ km}$, estimați viteza cu care nava se îndepărtează de insula Pianosa.



De pe insula Elba a arhipelagului Toscan se poate vedea lumina farului insulei Pianosa, la $d = 28 \text{ km}$ depărtare. Observatorii aflați pe malul plajii Madonna delle Grazie au remarcat că doar persoanele mai înalte, cu înălțimea $h > X = 1.8 \text{ m}$, mai pot vedea lumina farului, care se află la $h = 42 \text{ m}$ altitudine față de nivelul mării.

- c. (3 puncte) Estimați raza Pământului.

II.2. Eclipse în sistem binar de stele (7 puncte)

Se consideră un sistem binar de stele, dintre care una este albă iar cealaltă albastră. Steaua albă este cu $0,8^m$ mai strălucitoare decât steaua albastră, iar raza sa este de 2,8 ori mai mare. Determinați:

- a) **(3,5 puncte)** Cu cât scade magnitudinea aparentă a sistemului în timpul eclipsei principale.
- b) **(3,5 puncte)** Cu cât scade magnitudinea aparentă a sistemului în timpul eclipsei secundare.

Observație: Considerați că eclipsele sunt centrale.

Subiectul III (25 puncte)

III.1. Răsăritul și apusul Soarelui la Suceava (8 puncte)

Un observator aflat la Suceava (latitudinea este $\varphi = 47^{\circ}38'$, longitudinea este $\lambda = 26^{\circ}15' E$) observă Soarele la orizont. În ziua observației, ascensia dreaptă a Soarelui era $\alpha = 23^h$, iar ecuația timpului avea valoarea $\eta = 10^m$. Momentul răsăritului/apusului se consideră atunci când centrul discului solar intersectează linia orizontului. Se va ține cont de refracția atmosferică la orizont, de $35'$.

- a) **(3 puncte)** Calculați declinația Soarelui și estimați data la care are loc observația.
- b) **(3 puncte)** Determinați unghiurile orare și azimutele de răsărit, respectiv apus ale Soarelui.
- c) **(2 puncte)** Să se calculeze ora la care răsare, respectiv, apune Soarele.

III.2. Astronauți pe Marte (8 puncte)

Un grup de astronauți ajunși pe planeta Marte își propun să lanseze dispozitive și aparate în vederea realizării unor observații și măsurători:

A. **(2 puncte)** Se lansează un proiectil sub un anumit unghi de înclinare față de orizontală, pe direcția Ecuatorului, neglijând frecarea cu aerul și eventualele forme de relief. Proiectilul descrie o semielipsă cu semiaxa mare egală cu raza planetei Marte. Să se determine: a) unghiul de înclinare ϕ sub care a fost lansat, dacă s-a ridicat la o înălțime egală cu y_{max} ; b) care a fost energia totală a sistemului proiectil-planetă, dacă proiectilul cu masa de $100kg$, a fost lansat cu prima viteză cosmică corespunzătoare planetei Marte ? c) care este distanța dintre punctele de lansare și de cădere a proiectilului față de suprafața planetei; d) excentricitatea elipsei;

Se cunosc: Constanta atracției universale $K = 6,67 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2$, masa $M_M = 6,421 \cdot 10^{23} kg$ și raza $R_M = 3393 km$ planetei Marte.

B. **(3 puncte)** Neglijând influența gravitațională a celorlalte corpuri cerești se lansează un satelit de la o înălțime minimă egală cu un sfert din semiaxa mare a traiectoriei sale. Planeta Marte se va afla într-unul din focarele elipsei descrise de satelit. Se știe că în jumătatea elipsei în a cărei focar se află planeta Marte, durata parcursului satelitului este de $0,5 ani$ siderali terestri. Să se determine: a) perioada mișcării de revoluție a satelitului în jurul planetei Marte; b) mărimea semiaxe mari a elipsei; c) semiaxa mică și viteza satelitului într-un vârf minor ale elipsei.

Se cunosc: Perioada de rotație a satelitului Deimos este $30h$ iar raza orbitei sale este de $23500 Km$.

C. (3 puncte) Un satelit artificial este lansat pe o orbită circulară în direcția Ecuatorului planetei Marte, la o înălțime h egală cu de 4 ori raza planetei R_M . Să se determine: a) Perioada de rotație a satelitului. b) Distanța de la un observator aflat pe ecuatorul planetei la satelit în momentul când satelitul răsare. c) Timpul măsurat de observator, dintre răsăritul și apusul satelitului.

Se cunosc: $R_M=3393 \text{ km}$; $K=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$; $T_M=24,623 \text{ h}$; $M_M=6,421 \cdot 10^{23} \text{ kg}$

III.3. Analema Soarelui (9 puncte)

Dacă un observator marchează pe o diagrama, poziția Soarelui în fiecare zi, pe parcursul unui an, la aceeași oră (neglijând ora de vară), din aceeași locație de pe pământ, acesta va obține o figură interesantă sub forma aproximativă a cifrei opt.

Această problemă are ca scop înțelegerea acestui fenomen.

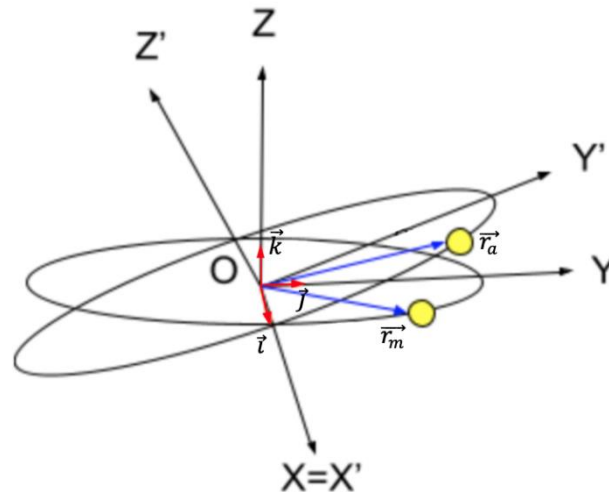
1) (3 puncte) Pentru acest lucru avem nevoie de o anumită modelare care simplifică ce se întâmplă cu adevărat, iar pentru a o realiza trebuie ca anumite concepte să fie înțelese.

Nota: Pentru punctaj total oferă și definițiile conceptelor în răspunsul tău.

- (1 punct) Care este diferența dintre conceptul de soare adevărat și soarele aparent? Dar dintre soarele adevărat și cel mediu?
- (1 punct) Care este diferența dintre conceptul de timp solar și timp solar mediu? Exprimă diferența acestora în funcție de η – ecuația timpului.
- (1 punct) Care este diferența dintre ziua siderală și ziua solară adevărată? Dar dintre ziua solară adevărată și cea solară medie?

Datorită faptului că excentricitatea orbitei Pământului este aproximativ $e = 0.017$, de acum, în modelul nostru vom considera că $e = 0$, considerând deci că pământul va avea o mișcare uniformă pe orbita sa circulară în jurul Soarelui.

- 2) (6 puncte) Definim două sisteme carteziene de axe $OXYZ$ și $OX'Y'Z'$, ale căror origine O este Pământul. Vom spune ca planul XOY este cel în care se află soarele mediu, iar $X'O'Y'$ cel în care se află soarele adevărat.



- a) (1 punct) Presupunând că traiectoria rezultantă a fiecărui soare, în planul său, pe parcursul unui an, este un cerc în jurul lui O , găsește raza acestuia.
- b) (1 punct) Vom presupune că alegem sistemul de axe astfel încât $1 UA = 1 unit$ și că axa comună a celor două sisteme este $(OX) = (OX')$. Ce reprezintă această axă? Ce reprezintă ε (unghiul dintre XOY și $X'OY'$)?
- c) (1 punct) Folosind acest model, obține o formulă pentru declinația soarelui adevărat δ_A și cea a soarelui mediu δ_M , la timpul t după ce au trecut prin nodul ascendent. (Se cunoaște ω_0 - viteza unghiulară a soarelui adevărat și ε - unghiul dintre XOY și $X'OY'$).
- d) (1 punct) Scrie formula lui \vec{r}_m vectorul ce urmărește poziția soarelui mediu și $\vec{r}_{a_{xy}}$ vectorul ce urmărește proiecția poziției soarelui adevărat în planul XOY în funcție de versorii sistemului $OXYZ$ ($\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$), timpul t , ε (unghiul dintre XOY și $X'OY'$) și ω_0 viteza unghiulară a soarelui adevărat.
- e) (1 punct) Obține expresia unghiului α dintre \vec{r}_m și $\vec{r}_{a_{xy}}$.
- f) (1 punct) Pentru a obține o diagramă a analemei, ceea ce căutam de fapt este o funcție a unghiului α în funcție de δ_A . Pentru a termina problema, găsește funcția $\alpha(\delta_A)$.