



OLIMPIADA REPUBLICANĂ DE ASTRONOMIE ȘI ASTROFIZICĂ, EDIȚIA I
CHIȘINĂU, 22 februarie 2025
BAREME Proba Teoretică
Categoria Seniori

Subiectul I. (100 puncte)

1. La ce înălțime va vedea Soarele la amiaza zilei locului, un observator aflat la latitudinea de 47° , la solstițiul de vară?
A) 0° ; B) 47° ; C) $56,5^\circ$; D) $66,5^\circ$
2. Planeta Venus apare ca "Luceafăr de seară" atunci când este în elongație :
A) estică; B) sudică; C) vestică; D) nordică.
3. Se cunosc: masa Lunii $m_L = 7,43 \cdot 10^{22} \text{ kg}$, masa Pământului $m_P = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, masa Soarelui $m_S = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, constanta atracției gravitaționale $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, distanța Soare-Pământ $d_{SP} = 15 \cdot 10^7 \text{ km}$, distanța Pământ –Lună $d_{PL} = 384400 \text{ km}$.
Forța de atracție gravitațională ce acționează asupra Lunii atunci când aceasta este în opoziție (Lună Plină) este aproximativ egal cu:
A) $61,37 \cdot 10^{25} \text{ N}$; B) $100,9 \cdot 10^{26} \text{ N}$; C) $200,7 \cdot 10^{27} \text{ N}$; D) $300,9 \cdot 10^{28} \text{ N}$
4. Gruparea în care toate planetele, sunt în stare gazoasă este:
A) Venus, Jupiter și Neptun; B) Jupiter, Uranus și Neptun;
C) Mercur, Venus și Pământ; D) Mercur, Uranus și Pluto.
5. Fenomenul de trecere a unei planete interioare peste discul solar, poartă denumirea de:
A) Librație; B) Ocultație; C) Scintilație; D) Tranzit.
6. O lunetă astronomică este alcătuită dintr-o lentilă obiectiv cu distanța focală $f_{ob} = 900 \text{ mm}$ și o lentilă ocular cu distanța focală $f_{oc} = - 20 \text{ mm}$.
Distanța dintre cele două lentile este:

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

A) 920 mm; B) 900mm;. C) 880 mm; D) 860 mm.

7. Se cunosc magnitudinile aparente pentru următoarele stele: Aldebaran(α Tau) $m=0,85$, Capella(α Aur) $m=0,05$, Betelgeuse(α Ori) $m=0,43$, și Castor(α Gem) $m= 1,90$. A doua stea, dintre stele mai sus enumerate, care devine vizibilă după apusul Soarelui este:

A) Aldebaran , B) Castor , C) Betelgeuse , D) Capella.
B)

8. Un observator determină pentru steaua observată magnitudinea aparentă $m_1 = -1$. Un alt observator determină din locul lui de observare, pentru aceeași stea, magnitudinea aparentă $m_2 = 4$. Raportul dintre distanța la care se află primul observator față de stea și distanța la care se află cel de-al doilea este:

A) 2 ; B) 1,5; C) 0,1; D) 0,05

9. Pentru a măsura distanța Pământ –Lună s-a trimis de pe Pământ pe Lună o rază LASER , pentru care s-a măsurat intervalul de timp dintre momentul emisiei fascicului LASER și până în momentul întoarcerii acesteia în locul de emisie de pe Pământ. Se cunosc: distanța Pământ –Lună $d_{PL} = 384400$ km, viteza luminii în vid $c = 300000$ km/s. Durata acestui interval de timp este:

A) 1,28 s ; B) 2,56 s ; C) 1,56 min ; D) 3,56 min

10. Paralaxa anuală a unei stele este $p = 0,08''$ (arcsec). Se cunoaște că $1\text{pc} = 3,2616$ al. Distanța până la stea în ani-lumină(a.l.) este:

A) 20,35 a.l. ; B) 30, 35 a.l. ; C) 40,77 a.l. ; D) 407,7 a.l.

Subiectul I (100 puncte)-BAREM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10p	10p	10p	10p	10p	10p	10p	10p	10p	10p	100p
D	A	A	B	D	C	C	C	B	C	

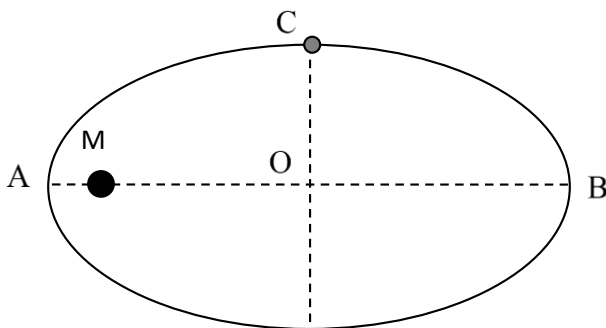
1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

Subiectul II. (100 puncte)

Se consideră o cometă care evoluează în jurul Soarelui pe o traiectorie eliptică, astfel încât distanțele maximă și minimă dintre cometă și Soare sunt: $r_{\max} = 41,25 \text{ UA}$; $r_{\min} = 0,75 \text{ UA}$. Se cunoaște faptul că Pământul evoluează în jurul Soarelui pe un cerc cu raza $r_{\text{ps}} = 1 \text{ UA}$, iar durata acestei evoluții este $T_p = 1 \text{ an}$ iar masa Soarelui $M_{\text{Soare}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

Să se determine:

- Semiaxa mare a elipsei;
- Excentricitatea elipsei;
- Demonstrați expresia vitezei cometei pe traiectorie $v(r)$ în funcție de distanța r dintre Soare și poziția cometei;
- Viteza cometei în punctele A, B și C;
- Perioada rotației cometei în jurul Soarelui; T_{cometa} ,
- Aria suprafeței măturată de raza vectoare a cometei în unitatea de timp ($\Omega =$ viteza areolară a cometei), exprimând-o în $(\text{UA})^2 / \text{an}$.



BAREM Subiectul II

II. (100 puncte)	
a) (10 puncte) Semiaxa mare a elipsei se calculează cu următoarea expresie: $a_{\text{cometa}} = \frac{r_{\max} + r_{\min}}{2}$ $a_{\text{cometa}} = 21 \text{ UA}$	8p 2p
b) (10 puncte) $r_{\max} = a(1 + e) = 41,25 \text{ UA}$ $e = \frac{r_{\max}}{a} - 1$ $e = \frac{41,25 \text{ UA}}{21 \text{ UA}} - 1 \cong 1,96 - 1 = 0,96$	6p 2p 2p

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

c) (20puncte) Din legea conservării energiei mecanice $E = -\frac{KMm}{2a} = E_c - E_p$	10p
$-\frac{KMm}{2a} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{KMm}{r^2}$ Expresia vitezei pe traiectorie	5p
$v(r) = \sqrt{KM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}$	5p
d) (20 puncte) $v(r_{\min}) = v_{\text{periheliu}} = \sqrt{KM \left(\frac{2}{a(1-e)} - \frac{1}{a} \right)}$	
$v(r_{\min}) = v_{\text{periheliu}} = \sqrt{\frac{KM}{a} \left(\frac{1+e}{1-e} \right)}$	5p
$v(r_{\min}) = v_{\text{periheliu}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{21 \cdot 1,496 \cdot 10^{11}} \left(\frac{1+0,96}{1-0,96} \right)}$	
$v(r_{\min}) = v_{\text{periheliu}} \cong 45,61 \text{ km/s}$	2p
$v(r_{\max}) = v_{\text{afeliu}} = \sqrt{\frac{KM}{a} \left(\frac{1-e}{1+e} \right)}$	5p
$v(r_{\max}) = v_{\text{afeliu}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{21 \cdot 1,496 \cdot 10^{11}} \left(\frac{1-0,96}{1+0,96} \right)}$	
$v(r_{\max}) = v_{\text{afeliu}} \cong 0,93 \text{ km/s}$	2p
Viteza în punctul C este viteza cometei pentru $r = a$	
$v(a) = v_C = \sqrt{\frac{KM}{a}}$	5p
$v(a) = v_C \cong 6,52 \text{ km/s}$	1p
e) (20puncte) În acord cu legea a treia a lui Kepler, rezultă:	
$T^2 = ka^3,$	
unde; T – perioada rotației; a – semiaxa mare a elipsei; k – constantă.	5p
$T_p^2 = kr_p^3;$	
$T_{\text{cometa}}^2 = ka_{\text{cometa}}^3;$	
$\frac{T_{\text{cometa}}^2}{T_p^2} = \frac{a_{\text{cometa}}^3}{r_p^3};$	5p
$T_{\text{cometa}} = T_p \sqrt{\frac{a_{\text{cometa}}^3}{r_p^3}};$	

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

$T_{\text{cometa}} = 1 \text{ an} \sqrt{\left(\frac{21 \text{ UA}}{1 \text{ UA}}\right)^3} = \sqrt{21^3} \cong 96,23 \text{ ani}$	5p
f) (20puncte) În acord cu legea a doua a lui Kepler, rezultă: $\vec{\Omega} = \frac{d\vec{A}}{dt} = \frac{1}{2}(\vec{r} \times \vec{v}) = \text{constant},$ unde: $\vec{r}$ - vectorul de poziție al cometei în raport cu Soarele; $\vec{v}$ - vectorul viteză instantanee al cometei în raport cu Soarele;	5p
$\Delta t = T_{\text{cometă}}; \Delta A = S_{\text{elipsa}} = \pi ab,$ reprezentând aria suprafeței întregii elipse, măturată de raza vectoare a cometei pe durata unui an, unde a și respectiv b sunt semiaxele elipsei.	5p
Semiaxa mică a elipsei este $b = a\sqrt{1-e^2} \cong 5,88 \text{ UA};$ $\Omega = \frac{\pi ab}{T_c} = \frac{3,14 \cdot 21 \text{ UA} \cdot 5,88 \text{ UA}}{96,23 \text{ ani}} \cong 4,03 \frac{(\text{UA})^2}{\text{an}}.$	5p
	5p

Subiectul III. (100 puncte)

Într-un roi globular sunt 500.000 stele presupuse toate identice aflate în secvența principală stelară (diagrama Hertzsprung-Russell) și le considerăm pe toate de clasă A0 (temperatura la suprafața stelelor este $T=7200\text{K}$) cu magnitudinea absolută vizuală a unei stele este $M = -1$. Se cunoaște de asemenea că magnitudinea aparentă vizuală a roiului este $m = 6,2$ iar diametrul său unghiular văzut de un observator de pe Pământ este de $18'$. Magnitudinea absolută vizuală a Soarelui $M_S=4,76$, raza Soarelui este $R_S=696.342\text{km}$ iar temperatura la suprafața Soarelui este $T_S=5770\text{K}$

- Care este raza R_{Stea} a unei stele din acest roi eexprimată în raze solare R_S ?
- Care este magnitudinea absolută vizuală a roiului globular?
- La ce distanță exprimată în parseci și în ani lumină se află acest roi globular de observatorul de pe Pământ ?
- Care este volumul liber (considerat sferic) ocupat de o singură stea?
- Ce distanță medie este între stele?
- Estimați masa unei stele din roiul globular cunoscând faptul că luminozitatea unei stele din secvența principală în funcție de masa ei respectă relația $L \sim M_{\text{masa}}^{3,8}$, magnitudinea absolută vizuală a Soarelui $M_S = 4,76$.

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

BAREM Subiectul III

III. (100 puncte)	
a) (20 puncte) Știm că luminozitatea roiului $L_{roi} = 500.000 L_{stea}$ iar $\frac{L_{Stea}}{L_{Soare}} = 10^{0,4(M_S - M)},$ $\frac{L_{Stea}}{L_{Soare}} = 10^{0,4(4,76 - (-1))} = 10^{0,4 \cdot 5,76} = 10^{2,304} \cong 201,37,$ $\frac{L_{Stea}}{L_{Soare}} = \frac{4\pi R^2 \sigma T^4}{4\pi R_S^2 \sigma T_S^4},$ $\frac{R^2 T^4}{R_S^2 T_S^4} \cong 201,37, \quad \frac{R}{R_S} \cong \sqrt{201,37} \frac{T_S^2}{T^2} \cong 9,11,$ $R \cong 9,11 R_S,$	5p 5p 5p 5p
b) (20puncte) Deci $L_{roi} = 500.000 L_{stea} = 500.000 \cdot 201,37 L_{Soare} = 100.685.000 L_{Soare}$ $\frac{L_{Roi}}{L_{Soare}} = 10^{0,4(M_S - M_{Roi})} = 100.685.000,$ $M_{Roi} \cong -15,25$, mărimea absolută vizuală a roiului	5p 5p 5p 5p
c) (10puncte) Aplicăm legea lui Pogson se va obține formula: $M = m + 5 - 5 \lg d,$ $d \cong 195 \text{ Kpc}$	5p 5p
d) (20puncte) $tg D_{unghiular} = \frac{D}{d},$ $D = d \cdot tg D_{unghiular} \cong 1021,03 pc \cong 3.328,56 \text{ ani lumină}$ Volumul roiului globular $V = \frac{4\pi R_{Roi}^3}{3},$ $V = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot \left(\frac{1021,03}{2}\right)^3}{3} \cong 557.049.650 pc^3,$ Volumul liber (considerat sferic) ocupat de o singură stea este dat de formula: $V_1 = \frac{V}{500.000} \cong 1.114,10 pc^3,$	5p 3p 5p 2p 5p
e) (15puncte) Raza pentru volumul liber ocupat de o singură stea este: $\frac{4\pi R_1^3}{3} \cong 1.114,10 pc^3,$	6p

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;

$R_1 \approx 6,43 pc,$ Distanța medie între stele este: $d_1 = 2R_1 \cong 12,86 pc,$ f) (15puncte) Luminozitatea unei stele din secvența principală în funcție de masa ei respectă relația $L \sim M_{masa}^{3,8}$, deci $L_{stea} = k \cdot M_{masastea}^{3,8}$, $L_{Soare} = k \cdot M_{masasoare}^{3,8}$, $\frac{L_{Stea}}{L_{Soare}} = \left(\frac{M_{masastea}^{3,8}}{M_{masasoare}^{3,8}} \right)$ $201,37 = \left(\frac{M_{masastea}^{3,8}}{M_{masasoare}^{3,8}} \right)$ $M_{masa\ stea} \cong 4,04 M_{masa\ Soare}$	6p 8p 5p 5p 3p 2p
--	--

1. Timpul de lucru este de 3 ore;
2. Toate subiectele sunt obligatorii;