



Subiectul I - Probleme scurte J+S – 10 puncte

Alege răspunsul corect:

1. 2 puncte

A. (1 punct) Azimutul astronomic corespunzător punctului cardinal Sud este:
a) 0^0 b) 270^0 c) 90^0 d) 45^0

B. (1 punct) Se numește “perioadă a revoluției anomalistice” a Lunii intervalul de timp între două treceri consecutive ale Lunii la același nod al orbitei sale și este egală cu:

a) 29,53 zile medii; b) 27,32 zile medii; c) 27,55 zile medii; d) 27,21 zile medii.

2. 2 puncte

A. (1 punct) Considerând că ai masa 65 kg, valoarea maximă a forței gravitaționale exercitate de planeta Jupiter asupra ta este:

a) $6,5 \times 10^{-7} N$ b) $2,1 \times 10^{-11} N$ c) $6,5 \times 10^{-4} N$ d) $2,1 \times 10^{-5} N$

B. (1 punct) O eclipsă totală de Soare are loc dacă :

- a) Luna este în faza de Lună Plină și este pe linia nodurilor;
- b) Luna este în faza de Lună Nouă și este pe linia nodurilor;
- c) Luna este la Ultimul Pătrar și se află pe linia nodurilor;
- d) Luna este la Primul Pătrar și se află pe linia nodurilor.

3. 2 puncte

A. (1 punct) De ce nu pot fi observate eclipse de Lună și/sau de Soare în fiecare lună:

- a) din cauza înclinării orbitei Lunii față de orbita Pământului în jurul Soarelui;
- b) eclipsele se petrec în fiecare lună dar de fiecare dată în altă localitate;
- c) majoritatea eclipselor se petrec în timpul zilei și deci nu pot fi văzute;
- d) variația distanței de la Soare la Pământ este atât de mare încât umbra Lunii nu ajunge pe Pământ decât din când în când.

B. (1 punct) În 2014 de pe teritoriul României vor fi vizibile:

- a. două eclipse parțiale de Lună;
- b. o eclipsă totală de Lună și o eclipsă parțială de Soare;
- c. o eclipsă de Lună prin penumbră și o eclipsă parțială de Lună;
- d. Nicio eclipsă.

4. 2 puncte

A. (1 punct) Paradoxul sateliților coorbitali constă în schimbarea simultană a orbitelor celor doi sateliți odată la aproximativ 4 ani. Care din perechile de sateliți prezintă acest paradox:

- a. Phobos și Deimos - sateliții planetei Marte;
- b. Leda și Thebe - sateliții planetei Jupiter;
- c. Ianus și Epimetheus - sateliții planetei Saturn;
- d. Galatea și Larissa - sateliții planetei Neptun.

-
- 1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe câte o foaie separată care se secretizează.
 - 2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele acestuia.
 - 3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
 - 4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 - 5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

B. (1 punct) Stelele care formează „triunghiul de vară” sunt:

- a. Vega, Arcturus, Capella;
- b. Sirius, Betelgeuse, Procyon;
- c. Antares, Altair, Spica;
- d. Vega, Altair, Deneb.

5. 2 puncte

A. (1 punct) Pe data de 23 martie 2014 planeta Venus se află la elongația vestică maximă 46,50, se va vedea și ziua având magnitudinea aparentă:

- a. 0; b) -4,7; c) -12; d) 10,3.

B. (1 punct) J + S Un sistem spectaculos de stele duble prin faptul că este o „dublă de duble”, toate componentele având magnitudinile aparente relativ apropiate, este:

- a) Mizar și Alcor;
- b) Epsilon Lyrae;
- c) Alpha Ursae Minoris;
- d) Sigma Orionis.

Subiectul II Problema lungă – (10 puncte)

Juniori

A. Orbita unei comete are excentricitatea $e = 0,995$ și distanța la afeliu $r_{afeliu} = 5 \cdot 10^4$ UA. Se cunosc valorile pentru constanta atracției gravitaționale, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ și pentru masa Soarelui, $M_\odot = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Să se determine:

- a) distanța față de Soare, când cometa este la periheliu;
- b) perioada orbitală a cometei.
- c) Să se justifice dacă această cometă poate evada sau nu din sistemul solar când ea se află la afeliul orbitei sale.

B. Se cunosc razele aparente ale Lunii ($15'30''$) și respectiv a Soarelui ($16'18''$) și se cunosc perioadele siderale de revoluție ale Pământului (365,25 zile) și respectiv a Lunii (27,32 zile).

Să se determine:

- a) durata fazei de totalitate a unei eclipse de Soare;
- b) durata acestei eclipse.

C. Două stele au magnitudinile aparente în vizibil (V) 4,00 și 5,00 și formează un sistem binar.

Să se determine magnitudinea aparentă a sistemului binar.

Seniori

A. Steaua Merak, având paralaxa $\pi = 0,04107''$ și magnitudinea aparentă $m = 2,31$, avea în anul 2000 coordonatele măsurate prin observații $\alpha = 11^{\text{h}} 01^{\text{m}} 50.5^{\text{s}}$ și $\delta = +56^\circ 22' 57''$, iar în 2008 avea coordonatele $\alpha = 11^{\text{h}} 01^{\text{m}} 50,543552^{\text{s}}$ și $\delta = +56^\circ 22' 56,73''$. Linia H_α observată în spectrul stelei are lungimea de undă $656,25375 \text{ nm}$. Valoarea lungimii de undă măsurată în laborator pentru aceeași linie spectrală este $656,28 \text{ nm}$. Să se determine:

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe câte o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele acestuia.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

- a) mișcarea proprie a stelei, viteza radială și cea transversală;
- b) intervalul de timp după care va fi steaua la distanța minimă și valoarea acestei distanțe;
- c) magnitudinea aparentă pe care o va avea steaua la momentul respectiv.

B. Durata anului sideral T , distanța Pământ-Soare d și unghiul sub care se vede de pe Pământ discul solar este α (diametrul unghiular al Soarelui). *Să se determine*, în funcție de aceste mărimi:

- a) densitatea materiei solare;
- b) accelerația gravitațională de cădere liberă la suprafața Soarelui.

C. Într-un moment viitor, când hidrogenul Soarelui se va fi terminat, el va crește în dimensiuni atingând o rază de 175 ori mai mare, dar și o luminozitate de 2900 de ori mai mare. În același timp, prin scăderea gravitației la suprafața sa, va începe să piardă pe rând straturile externe și masa lui se va diminua treptat. Prin urmare Pământul se va găsi proiectat la 1,7 UA. Se consideră că datorită desfășurării lente a situației orbita Pământului își păstrează excentricitatea. *Să se determine*:

- a) temperatura la suprafața Soarelui în acel moment, considerând temperatura la suprafața Soarelui actual $t = 5500^{\circ}\text{C}$;
- b) noua perioadă siderală a Pământului.

Subiectul III Analiza de date (10 puncte)

Harta stelară din figura 1 reprezintă cerul din Suceava ($47^{\circ} 38' \text{ N}$, $26^{\circ} 15' \text{ E}$, la ora 22:00 în data de 14 martie 2014). Dacă nu ai mai folosit o astfel de hartă, imaginează-ți că stai lungit pe spate cu picioarele către sud și privești către zenit, harta ținând-o în dreptul cerului. Deci estul este în partea stângă și vestul în partea dreaptă. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Identifică pe hartă și notează:
 - cu **P**- steaua polară, cu **L** - Luna, cu **J**- Jupiter și cu **S** -Saturn
 - Marchează zona de circumpolaritate –justifică modul în care ai identificat această zonă;
 - Identifică cel puțin două constelații din această regiune; scrie numele galaxiilor pe hartă și desenează constelația pe hartă;
2. Trasează pe hartă:
 - ecuatorul galactic;
 - ecliptica;
3. În care constelație „se va afla” punctul zenital la ora 24:00?

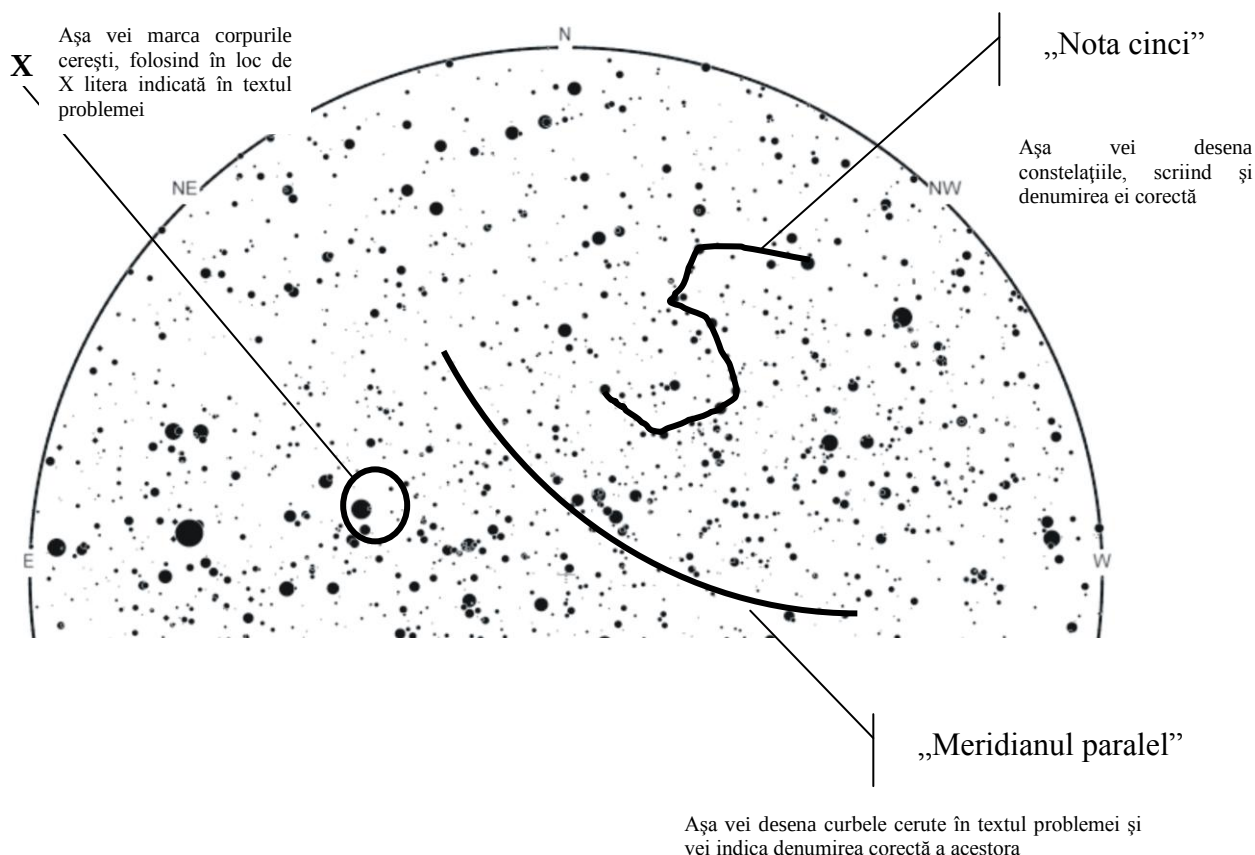
-
1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe câte o foaie separată care se secretizează.
 2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele acestuia.
 3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
 4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
 5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Model de completare pe hartă:

Pentru a ușura evaluarea subiectului de analiză a datelor astronomice te rugăm să respecti indicațiile de mai jos pentru marcarea pe harta cerului a corpurilor cerești și respectiv a curbelor. Denumirile din harta de mai jos sunt fictive.

Marcajele pe hartă le vei cu pix cu pastă albastră sau stilou cu cerneală albastră – NU CU CREIONUL.



CONSTANTE

$a_J = 5,2UA$ semiaxa mare a orbitei lui Jupiter

$a_{\oplus} = 1UA$ semiaxa mare a orbitei Pământului

$M_J = 1,9 \cdot 10^{27} kg$ masa planetei Jupiter

$1UA = 149,6 \cdot 10^6 km$

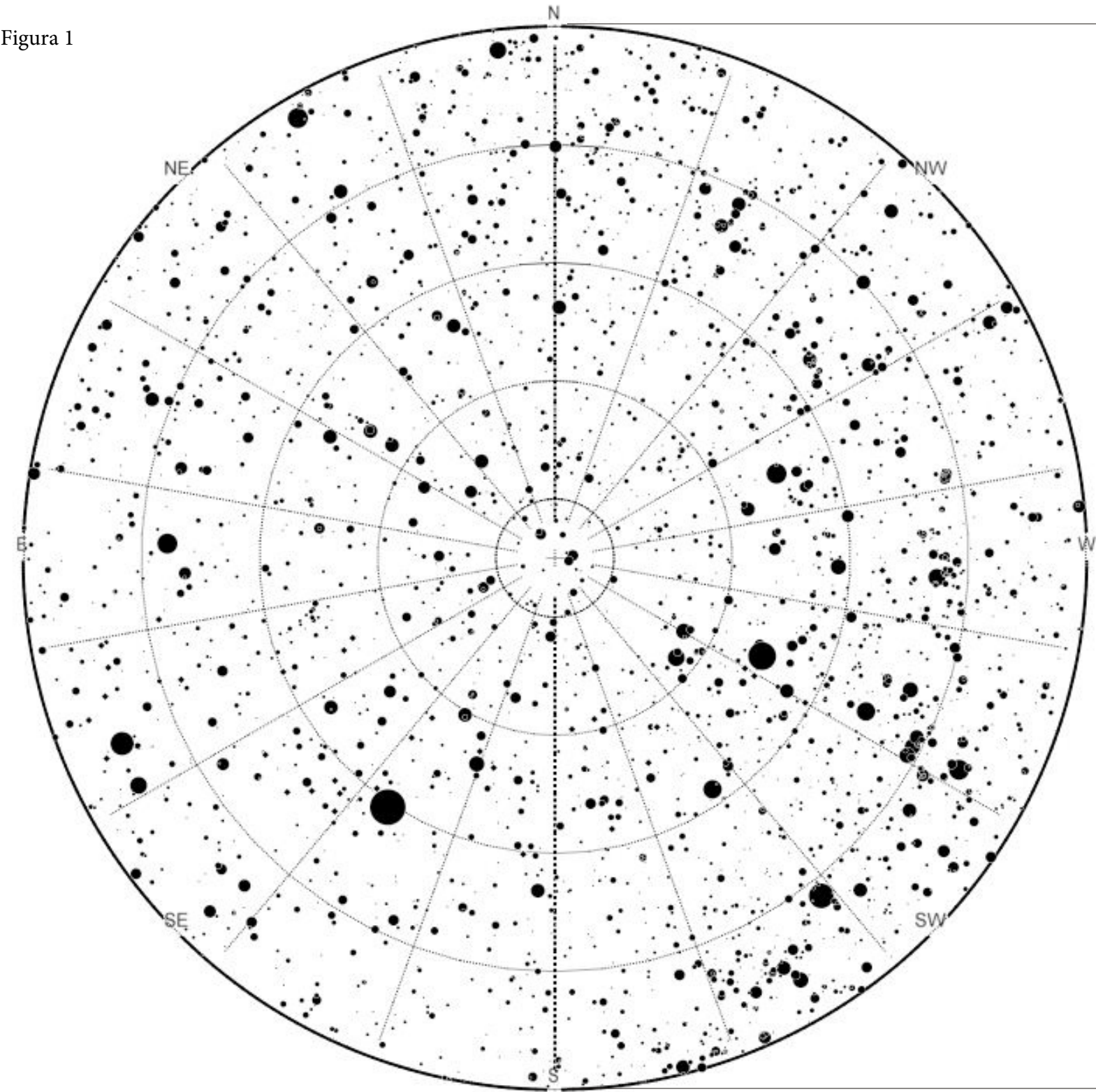
$k = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ constanta atracției gravitaționale

$T_{\oplus} = 365,25 zile$ perioada siderală a Pământului

$1pc = 206265UA = 3,26 a.l.$

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe câte o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele acestuia.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Figura 1





Subiect	Parțial	Punctaj
Subiect I - Probleme scurte JUNIORI + SENIORI		10p
1. A. a B. c 2. A. d B. b 3. A. a B. d 4. A. c B. d 5. A. b B. b	2 puncte 1 punct 1punct 2 puncte 1 punct 1punct 2 puncte 1 punct 1punct 2 puncte 1 punct 1punct 2 puncte 1 punct 1punct	10
Subiect II – Probleme lungi		
JUNIORI		10p
A. a) $r_{\text{periheliu}} = a(1-e)$ și $r_{\text{afeliu}} = a(1+e)$ $\frac{r_{\text{periheliu}}}{r_{\text{afeliu}}} = \frac{1-e}{1+e} = 0,0025 \Rightarrow r_{\text{periheliu}} = 125,3 \text{ UA}$ b) $T^2 = a^3$ (T în ani și a în UA) $a = \frac{r_{\text{afeliu}}}{1+e} = 2,506 \cdot 10^4 \text{ UA}$ $T = \sqrt{(2,506 \cdot 10^4)^3} = \sqrt{15,737 \cdot 10^{12}} = 3,967 \cdot 10^6 \text{ ani}$ c) Pentru a ști dacă evadarea cometei este posibilă, sau nu este posibilă, atunci când ea se află la afeliu, vom compara viteza cometei la afeliu, v_{afeliu}, cu cea de evadare când se află la afeliu, v_{evadare} :	0,5p 0,5p 0,5p 0,25p 0,5p	

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

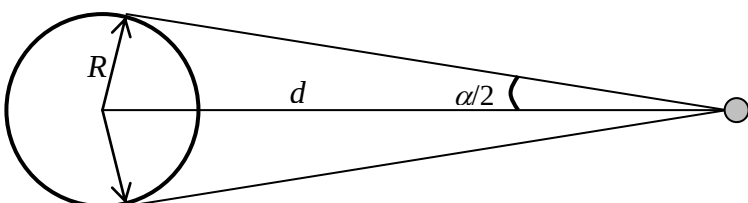
$v_{afeliu} = \sqrt{GM_{\odot} \left(\frac{2}{r_{afeliu}} - \frac{1}{a} \right)}$	0,75p	
$v_{afeliu} = 9,19 \frac{m}{s}$	0,25p	
$v_{ev} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{r_{afeliu}}}$	0,75p	
$v_{ev} = 187,91 \frac{m}{s}$	0,25p	
$v_{afeliu} < v_{evadare} \Rightarrow \text{cometa nu poate evada la afeliu.}$	0,5p	
B. a) $\omega = \omega_L - \omega_{\square} = \frac{2\pi}{T_L} - \frac{2\pi}{T_{\square}} = \frac{2\pi}{27,32} - \frac{2\pi}{365,25} = 12,19 \text{ grade pe zi sau } 0,508 \text{ grade pe oră}$ (viteza de deplasare a Lunii peste discul solar dinspre vest spre est), unde $\omega_L, \omega_{\square}$ sunt vitezele unghiulare ale celor două corpuri în mișcarea lor în sens direct Durata fazei de totalitate a eclipsei durează cât timp discul lunar se deplasează de la tangenta interioară vestică la cea estică a discului solar pe o distanță unghiulară egală cu diferența diametrelor unghiulare ale celor 2 corpuri adică $1,6'$. $\Delta t_2 = \frac{2R_{\square} - 2R_L}{\omega}$ $\Delta t_2 = 3^m 9^s$	1p	
b) Durata totală a unei eclipse este timpul în care discul lunar se deplasează pe o distanță unghiulară egală cu suma diametrelor unghiulare ale celor 2 corpuri adică $1,06^{\circ}$.	0,75p	
	0,25p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



$\Delta t_1 = \frac{2R_L + 2R_\square}{\omega}$	0,75p	
$\Delta t_1 = 2^h 5^m 11,8^s$	0,25p	
C.		
a) $\lg \frac{E_1}{E_2} = 0,4(m_{V_2} - m_{V_1})$	0,5p	
$\frac{E_1}{E_2} = 2,512 \Rightarrow E_1 = 2,512E_2$	0,25p	
$E_{sistem} = E_1 + E_2 = 3,512E_2$	0,75p	
$\lg \frac{E_2}{E_{sistem}} = 0,4(m_{Vsistem} - m_{V_2})$	0,5p	
$m_{Vsistem} = 3,64$	0,25p	
TOTAL SUBIECTUL II - JUNIORI		10p
SENIORI		
A.		
Diferența valorilor coordonatelor la cele două momente de timp:		
$\Delta\alpha=0,043552^s \Rightarrow \mu_\alpha=0,005444^s/\text{an}$	0,5p	
$\Delta\delta=-0,27'' \Rightarrow \mu_\delta=-0,03375''/\text{an}$	0,5p	
$\mu = \sqrt{\mu_\delta^2 + (15\mu_\alpha \cos \delta)^2}$ unde δ este media celor 2 valori $\Rightarrow$	1p	
$\mu=0,056434''/\text{an}$.		
$v_t=4,74*\mu/\pi=6,5\text{km/s}$	0,5p	
$v_r=(\Delta\lambda/\lambda_0)*c=-12\text{km/s}$	0,5p	
Viteza stelei: $v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2} = 13,65\text{km/s}$	0,25p	
b) $\text{tg} \theta = \frac{v_t}{v_r} = 0,54 \Rightarrow \theta=28^\circ,443$, θ =unghiul pe care îl face cu raza vizuală	0,5p	
Distanța la care se afla acum este $d=1/\pi=24,3 \text{ pc}$	0,25p	
$D=d*\cos\theta=21,4 \text{ pc}$, D= distanța parcursă de stea până va ajunge cel mai	0,5p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

aproape $d' = d \cdot \sin \theta = 11,6 \text{ pc}$, d' = distanța minimă la care se va afla steaua $\Delta t = l/v = 1.533.629 \text{ ani}$	0,5p 0,25p	
c) Magnitudinea pe care o va avea atunci se calculează astfel: $\frac{E}{E'} = \left(\frac{d'}{d} \right)^2 = 10^{-0,4(m-m')} \Rightarrow m' = m - 5 \cdot \lg(d/d') = 0,7$	0,5p	
B. a) R = raza discului solar; d = distanța medie Pământ–Soare.		
M = masa Soarelui; m = masa Pământului. $m\omega^2 d = k \frac{mM}{d^2}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow m \frac{4\pi^2}{T^2} = k \frac{mM}{d^3} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 d^3}{kT^2}$	0,5p	
$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3\pi d^3}{kT^2 R^3}$	0,25p	
		
$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R}{d} \Rightarrow R = d \sin \frac{\alpha}{2} \approx d \cdot \frac{\alpha}{2}$ (Pentru unghiuri mici, $\sin x \approx x$ [rad]).	0,5p	
$\rho = \frac{3\pi d^3}{kT^2 d^3 \cdot \left(\frac{\alpha}{2} \right)^3} \Rightarrow \rho = \frac{24\pi}{kT^2 \alpha^3}$	0,25p	
b) $m g_s = k \frac{m M}{R^2} \Rightarrow g_s = k \frac{M}{R^2} = \frac{4\pi^2 d^3}{T^2 R^2}$	0,5p	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



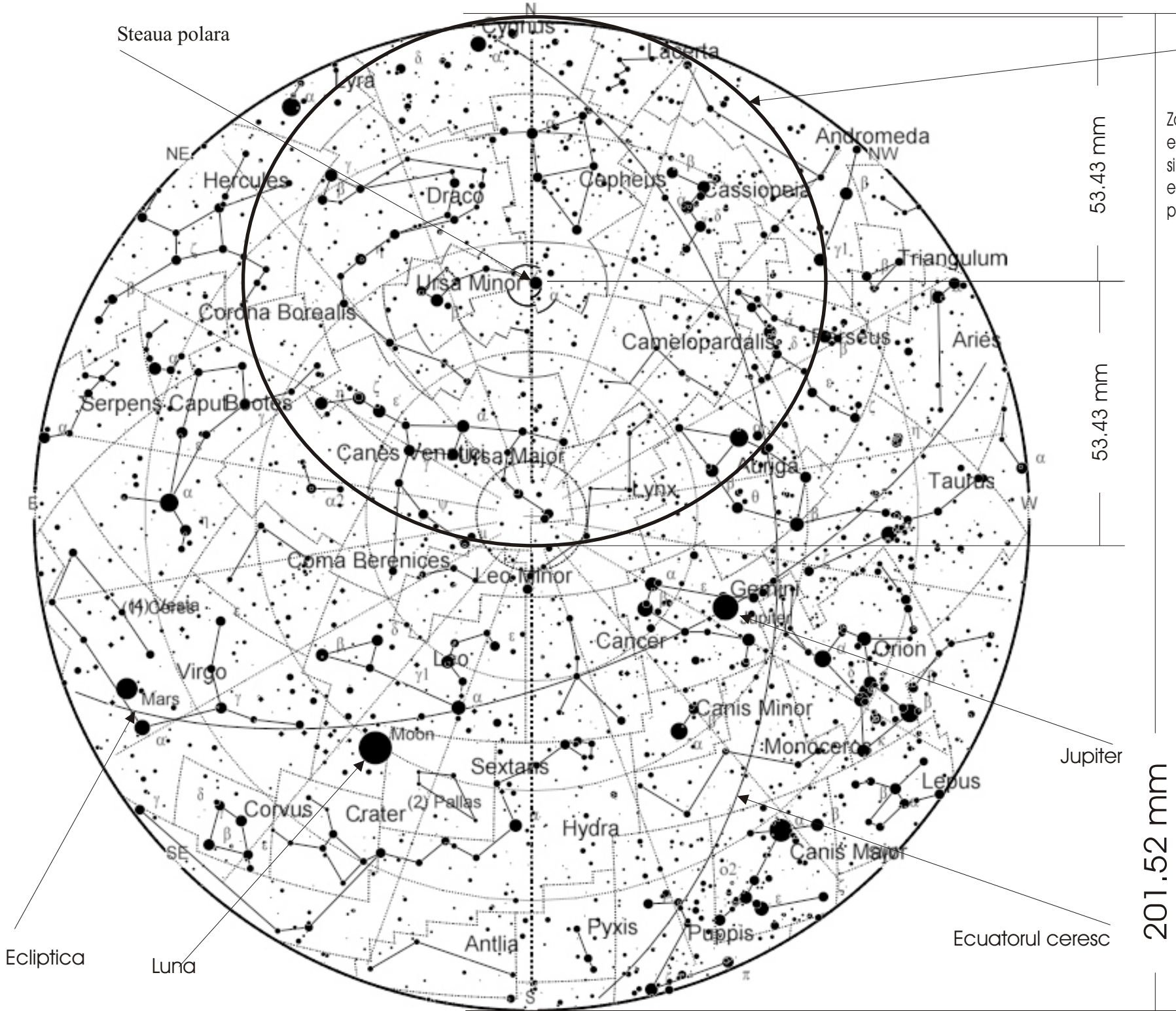
$g_s = \frac{4\pi^2 d^3}{T^2 d^2 \cdot \left(\frac{\alpha}{2}\right)^2} \Rightarrow g_s = \frac{16\pi^2 d}{T^2 \alpha^2}$	0,25p	
C. c) $\frac{L}{L_{\square}} = \left(\frac{R}{R_{\square}}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_{\square}}\right)^4 \Leftrightarrow 2900 = 175^2 \cdot \left(\frac{T}{T_{\square}}\right)^4$ $\Rightarrow T = 0,5547 \cdot T_{\square} = 3200K$	0,75p	
d) Momentul cinetic se conservă, deci viteza areolară este aceeași: $\frac{\pi ab}{T_1} = \frac{\pi a' b'}{T_1'}; b = a\sqrt{1-e^2}; b' = a'\sqrt{1-e^2}$	1p	
$\frac{\pi a^2}{T_1} = \frac{\pi a'^2}{T_1'} \Rightarrow T_1' = T_1 \cdot \left(\frac{a'}{a}\right)^2 = 2,89ani$ unde T_1, T_1' sunt valorile perioadei Soarelui înainte, respectiv după momentul descris în problemă.	0,25p	
TOTAL SUBIECTUL II SENIORI		10p
Subiectul III – Analiza de date JUNIORI +SENIORI		10p
1. Marcarea corectă a: Stelei Polare 1 Lunii 1 lui Jupiter 1 menționarea faptului că Saturn nu este vizibil 1 Zona de circumpolaritate este aproximativ un cerc centrat pe Steaua Polară și cu rază egală cu distanța de la aceasta la orizontul N		

- Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
- Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Pentru desenarea limitei de circumpolaritate 1		
Argumentarea trasării yonei de circumpolaritate 1		
Identificarea corectă a constelațiilor :		
Nominalizare a două sau mai multe constelații 2		
<i>Pentru fiecare din primele două constelații din sfera de circumpolaritate corect nominalizată și corect desenată se acordă câte 1 punct.</i>		
(2 x 1p= 2p)		
Observație:		
Dacă		
1. O constelație a fost marcată în zona de circumpolaritate, doar prin desen se acordă 0,5 p		
2. O constelație a fost marcată în zona de circumpolaritate, doar prin numele ei, se acordă 0,5 p		
3. O constelație a fost marcată corect fie prin desen, fie prin nume, dar constelația nu se află în zona de circumpolaritate nu se acordă punctaj.		
2.		
Trasarea corectă a ecuatorului galactic..... 0,5		
Trasarea corectă a eclipticii 0,5		
3. Punctul zenital se află în constelația Ursa major..... 1		
TOTAL SUBIECTUL III – ANALIZA DE DATE		10 p
TOTAL		30 p

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporțional cu conținutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



Steaua polara

Zona de circumpolaritate

53.43 mm

Zona de circumpolaritate este centrata pe steaua polara si are diametrul aproximativ egal cu distanta pina la marginea nordica a orizontului

53.43 mm

Constelatii în zona de circumpolaritate :
Ursa mica
Cefeus
Casiopea
Camelopardalis

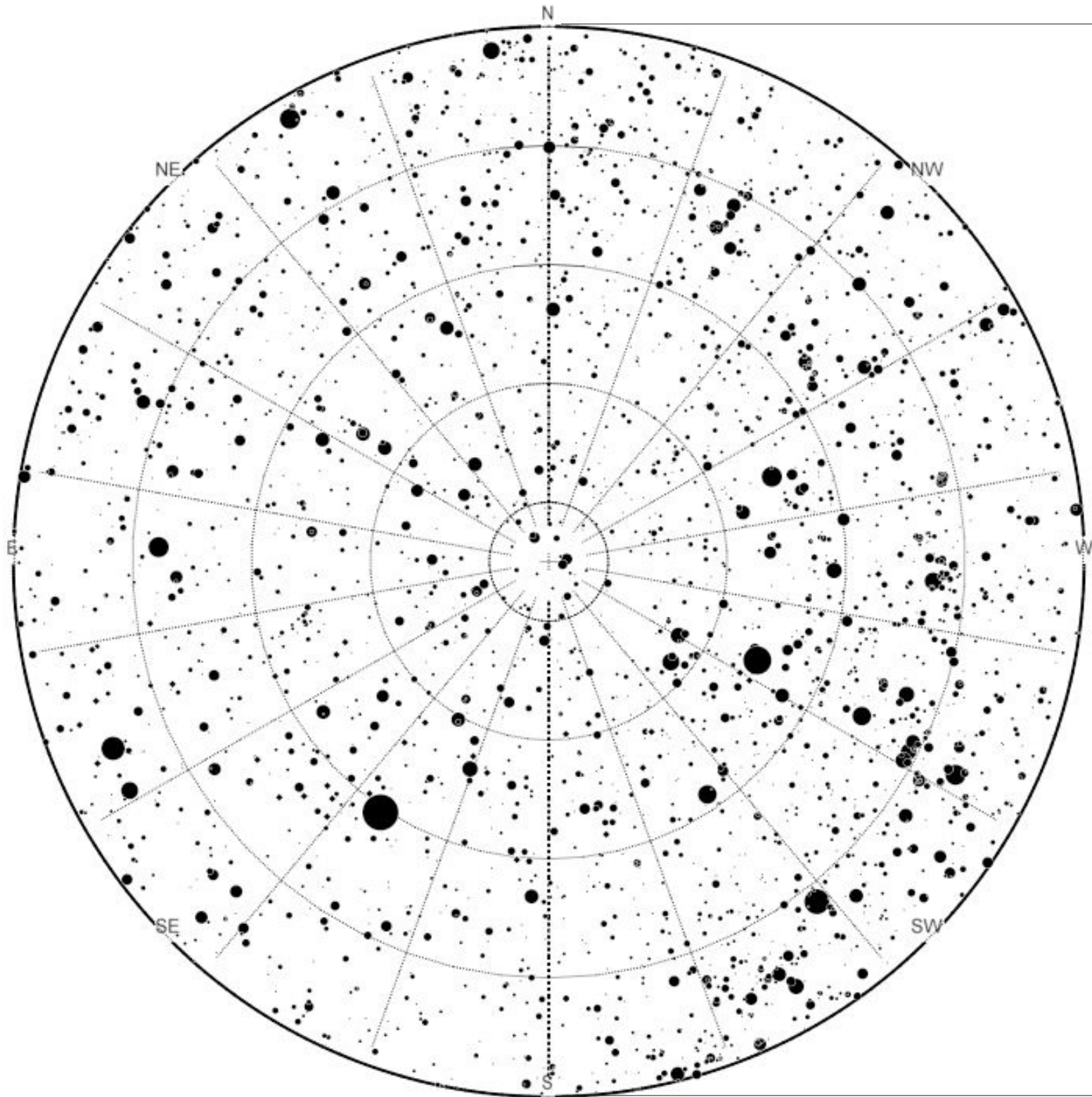
201.52 mm

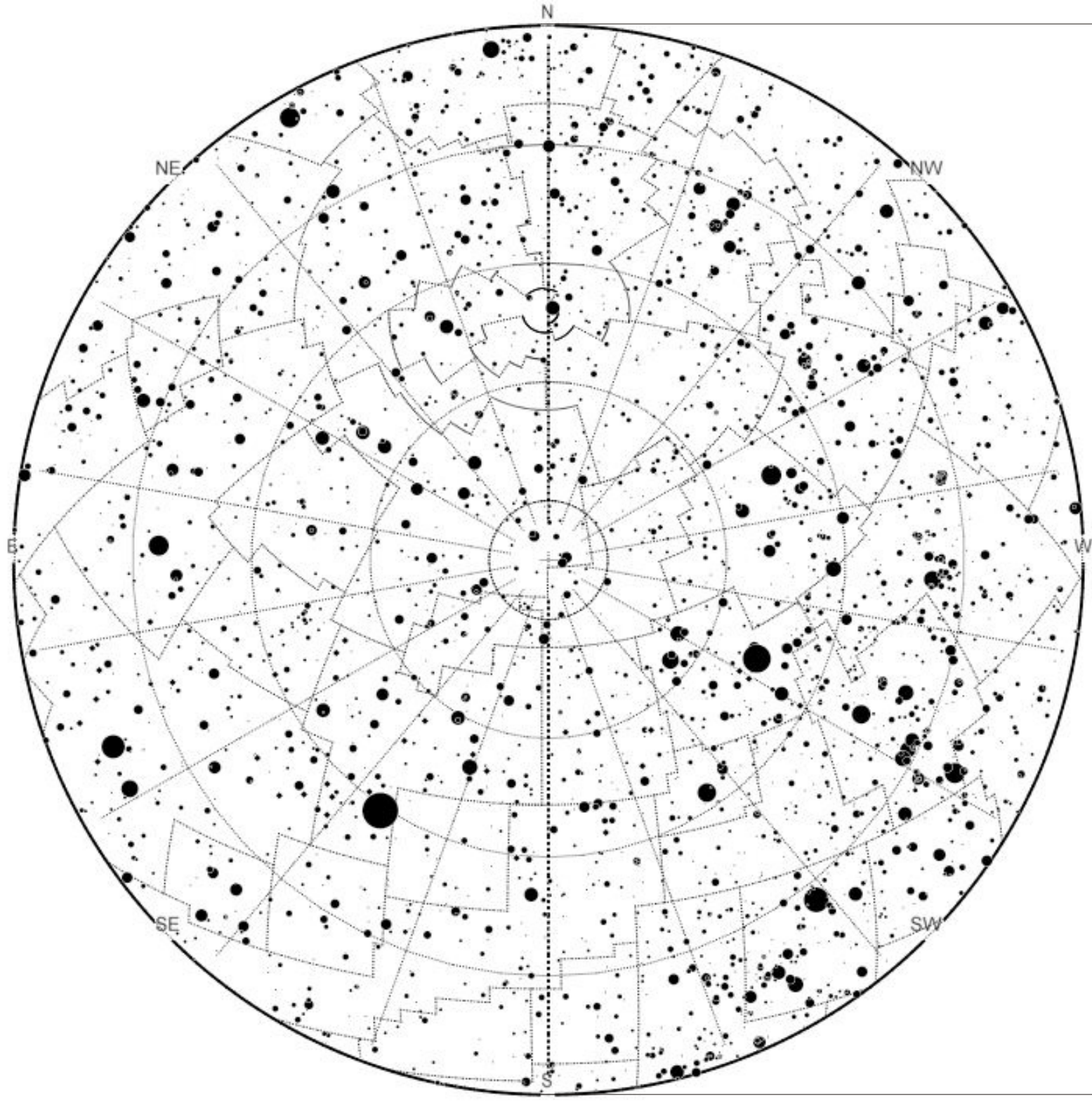
Jupiter

Ecuatorul ceresc

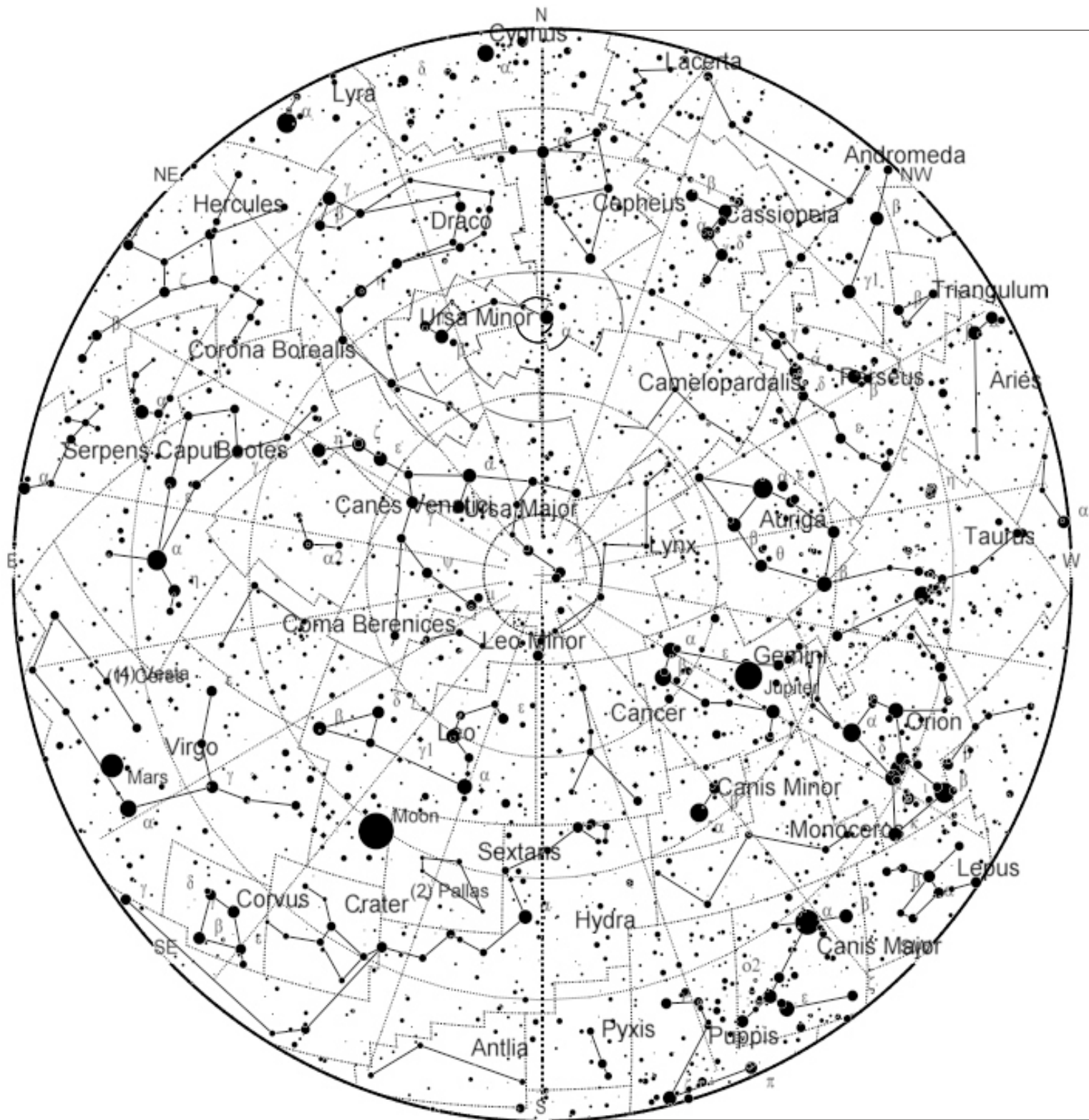
Ecliptica

Luna





201.50 mm



201.50 mm