



MINISTERUL EDUCAȚIEI



INSPECTORATUL ȘCOLAR
JUDEȚEAN PRAHOVA



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE ASTRONOMIE ȘI ASTROFIZICĂ

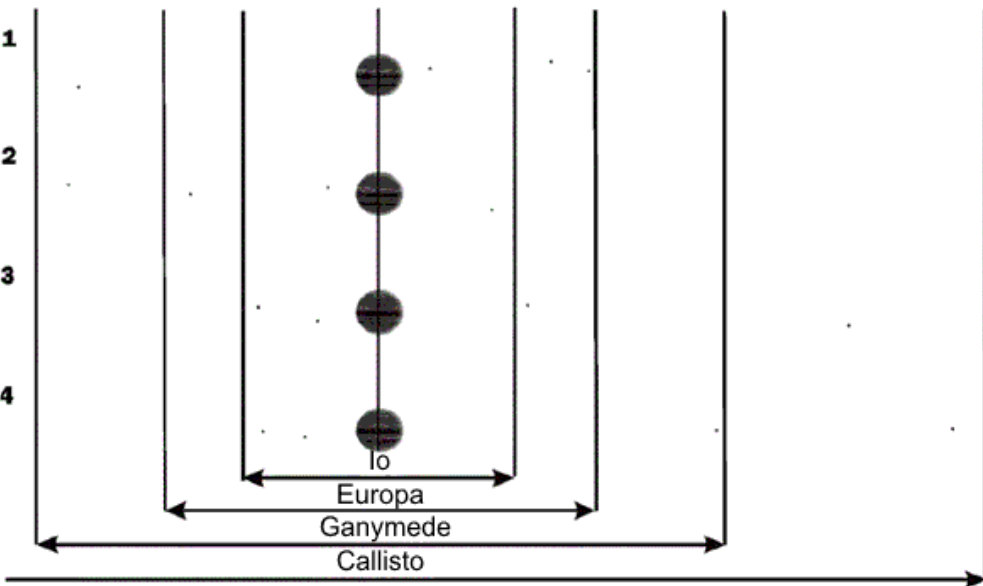
EDIȚIA A XX-A, 7 – 11 Iunie 2023, VĂLENII DE MUNTE,
PRAHOVA

Analiza Datelor J2

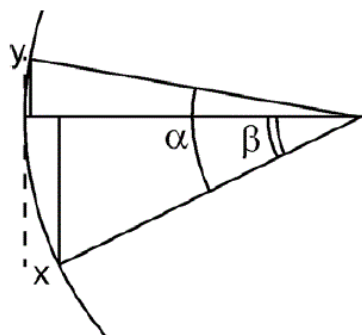
Subiectul 1 (15p)

Jupiter și sateliții săi

Barem

Orbitele sateliților galileeni sunt aproape circulare, cu o mică abatere de la planul ecuatorial al lui Jupiter. În imaginile de mai sus, cei 4 sateliți nu sunt în ordinea crescătoare a distanței de la Jupiter, ele fiind proiecții ale pozițiilor lunilor galileene într-un moment oarecare. Nu știm momentan la ce distanță reală se află oricare dintre sateliți doar din figură.	
Exprimând razele orbitelor celor 4 sateliți în diametre Jupiteriene, avem că raza orbitei lui Io este 2.95, a lui Europa 4.7, a lui Ganymede 7.4 și a lui Callisto 13.2.	2 p
 În figura de mai sus, în zona din vecinătatea lui Jupiter cu siguranță se afla Io, iar între celelalte linii se află restul sateliților, având în vedere că ultimele doua linii pot fi atinse doar de Ganymede și Callisto, iar în cea mai îndepărtată regiune poate ajunge doar Callisto.	1.5 p

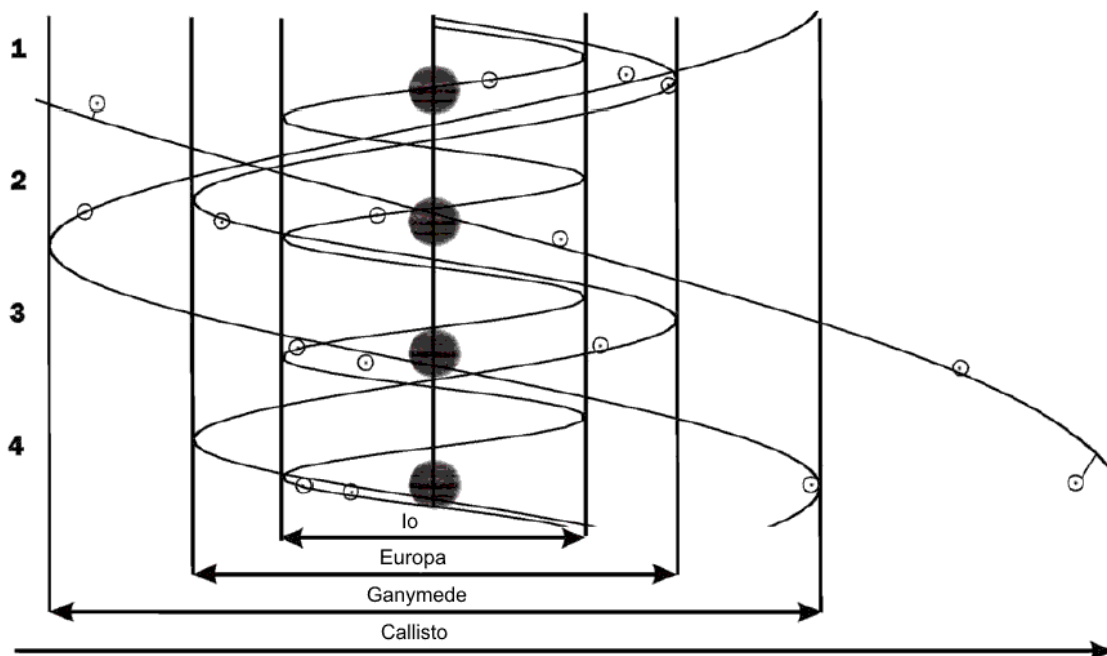
Analizând imaginea 4, concluzionăm că cel mai îndepărtat satelit din dreapta este Callisto, al doilea cel mai îndepărtat în dreapta lui Jupiter este Ganymede, iar singurul satelit mai apropiat de Jupiter din prima figură este Io.	1.5 p
. Din figura 4 se constată că Ganymede se află foarte aproape de elongație în partea dreaptă. Ținând cont că imaginile au fost luate la un interval de 2 zile și comparând acest interval cu perioada orbitală a lui Ganymede putem concluziona că în partea stângă a figurii 2 se află tot Ganymede aproape de elongație. Aproximativ la aceeași poziție cu Ganymede se află un satelit în figura 1; acesta nu poate fi Ganymede deoarece este practic imposibil ca Ganymede să stea două zile în elongație. Așadar e sigur Callisto. Callisto de pe a 2-a imagine ar trebui să fie la jumătatea distanței dintre pozițiile lui în imaginile 1 și 3, doar puțin deplasată spre dreapta aceastei poziții. Așadar este în figura 2 cel mai din dreapta satelit. Prin urmare pe aceeași figură 2 se poate stabili că satelitul situat chiar în partea stângă a lui Jupiter este Io, iar al doilea satelit la stânga este Europa.	2p
Pe parcursul a două zile Io face 1,1 rotații. Cum Io a fost identificat în figura 2 înseamnă că în figura 3 nu poate fi decât puțin mai deplasat la stânga. În ultima figură Io este imediat după elongația maximă și deci va fi cel mai din stângaa satelit; evident că în figura 4 a mai rămas doar Europa care este cel mai apropiat stânga de Jupiter. Deoarece Europa în două zile parcurge puțin mai mult de jumătate din orbita sa este evident că se va afla de partea opusă a poziției în care a fost identificat în imaginile 2 și 4. În imaginea 3 primul din dreapta este Europa și firesc a mai rămas primul din stânga care este Ganymede.	1.5 p
În 4 zile Europa face 1,1 rotații. Cunoscând poziția Europei din figura 3 putem afla unde ar trebui să fie în figura 1. Cu ajutorul figurii alăturate: $\beta = \arccos\left(1 - \frac{x}{r}\right)$ $\frac{y}{r} = 1 - \cos(\alpha \pm \beta)$ unde x și y - pozițiile satelitului la două momente de timp, r - raza orbitei satelitului, α - un arc de orbită pe care se va deplsa satelitul în acest interval de timp, β – unghiul ce caracterizează poziția Europei în Figura 3. În cazul nostru $x / r = 0,35$, $\beta \sim \pm 50^\circ$. Cunoscând perioada orbitală în Europa, vom obține $\alpha \sim \pm 40^\circ$. Diferența dintre aceste unghiuri de 10° sau 90°. Varianta 90° nu este viabilă deoarece ar însemna ca Europa să fie invizibilă. Prin urmare în figura 1 Europa este aproape de elongația maximă, deci este cel mai din dreapta satelit al figurii 1 iar al doilea cel mai îndepărtat va fi Ganymede.	2p



În concluzie, putem desena traseul sinusoidal al fiecărei planete știind că ordinea sateliților de la stânga la dreapta:

1. Callisto, Io, Ganymede, Europa;
2. Ganymede, Europa, Io, Callisto;
3. Io, Ganymede, Europa, Callisto;
4. Io, Europa, Ganymede, Callisto;

1.5 p



3p

Subiect2 Barem

a.

Distanța medie se regăsește în tabel. (5p)

Steaua	Regiunea	m-M	d(kpc)	d _{med-i} (kpc)	d _{med} (kpc)
1	A	13.95	6	14.0	11.1
2		14.6	8		
3		16.45	19		
4		14.25	7		
5		16.2	17		
6		14.6	8		
7		12.8	4		
8		18.1	42		
9		15.65	13		
10	B	13.15	4	8.2	
11		15.1	10		
12		14.3	7		
13		15.1	10		
14		15	10		
15		15.4	12		
16		14.7	9		
17		13.6	5		
18		13.6	5		

b. $\alpha = \frac{D}{d_{med}}$, unde D-diametrul roiului (2p)

$$D = \frac{16 \cdot 2\pi}{360 \cdot 60} 11000 \text{ pc} = 51.2 \text{ pc} \text{ (1p)}$$

$$v_{II} = \sqrt{\frac{4 \text{ K M}}{D}} \text{ deci}$$

$$M = N * M_s = \frac{v_{II}^2 D}{4K} \text{ (1p)}$$

În concluzie $N = \frac{v_{II}^2 D}{4KM_s} = 125429 \text{ (1p)}$