



Olimpiada de Astronomie și Astrofizică
Etapa Națională, Sinaia 2013
Proba Analiza Datelor
Seniori



Subiectul I

Stație spațială lovită de un meteorit. Un meteorit, care se apropia de Pământ de-a lungul unei direcții care trecea prin centrul Pământului, așa cum indică figura alăturată, a lovit o stație spațială automată, care se rotea în jurul Pământului pe o orbită circulară cu raza R . După impact, meteoritul a rămas încorporat în stația spațială și a obligat-o pe aceasta să evolueze în jurul Pământului, pe o nouă orbită închisă, astfel încât distanța minimă față de centrul Pământului a fost $R/2$.

a) Să se precizeze forma orbitei stației spațiale după impactul cu meteoritul și să se determine: 1) viteza meteoritului înainte de lovirea stației; 2) vitezele minimă și maximă ale stației, pe noua orbită, după impactul cu meteoritul; 3) distanța maximă a stației față de centrul Pământului pe noua orbită. Se cunosc: M – masa Pământului; K – constanta atracției universale; m_1 – masa meteoritului; m_2 – masa stației spațiale. Să se stabilească relația dintre cele două mase, m_1 și m_2 , astfel încât scenariul propus să fie posibil.



b) Să se determine viteza minimă pe care ar fi trebuit să o aibe meteoritul în momentul impactului cu stația, astfel încât, după impact, stația spațială să fi evoluat, în raport cu Pământul, pe o orbită deschisă. Să se precizeze forma orbitei stației după impact. Să se determine distanța minimă a stației față de Pământ după impact, precum și viteza maximă a stației după impactul cu meteoritul.

c) Să se determine: 1) unghiul la centru descris de vectorul de poziție al ansamblului stație – meteorit din momentul impactului și până în momentul când, evoluând pe orbita deschisă, ansamblul trece la distanța minimă față de centrul Pământului; 2) durata evoluției ansamblului pe sectorul precizat al orbitei deschise.

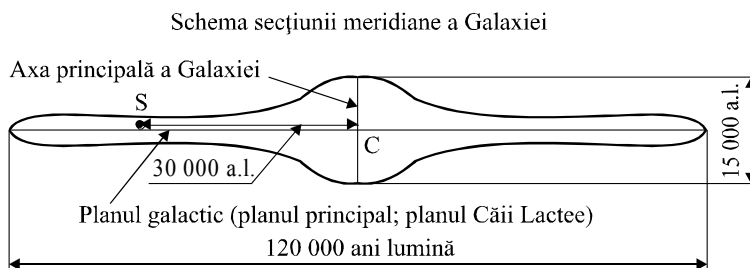
Subiectul II

Soarele printre stelele Galaxiei Noastre! Sistemul stelar din care face parte Soarele nostru, denumit *Galaxie (Galaxia Noastră)*, a cărei secțiune meridiană este reprezentată în desenul din figura alăturată, are o formă lenticulară convergentă, biconvexă (disc circular „subțire”, având în partea centrală o umflătură care constituie nucleul Galaxiei).

În regiunea din jurul planului principal al Galaxiei (*planul galactic*) densitatea stelară (numărul de stele din unitatea de volum astronomic; pc^3) este maximă. Această regiune, vizibilă cu ochiul liber în nopțile senine și fără Lună, proiectată pe sfera cerească în ambele semisfere, apare ca un brâu foarte des de stele, alburii și lăptos, care se întinde dintr-un orizont până în orizontul opus, formând *Calea Lactee*. Planul Căii Lactee se identifică deci cu planul galactic (planul principal/simetrii al Galaxiei).

În Galaxie există circa $2 \cdot 10^{11}$ stele, repartiția lor nefiind uniformă. Soarele se află aproape de planul galactic, la 30000 ani lumină față de axa principală a Galaxiei care trece prin centrul C al Galaxiei. Cea mai apropiată stea, față de Soare, este steaua Proxima Centauri, aflată la 4,3 ani lumină.

Coordonatele unghiulare ale unui astru σ în sistemul de coordonate cerești galactice sunt: *longitudinea galactică* (G) și *latitudinea galactică* (g).



În tabelul alăturat sunt înscrise date observationale, referitoare la un grup de stele strălucitoare din Galaxia Noastră.

Tabel – *Date Observationale*

Nr. Crt.	Numărul stelei	Paralaxa anuală a stelei p_{an}	Magnitudinea aparentă a stelei m	Longitudinea galactică a stelei G	Latitudinea galactică a stelei g
1	σ_1	0,376''	-1,46	227 ⁰	-9 ⁰
2	σ_2	0,018''	-0,72	261 ⁰	-25 ⁰
3	σ_3	0,751''	-0,27	316 ⁰	+1 ⁰
4	σ_4	0,009''	-0,04	15 ⁰	+69 ⁰
5	σ_5	0,123''	+0,03	67 ⁰	+19 ⁰
6	σ_6	0,073''	+0,08	163 ⁰	+5 ⁰
7	σ_7	0,003''	+0,12	209 ⁰	-25 ⁰
8	σ_8	0,288''	+0,38	214 ⁰	+13 ⁰
9	σ_9	0,032''	+0,46	291 ⁰	-59 ⁰
10	σ_{10}	0,005''	+0,50	200 ⁰	-9 ⁰
11	σ_{11}	0,016''	+0,61	312 ⁰	+1 ⁰
12	σ_{12}	0,198''	+0,77	48 ⁰	-9 ⁰
13	σ_{13}	0,048''	+0,85	181 ⁰	-20 ⁰
14	σ_{14}	0,008''	+0,87	300 ⁰	0
15	σ_{15}	0,019''	+0,96	352 ⁰	+15 ⁰
16	σ_{16}	0,021''	+0,98	316 ⁰	+51 ⁰
17	σ_{17}	0,093''	+1,14	192 ⁰	+23 ⁰
18	σ_{18}	0,144''	+1,16	20 ⁰	-65 ⁰
19	σ_{19}	0,004''	+1,25	84 ⁰	+2 ⁰
20	σ_{20}	0,007''	+1,25	302 ⁰	+3 ⁰
21	σ_{21}	0,039''	+1,35	226 ⁰	+49 ⁰

Utilizând datele din tabelul de mai sus, să se calculeze, pentru fiecare stea, magnitudinea absolută, M și lungimea R a proiecției pe planul ecuatorului galactic a distanței Δ de la Soare la stea (în ani lumină). Să se scrie numerele stelelor într-un tabel de felul celui alăturat, în ordinea descrescătoare a magnitudinilor absolute.

Nr. crt.	Numărul stelei	Magnitudinea absolută (M)	Lungimea proiecției distanței Δ (R)
1			
.....			
21			

Subiectul III

Folosind informațiile din tabelul alăturat *sa se determine* valoarea coeficientului numeric , p , din expresia legii atracției gravitaționale:

$$F = K \frac{mM}{r^p}.$$

Nr. crt.	Planeta	Distanța, r (UA)	Perioada, T (ani)	Masa, M (10^{24}) kg
1	Mercur	0,39	0,24	0,33
2	Venus	0,72	0,61	4,90
3	Pământul	1,00	1,00	6,00
4	Marte	1,52	1,88	0,64
5	Jupiter	5,20	11,86	19,00
6	Saturn	9,55	29,46	5,70
7	Uranus	19,20	84,01	88,00

Subiectul IV

Detectivul *Rsir* declară :

“S-au împlinit ani buni de când cei mai neînfricați bărbați de pe Pământ s-au înrolat în armata galactică și au plecat într-o misiune secretă. Guvernul mondial de pe atunci a vrut să ascundă acest fapt și, astfel, s-au luat măsuri pentru ca omenirea să nu afle niciodată acest lucru și de aceea au “inventat” Hyadele.

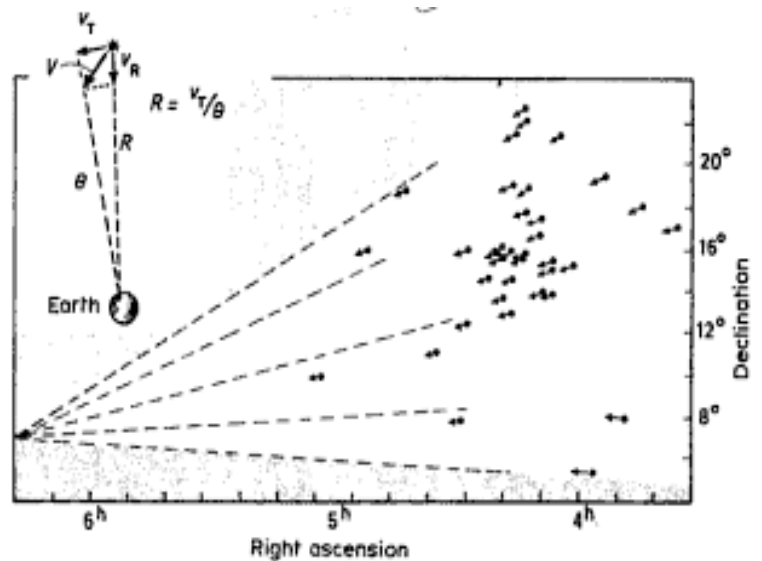
Hyadele reprezintă un roi de stele de pe cer care, privite de pe Pământ, se îndreaptă spre un singur punct, numit punct de convergență.

În dosarele ascunse se știe că stelele din Hyade nu reprezintă altceva decât navele planetare ce se îndreaptă spre “inamicul” situat în punctul de convergență.”

Decis să rezolve misterul, detectivul *Rsir* s-a infiltrat și a reușit să găsească printre documentele secrete valoarea coordonatelor ecuatoriale ale “inamicului” (ascensia dreaptă : $A = 6^h 30^m$; declinația $D = 6.62^0$) și un tabel cu date despre navele plecate în misiunea galactică. *Rsir* era și un talentat astronom așa că a reușit să găsească o formulă pentru a determina declinația oricărei nave, la orice moment de timp, cunoscând datele inițiale despre ea:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sin \delta_1 \sin (\alpha - \alpha_1) + \sin (\alpha - \alpha_1) \operatorname{ctg} \theta}{\cos \delta_1} \quad (1)$$

unde α_1 și δ_1 sunt coordonatele ecuatoriale inițiale ale navei iar θ este unghiul dintre polul nord ceresc, poziția stelei și direcția mișcării proprii a acesteia.



NAVA	Ascensie dreapta	Declinație	μ	θ	V_r
	ore	grade	mili secunde de arc /an	radiani	km/s
1	3.886125	17.327083	147.05	1.776	35.0
2	3.918472	16.998472	150.48	1.738	36.8
3	3.994558	10.330417	133.11	1.597	39.1
4	4.188967	5.523056	146.95	1.537	36.6
5	4.241783	22.451861	101.02	1.915	38.4
6	4.240458	14.625028	107.46	1.757	39.2
7	4.275967	21.907472	112.20	1.915	38.5
8	4.306444	21.579306	102.21	1.909	37.8

Tabel 1

Rsir și-a dat seama cum va putea rezolva cazul:

„Va trebui să răspundă la întrebarea:” Când a plecat armata galactică de pe Pământ?”

Pentru aceasta a apelat la elevii calificați la Olimpiada Națională de Astronomie și Astrofizică de la Sinaia, 2013. Iată ce trebuie să faci:

- Dedu formula (1) a lui *Rsir* și calculează declinația δ corespunzătoare navei 2 atunci când aceasta se află, datorită mișcării proprii, la ascensia dreaptă 4.918472^h .
- Rsir* reușește să calculeze valoarea distanțelor unghiulare (λ_i) între fiecare “navă” și “inamic”. Găsește valorile numerice λ_i pentru toate cele 8 nave.
- Rsir* a dedus, folosind metoda celor mai mici pătrate, că viteza fiecărei nave este $V = \frac{\sum_i V_r \cos \lambda_i}{\sum_i \cos^2 \lambda_i}$ unde $i \in \{1, 2, \dots, 8\}$ și v_r este viteza radială a fiecărei nave. Determină valoarea numerică V găsită de *Rsir*.
- Determină viteza tangențială a fiecărei stele și distanța dintre Pământ și “navă” în momentul corespunzător efectuării tabelului.
- Calculează distanța medie la care se află grupul de “nave”.
- Calculează cu cât timp în urmă a plecat misiunea secretă de pe Pământ, dacă viteza grupului de nave a rămas aceeași pe tot parcursul voiajului.

Ce părere ai : Ipoteza lui *Rsir* este corectă?

Probleme selectate de dr. Mihail Sandu – Liceul de Turism Călimănești