



Olimpiada de Astronomie și Astrofizică
Etapa Națională, 2014
Analiza datelor
Seniori



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

Problema 1

Viteza luminii. Să ne imaginăm că într-un viitor îndepărtat Sistemul Solar va fi ocupat (locuit) de urmașii noștri. Un mic robot minier, instalat pe asteroidul SALTIS, este supravegheat de Celesta Spacedigger, care se întâmplă să fie și un astronom amator pasionat. În nopțile lungi de pe Saltis, Celesta (personaj din mitologia greacă) studiază stelele și planetele, în mod deosebit minunata planetă Saturn. Un vechi almanah astronomic, dar de încredere, îi este de ajutor să urmărească în timp desfășurarea unor evenimente cerești, precum eclipsele lui Titan, datorate planetei Saturn. Spre surprinderea sa, Celesta constată mari deosebiri între timpii observați ai eclipselor lui Titan și valorile din tabelele existente în almanah. După ani de observații atente (fiind detașată ani mulți pe Saltis), Celesta începe să găsească o explicație. Deosebirile sunt cele mai mari, când Saturn este aproape de opoziția sau conjuncția cu Soarele, văzute de pe Saltis. Celesta realizează că se întâmplă așa deoarece viteza luminii este finită și o prezentare din almanahul său confirmă că sincronizările din tabele sunt heliocentrice, adică așa cum sunt văzute de pe Soare și nu de pe Saltis. Foarte satisfăcută de descoperirea sa, Celesta a utilizat aceste observații pentru a calcula viteza luminii.

În această problemă trebuie repetate calculele Celestei, utilizând observațiile sale. Unitățile de măsură pentru lungime și pentru timp, utilizate de Celesta, sunt puțin diferite de unitățile utilizate de noi. Unitatea de măsură pentru timp, numită **pinit**, este definită astfel încât perioada rotației sinodice a lui Saltis să fie $T_{\text{sinodicSaltis}} = 1000$ pinit. Unitatea de măsură pentru lungime, numită **seter**, este definită astfel încât să reprezinte 10^{-9} din distanța medie Soare – Saltis, adică $r_{\text{Saltis,Soare}} = 10^9$ seter.

a) Înregistrările Celestei, asupra eclipselor lui Titan, făcute atunci când Saturn a fost aproape de opoziție sau de conjuncție, pentru un număr de 6 observații, sunt date în tabelul alăturat, în coloanele sale fiind notate:

Numărul Observației	Tabel Almanah (pinit) I	Observații Celesta (pinit) II	Precizare III
1	456,47	450,32	Opoziție
2	18,50	12,28	Opoziție
3	821,41	815,29	Opoziție
4	444,70	450,85	Conjuncție
5	615,43	621,52	Conjuncție
6	791,94	798,02	Conjuncție

I) valorile din tabelele almanahului referitoare la momentul când un observator localizat pe Soare ar observa începutul eclipsei;

II) valorile observațiilor Celestei referitoare la momentul începutul eclipselor văzute de pe Saltis; acuratețea estimărilor sincronizărilor este $\varepsilon = 0,03$ pinit;

III) poziția lui Saturn pe durata eclipsei lui Titan (apropiat de Opoziție sau Conjuncție).

Analizând cu atenție datele din tabel, să se estimeze valoarea vitezei luminii, exprimând-o în seter/pinit și să se precizeze eroarea presupusă a estimării.



b) În zilele de singurătate, petrecute pe Saltis, Celestei îi place să asculte semnalele radio de pe Pământ. Știind acum viteza luminii, Celesta se hotărăște să determine raza orbitei Pământului, exprimând-o în seter. Ea își sincronizează foarte precis ceasul său cu semnalele de timp primite de pe Pământ. Rezultatele măsurătorilor sale sunt redată în graficul din figura alăturată.

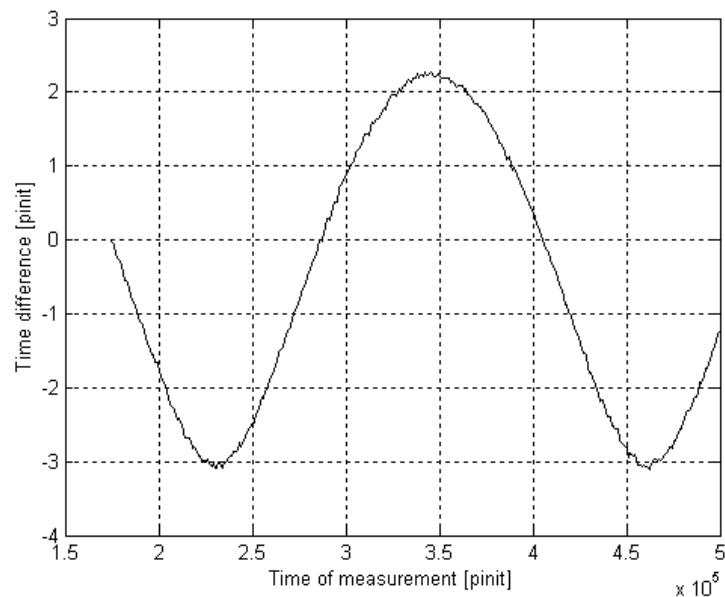


Fig.

Să se estimeze raza orbitei Pământului, exprimând-o în seter, utilizând datele Celestei din graficul dat.

c) Știind că:

$$1 \text{ UA} = 149,6 \cdot 10^6 \text{ km}; \quad c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s},$$

să se determine: echivalentul în metri pentru 1 seter; echivalentul în secunde pentru 1 pinit.

d) Să se estimeze perioada orbitală siderală a lui Saltis, exprimând-o în ani, utilizând graficul dat.

Problema 2

Orbitele planetelor. Se admite că orbita Pământului în jurul Soarelui este un cerc cu raza $r_p = 1 \text{ UA}$. În tabelul alăturat sunt date elongațiile unghiulare maxime estice și vestice ale planetelor Mercur și Venus pentru anumite momente, precizate.

a) Admițând că orbitele celor trei planete (Pământul, Venus și Mercur), în raport cu Soarele, ar fi cercuri concentrice și coplanare, să considerăm că Venus/Mercur se află în pozițiile corespunzătoare elongațiilor maxime estice. Să se determine, după cât timp Venus/Mercur se vor afla:

- 1) pentru prima dată, în pozițiile corespunzătoare elongațiilor vestice maxime;
- 2) din nou în poziții corespunzătoare elongațiilor estice maxime.

b) Corespunzător datelor înscrise în tabel, folosind o foaie de hârtie pe care este reprezentată orbita circulară a Pământului, având Soarele în centrul său, să se localizeze, cu aproximație,



Olimpiada de Astronomie și Astrofizică
Etapa Națională, 2014
Analiza datelor
Seniori



MINISTERUL
 EDUCAȚIEI
 NAȚIONALE

pozițiile planetelor Mercur și Venus în jurul Soarelui și să se determine distanța medie dintre Mercur și Soare, precum și distanța medie dintre Venus și Soare.

c) Să se determine valorile exacte ale parametrilor orbitelor lui Mercur și Venus, $(a; b; e)$, exprimate în UA, știind că:

$$18^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Est}}^{\text{Mercur}} \leq 28^\circ; 18^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Vest}}^{\text{Mercur}} \leq 28^\circ;$$

$$45^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Est}}^{\text{Venus}} \leq 48^\circ; 45^\circ \leq \alpha_{\max, \text{Vest}}^{\text{Venus}} \leq 48^\circ.$$

Tabel - Elongațiile maxime ale planetelor Mercur și Venus

Mercur: 1989 - 1990			Venus: 1983 - 1990		
Ziua	$\alpha_{\max, \text{Est}}$	$\alpha_{\max, \text{Vest}}$	Ziua	$\alpha_{\max, \text{Est}}$	$\alpha_{\max, \text{Vest}}$
8 ianuarie 1989	19°		15 iunie 1983	45°	
18 februarie 1989		26°	4 noiembrie 1983		47°
30 aprilie 1989	21°		21 ianuarie 1985	47°	
18 iunie 1989		23°	12 iunie 1985		46°
28 august 1989	20°		26 august 1986	46°	
10 octombrie 1989		18°	15 ianuarie 1987		47°
22 decembrie 1989	20°		2 aprilie 1988	46°	
1 februarie 1990		25°	22 august 1988		46°
13 aprilie 1990	20°		8 noiembrie 1989	47°	
31 mai 1990		25°	30 martie 1990		46°
11 august 1990	27°				
24 septembrie 1990		18°			
5 decembrie 1990	21°				

Problema 3

Marea Opoziție. În ziua de 28 august 2003, la ora 17^h56^{min} TU, s-a produs ultima Mare Opoziție a lui Marte, când Pământul a trecut printre Marte și Soare, aliniindu-se cu aceștia, atunci când distanța dintre Pământ și Marte a avut valoarea minimă posibilă. Următoarea Mare Opoziție a lui Marte se va produce în anul 2018. Cineva nu înțelege aspectul distinct al Marii Opoziții și



Olimpiada de Astronomie și Astrofizică
Etapa Națională, 2014
Analiza datelor
Seniori



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE

consideră că în anul 2018 se va produce o Opoziție Simplă (trecerea Pământului printre Marte și Soare, aliniindu-se cu aceștia) și nu o Mare Opoziție.

a) *Să se determine* parametrii orbitei circulare ai unei planete ipotetice, “Marte 2”, care în anul 2018 se va afla într-o Opoziție Simplă cu Soarele față de Pământ. Orbita Pământului în jurul Soarelui este circulară.

b) *Să se estimeze* magnitudinea aparentă a lui “Marte 2” văzut de pe Pământ, pe durata Opoziției sale, în anul 2018. Se știe că magnitudinea vizuală aparentă a lui Marte în timpul Marii Opoziții din 2003 a fost $m_{M,2003} = -2^m$. Caracteristicile fizice ale lui “Marte 2” sunt aceleași cu cele ale lui Marte.

c) Tabelul de mai jos prezintă o listă a tuturor Opozițiilor lui Marte din 1955 și până în 2037. *Să se identifice* Opozițiile produse în apropierea Periheliului, Opozițiile produse în apropierea Apheliului și Marile Opoziții, *precizându-se* criteriul utilizat pentru identificare.

Opozițiile lui Marte, 1955 - 2037		
Data Opoziției	Data apropierii maxime	Distanța minimă dintre Pământ și Marte (UA/milioane mile)
12 Februarie 1995	11 Februarie 1995	0,67569/62,8
17 Martie 1997	20 Martie 1997	0,65938/61,3
24 Aprilie 1999	01 Mai 1999	0,57846/53,8
13 Iunie 2001	21 Iunie 2001	0,45017/41,8
28 August 2003	27 August 2003	0,37272/34,6
07 Noiembrie 2005	30 Octombrie 2005	0,46406/43,1
24 Decembrie 2007	18 Decembrie 2007	0,58935/54,8
29 Ianuarie 2010	27 Ianuarie 2010	0,66398/61,7
03 Martie 2012	05 Martie 2012	0,67368/62,6
08 Aprilie 2014	14 Aprilie 2014	0,61756/57,4
22 Mai 2016	30 Mai 2016	0,50321/46,8
27 Iulie 2018	31 Iulie 2018	0,38496/35,8
13 Octombrie 2020	06 Octombrie 2020	0,41492/38,6
08 Decembrie 2022	01 Decembrie 2022	0,54447/50,6
16 Ianuarie 2025	12 Ianuarie 2025	0,64228/59,7
19 Februarie 2027	20 Februarie 2027	0,67792/63,0
25 Martie 2029	29 Martie 2029	0,64722/60,2
04 Mai 2031	12 Mai 2031	0,55336/51,4
27 Iunie 2033	05 Iulie 2033	0,42302/39,3
15 Septembrie 2035	11 Septembrie 2035	0,38041/35,4
19 Noiembrie 2037	11 Noiembrie 2037	0,49358/45,9

d) *Să se determine* raportul dintre paralaxa diurnă orizontală ecuatorială a Soarelui (p_{es}) și paralaxa diurnă orizontală ecuatorială a lui Marte (p_{em}).



Olimpiada de Astronomie și Astrofizică
Etapa Națională, 2014
Analiza datelor
Seniori



Se cunosc: perioada mișcării orbitale a lui Marte, $T_M = 780$ zile; perioada mișcării orbitale a Pământului, $T_P = 365$ zile; excentricitatea numerică a orbitei lui Marte, $e = 0,093$.

Problema 4

A. Steaua Altair și Soarele. Pentru steaua Altair (steaua α din constelația Aquila) se cunosc: paralaxa anuală, $p_0 = 0,198''$; mișcarea proprie, $\mu = 0,658''/\text{an}$; viteza radială, $v_r = -26$ km/s; magnitudinea vizuală aparentă, $m_0 = 0,89^m$. a) *Să se determine:* intervalul de timp după care distanța dintre steaua Altair și Soare va fi minimă, τ ; distanța minimă dintre steaua Altair și Soare, r_{\min} ; magnitudinea aparentă a stelei Altair, m , când distanța dintre ea și Soare este minimă.

Se cunoaște distanța Pământ-Soare $d = 150000000$ km

B. Încălzirea apei din bazin. b) *Să se estimeze* creșterea temperaturii apei dintr-un bazin de înot normal cu dimensiunile $(50 \times 20 \times 2)$ m, dacă bazinul ar putea colecta toată energia pe care astronomii cercetători ai stelelor au primit-o de la stele, făcând observații noaptea pe telescoape optice, pentru a obține informații despre structura Universului.

Se cunosc: pentru Soare, corepunzător magnitudinii aparente, $m_s = -26,8^m$, constanta iradierii solare, $k_{\text{Soare}} = 1,37$ kW/m²; căldura specifică a apei, $c = 4200$ J/(kg·K); aria suprafeței de lucru a tuturor telescoapelor profesionale, $S = 1000$ m²; timpul total de lucru, $t = 3 \cdot 10^8$ secunde; magnitudinea obiectelor observate cu telescopul, $m \approx 1^m$; eficiența energetică a dispozitivelor utilizate, $\eta = 10\%$.

C. Magnitudinea aparentă a Soarelui. Admițând că radiațiile stelelor sunt radiațiile unor corpuri negre, utilizând informațiile din tabelul alăturat, *să se determine* magnitudinea vizuală aparentă a Soarelui.

Nr. crt.	Denumirea stelei	Diametrul unghiular al stelei (δ_{stea})	Temperatura absolută a suprafeței stelei (T_{stea})	Magnitudinea aparentă a stelei (m_{stea})	Magnitudinea aparentă a Soarelui (m_{Soare})
1	Betelgeuse	0",047	3200 K	0,4 ^m	?
2	Aldebaran	0",020	3800 K	0,9 ^m	?
3	Arcturus	0",020	4300 K	-0,04 ^m	?
4	Herculis	0",030	2650 K	3,15 ^m	?
5	Ceti Mira	0",056	2400 K	3,04 ^m	?
6	Antares	0",040	3100 K	0,88 ^m	?
7	Soarele	32'	6000 K	-	-