

Revista Fara Nume

RFN – ISSN: 2247 – 2517

ISSN-L: 2247 – 2517

Redactor Sef: Prof. Gabriela Romano

–Sectiunea Arta si literatura

Prof. Merfea Romeo

– Sectiunea Stiinte

Contact: rmerfea@gmail.com

gabriela_romano57@yahoo.com

zigarman@gmail.com

Armand.Palanceanu@gmail.com

Senior Editor: Florescu Alexandru

Armand Pălănceanu

Mărtinaş Paul

Optimizarea răspunsului unui sistem fizic utilizând un program experimental factorial

Profesor Merfea D. Romeo, Colegiul National "Roman- Vodă", Roman

(rezumat)

Se prezintă succint principalele elemente teoretice legate de strategia experimentării utilizând un program statistic de organizare a experimentelor din domeniul fizicii cât și a disciplinelor conexe ale acesteia : chimie, biologie, geografie. În acest sens se utilizează pentru optimizarea proprietăților sistemului fizic, (chimic, biologic, etc.) un program factorial în care s-a utilizat metoda de proiectare a experimentelor factoriale 2^k , implicată în programul denumit generic "SYSTAT". Se prezintă studiul influenței parametrilor transferului de masă solvent-nesolvent în procesele de precipitare a unui poliuretan-uree asupra proprietăților fizice ale acestuia. Metoda poate fi aplicată în studiul experimental al proprietăților fizice pentru sisteme complexe la disciplină "Metode experimentale actuale în studiul fizicii"-nivel liceal.

1. INTRODUCERE

Strategia experimentării, consacră două direcții succesive de abordare a unui fenomen repetabil, **programarea experimentelor și analiza rezultatelor experimentale.**^[1,2]

În acest sens, prin programarea experimentelor se furnizează datele necesare pentru analiza statistică; o programare corectă a experimentului permite obținerea unor informații esențiale privind distingerea **variabilelor dependente** (denumite și răspunsuri) **de variabilele independente**.

2. O FORMULARE GENERALĂ A PROBLEMEI ESTIMAȚIEI COEFICIENȚILOR UNUI MODEL CU MAI MULTE VARIABLE INDEPENDENTE

Modelul matematic al unui proces constituie o relație funcțională între un răspuns notat ε și $k \in \mathbb{N}$, factori cantitativi sau variabile independente $x_1, x_2, \dots, x_k$ care pot fi determinate experimental. Experimentul fizic va indica deci, o dependență funcțională de tipul :

$$\varepsilon = f(x_1, \dots, x_k) \quad (1)$$

Dacă centrul experimentului admite coordonatele $(x_{10}, \dots, x_{k0})$, atunci dezvoltând funcția răspuns în serie Taylor în jurul acestui punct, se obține :

$$\varepsilon = f(x_{10}, \dots, x_{k0}) + \sum_{i=1}^k \frac{\partial f}{\partial x_i} \bigg|_{x_{i0}} x_i + \sum_{i < j}^k \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \bigg|_{x_{i0}} x_i x_j + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k \frac{\partial^2 f}{\partial x_i^2} \bigg|_{x_{i0}} x_i^2 + \dots \quad (2)$$

Expresia ε se aproximează în determinările experimentale cu expresia polinomială:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \dots$$

Modelele matematice propuse pentru fenomenul studiat cât și analiza acestora decurg din **analiza dispersională** a valorilor determinărilor experimentale.

Soluțiile optime pentru expresia lui y se obțin din condiția de minimizare care conduce la sistemul de ecuații :

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{ki} x_{0i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{ki} x_{1i} + \dots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki} = \sum_{i=1}^n x_{ki} y_i \quad ; k = \overline{1, n} \quad (3)$$

3.PROGRAME FACTORIALE ÎNTREGI

Într-un program factorial,^[3] variabilele x_k , $k = \overline{1, n}$ iau un număr limitat de valori denumite **niveluri**. Astfel, programul factorial utilizează toate combinațiile posibile ale variabilelor și nivelurilor pentru alcătuirea matricei de experimentare.

Frecvent, se utilizează **programul factorial cu două niveluri**, în care numărul experiențelor, sau punctelor experimentale este 2^k , k fiind numărul variabilelor .

4.TESTAREA SEMNIFICAȚIEI COEFICIENȚILOR

Se utilizează frecvent, **testul "t"** prin care se compară media unei variabile cu abaterea standard a mediei :

$$t = \frac{\bar{x}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}} \quad (4)$$

5. STUDIUL INFUENTEI PARAMETRILOR TRANSFERULUI DE MASĂ SOLVENT- NESOLVENT ÎN PROCESELE DE PRECIPITARE A UNUI POLIURETAN-UREE AUPRA PROPRIETĂȚILOR FIZICE ALE ACESTUIA

Pentru acest studiu de **transfer de masă solvent – nesolvent în matricea unui poliuretan-uree în timpul precipitării acestuia**,^[4,5,6] s-a presupus că **ecuația** care descrie parametrii dependenți: Y_1 (modul inițial), Y_2 (rezistență la rupere), Y_3 (alungire la rupere) și Y_4 (permiabilitate la vapori de apă), funcție de parametrii independenți X_1 (temperatură), X_2 (concentrație în dimetilformamidă DMF), X_3 (concentrație în alcool etilic) și X_4 (concentrație în nonilfenol etoxilat cu grad de etoxilare 5) este de forma^[7,8,9]:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{33} X_3^2 + b_{44} X_4^2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{14} X_1 X_4 + b_{23} X_2 X_3 + b_{24} X_2 X_4 + b_{34} X_3 X_4 \quad (5)$$

Unde: $b_0, b_i (i=1,2,3,4), b_{ij} (i,j=1,2,3,4, i \leq j)$ reprezintă coeficienții de regresie.

Astfel, ecuația care descrie dependența **parametrului Y_1 de parametrii independenți $X_{1,2,3,4}$** , definiți anterior admite forma explicită:

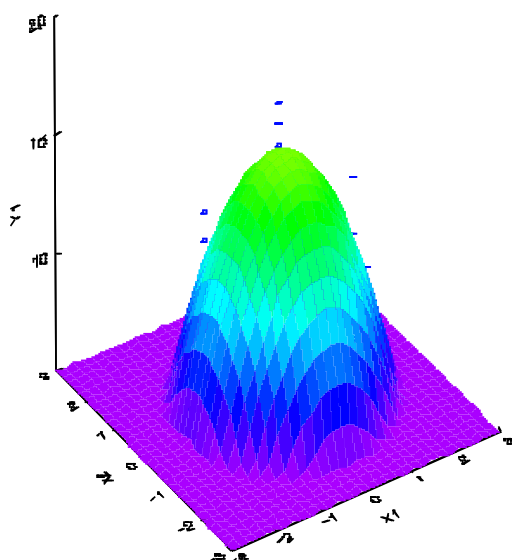


FIG.1 Suprafata de raspuns a dependentei modului initial, Y_1 de temperatura X_1 si de concentratia de dimetilformamida DMF, X_2 .

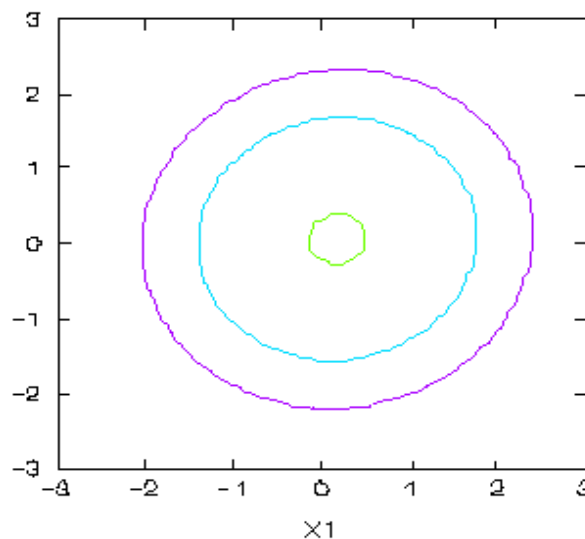


Fig 2. Influenta asupra modului initial a temperaturii X_1 si a concentratiei de dimetilformamida DMF, X_2

$$Y_1 = 16.734 + 0.680 \cdot X_1 + 0.242 \cdot X_2 + 0.435 \cdot X_3 - 0.302 \cdot X_4 - 2.248 \cdot X_1 \cdot X_1 + 0.164 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2.171 \cdot X_2 \cdot X_2 + 0.247 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0.359 \cdot X_2 \cdot X_3 - 1.800 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0.246 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0.093 \cdot X_2 \cdot X_4 - 0.539 \cdot X_3 \cdot X_4 - 1.677 \cdot X_4 \cdot X_4$$

6. UTILIZAREA FACILITĂȚILOR PROGRAMULUI "SYSTAT" ÎN DETERMINAREA RĂSPUNSURILOR OPTIME ALE UNUI SISTEM FIZIC ÎN CADRUL LABORATORULUI DE FIZICĂ (nivel liceal)

Se propune optimizarea răspunsului pentru mărirea randamentului unei **instalații de conversie a energiei eoliene în energie electrică**.

În acest sens, după alegerea sistemului mecano-electric alcătuit din generator de curent alternativ cuplat mecanic la o elice ce realizează mișcarea de rotație în plan vertical, se determina valorile răspunsurilor $Y_{1,2}$ în funcție de variabilele independente $X_{1,2,3,4}$ definite astfel:

- Y_1 -valoarea maximă a tensiunii electromotoare (generată prin inducție electromagnetică) la bornele generatorului;

- Y_2 -valoarea maximă a randamentului conversiei energiei eoliene în energie electrică pentru un circuit electric conectat la bornele generatorului;
- X_1 -altitudinea la care este plasată cota de reper a generatorului de curent alternativ, în raport cu suprafața solului
- X_2 -intervalul de timp în care valorile vitezelor curenților de aer admit valori determinate (maxime)
- X_3 -valoarea unghiului θ măsurat ca și coordonata pentru sistemului de coordonate cilindrice, între direcția orizontală de reper a sistemului elice-generator și direcția (momentană) a fluxului de aer de viteză (momentană) maximă
- X_4 -valoarea vitezei maxime a fluxului de aer (pentru care se obțin valori măsurate prin intermediul unui anemometru digital).

7.BIBLIOGRAFIE

1. Polanski, Z. *Experiments Planning in Technique*; PWN: Warsaw, 1984
2. Achazarowa, S.L; Kafarow, W.W. *Optimisation of Experiments in Chemistry and Chemical Technology*; WNT: Warsaw ,1982
3. C.L Davies (ed) , *The Design and Analysis of Industrial Experiments*, Oliver and Boyd, Londra, 2013
4. Hepburn C. ; *Polyurethane Elastomers*; Elsevier, Applied Science: Amsterdam 2002.
5. Szycher, M. *Handbook of Polyurethanes*, CRC Press: Boca Raton, FL, 2009.
6. Woods, G. *The ICI Polyurethanes Book*, 2nd ed.; Wiley Chichester, UK, 1990.
7. S.C. Kim, D. Klempner, K.C.Frisch, *Viscoelastic Properties of Polyurethane-Poly(methyl methacrylate) Interpenetrating Polymer Networks*, *Macromolecules*, 1977, 10(6), 1187-1191
8. Pudleiner, H; Dujardin, R; Hobler, Hartwin; Thermoplastic polyurethanes containing active substances. U.S. Patent 6,248,846, 2001
9. *Program de optimizare a datelor experimentale „SYSTAT”*- Institutul de Chimie Macromoleculara Petru Poni, Iasi.

EFEMERIDE ASTRONOMICE 2016
Articol postat de prof. Merfea Romeo

Ianuarie 2016

- **02 ianuarie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 07:30.
- **02 ianuarie 2016** - [Luna la apogeu](#), Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (404279 km de Pământ), la ora 13:53.
- **03 ianuarie 2016** - [Pământul la periheliu](#), Planeta Pământ ajunge la cel mai apropiat punct față de Soare, 0.98330 UA, la ora 01:00.
- **03 ianuarie 2016** - [Marte 1.5°S de Lună](#) la ora 20:45.
- **03,04 ianuarie 2016** - [Quadrantidele](#) Ploaia de meteori Quadrantide, ajunge să aibă până la 40 de meteori pe oră, de obicei pe 3 și 4 ianuarie, dar pot fi vizibili de pe 1 la 5 ianuarie. Rata cea mai mare de meteori pe oră, a avut loc în 1932 (80 pe oră). Meteorii radiază dinspre constelația Bootes, aproape de Steaua Nordului. Sursa acestei ploii de meteori a fost necunoscută până în decembrie 2003 când Peter Jenniskens de la Ames Research Center (NASA) a descoperit dovezi că toți meteorii Quadrantidelor provin de la **2003 EH1**, un "asteroid", care este probabil o bucată dintr-o cometă care s-a dezintegrat cu 500 ani în urmă. Anul acesta, Luna la ultimul pătrar va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.
- **08 ianuarie 2016** - [Mercur la periheliu](#), Planeta va fi la cel mai apropiat punct de Soare la ora 20:00.
- **10 ianuarie 2016** - [Lună Nouă](#), Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 03:30 ora României.
- **12 ianuarie 2016** - [Cometa](#) 116P/Wild ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 6.50 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 4 ori.
- **14 ianuarie 2016** - [Mercur la conjuncție inferioară](#) la ora 16:00.
- **15 ianuarie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (369619 km de Pământ), la ora 04:10.
- **17 ianuarie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 01:26.
- **17 ianuarie 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2014 Y1) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 0 ori.
- **19 ianuarie 2016** - [Cometa](#) P/PanSTARRS (2015 P4) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 15.0 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.
- **20 ianuarie 2016** - [Aldebaran 0.5°S de Lună](#), la ora 04:16.
- **21 ianuarie 2016** - [Cometa](#) 211P/Hill ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 6.71 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **24 ianuarie 2016** - [Lună Plină](#), Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 03:46 ora României.
- **28 ianuarie 2016** - [Jupiter 1.4°N de Lună \(imagine\)](#), la ora 03:14.
- **30 ianuarie 2016** - [Luna la apogeu](#), Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (404553 km de Pământ), la ora 11:10.

Februarie 2016

- **01 februarie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 05:28.
- **07 februarie 2016** - [Mercur la cea mai mare la elongație](#): 25.6 ° V, la ora 03:00
- **08 februarie 2016** - [Cometa](#) 50P/Arend ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 8.25 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 8 ori.
- **08 februarie 2016** - [Lună Nouă](#), Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 16:39 ora României.
- **11 februarie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (364358 km de Pământ), la ora 04:42.
- **15 februarie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 09:46.
- **16 februarie 2016** - [Aldebaran 0.3°S de Lună](#) la ora 09:41.
- **21 februarie 2016** - [Mercur la afeliu](#), Planeta va fi la cel mai îndepărtat punct de Soare la ora 19:00.
- **22 februarie 2016** - [Lună Plină](#), Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 20:20 ora României.

► **27 februarie 2016** - [Cometa](#) 147P/Kushida-Muramatsu ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 7.42 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **27 februarie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (405383 km de Pământ), la ora 05:28.

Martie 2016

► **02 martie 2016** - [Cometa](#) 194P/LINEAR ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 8.01 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **02 martie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 01:11.

► **06 martie 2016** - [Cometa](#) D/Denning (1894 F1) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 8.01 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **07 martie 2016** - [Cometa](#) P/Lemmon-PanSTARRS (2015 TO19) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 8.30 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **08 martie 2016** - [Jupiter la opoziție](#). Planeta Jupiter va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare. O opoziție se întâmplă atunci când o planetă este la o alungire de 180° și astfel, apare opusă Soarelui pe cer. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa Jupiter.

► **09 martie 2016** - [Cometa](#) P/SOHO (2003 T12 = 2012 A3) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 4.12 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **09 martie 2016** - [Eclipsa totală de Soare \(imposibil de observat din România\)](#), ora 03:57, mag=1.045. O eclipsă de Soare parțială are loc atunci când Luna acoperă doar o parte a discului solar și uneori seamănă cu o mușcătură dintr-o prăjitură. Eclipsa totală de Soare va fi vizibilă din Svalbard și Insulele Feroe. Eclipsa va fi parțială pentru oamenii din sudul și estul Asiei, oceanul Pacific și Indian.

► **09 martie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 03:54 ora României.

► **10 martie 2016** - [Cometa](#) P/Ikeya-Murakami (2010 V1) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 5.40 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **10 martie 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2014 W2) ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 0 ori.

► **10 martie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (359509 km de Pământ), la ora 09:02.

► **14 martie 2016** - [Aldebaran 0.3°S de Lună](#) la ora 15:44.

► **15 martie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 19:03.

► **17 martie 2016** - [Cometa](#) 127P/Holt-Olmstead ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită de 6.41 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 4 ori.

► **17 martie 2016** - [Cometa](#) 252P/LINEAR ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.34 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **20 martie 2016** - [Venus la afeliu](#). Planeta va fi la cel mai îndepărtat punct de Soare la ora 16:00.

► **20 martie 2016** - [Echinocliul din martie \(primăvară\)](#). Echinocliul în martie, are loc la 18:57 ora României. Soarele va străluci direct pe ecuator iar zilele și nopțile vor fi aproape egale în întreaga lume. Aceasta este, de asemenea, prima zi de primăvară (echinocliul de primăvară) în emisfera nordică și prima zi de toamnă (echinocliul de toamnă), în emisfera sudică.

► **23 martie 2016** - [Eclipsa de Lună în penumbră \(imposibil de observat din România\)](#), la ora 13:47, mag=0.775. Pământul va fi între Lună și Soare și umbra Pământului va acoperi discul lunar. Această eclipsă de Lună, va fi vizibilă din cea mai mare parte a Asiei, America de Nord, America de Sud, Australia, Oceanul Pacific, Atlantic și Indian.

► **23 martie 2016** - [Lună Plină](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 14:02 ora României.

► **23 martie 2016** - [Mercur la conjuncție superioară](#) la ora 22:00.

► **25 martie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (406125 km de Pământ), la ora 16:16.

► **26 martie 2016** - [Cometa](#) 104P/Kowal ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.89 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.

► **31 martie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 17:17.

Aprilie 2016

► **02 aprilie 2016** - [Cometa](#) 100P/Hartley ajunge la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.35 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.

► **05 aprilie 2016** - [Mercur la periheliu](#), Planeta va fi la cel mai apropiat punct de Soare la ora 19:00.

► **06 aprilie 2016** - [Cometa](#) D/Schorr (1918 W1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.51 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **06 aprilie 2016** - [Ocultatie. Venus 0.7°S de Lună](#) la ora 10:30.

► **07 aprilie 2016** - [Cometa](#) 190P/Mueller la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.74 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **07 aprilie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 13:24 ora României.

► **07 aprilie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (357164 km de Pământ), la ora 19:36.

► **10 aprilie 2016** - [Cometa](#) 321P/SOHO la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 3.77 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **11 aprilie 2016** - [Aldebaran 0.4°S de Lună](#) la ora 00:05.

► **14 aprilie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 05:59.

► **18 aprilie 2016** - [Mercur la cea mai mare elongație](#): 19.9 °E, la ora 16:00.

► **20 aprilie 2016** - [Cometa](#) PANSTARRS (2013 X1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.

► **21 aprilie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (406352 km de Pământ), la ora 18:05.

► **22 aprilie 2016** - [Lună Plină](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 07:24 ora României.

► **22,23 aprilie 2016** - [Ploaia de meteori Lyride](#). Lyridele sunt o ploaie de meteori cu intensitate medie, producând de obicei aproximativ 20 de meteori pe oră. Acești meteori pot produce cozi de praf strălucitoare care durează și câteva secunde. Unii meteori pot fi vizibili între 16-25 aprilie. Anul acesta, Luna plină va face din acest eveniment un moment nefavorabil pentru observare.

► **29 aprilie 2016** - [Cometa](#) 53P/Van Biesbroeck la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.85 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **30 aprilie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 05:29.

Mai 2016

► **01 mai 2016** - [Cometa](#) 302P/Lemmon-PanSTARRS la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 12.6 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.

► **01 mai 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2015 D3) a periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.

► **05, 06 mai 2016** - [Ploaia de meteori Aquaride Eta](#). Aquaridele Eta produc de obicei aproximativ 10 meteori pe oră. Cea mai mare intensitate o are de obicei pe data de 5 și 6. Punctul radiant va fi constelația Vărsător, și provin de la **Cometa Halley**. Cele mai bune observări sunt de obicei la est după miezul nopții, departe de luminile orașului. Anul acesta, Luna nouă va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.

► **06 mai 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2015 B2) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.

► **06 mai 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (357828 km de Pământ), la ora 06:14.

► **06 mai 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 21:29 ora României.

► **08 mai 2016** - [Aldebaran 0.5°S de Lună](#) la ora 10:21.

► **09 mai 2016** - [Mercur la conjuncție inferioară](#) la ora 17:00.

► **09 mai 2016** - [Tranzit rar al planetei Mercur peste discul Soarelui](#). Planeta Mercur va trece direct printre Pământ și Soare. Observatorii cu telescoape și filtre solare vor putea observa discul întunecat al planetei Mercur

cum se deplasează peste fața Soarelui. Acesta este un eveniment extrem de rar care apare doar o dată la câțiva ani. Nu va fi un alt tranzit până în 2019 și apoi următorul va fi în 2039. Acest tranzit va fi vizibil din America de Nord, Mexic, America Centrală, America de Sud, și părți din Europa, Asia, și Africa.

► **13 mai 2016** - [Cometa](#) 77P/Longmore la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.88 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 6 ori.

► **13 mai 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 19:02.

► **19 mai 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (405934 km de Pământ), la ora 00:06.

► **21 mai 2016** - [Lună Plină/Lună Albastră](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 23:15 ora României.

► **22 mai 2016** - [Marte la opoziție](#). Planeta Marte va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **24 mai 2016** - [Cometa](#) 224P/LINEAR-NEAT la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.31 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **26 mai 2016** - [Cometa](#) Spacewatch (2011 KP36) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 238 ani. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.

► **27 mai 2016** - [Cometa](#) Gibbs (2007 R3) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.92 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **29 mai 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 14:12.

► **31 mai 2016** - [Cometa](#) 136P/Mueller la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.62 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **31 mai 2016** - [Cometa](#) 216P/LINEAR la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.63 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

Iunie 2016

► **03 iunie 2016** - [Saturn la opoziție](#). Planeta Saturn va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **03 iunie 2016** - [Ocultatie. Mercur 0.7°N de Lună](#) la ora 11:47.

► **03 iunie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (361142 km de Pământ), la ora 12:55.

► **05 iunie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 04:59 ora României.

► **05 iunie 2016** - [Mercur la cea mai mare elongație](#): 24.2°V, la ora 11:00.

► **07 iunie 2016** - [Venus la conjuncție superioară](#) la ora 00:00.

► **10 iunie 2016** - [Cometa](#) 157P/Tritton la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.29 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **10 iunie 2016** - [Cometa](#) 202P/Scotti la periheliu, la poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.33 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **11 iunie 2016** - [Jupiter 1.5°N de Lună \(imagine\)](#) la ora 21:35.

► **12 iunie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 10:10.

► **14 iunie 2016** - [Cometa](#) P/Scotti (2011 A2) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.47 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **15 iunie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (405022 km de Pământ), la ora 02:00.

► **17 iunie 2016** - [Cometa](#) 118P/Shoemaker-Levy la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.44 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 4 ori.

► **20 iunie 2016** - [Lună Plină](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 13:02 ora României.

► **21 iunie 2016** - [Solstițiul de iunie \(de vară\)](#). Solstițiul de iunie are loc la 00:34 ora României. Polul Nord al Pământului va fi înclinat spre Soare, care va fi atinge poziția cea mai nordică pe cer. Aceasta este prima zi de vară (solstițiul de vară), în emisfera nordică și prima zi de iarnă (solstițiul de iarnă), în emisfera sudică.

► **27 iunie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 20:12.

► **30 iunie 2016** - [Cometa](#) 146P/Shoemaker-LINEAR la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.11 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

Iulie 2016

- **01 iulie 2016** - [Cometa](#) 207P/NEAT la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.64 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **01 iulie 2016** - [Cometa](#) P/SOHO (1999 N5 = 2005 E4) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.67 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **01 iulie 2016** - [Cometa](#) P/SOHO (2000 O3) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.31 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.
- **01 iulie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (365983 km de Pământ), la ora 08:45.
- **02 iulie 2016** - [Cometa](#) 208P/McMillan la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.15 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **02 iulie 2016** - [Mercur la periheliu](#). Planeta va fi la cel mai apropiat punct de Soare la ora 18:00.
- **03 iulie 2016** - [Aldebaran 0.4°S de Lună](#) la ora 05:58.
- **04 iulie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 13:01 ora României.
- **04 iulie 2016** - [Pământul la afeliu](#). Planeta Pământ ajunge la cel mai îndepărtat punct față de Soare, 1.01675 UA, la ora 18:00.
- **07 iulie 2016** - [Mercur la conjuncție superioară](#) la ora 05:00.
- **08 iulie 2016** - [Cometa](#) P/WISE (2010 N1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.95 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.
- **11 iulie 2016** - [Venus la periheliu](#). Planeta va fi la cel mai apropiat punct de Soare la ora 01:00.
- **12 iulie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 02:52.
- **13 iulie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (404272 km de Pământ), la ora 07:24.
- **14 iulie 2016** - [Cometa](#) 279P/La Sagra la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.78 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **18 iulie 2016** - [Cometa](#) 56P/Slaughter-Burnham la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 11.5 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.
- **20 iulie 2016** - [Cometa](#) 81P/Wild la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.41 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 6 ori.
- **20 iulie 2016** - [Lună Plină](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 01:57 ora României.
- **24 iulie 2016** - [Cometa](#) P/Gibbs (2009 K1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.09 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.
- **25 iulie 2016** - [Cometa](#) 150P/LONEOS la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.66 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 4 ori.
- **27 iulie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 01:00.
- **27 iulie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (369659 km de Pământ), la ora 13:25.
- **27 iulie 2016** - [Aquaridele sudice Delta](#). Aquaridele Delta pot produce aproximativ 20 de meteori pe oră. Punctul radiant pentru acești meteori este în constelația Vărsător. Acestea sunt produse de resturile lăsate în urmă de cometele **Marsden** și **Kracht**. Ploaia are loc anual de la 12 iulie la 23 august, și cade în acest an, în noaptea de 27 iulie. Luna aproape plină va fi o problemă mare în acest an blocând toți cei mai luminoși meteori. Cea mai bună observare va fi de la un loc întunecat după miezul nopții. Meteorii vor radia dinspre constelația Varsatorului, dar pot apărea oriunde pe cer. Anul acesta, Luna la ultimul pătrar va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.

August 2016

- **02 august 2016** - [Cometa](#) 9P/Tempel la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.58 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 11 ori.
- **02 august 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 22:44 ora României.
- **07 august 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2014 R3) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reintoarcerea ei nu a mai fost observată.

- **10 august 2016** - **Cometa** P/Barnard (1884 O1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.41 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.
- **10 august 2016** - **Luna la apogeu**, Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (404266 km de Pământ), la ora 02:05.
- **10 august 2016** - **Luna la primul pătrar**, la ora 20:21.
- **12,13 august 2016** - **Ploaia de meteori Perseide**. Perseidele sunt una dintre cele mai bune ploii de meteori ce produc până la 60 de meteori pe oră la orele lor de vârf. Punctul radiant va fi în constelația Perseus, și provin din coada Cometei **Swift-Tuttle**. Găsiți un loc departe de luminile orașului și priviți la nord-est, după miezul nopții. Ploaia are loc anual de la 17 iulie la 24 august, dar cade în acest an, în noaptea de 12 august și dimineața zilei de 13 august. Anul acesta, Luna la primul pătrar va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.
- **15 august 2016** - **Mercur la afeliu**. Planeta va fi la cel mai îndepărtat punct de Soare la ora 18:00.
- **16 august 2016** - **Cometa** 225P/LINEAR la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.98 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **16 august 2016** - **Mercur la cea mai mare elongație**: 27.4°E, la ora 23:00.
- **18 august 2016** - **Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 11:26 ora României.
- **19 august 2016** - **Cometa** 43P/Wolf-Harrington la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.13 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 11 ori.
- **22 august 2016** - **Cometa** 33P/Daniel la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.07 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 10 ori.
- **22 august 2016** - **Luna ajunge la perigeu**, cel mai apropiat punct de Pământ (367047 km de Pământ), la ora 03:20.
- **25 august 2016** - **Luna la ultimul pătrar**, la ora 05:41.
- **30 august 2016** - **Cometa** P/Catalina (1999 V1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 16.9 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.
- **31 august 2016** - **Cometa** 144P/Kushida la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.57 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

Septembrie 2016

- **01 septembrie 2016** - **Eclipsa inelară de Soare (imposibil de observat din România)**, ora 11:07, mag=0.974. O eclipsă de Soare parțială are loc atunci când Luna acoperă doar o parte a discului solar și uneori seamănă cu o mușcatură dintr-o prajitură. Eclipsa totală de Soare va fi vizibilă din cea mai mare parte a Africii, din vestul Australiei, Oceanul Atlantic și Indian, și Antarctica.
- **01 septembrie 2016** - **Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 11:03 ora României.
- **03 septembrie 2016** - **Neptun la opoziție**. Planeta Neptun va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.
- **05 septembrie 2016** - **Cometa** 226P/Pigott-LINEAR-Kowalski la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.32 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 4 ori.
- **06 septembrie 2016** - **Luna la apogeu**. Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (405059 km de Pământ), la ora 20:44.
- **09 septembrie 2016** - **Luna la primul pătrar**, la ora 13:49.
- **10 septembrie 2016** - **Cometa** 212P/NEAT la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.76 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.
- **13 septembrie 2016** - **Cometa** PanSTARRS (2015 H2) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.
- **13 septembrie 2016** - **Mercur la conjuncție inferioară** la ora 02:00.
- **16 septembrie 2016** - **Eclipsa de Lună în penumbră (vizibilă din România)**, la ora 20:54, mag=0.908. Pământul va fi între Lună și Soare și umbra Pământului va acoperi discul lunar. Această eclipsă de Lună, va fi vizibilă din Europa, Asia, Australia, vestul Americii de Sud, Africa și oceanele Pacific, Atlantic, Indian și Antarctica.
- **16 septembrie 2016** - **Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 21:05 ora României.
- **18 septembrie 2016** - **Luna ajunge la perigeu**, cel mai apropiat punct de Pământ (361894 km de Pământ), la

ora 19:00.

► **22 septembrie 2016** - [Echinocțiul de septembrie \(toamnă\)](#). Echinocțiul din septembrie are loc la 16:21 ora României. Soarele va straluci direct pe ecuator și zilele și nopțile vor fi aproape egale în întreaga lume. Aceasta este de asemenea prima zi de toamnă (echinocțiul de toamnă), în emisfera nordică și prima zi de primăvară (echinocțiul de primăvară) în emisfera sudică.

► **23 septembrie 2016** - [Aldebaran 0.2°S de Lună \(image\)](#) la ora 00:13.

► **23 septembrie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 11:56.

► **28 septembrie 2016** - [Mercur la cea mai mare la elongație](#): 17.9°V, la ora 21:00.

Octombrie 2016

► **01 octombrie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 02:11 ora României.

► **04 octombrie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (406100 km de Pământ), la ora 13:02.

► **07 octombrie 2016** - [Cometa](#) 314P/Montani la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 19.6 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **09 octombrie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 06:33.

► **11 octombrie 2016** - [Cometa](#) 237P/LINEAR la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.57 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **11 octombrie 2016** - [Cometa](#) P/SOHO (1999N5 = 2005 G2) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.76 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **15 octombrie 2016** - [Uranus la opoziție](#). Planeta Uranus va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **16 octombrie 2016** - [Lună Plină/ Superluna](#). Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 06:23 ora României.

► **17 octombrie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (357860 km de Pământ), la ora 01:36.

► **21,22 octombrie 2016** - [Ploaia de meteori Orionide](#). Orionidele sunt o ploaie de meteori de intensitate medie, ce produce aproximativ 20 de meteori pe oră. Un spectacol observațional bun ar putea fi experimentat în orice dimineață, între 20-24 octombrie. Cel mai bine de observat va fi, după miezul nopții în apropierea constelației Orion, dar pot apărea oriunde pe cer. Orionidele provin de la **Cometa Halley**. Anul acesta, Luna la ultimul pătrar va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.

► **22 octombrie 2016** - [Cometa](#) 238P/Read la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.63 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 2 ori.

► **22 octombrie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 21:14.

► **27 octombrie 2016** - [Cometa](#) 94P/Russell la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.58 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.

► **30 octombrie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 19:38 ora României.

► **31 octombrie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (406660 km de Pământ), la ora 21:29.

Noiembrie 2016

► **01 noiembrie 2016** - [Cometa](#) Read (2005 S3) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 10.8 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **07 noiembrie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 11:03.

► **08 noiembrie 2016** - [Cometa](#) LINEAR (2010 A2) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 3.47 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **08 noiembrie 2016** - [Cometa](#) 288P/Spacewatch = (300163) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.32 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **11 noiembrie 2016** - [Cometa](#) D/Haneda-Campos (1978 R1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 6.44 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **12, 13 noiembrie 2016** - [Ploaia de meteori Tauride](#). Tauridele sunt o ploaie minoră de lungă durată de meteori ce produce doar aproximativ 5-10 meteori pe oră. Este neobișnuită prin faptul că este alcătuită din două

fluxuri separate. Primul este produs de particulele de praf ale asteroidului **2004 TG10**. Al doilea curent este produs de resturile lăsate în urmă de cometa **2P Encke**. Dușul are loc anual între 20 octombrie - 10 decembrie. Acest an maximul pică în noaptea de 12 noiembrie. Anul acesta, Luna plină va face din acest eveniment un moment nefavorabil pentru observare.

► **14 noiembrie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (356512 km de Pământ), la ora 13:23.

► **14 noiembrie 2016** - **Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 15:52 ora României.

► **15 noiembrie 2016** - [Aldebaran 0.4°S de Lună \(imagine\)](#) la ora 18:50.

► **17, 18 noiembrie 2016** - [Ploaia de meteori Leonide](#). Leonidele sunt unul dintre curenții meteorici cel mai bun pentru observații. Se vor observa aproximativ 40 de meteori pe oră. Leonidele, au un an de vârf ciclic la fiecare 33 ani când sute de meteori pot fi văzuți în fiecare oră. Ultima oară, acest fenomen a avut loc în anul 2001. Meteorii vor radia din zona constelației Leului după miezul nopții și provin din coada **Cometei Temple-Tuttle** care a fost descoperită în 1865. Dușul are loc anual între 06-30 noiembrie și maximul cade în acest an, în noaptea de 17 și dimineața zilei de 18.

► **18 noiembrie 2016** - [Cometa](#) P/Boattini (2008 T1) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 8.76 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **21 noiembrie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 10:33.

► **23 noiembrie 2016** - [Cometa](#) P/McNaught (2008 J3) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.71 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **23 noiembrie 2016** - [Cometa](#) 323P/SOHO la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 4.15 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 3 ori.

► **27 noiembrie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (406556 km de Pământ), la ora 22:08.

► **29 noiembrie 2016** - **Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 14:18 ora României.

Decembrie 2016

► **06 decembrie 2016** - [Cometa](#) 316P/LONEOS la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 11.2 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 1 ori.

► **07 decembrie 2016** - [Luna la primul pătrar](#), la ora 06:33.

► **10 decembrie 2016** - [Cometa](#) PanSTARRS (2014 OE4) la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită necunoscută. Reîntoarcerea ei nu a mai fost observată.

► **11 decembrie 2016** - [Mercur la cea mai mare elongație](#): 20.8°E, la ora 06:00.

► **13 decembrie 2016** - [Luna ajunge la perigeu](#), cel mai apropiat punct de Pământ (358463 km de Pământ), la ora 01:27.

► **13, 14 decembrie 2016** - [Geminide](#) - ploaie de meteori considerată de mulți a fi cea mai bună ploaie de meteori. Geminidele sunt cunoscute pentru producerea de până la 60 de meteori multicolori pe oră la ora lor de vârf. Cei mai mulți de obicei, apar în jurul datei de 13 decembrie și 14, deși unii meteori ar trebui să fie vizibili între 04 și 17 decembrie. Acesta vor radia dinspre constelația Gemeni și provin de la **Asteroidul 3200 Phaeton**. Anul acesta, Luna plină va face din acest eveniment un moment nefavorabil pentru observare.

► **14 decembrie 2016** - **Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 02:06 ora României.

► **15 decembrie 2016** - [Cometa](#) 89P/Russell la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 7.32 ani. Reîntoarcerea ei a mai fost observată de 5 ori.

► **21 decembrie 2016** - [Luna la ultimul pătrar](#), la ora 03:56.

► **21 decembrie 2016** - [Solstițiul de iarnă](#). Solstițiul din decembrie are loc la ora 12:44 ora României. Polul Sud al Pământului va fi înclinat spre Soare, și va atinge poziția cea mai nordică pe cer. Aceasta face să fie prima zi de iarnă (solstițiul de iarnă), în emisfera nordică, și prima zi de vară (solstițiul de vară), în emisfera sudică.

► **22, 23 decembrie 2016** - [Ploaia de meteori Urside](#). Ursidele, sunt un curent de meteori minor ce produce doar aproximativ 5-10 meteori pe oră. Acesta este produs de particulele de praf lăsate de cometa **Tuttle**, care a fost descoperită în 1790. Dușul are loc anual între 17-26 decembrie. În acest an, maximul se va produce în noaptea de 22. Cele mai bune observări sunt după miezul nopții, într-o zonă întunecată, departe de luminile orașului. Meteorii vor radia dinspre constelația Ursa Mică, dar pot apărea oriunde pe cer. Anul acesta, Luna la ultimul pătrar va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.

- **25 decembrie 2016** - [Luna la apogeu](#). Luna ajunge la cel mai îndepărtat punct de Pământ (405870 km de Pământ), la ora 07:55.
- **28 decembrie 2016** - [Mercur la conjuncție inferioară](#) la ora 21:00.
- **29 decembrie 2016** - [Lună Nouă](#). Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 08:53 ora României.
- **31 decembrie 2016** - [Cometa](#) 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova la periheliu, poziția cea mai apropiată de Soare. Are o orbită 5.26 ani. Reintoarcerea ei a mai fost observată de 11 ori.

Studiul Halourilor solare si al halourilor lunare

Prof. Merfea D.Romeo , Colegiul National “Roman-Voda” , Roman

Cuvinte cheie: halouri, prisma optică, cristal de gheață, deviația unghiulară într-o prismă optică, tipuri de halouri.

Rezumat

Se prezintă fenomenul de halo generat de lumina provenită de la Soare sau de la Lună și se clasifică halourile frecvente. Articolul analizează fenomenele fizice de reflexie , refracție , dispersie a luminii în funcție de varietatea orientării cristalelor de gheață pe care lumina este incidentă .

1. Introducere

Halourile^{1,2,3} reprezentând fenomene luminoase care apar pe bolta cerească în nopțile reci în vecinătatea Lunii sau la răsăritul și apusul soarelui când temperatura la altitudini de aproximativ 10km atinge valori negative și se creează premisele generării cristalelor de gheață din norii atmosferici de tip cirrostratus.

În fenomenele fizice legate de optica geometrică^{3,4}, halourile reprezintă un vast domeniu de cercetare determinat de varietatea lor mare .

Anumite forme ale halourilor sunt banale și ușor de explicat^{1,2}; alte forme de halouri sunt surprinzătoare ca apariție pe bolta cerească (cum sunt halourile tip “Soarele Fals “) , altele au o complexitate mare și sunt explicate parțial .

Mecanismul fizic al apariției fenomenului de halo pe bolta cerească este acela al interacțiunii luminii provenită de la Soare sau de la Lună cu cristalele de gheață prezente în atmosferă ^{1,2,7}.

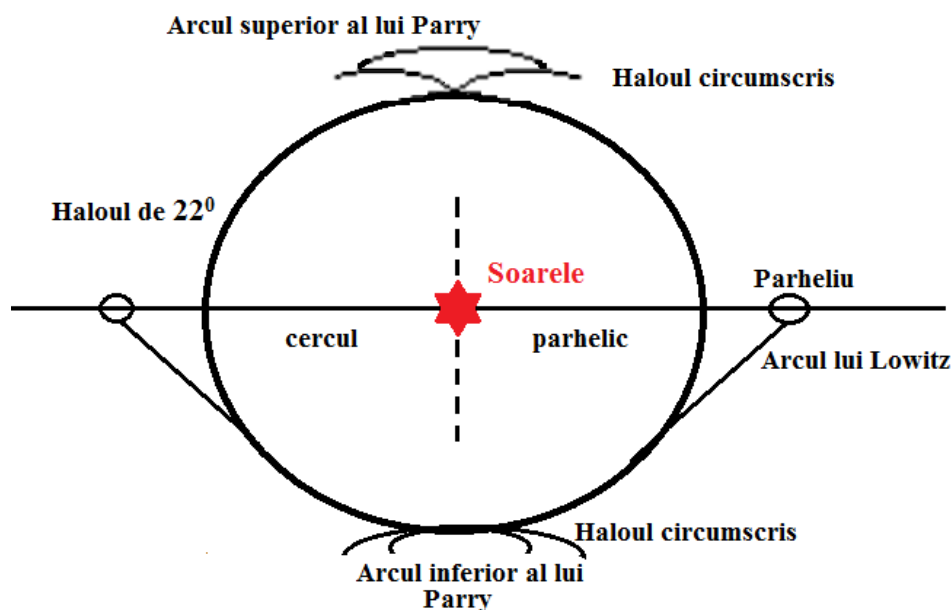


Figura 2. O reprezentare schematică a tipurilor frecvente de halouri atmosferice generate de către Soare

Cele mai frecvente halouri^{5,6} în ordinea descrescătoare a frecvențelor lor de apariție pe bolta cerească sunt:

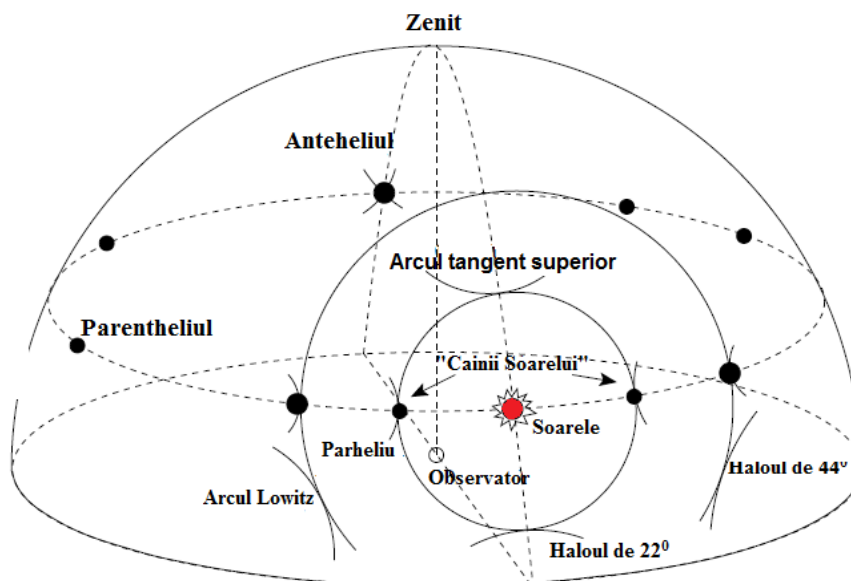
- **Micul halou** (22°), de forma unui cerc centrat pe sursa de lumină, alb cu o zonă circular (franță) interioară de culoare **roșu**
- **Marele halou**, sub forma unui cerc decalat față de sursa luminoasă la 46°
- **Parheliile sau Soarele fals**, sub forma unei pete de culoare, decalate față de orizontala Soarelui la 22° . Același fenomen poate fi produs de către Lună, denumindu-se, în acest caz, **paraselenă**
- **Parantheliile, similar cu parheliile**, situate în puncte diferite pe cercul parhelic. Este denumit **Paraselenă**, în cazul Lunii
- **Arcurile tangent**
- **Arcul superior al lui Parry**
- **Arcul circumzenital**, sub formă de cerc luminos, centrat la **zenit**
- **Coloanele verticale** (exemplu "Stâlpii Soarelui", "Stâlpii Lunii")
- **Cercul parhelic**, sub formă de cerc paralel cu solul și trecând prin Soare
- **Anteheliul**, sub forma unei pete albe situată într-un punct opus Soarelui, pe circumferința cercului parhelic.
- **Coloanele luminoase**, sub forma unor coloane verticale luminoase, irizate, corespunzătoare poziției Soarelui la răsărit sau la apus.

Mecanismul fundamental al fenomenului de formare al halourilor^{3,4} îl reprezintă interacțiunea luminii provenită de la Soare și de la Lună cu cristalele de gheață prezente în atmosfera terestră.

Acest tip de cristale intră în compoziția norilor de tip **cirrostratus**, corespunzător unor temperaturi cuprinse între -5 și -30 grade Celsius.

Principalele forme geometrice ale acestor cristale sunt coloane cu baza hexagonală regulată și "plachetele" (adică aceleași coloane de gheață de mai sus având o înălțime foarte mică prin raport cu lungimea laturii hexagonului). Fețele acestor cristale sunt plane, iar

orientarea acestora nu este fixă în spațiu: dacă cea mai mare dimensiune a unuia dintre aceste cristale este sub valoarea de $50\mu\text{m}$, acesta este supus mișcării browniene și toate orientările acestuia sunt la fel de probabile în timp.



Cele mai frecvente tipuri de halou văzute pe sfera cerească

Figura 3. O reprezentare schematică a halourilor ce pot fi observate pe sfera cerească

Deoarece prisme au trei grade de libertate (în orientarea lor în spațiu), iar sfera cerească are doar două dimensiuni, proiecția imaginii oricărui tip de **halo** pe sfera cerească va avea două dimensiuni. În articolul de față vom denumi prin cuvântul **halo**, orice distribuție a luminii pe cer determinată de prezența cristalelor de gheață și nu numai domeniul spațial unde aceasta se acumulează - denumit și „domeniu de acumulare”. Acest domeniu de acumulare, este într-adevăr cel mai luminos, dar nu formează decât o porțiune din haloul studiat.

Dacă dimensiunea geometrică a cristalului de gheață este cuprinsă în intervalul de la $50\mu\text{m}$ la $500\mu\text{m}$, greutatea cristalului și frecarea cu aerul provoacă în timpul căderii sale în câmpul gravitațional o orientare orizontală a coloanei (axe de simetrie) acestuia. Pentru dimensiuni mai mari decât $500\mu\text{m}$ orice „plachetă” poate să se rotească liber în jurul unei axe orizontale în timpul căderii sale în câmpul gravitațional.



Halouri solare frecvente dependente de forma și orientarea cristalelor hexagonale de gheață din norii atmosferici de tip cirrostratus.

Figura 7. Tipuri de halo și orientarea cristalelor de gheață care le generează

2. Modelul geometric standard pentru studiul fenomenului de halo^{3,4}.

Vom presupune pentru simplificarea analizei formării halourilor că:

- sursa de lumină naturală (lumină albă) este presupusă punctiformă și situată la infinit – cazul halourilor generate de lumina solară și lumina Lunii
- cristalele de gheață sunt considerate ca sisteme optice formate ca sisteme de dioptrii sau/și de oglinzi plane, deci riguros stigmatice pentru un obiect de situate la infinit.
- se neglijează efectul de umbră geometrică generată de un cristal pe cristalele vecine acestuia
- se presupune existent unui număr foarte mare de cristale situate aproximativ în toate direcțiile de pe cer vizibile de către observator.
- se limitează la studiul imaginilor suficient de luminoase generate de aceste cristale, formate printr-un număr relativ redus de reflexii parțiale deoarece gheața (având indicele de refracție aproximativ egal cu 1,31) admite un factor de reflexie pentru incidența normală de 1,8%
- se neglijează fenomenele de difracție, polarizare și de difuzie multiplă a luminii pe și prin cristale

În concluzie, aceste ipoteze pot justifica **simetria halourilor în raport cu orice direcție verticală care trece prin Soare.**

3. Deviația razelor de lumină printr-o prismă optică⁷

Orice rază de lumină incidentă pe una din fețele cristalului de gheață suferă simultan fenomenul de reflexie, refracție și dispersie a luminii, fiind emergentă în funcție de valorile

unghiului de incidență în diferite puncte aparținând unei fețe distinct ale aceluiași cristal de gheață

Datorită planeității fețelor cristalelor legile principale care permite înțelegerea formării principalelor tipuri de halou sunt, deci, legile reflexiei și refracției luminii, printr-o prismă având unghiul diedru A și un indice de refracție relativ, $n > 1$.

Pentru cristalele de gheață implicate în formarea halourilor, valorile posibile ale măsurii unghiului A corespunzător la două fețe ne adiacente sunt de 120° , 90° , și 60° .

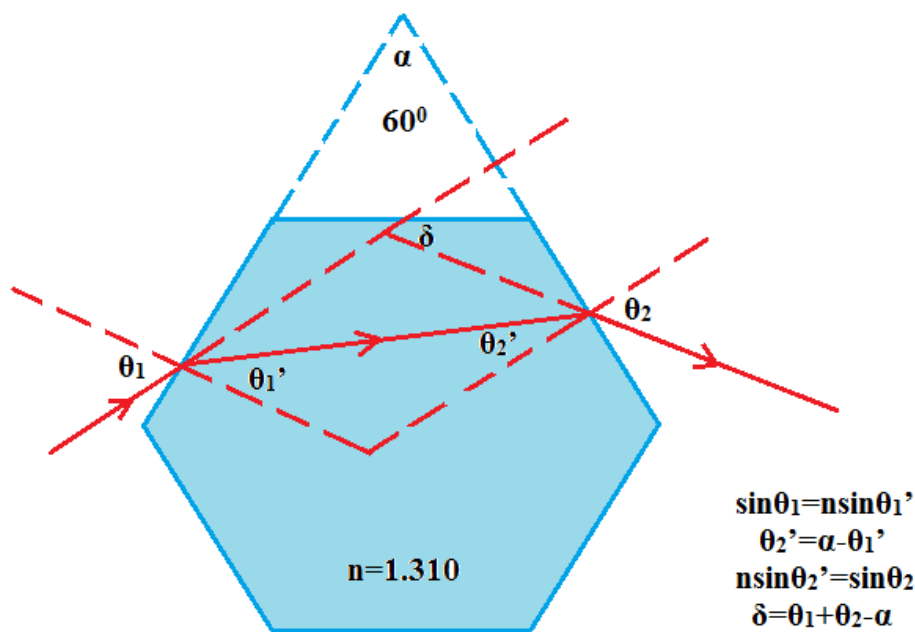


Figura 8. Refracția unei raze monocromatice de lumină printr-un cristal hexagonal de gheață;
 δ = reprezintă măsura deviației unghiulare

Indicele de refracție al cristalului de gheață admite valorile $n=1.307$, pentru lungimea de undă de $656,3\text{nm}$ și $n=1.317$, pentru lungimea de undă de 407nm . Conform relației lui Cauchy $n=1310+2463/\lambda^2$, se obțin valori măsurabile pentru deviația unghiulară a razei de lumină în domeniul vizibil.

Cristalul de gheață este un cristal uni axial dublu refractant^{5,6}, a cărei birefringență este mică și, deci, nesemnificativă. Spre exemplu, pentru valoarea medie a indicelui de refracție a cristalului $n=1,310$, corespunzătoare culorii portocaliu, unghiul de deviație este de $43,46^\circ$ când unghiul de incidență este $13,46^\circ$.

Pentru unghiuri mici de incidență având măsura mică, raza de lumină incidentă este total refractată.

Sub un unghi de incidență având măsura de 90° , pe una în fețele cristalului, unghiul de deviație admite măsura de $13,46^\circ$.

Deviația unghiulară a razei de lumină atinge valori mici la unghiuri de valori intermediare celor de mai sus și admite un **minim de $21,84^\circ$** , pentru un unghi de incidență de $40,92^\circ$.

Minimul de deviație în cristalul de gheață verifică relațiile $\theta_1=\theta_2$ și $\theta_1'=\theta_2'=\alpha/2$ sau 30° pentru un **cristal hexagonal**.

Măsura unghiului de deviație α depinde de θ_1 , iar diferențiala sa în raport cu θ_1 admite valoarea 0 corespunzătoare **condiției de deviație unghiulară minimă**; în acest caz $d\theta_2/d\theta_1=-1$.

Acest rezultat arată că mărirea unghiulară este unitară la minimul de deviate unghiulară.

4. Halouri irizate generate prin deviația luminii prin cristale având rolul de prisme^{1,2,3,4}

Dispersia luminii prin gheață este normală: indicele de refracție crește de la radiațiile de culoare roșu până la radiația de culoare albastră; puterea dispersivă este $(dn/n) \approx 1,47$, astfel încât halourile obținute prin refracții sunt irizate.

4.a) Haloul de 22°

Acest tip de halou este generat prin “acumularea” razelor de lumină la minimul de deviație unghiulară, având măsura de 22° , în cazul unei prisme de gheață având unghiul diedru al prisme A , cu măsură $A=60^\circ$.

Minimul de deviație este cel mai puțin intens pentru culoarea roșu care se observă la marginea interioară a cercului luminos de 22° având centrul în Soare; spre exterior se distinge un cerc portocaliu, apoi un cerc de culoare galben puțin vizibil; o culoare verde a acestor cercuri concentrice este și mai greu de realizat.

Adesea cercul cu rază de 22° prezintă o luminozitate neuniformă: aceasta provine de o densitate neuniformă a cristalelor de gheață sau de o orientare preferențială a acestora, este spre exemplu cazul orientării cristalelor de gheață pe direcțiile orizontală sau verticală.

Atunci când se observă pe cer, în întregime, cercul de 22° se creează iluzia perceptivă ca, acesta este oval având axa verticală de dimensiune mai mare decât axa orizontală.

4.b) Haloul de 46°

Acest halo este similar cu haloul de 22° și îi corespunde minimului de deviație unghiulară (indicele de refracție al gheții $n=1,31$) de 46° , pentru prisma de gheață având unghiul prisme cu măsură $A=90^\circ$. Ordinea culorilor este aceeași ca și în haloul precedent, fiind mai extins spațial.

Acest tip de halo este mai puțin luminos decât haloul precedent deoarece:

- Este mai extins spațial
- Unghiul de incidență a razelor de lumină pe fața de intrare a prismelor este mai mare, și există mai multă lumină pierdută prin reflexie parțială pe aceste fețe ale cristalului de gheață.

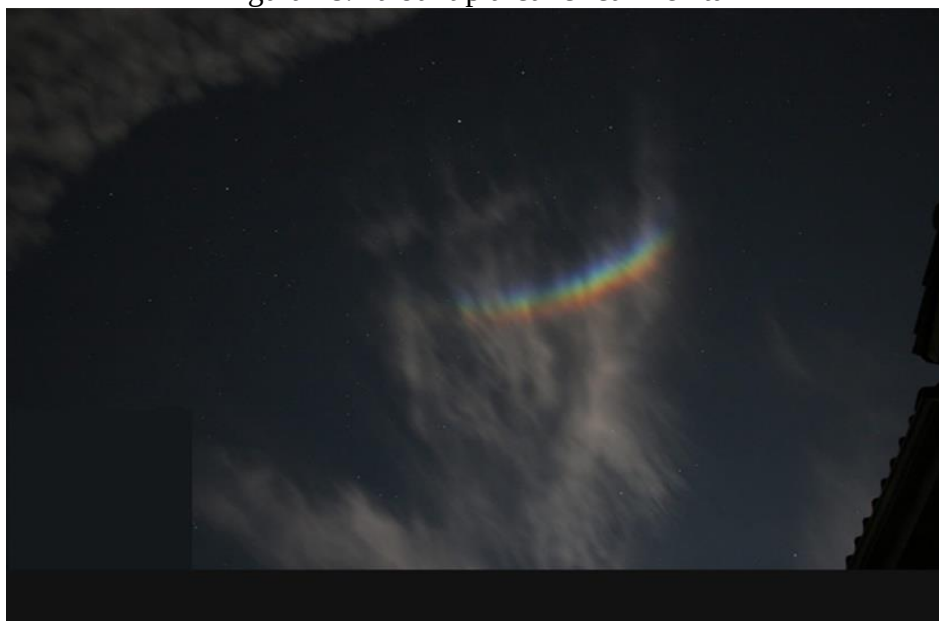
5. Alte tipuri de halouri



Arcul circumzenital

Imagine 21 Martie 2002, Deșertul Atacama, Chile. Soarele este la o înălțime de 22°

Figura 18. Haloul tip arcul circumzenital



Arcul circumzenital al Lunii

Imagine, 21 Octombrie 2009, Ontario, Canada, Steve Bardwell

Figura 19 . Haloul circumzenital al Lunii

6. Bibliografie:

- [1] Greenler, R. Rainbows, halos, and glories. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- [2] Hecht, E. Optics, third ed. Addison-Wesley, 1998.
- [3] Jack`el, D., and Water, B. Simulation and visualization of halos. In ANIGRAPH (1998).
- [4] Lynch, D. K., and Livingston, W. Color and Light in Nature. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- [5] Minneart, M. G. J. Light and Color in the Outdoors. Springer-Verlag, Berlin, 1993.
- [6] Pattloch, F., and Tr`ankle, E. Monte carlo simulation and analysis of halo phenomena. J. Opt. Soc. Am 1,
- [7] M.Rusu ,s.a “Fizica- clasa a IX – a , Editura Teora , Bucuresti 2006

EFEMERIDE ASTRONOMICE 2017
Articol postat de prof. Merfea Romeo

Ianuarie

► **03,04 ianuarie 2017 - Quadrantidele** Ploaia de meteori Quadrantide, ajunge să aibă până la 40 de meteori pe oră, de obicei pe 3 și 4 ianuarie, dar pot fi vizibili de pe 1 la 5 ianuarie. Rata cea mai mare de meteori pe oră, a avut loc în 1932 (80 pe oră). Meteorii radiază dinspre constelația Bootes, aproape de Steaua Nordului.

► **05 ianuarie 2017 - Luna la primul pătrar.** la ora 21:47.

► **12 ianuarie 2017 - Lună Plină.** Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 13:34 ora României.

► **12 ianuarie 2017 - Venus la cea mai mare la elongație:** Planeta Venus atinge cea mai mare elongație estică la 47,1 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa Venus, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste planeta luminoasă pe cerul de vest după apusul soarelui.

► **19 ianuarie 2017 - Mercur la cea mai mare la elongație:** Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație estică la 24,1 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste Mercur pe cerul de est înainte de răsăritul soarelui.

► **20 ianuarie 2017 - Luna la ultimul pătrar.** la ora 00:14.

► **28 ianuarie 2017 - Lună Nouă.** Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 02:07 ora României.

Februarie

► **04 februarie 2017 - Luna la primul pătrar.** la ora 06:19.

► **11 februarie 2017 - Eclipsa de Lună în penumbră,** la ora 02:43, mag=0.035. Pământul va fi între Lună și Soare și penumbra Pământului va acoperi discul lunar. Această eclipsă de Lună, va fi vizibilă din Africa de Sud, estul Canadei, Oceanul Atlantic, Europa, Africa și vestul Asiei.

► **11 februarie 2017 - Lună Plină.** Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 02:33 ora României.

► **18 februarie 2017 - Luna la ultimul pătrar.** la ora 21:35.

► **26 februarie 2017 - Eclipsa inelară de Soare,** nu este vizibilă din România. Va fi vizibilă din Chile, Argentina, sudul Atlanticului, Angola și Congo.

► **26 februarie 2017 - Lună Nouă.** Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 16:59 ora României.

Martie

► **05 martie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 13:33.

► **12 martie 2017 - Lună Plină**, Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 16:54 ora României.

► **20 martie 2017 - Echinocțiul din martie (primăvară)**. Echinocțiul în martie, are loc la 12:29 ora României. Soarele va străluci direct pe ecuator iar zilele și nopțile vor fi aproape egale în întreaga lume. Aceasta este, de asemenea, prima zi de primăvară (echinocțiul de primăvară) în emisfera nordică și prima zi de toamnă (echinocțiului de toamnă), în emisfera sudică.

► **20 martie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 18:01.

► **28 martie 2017 - Lună Nouă**, Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 05:59 ora României.

Aprilie

► **01 aprilie 2017 - Mercur la cea mai mare la elongație**: Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație estică la 19 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste Mercur pe cerul de vest după apusul soarelui.

► **03 aprilie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 21:40.

► **07 aprilie 2017 - Jupiter la opoziție**, Planeta Jupiter va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare. O opoziție se întâmplă atunci când o planetă este la o alungire de 180° și astfel, apare opusă Soarelui pe cer. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa Jupiter.

► **11 aprilie 2017 - Lună Plină**, Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 08:08 ora României

► **19 aprilie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 13:00.

► **22,23 aprilie 2017 - Ploaia de meteori Lyride**, Lyridele sunt o ploaie de meteori cu intensitate medie, producând de obicei aproximativ 20 de meteori pe oră. Acești meteori pot produce cozi de praf strălucitoare care durează și câteva secunde. Unii meteori pot fi vizibili între 16-25 aprilie. Anul acesta, Luna în creștere nu ar trebui să fie o problemă în acest an. Cerul ar trebui să fie încă întunecat suficient pentru un spectacol bun.

► **26 aprilie 2017 - Lună Nouă**, Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 14:17 ora României.

Mai

► **03 mai 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 05:48.

► **06-07 mai 2017- Ploaia de meteori Aquaride Eta**. Aquaridele Eta produc de obicei aproximativ 10 meteori pe oră. Cea mai mare intensitate o are de obicei pe data de 5 și 6. Punctul radiant va fi constelația Vărsător, și provin de la **Cometa Halley**. Cele mai bune observări sunt de obicei la est după miezul nopții, departe de luminile orașului.

► **10 mai 2017 - Lună Plină**, Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 23:42 ora României.

► **17 mai 2017 - Mercur la cea mai vestica elongație**: Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație vestică la 25,8 grade de Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de dimineață. Priveste Mercur pe cerul de est înainte de răsăritul soarelui.

► **19 mai 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 03:35

► **25 mai 2017 - Lună Nouă**, Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 21:45 ora României.

Iunie

► **01 iunie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 15:43.

► **03 iunie 2017 - Venus la cea mai estica elongatie:** Planeta Venus atinge cea mai mare elongație estică la 45,9 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa Venus, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de dimineață. Priveste planeta luminoasă pe cerul de est înainte de răsăritul soarelui.

► **09 iunie 2017 - Lună Plină.** Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 15:10 ora României.

► **15 iunie 2017 - Saturn la opoziție.** Planeta Saturn va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **17 iunie 2017 - Luna la ultimul pătrar,** la ora 14:35.

► **21 iunie 2017 - Solstițiul de iunie (de vara).** Solstițiul de iunie are loc la 06:24 ora României. Polul Nord al Pământului va fi înclinat spre Soare, care va fi atinge poziția cea mai nordică pe cer. Aceasta este prima zi de vară (solstițiul de vara), în emisfera nordică și prima zi de iarnă (solstițiul de iarna), în emisfera sudică.

► **24 iunie 2017 - Lună Nouă.** Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 04:31 ora României.

Iulie

► **01 iulie 2017 - Luna la primul pătrar,** la ora 03:51.

► **09 iulie 2017 - Lună Plină.** Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 06:07 ora României.

► **16 iulie 2017 - Luna la ultimul pătrar,** la ora 22:27.

► **23 iulie 2017 - Lună Nouă.** Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 11:46 ora României.

► **28-29 iulie 2017 - Aquaridele sudice Delta.** Aquaridele Delta pot produce aproximativ 20 de meteori pe oră. Punctul radiant pentru acești meteori este în constelația Vărsător. Acestea sunt produse de resturile lăsate în urmă de cometele **Marsden** și **Kracht**. Ploaia are loc anual de la 12 iulie la 23 august, și cade în acest an, în noaptea de 27 iulie. Luna aproape plină va fi o problemă mare în acest an blocând toți cei mai luminoși meteori. Cea mai bună observare va fi de la un loc întunecat după miezul nopții. Meteorii vor radia dinspre constelația Varsatorului, dar pot apărea oriunde pe cer.

► **30 iulie 2017 - Mercur la cea mai estica elongatie:** Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație estică la 27,2 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste Mercur pe cerul de vest după apusul soarelui.

► **30 iulie 2017 - Luna la primul pătrar,** la ora 18:23.

August

► **07 august 2017 - Eclipsa parțială de Lună,** nu este vizibilă din România.

► **07 august 2017 - Lună Plină.** Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 20:11 ora României.

► **12,13 august 2017 - Ploaia de meteori Perseide.** Perseidele sunt una dintre cele mai bune ploii de meteori ce produc până la 60 de meteori pe oră la orele lor de vârf. Punctul radiant va fi în constelația Perseus, și provine din coada Cometei **Swift-Tuttle**. Găsiți un loc departe de luminile orașului și priviți la nord-est, după miezul nopții. Ploaia are loc anual de la 17 iulie la 24 august, dar cade în acest an, în noaptea de 12 august și dimineața zilei de 13 august.

► **15 august 2017 - Luna la ultimul pătrar,** la ora 04:16.

► **21 august 2017 - Eclipsa totală de Soare,** nu este vizibilă din România.

► **21 august 2017 - Lună Nouă.** Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 20:30 ora României.

► **29 august 2017 - Luna la primul pătrar,** la ora 11:14.

Septembrie

► **05 septembrie 2017 - Neptun la opoziție**. Planeta Neptun va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **06 septembrie 2017 - Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 09:03 ora României.

► **12 septembrie 2017 - Mercur la cea mai vestica elongație**: Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație estică la 17,9 grade de Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste Mercur pe cerul de est înainte de răsăritul soarelui.

► **13 septembrie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 09:26.

► **20 septembrie 2017 - Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 07:30 ora României.

► **22 septembrie 2017 - Echinocțiul de septembrie (toamnă)**. Echinocțiul din septembrie are loc la 22:02 ora României. Soarele va străluci direct pe ecuator și zilele și nopțile vor fi aproape egale în întreaga lume. Aceasta este de asemenea prima zi de toamnă (echinocțiul de toamnă), în emisfera nordică și prima zi de primăvară (echinocțiul de primăvară) în emisfera sudică.

► **28 septembrie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 05:55.

Octombrie

► **05 octombrie 2017 - Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 20:40 ora României.

► **07 octombrie 2017 - Ploaia de meteori Orionide**. Orionidele sunt o ploaie de meteori de intensitate medie, ce produce aproximativ 20 de meteori pe oră. Un spectacol observațional bun ar putea fi experimentat în orice dimineață, între 20-24 octombrie. Cel mai bine de observat va fi, după miezul nopții în apropierea constelației Orion, dar pot apărea oriunde pe cer. Orionidele provin de la **Cometa Halley**. Din păcate, Luna aproape plină va bloca toți meteorii, dar nu și pe cei mai strălucitori.

► **12 octombrie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 15:27.

► **19 octombrie 2017 - Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 21:12 ora României.

► **19 octombrie 2017 - Uranus la opoziție**. Planeta Uranus va fi cel mai apropiată de Pământ și fața ei va fi pe deplin luminată de Soare.

► **21,22 octombrie 2017 - Ploaia de meteori Orionide**. Orionidele sunt o ploaie de meteori de intensitate medie, ce produce aproximativ 20 de meteori pe oră. Un spectacol observațional bun ar putea fi experimentat în orice dimineață, între 20-24 octombrie. Cel mai bine de observat va fi, după miezul nopții în apropierea constelației Orion, dar pot apărea oriunde pe cer. Orionidele provin de la **Cometa Halley**. Anul acesta, Luna nu va bloca meteorii.

► **28 octombrie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 01:23.

Noiembrie

► **04 noiembrie 2017 - Lună Plină**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 07:23 ora României.

► **04-05 noiembrie 2017 - Ploaia de meteori Tauride**. Tauridele sunt o ploaie minoră de lungă durată de meteori ce produce doar aproximativ 5-10 meteori pe oră. Este neobișnuită prin faptul că este alcătuită din două fluxuri separate. Primul este produs de particulele de praf ale asteroidului **2004 TG10**. Al doilea curent este produs de resturile lăsate în urmă de cometa **2P Encke**. Dușul are loc anual între 20 octombrie - 10 decembrie. Acest an maximul pică în noaptea de 12 noiembrie.

Din păcate strălucirea Lunii pline din acest an va bloca toți meteoriții, în afara de cei mai strălucitori.

► **10 noiembrie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 22:38.

► **13 noiembrie 2017 - Conjunctie Venus-Jupiter**. O conjuncție spectaculoasă a lui Venus și Jupiter va fi vizibilă pe cerul de seară. Cele două planete luminoase vor fi extrem de aproape, apărând la doar 0,3 grade. Observă această conjuncție impresionantă pe cerul estic chiar înainte de răsăritul soarelui.

► **17, 18 noiembrie 2017 - Ploaia de meteori Leonide**. Leonidele sunt unul dintre curenții meteorici cel mai bun pentru observații. Se vor observa aproximativ 40 de meteori pe oră. Leonidele, au un an de vârf ciclic la fiecare 33 ani când sute de meteori pot fi văzuți în fiecare oră. Ultima oară, acest fenomen a avut loc în anul 2001. Meteoriții vor radia din zona constelației Leului după miezul nopții și provin din coada **Cometei Temple-Tuttle** care a fost descoperită în 1865. Dușul are loc anual între 06-30 noiembrie și maximul cade în acest an, în noaptea de 17 și dimineața zilei de 18. Luna aproape nouă nu va fi o problemă în acest an. Cerul ar trebui să fie suficient de întunecat pentru ceea ce ar trebui să fie bun spectacol.

► **18 noiembrie 2017 - Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 13:42 ora României.

► **24 noiembrie 2017 - Mercur la cea mai estică elongație**: Planeta Mercur atinge cea mai mare elongație estică la 22,0 grade de la Soare. Acesta este cel mai bun moment pentru a observa planeta, deoarece va fi la cel mai înalt punct deasupra orizontului pe cerul de seară. Priveste Mercur pe cerul de vest după apusul soarelui.

► **26 noiembrie 2017 - Luna la primul pătrar**, la ora 19:03.

Decembrie

► **03 decembrie 2017 - Lună Plină/Superluna**. Pământul va fi între Soare și Lună, și deci, Luna va fi pe deplin luminată așa cum se vede de pe Pământ. Această fază are loc la 17:47 ora României. Aceasta este singura superlună pentru 2017. Luna va fi cel mai apropiată de Pământ și va arăta puțin mai mare și mai strălucitoare decât de obicei.

► **10 decembrie 2017 - Luna la ultimul pătrar**, la ora 09:53.

► **13, 14 decembrie 2017 - Geminide** - ploaie de meteori considerată de mulți a fi cea mai bună ploaie de meteori. Geminidele sunt cunoscute pentru producerea de până la 60 de meteori multicolori pe oră la ora lor de vârf. Cei mai mulți de obicei, apar în jurul datei de 13 decembrie și 14, deși unii meteori ar trebui să fie vizibili între 04 și 17 decembrie. Acesta va radia dinspre constelația Gemeni și provin de la **Asteroidul 3200 Phaeton**. Anul acesta, Luna aproape nouă va face din acest eveniment un moment favorabil pentru observare.

► **18 decembrie 2017 - Lună Nouă**. Luna va fi între Pământ și Soare și nu va fi vizibilă de pe Pământ. Această fază are loc la 08:30 ora României.

► **21 decembrie 2017 - Solstițiul de iarnă**. Solstițiul din decembrie are loc la ora 18:28 ora României. Polul Sud al Pământului va fi înclinat spre Soare, și va atinge poziția cea mai nordică pe cer. Aceasta face să fie prima zi de iarnă (solstițiul de iarnă), în emisfera nordică, și prima zi de vară (solstițiul de vară), în emisfera sudică.

► **21, 22 decembrie 2017 - Ploaia de meteori Uride**. Ursidele, sunt un curent de meteori minor ce produce doar aproximativ 5-10 meteori pe oră. Acesta este produs de particulele de praf lăsate de cometa **Tuttle**, care a fost descoperită în 1790. Dușul are loc anual între 17-26 decembrie. În acest an, maximul se va produce în noaptea de 22. Cele mai bune observări sunt după miezul nopții, într-o zonă întunecată, departe de luminile orașului. Meteoriții vor radia dinspre constelația Ursa

Mică, dar pot apărea oriunde pe cer.

► 26 decembrie 2017 - Luna la primul pătrar, la ora 11:20.

REZOLUȚIA INTERFEROMETRICĂ A UNEI STELE DUBLE

Prof. Merfea Romeo



Rezumat: Se utilizează dispozitivul interferențial al lui Young în lumină monocromatică, provenită de la o stea dublă și prin determinarea extremelor valorilor contrastului de luminozitate rezultat prin studiul figurii de interferență se determină distanța unghiulară pentru o stea dublă.

Cuvinte cheie: dispozitiv interferențial Young, stea dublă, contrast de luminozitate, distanța unghiulară.

1. Introducere

Vom considera, în cele ce urmează, o stea notată $S^{1,2}$ care se găsește pe direcția axei optice principale a unei lentile convergente având centrul optic în C, distanța focală notată f și focarul principal imagine în F.

Se plasează în fanta lentilei de o parte a acesteia un filtru optic care permite trecerea radiațiilor monocromatice de lumină având lungimea de undă λ , iar în partea cealaltă a lentilei este plasat un ecran cu două fante F_1 și F_2 situate la distanță a ; Spre exemplu vom lucra cu valorile numerice $f=1\text{m}$, $\lambda=600\text{nm}$, $a=6\text{mm}$.

În cele ce urmează vom descrie fenomenul de interferență al luminei monocromatice care se realizează în planul focal imagine al lentilei convergente dacă distanța a dintre cele două fante se modifică.

Dispozitivul descris mai sus este în esență dispozitivul interferențial al lui Young, în care interferența este nelocalizată.

2. Descrierea matematică a metodei utilizate^{3,4}

Vom calcula în cele ce urmează diferența de drum:

$$\Delta = [S'F_2M] - [SF_1M] \quad (1)$$

Între două raze monocromatice de lumină care interferă în același punct M aparținând ecranului de observație. Explicit ,această distanță este:

$$\Delta = ([SF_2] + [F_2M]) - ([SF_1] + [F_1M]) = ([SF_2] - [SF_1]) + ([F_2M] + [F_1M]) \quad (2)$$

În fața lentilei , steaua emite fascicule paralele și monocromatice de lumină.

Conform teoriei lui Malus⁴, planul geometric conținând fantele F_1 și F_2 orientat perpendicular pe fascicule, este o suprafață de undă, deci razele de lumină care le traversează sunt în aceste puncte în fază ,având aceeași distanță optică de S , adică:

$$[SF_1]=[SF_2] \quad (3)$$

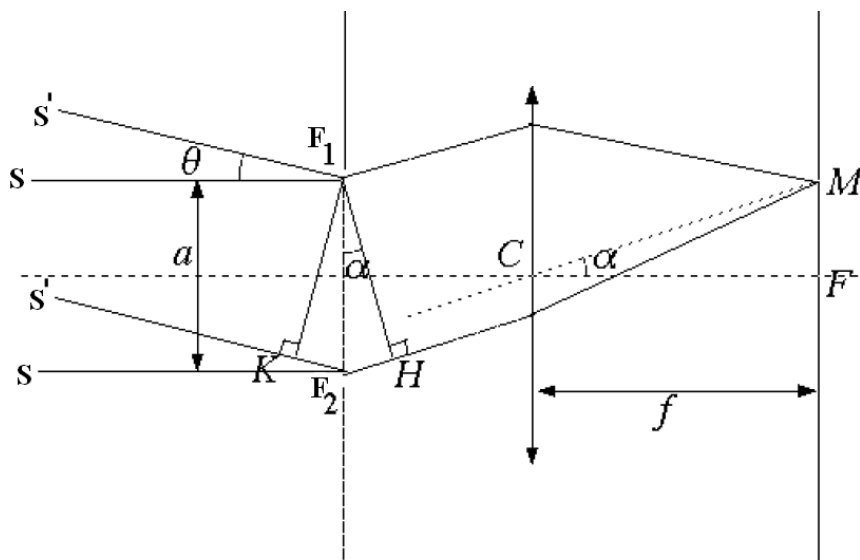


Figura 1 . Principiul metodei de determinare a distanței unghiulare pentru o stea dublă

Diferența de drum dintre cele două raze monocromatice ce interferă în punctul M este $[F_2M]-[F_1M]$. Orice rază de lumină care trece prin punctul C și este paralelă cu direcțiile razelor de lumină difractate sub unghiul α prin F_1 și F_2 , va intersecta ecranul de observație în același punct M .

În mod evident, conform geometriei Figurii 1 putem concluziona:

$$\Delta = [F_2M] - [F_1M] = [F_2H] + [HM] - [F_1M] = [F_2H] \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{\widehat{HF_1F_2}}{\widehat{MCF}} \quad (5)$$

$$[F_2H] = F_1F_2 \sin \alpha = a \sin \alpha \quad (6)$$

$$x = FM = CF \tan \alpha = f \tan \alpha \quad (7)$$

În zona de interferență, α admite valori mici pentru care există aproximația $\alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$, astfel încât diferența de drum Δ dintre fasciculele de lumină este:

$$\Delta = \frac{ax}{f} \quad (8)$$

Defazajul corespunzător aceluiași fascicul de lumină este definit de expresia:

$$\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda} = 2\pi \frac{ax}{\lambda f} \quad (9)$$

Dacă se notează cu $\underline{A}_1$, amplitudinea complexă a razei de lumină ce se propagă pe direcția F_1M și care este incidentă în punctul M pe ecranul de observație, atunci amplitudinea complexă a razei de lumină ce se propagă pe direcția F_2M este:

$$\underline{A}_2 = \underline{A}_1 \exp(-j\varphi) \quad (10)$$

Cele două raze de lumină, provenind din aceeași sursă, sunt coerente, astfel încât, conform principiului aditivității, amplitudinea complexă rezultantă în punctul M de interferență este:

$$\underline{A}_{tot} = \underline{A}_1 + \underline{A}_2 = \underline{A}_1 [1 + \exp(-j\varphi)] \quad (11)$$

Intensitatea luminoasă în punctul de interferență reprezintă pătratul modulului amplitudinii complexe rezultante:

$$I = |\underline{A}_1|^2 = \underline{A}_{tot} \underline{A}_{tot}^* = \underline{A}_1 \underline{A}_1^* [1 + \exp(-j\varphi)][1 + \exp(j\varphi)] = 2I_0 \left[1 + \cos\left(2\pi \frac{ax}{\lambda f}\right) \right] \quad (12)$$

Unde:

$$I_0 = \underline{A}_1 \underline{A}_1^* \quad (13)$$

În planul de interferență se observă astfel franje rectilinii paralele cu direcția Oy a căror interfranjă i este:

$$I = \frac{\lambda f}{a} \quad (14)$$

În cazul studiat de noi, am obținut valoarea $i = 10^{-4} \text{ m}$.

Se observă, conform expresiei de mai sus, că dacă a crește, interfranja i se micșorează și franjele de interferență se restrâng, putând fi observate doar prin intermediul unui ocular. În realitate steaua este dublă, fiind constituită din două stele distanțate unghiular la o distanță θ , pe care le vom presupune, în continuare de aceeași intensitate luminoasă.

Întrebarea la care vom răspunde este, “unde se formează imaginea celei de a doua stele și ce sistem de interferență vom observa dacă nu am avea în câmpul vizual decât cea de a doua stea”?

În mod evident, iluminarea ecranului de observație se va modifica prin apariția celei de a doua stele și este posibil ca pentru o anumită valoare a distanței dintre fante, franjele de interferență să dispară. Experimental am determinat cea mai mică valoare a lui a , notată $a_1 = 0,52 \text{ mm}$.

Vom calcula în cele ce urmează valoarea unghiului θ .

Imaginea geometrică a stelei se găsește la intersecția planului focal imagine al lentilei de observație cu raza de lumină provenită de la stea trecând prin centrul optic al lentilei; această rază de lumină este nedeviată și face deci un unghi θ cu axul optic principal al lentilei convergente.

Imaginea se formează în punctul de abscisă $-f \tan \theta \approx -f\theta$ (conform convențiilor de semn relative la formarea imaginii într-o lentilă optică subțire).

Cele două stele, componente ale unei stele duble, sunt în general necoerente , astfel încât iluminarea finală în punctul de observație se obține ca o sumă a iluminărilor produse de către fiecare sursă în acel punct. Diferența de drum suplimentară Δ' introdusă de prezența celei de-a doua stele în câmpul de interferență, este:

$$\Delta' = ([S'F_2] + [F_2M]) - ([S'F_1] + [F_1M]) = ([S'F_2] - [S'F_1]) + ([F_2M] - [F_1M]) \quad (15)$$

Folosind teoria lui Malus, $[S'F_2] - [S'F_1] = [KF_2] = \alpha \sin \theta \approx \alpha \theta$, unde K este proiecția lui F_1 pe direcția $S'F_2$ obținem :

$$[F_2M] - [F_1M] = \frac{ax}{f} \quad (16)$$

Defazajul și intensitatea luminoasă în punctul de interferență sunt, în această nouă situație:

$$\varphi' = 2\pi \frac{\Delta'}{\lambda} = 2\pi \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{f} + \theta \right) \quad (17)$$

$$I' = 2I'_0 (1 + \cos \varphi') = 2I_0 \left\{ 1 + \cos \left[2\pi \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{f} + \theta \right) \right] \right\} \quad (18)$$

Intensitatea luminoasă în punctul de interferență, devine:

$$I_{\text{total}} = I + I' \quad (19)$$

Remarcăm că , în acest caz se trece astfel de la valoarea lui I la valoarea lui I' printr-o translație de valoare $-f\theta$, deoarece $I'(x) = I(x + f\theta)$. Astfel cea de-a doua funcție a intensității luminoase este centrată pe imaginea geometrică a celei de a doua stele.

Dacă cele două stele au aceeași intensitate luminoasă, adică $I_0 = I'_0$, atunci:

$$I_{\text{total}} = 2I_0 \left\{ 2 + \cos \left(2\pi \frac{ax}{\lambda f} \right) + \cos \left[2\pi \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{f} + \theta \right) \right] \right\} \quad (20)$$

Remarcăm că, dacă cele două valori ale funcției cosinus sunt egale și de semn contrar (cazul opoziției de fază), atunci $I_{\text{total}} = 4I_0$ și intensitatea luminoasă este independentă de valorile lui x; în acest caz câmpul de interferență este iluminat uniform și nu există fenomenul de interferență.

Fenomenul de interferență în planul focal imagine al lentilei convergente se realizează dacă este verificată condiția:

$$2\pi \frac{q\theta}{\lambda} = (2p + 1)\pi \quad (21)$$

unde **p** este un **număr întreg** .

În consecință, putem impune realizarea următorului protocol experimental pentru determinarea distanței unghiulare a stelei duble studiate:

- Se realizează experiența de interferență descrisă mai sus pentru valori relativ mici ale lui a și se vizualizează franjele de interferență localizate pe ecran
- Se cresc valorile lui a relativ lent
- Se constată că, contrastul între franjele de interferență scade (dacă steaua este dublă), acest contrast continuând să scadă până la dispariția totală a franjelor, situație când ecranul este uniform iluminat
- Dacă a_1 este valoarea distanței dintre fantele dispozitivului pentru care se realizează această condiție, atunci putem calcula valoarea distanței unghiulare θ prin relația:

$$\theta = \frac{\lambda}{2a_1} \quad (22)$$

Contrastul între franjele de interferență pentru o valoare oarecare a a a distanței dintre fantele dispozitivului se poate determina astfel:

- Intensitatea totală rezultantă se poate scrie sub formă echivalentă:

$$I_{total} = 4I_0 \left\{ 1 + \cos \left(\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \cos \left[\pi \frac{a}{\lambda} \left(\frac{2x}{f} + \theta \right) \right] \right\} \quad (23)$$

- Valorile extreme corespunzătoare condițiilor când funcția cosinus admite valorile extreme ± 1 , sunt:

$$I_{max} = 4I_0 \left[1 + \left| \cos \left(\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right| \right] \quad (24)$$

$$I_{min} = 4I_0 \left[1 - \left| \cos \left(\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right| \right] \quad (25)$$

- Contrastul în câmpul de interferență este:

$$\gamma = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{8I_0 \left| \cos \left(\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right|}{8I_0} = \left| \cos \left(\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right| \quad (26)$$

Menționăm că există situații când pentru valoarea $a=a_1$, franjele de interferență nu dispar complet din câmpul de interferență, dar contrastul lor este minim, spre exemplu admite valoarea $\gamma_{min}=0,1$.

Astfel, presupunem, în cazul general, că $I_0 \neq I'_0$, și că pentru valoare $a=a_1$, există o opoziție de fază între razele de lumină ce interferă, generând-se o intensitate luminoasă totală I_{total} definită de expresia matematică :

$$I_{total} = 2I_0 \left[1 + \cos \left(2\pi \frac{a_1 x}{\lambda f} \right) \right] + 2I'_0 \left\{ 1 + \cos \left[2\pi \frac{a_1}{\lambda} \left(\frac{x}{f} + \theta \right) \right] \right\} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} I_{total} &= 2I_0 \left[1 + \cos \left(2\pi \frac{a_1 x}{\lambda f} \right) \right] + 2I'_0 \left[1 + \cos \left(2\pi \frac{a_1 x'}{\lambda f} + \pi \right) \right] \\ I_{total} &= 2I_0 \left[1 + \cos \left(2\pi \frac{a_1 x}{\lambda f} \right) \right] + 2I'_0 \left[1 - \cos \left(2\pi \frac{a_1 x}{\lambda f} \right) \right] \\ I_{total} &= 2(I_0 + I'_0) + 2(I_0 - I'_0) \cos \left(2\pi \frac{a_1 x}{\lambda f} \right) \end{aligned} \quad (28)$$

Presupunând, spre exemplu, că $I_0 > I'_0$, se obțin valorile extreme pentru intensitățile luminoase:

$$\begin{aligned} I_{max} &= 4I_0 \\ I_{min} &= 4I'_0 \end{aligned} \quad (29)$$

$$\gamma = \frac{I_0 - I'_0}{I_0 + I'_0} = \frac{1 - \frac{I'_0}{I_0}}{1 + \frac{I'_0}{I_0}} \quad (30)$$

Observație

Dacă se cunoaște valoarea contrastului luminos γ , se poate deduce raportul I'_0/I_0 :

$$\frac{I'_0}{I_0} = \frac{1 - \gamma_{min}}{1 + \gamma_{min}} \quad (31)$$

Spre exemplu:

$$I'_0/I_0 = (1 - 0,2)/(1 + 0,2) = 0,66 \quad (32)$$

- În mod echivalent, contrastul luminos între franjele de interferență se poate determina în cazul $a \neq a_1$, adoptând amplitudinea complexă:

$$\begin{aligned} I_{total} &= \text{real} \left\{ 2I_0 \left[1 + \cos \left(2j\pi \frac{ax}{\lambda f} \right) \right] + 2I'_0 \left[1 + \exp \left(2j\pi \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{f} + \theta \right) \right) \right] \right\} \\ I_{total} &= \text{real} \left\{ 2(I_0 + I'_0) + 2\exp \left(2j\pi \frac{ax}{\lambda f} \right) \left[I_0 + I'_0 \exp \left(2j\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right] \right\} \end{aligned} \quad (33)$$

Introducând notația:

$$I_0 + I'_0 \exp \left(2j\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) = I_1 \exp j\varphi \quad (34)$$

Se obține:

$$I_{total} = \text{real} \left\{ 2(I_0 + I'_0) + 2I_1 \exp \left(2j\pi \frac{ax}{\lambda f} + \varphi \right) \right\}$$

Astfel, intensitatea I_1 poate fi calculată pornind de la expresia matematică a pătratului acesteia:

$$I_1^2 = \left| I_0 + I'_0 \exp \left(2j\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right|^2 = \left(I_0 + I'_0 \exp \left(2j\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right) \left(I_0 + I'_0 \exp \left(-2j\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) \right) \quad (35)$$

$$I_1^2 = I_0^2 + 2I_0 I'_0 \cos \left(2\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) + I'^2_0 \quad (36)$$

Contrastul γ capătă atunci expresia matematică finală:

$$\gamma = \frac{\sqrt{I_0^2 + 2I_0 I'_0 \cos \left(2\pi \frac{a\theta}{\lambda} \right) + I'^2_0}}{I_0 + I'_0} \quad (37)$$

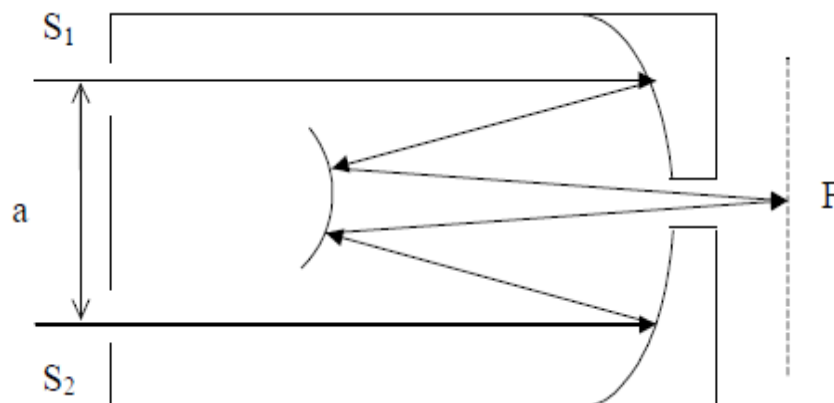


Figura 2. Telescop reflector tip Cassegrain, utilizat în determinarea caracteristicilor stelei duble

3. Determinări experimentale

Am utilizat un telescop optic tip **GOTO C6 S-GT XLT Celestron** având următoarele caracteristici:

Diametru	150mm
Design optic	Schmidt-Cassegrain
Distanța focală	1500mm
Raport focal	f/10
Mărire teoretică maximă	300X
Magnitudine stelară maximă	13,4
Rezoluție (arcsec.)	0,77
Dimensiunea oglinzii secundare	55,88mm
Obstrucția oglinzii secundare (arie)	14%
Obstrucția oglinzii secundare (diametru)	37%
Luneta căutătoare	6X30
Montura	CG5 (EQ5) GOTO
Controlul mișcării	ecuatorial
Motoare urmărire	incluse, DC servo cu encodere pe axele RA si DEC
Viteze de urmărire	maxim 3°/sec, sideral, solar, lunar
Controller	ecran LCD cu 2 linii, 16 caractere, baza de date cu 40000 obiecte, 400 obiecte pot fi definite de utilizator, informatii extinse despre 200 obiecte, upgradabil prin PC=5,76*10
Porturi	RS-232, Aux, Autoguide
Precizia softului	24 biti; 0,08 arcsec
Prisma diagonală	1,25" 90°

Oculare	Plossl Omni 25mm
Alte accesorii	software planetariu The Sky Level 1 pentru
Dimensiunea tubului	40,6 cm

Tabelul 1. Caracteristicile telescopului tip GOTO C6 S-GT XLT Celestron

- Am determinat valoarea rezoluției unghiulare pentru **steaua dublă 61 CYGNI** din constelația **CYGNUS**, utilizând protocolul experimental descris.
- Am determinat valoarea distanței dintre fantele F_1 și F_2 pentru care apare o iluminare uniformă a ecranului $a_1=0,52$ mm ,prin măsurători micrometrice.Filtrul optic permitea obținerea unei radiații monocromatice având lungimea de undă de 600 nm , corespunzătoare unei nuanțe de portocaliu.
- Telescopul optic a fost programat pentru a urmări steaua dublă 61 CYGNI având coordonatele: **AD 21h06,8 și Dec +38°44,3’**.

Din literatura de specialitate^{1,2} am preluat informațiile asupra magnitudinii celor două stele ce alcătuiesc **steaua dublă 61 CYGNI: 61 CYGNI A** are o magnitudine aparentă de **5.2**, iar **61 CYGNI B** o magnitudine aparentă de **6.1**.

Menționăm că această stea dublă este vizibilă pe cerul de vară chiar cu ochiul liber.Distanța sa față de Terra a fost calculată în anul 1838 de către Friedrich Bessel utilizând metoda paralaxei trigonometrice .

- Distanța unghiulară θ dintre stele **61CYGNI A** si **61 CYGNI B** am determinat-o utilizand relația :

$$\theta = \frac{\lambda}{2a_1}$$

$$\theta = \lambda / 2a_1 = 600 \cdot 10^{-9} \text{ m} / 2 \cdot 0,52 \cdot 10^{-3} = 5,7692 \cdot 10^{-4} \text{ radiani}$$

$$\theta = 57,29^0 \cdot 5,76 \cdot 10^{-4} = 329,99 \cdot 10^{-4} = 0,03299 \cdot 3600 = 18,76'' \text{ , valoare apropiată de valoarea standard a lui } \theta \text{ de } 20,2''$$

Caracteristicile stelei duble 61CYGNI:

MAGNITUDINEA VIZUALĂ	5,20(A) 6,20(B)
MAGNITUDINEA ABSOLUTĂ	7,48(A) 8,33(B)
TIPUL SPECTAL	K5VE(A) K7VE(B)
LUMINOZITATEA	O,09L(A) O.04L(B)
SEPARAREA MEDIE	24,4” 84 AL(Actual)
PERIOADA ORBITALĂ	653 ANI
EXCENTRICITATEA	0,40
INCLINAREA	51,9°
DISTANȚA PÂNĂ LA SOARE	11,43 ANI LUMINĂ (3,53PC)
POZIȚIA	AD 21HO6m54s ,Dec +38°44’31”

Tabelul 2. Caracteristicile stelei duble 61CYGNI

4.Bibliografie:

1. L'astronomie, Ian Ridpath, 1991, Éditions ATLAS
2. Atlas de l'astronomie, Joachim Hermann, 1996, La Pochotèque
3. [Le secret des étoiles](#) : CR de la conférence de JP Zahn à l'IAP. (28/02/2008)
4. [Les Mathématiques de l'Astronomie](#) : Partie 1 par B Lelard. (28/02/2008)