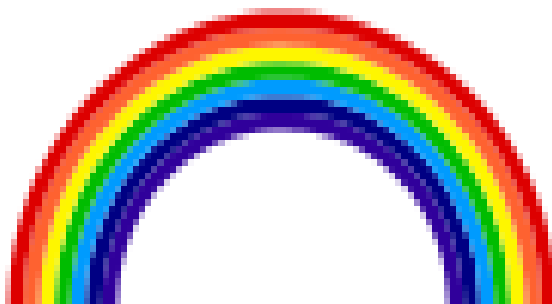


NICU GOGA

**NOȚIUNI DESPRE
CURCUBEU**



**MATERIAL AUXILIAR ÎN SPRIJINUL
PROGRAMEI ȘCOLARE NR.5097/09.09.2009**

Editura Revers,
Craiova, 2010

Corectura aparține autorului.

© Editura REVERS Craiova

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii. Orice reproducere integrală sau parțială, prin orice procedeu, a unor pagini din această lucrare, efectuate fără autorizația editorului este ilicită și constituie o contrafacere. Sunt acceptate reproduceri strict rezervate utilizării sau citării justificate de interes științific, cu specificarea respectivei citări.

© Editura REVERS Craiova

All rights reserved. This book is protected by copyright. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, including photocopying or utilised any information storage and retrieval system without written permission from the copyright owner.

Editura Revers
ISBN: 978-606-611-024-2

1.INTRODUCERE

Curcubeul, acest mirific fenomen optic extrem de frumos, a fost observat încă din preistoria umanității, dar a fost foarte puțin, sau aproape deloc, relatat prin documente scrise sau picturi rupestre.

Azi știm că acest fenomen optic se datorează descompunerii luminii și poate fi observat odată cu strălucirea Soarelui, după ploaie în atmosfera terestră, sub forma unui arc multicolor: de la roșu spre exterior până la violet în interior.

Lățimea curcubeului este un spectru continuu de culori cu toate că secvențele sale sunt cuantificate. Acest fapt i-a sugerat lui Newton o regulă de memorare mecanică: Roy G. Biv, care reprezintă un nume propriu alcătuit din inițialele culorilor curcubeului din limba engleză:

- Red = roșu;
- Orange = oranj/portocaliu;

- Yellow = galben;
- Green = verde;
- Blue = albastru;
- Indigo = indigo;
- Violet = violet.

Roy G.Biv-ul englezesc a fost tradus în limba română prin ROGVAIV: roșu, orange/portocaliu, galben, verde, albastru, indigo, violet.

Curcubeul poate fi cauzat și de alte surse care produc picături de apă asemănătoare celor de ploaie (de exemplu: picăturile de ceață, rouă sau spray, etc.).

Curcubeul poate fi observat oriunde sunt picături de apă în aer și Soarele strălucește din spatele observatorului, la un unghi și o altitudine joasă pe sol. Cel mai spectacular curcubeu se produce atunci când jumătate din cer este acoperită de nori negri de ploaie și observatorul privește în direcția unui spot de cer senin pe direcția Soarelui. Rezultatul este un splendid curcubeu luminos care contrastează cu restul întunecat al cerului.

Curcubeul se mai poate produce în apropierea cascadelor sau a fântânilor arteziene, iar efectul poate fi deasemenea creat în mod artificial prin dispersarea picăturilor de apă în aer în timpul unei zile luminoase. Rareori se produce și curcubeul de Lună (curcubeul lunar sau curcubeul din timpul nopții), care poate fi observat în nopțile senine cu Lună Plină, iar percepția vizuală a omului într-o astfel de lumină este alb.

2. ARTĂ

Curcubeul este în general descris ca o varietate de culoare și pace, iar din acest motiv la apariția sa este considerat ca aducător de vești bune și bunăstare. În artă el este adesea prezent în picturi.



NOAH mulțumind lui Dumnezeu.

Credit : www.en.wikipedia.org.

Joseph Anton Koch a pictat acest tablou inspirat fiind de Geneză cap.8-9 în care Noah a construit un altar în cinstea lui Dumnezeu și pentru că a scăpat de Potop, iar Domnul în semn de răspuns a trimis curcubeul pe cer.

Curcubeul este frecvent utilizat ca un mesaj divin, ca în tabloul de mai sus, dar are și o semnificație programatică generală, ca în tabloul Melancolia I al lui Albrecht Dürer.

Picturile romantice au redat efectul pasager al luminii la apariția curcubeului. Aici se pot aminti picturile lui Turner și Constable.

Exemple în acest sens sunt și cele două tablouri ale lui Peter Paul Rubens:



Peisaj cu curcubeu-1638.

Credit:<http://www.peterpaulrubens.org/Landscape-with-a-Rainbow-c.-1638.html>.



Peisaj cu curcubeu-1635.

Credit:<http://www.peterpaulrubens.org/Landscape-with-a-Rainbow-1632-35.html>.

3. CULTURĂ ȘI MITOLOGIE

Printre primele surse, în care apare evocat curcubeul, Epopeea lui Ghilgamesh (capitolul unsprezece) ni-l descrie ca fiind un colier de pietre prețioase la gâtul Zeiței Mamă Ishtar, care l-a lăsat pe cer ca o promisiune că nu va uita niciodată potopul care i-a omorât copiii. În epopee este consemnat potopul în care zeița și-a scos colierul de pietre prețioase, primit în dar de la tatăl ei Anu, spunând: “Preamăriți Zei, la fel de sigur cum acest colier atârna la gâtul meu eu nu voi uita aceste zile ale Potopului. Ofer acest colier tuturor zeilor cu excepția lui Enlil, datorită faptului că fără nici un motiv a adus Potopul și mi-a distrus oamenii”.

Această poveste este reluată și în Biblie, respectiv Vechiul Testament (capitolul 9 al primei cărți, Facerea), unde se spune că la încetarea Potopului, Creatorul a făcut un legământ cu Noe și, ca

semn al „legământului veșnic“, a așezat curcubeul în nori pentru a-și reaminti mereu promisiunea făcută, că: „...nu va mai fi apa potop pierzare a toată făptura“. Conform Bibliei, Potopul a avut loc în anul 2348 î.Hr., când Noe avea vreo 600 de ani.

În alte scrieri religioase, ca de exemplu Talmudul ebraic, se admite că și înainte de Potop a existat curcubeul, el fiind creat la sfârșitul celei de-a șasea zile, adică în ultima zi a creației, înainte de asfințit.

A existat Potopul sau nu ?

Răspunsul la această întrebare a fost găsit cu prilejul săpăturilor efectuate în situl arheologic al primului oraș-stat Ur, situat pe teritoriul actualului Irak. Cu ocazia săpăturilor s-au descoperit urmele unei inundații de proporții uriașe, un strat de nămol gros care acoperea o suprafață de 100.000 kmp, urmare a unor valuri de circa șapte metri înălțime. În urma analizelor probelor s-a admis că acest fenomen a avut loc în mileniile IV sau III î.Hr., adică înainte de

Epopoea lui Ghilgamesh, care, aproape sigur, este sursa povestirii biblice despre Potop.

Altă operă literar-istorică referitoare la curcubeu este Iliada lui Homer, scrisă în secolul VIII-VII î.Hr., care ne relatează legenda Războiului Troian (aproximativ 1193-1184 î.Hr.). Homer, aed orb, ne spune că la un moment dat Afrodita, fiind rănită de soldatul Diomedede, a fugit de pe câmpul de luptă în Olimp pe arcele curcubeului purtată iute ca vântul de zeița Iris.

Iris, zeița greacă a curcubeului, fiica lui Thanmos și a nimfei oceanice Elektra, era reprezentată ca o tânără fecioară cu aripi de aur fiind: aghiotanta zeiței Hera și curiera specială a acesteia și a soțului ei, Zeus (zeul suprem în mitologia greacă). Ea căra apă din Styx, cu ulciorul din ordinul lui Zeus, iar cu această apă îi adormea pe sperjuri.

Ca simbol personificat al curcubeului, era considerată mesageră între zei și oameni deoarece ea străpungea bolta cerului dând la o parte perdeaua ce o

acoperea făcând astfel să apară stelele, fiind considerată mesageră între zei și oameni.

În mitologia chineză, curcubeul era o crăpătură în cer, ca o șampilă făcută de zeul Nüwa care golosea pietre de cinci culori diferite.

În mitologia hindusă, curcubeul este numit **Indradhanush** care înseamnă „arcul lui Indra“, Indra reprezentând Zeul fulgerelor, tunetelor și ploii. O altă mitologie indiană numea curcubeul Kamanabillu, adică „arcul lui Kama“, Zeul Iubirii.

În mitologia nordică, curcubeul era numit Bifröst, adică Podul ce lega așezările zeilor (Ásgard) cu așezările oamenilor (Midgard).

Legende irlandeze ne spun că locul unde se termină curcubeul indică locurile în care se află aur, deoarece locul este imposibil de găsit pentru că prin natura sa, curcubeul este un efect optic care depinde de locul observatorului, astfel cu cât înaintăm cu atât se va deplasa și curcubeul.

Curcubeul a fost plasat între legende și mituri deoarece a fost destul de greu de găsit o explicație științifică a sa.

4. SCURT ISTORIC ȘTIINȚIFIC

Ibn-al-Haytham (Alhazen; 965-1039), fizician și matematician arab, a încercat o explicație științifică a fenomenului. În cartea sa „Despre curcubeu și halo” (Maqala fi al-Hala wa Qaws Quzah), a emis ipoteza conform căreia forma curcubeului este o imagine care se formează ca într-o oglindă concavă, deoarece are forma de cercuri concentrice. Totodată el a presupus că Soarele, fiind situat la o distanță apreciabilă față de Pământ, poate fi considerat ca o sursă punctuală de lumină, și astfel raza de lumină ce cade asupra norilor este reflectată spre Pământ. Dacă observatorul se află cu privirea pe axa de reflexie, atunci vede cercuri concentrice care se formează în jurul acestei axe. Nu și-a verificat teoria experimental deoarece a presupus că lumina este reflectată de nori. Această explicație, deși incorectă, a fost reexaminată de Averroes, constituind premisa explicării corecte de mai târziu pe

care a dat-o Theodoric de Freiberg și Kamāl al Dīn al-Fārisī.

Un alt arab, contemporan cu Ibn-al-Haytham, filozoful persan și matematicianul Ibn Sīnā (Avicenna; 980-1037), a emis o ipoteză alternativă prin care a încercat să explice că arcul curcubeului nu se formează în norii întunecați, ci mai curând în spațiile goale, foarte fine, care sunt între straturile de nori, atunci când acestea se află între Soare și observator. El s-a gândit că această substanță foarte subțire este așezată în fundalul norilor tot așa cum este așezat stratul de argint pe suprafața unei oglinzi. El a schimbat nu numai locul formării curcubeului dar și pe cel al culorilor curcubeului bazându-se pe senzația subiectivă pe care o produce asupra ochiului. Și această explicație a fost eronată.

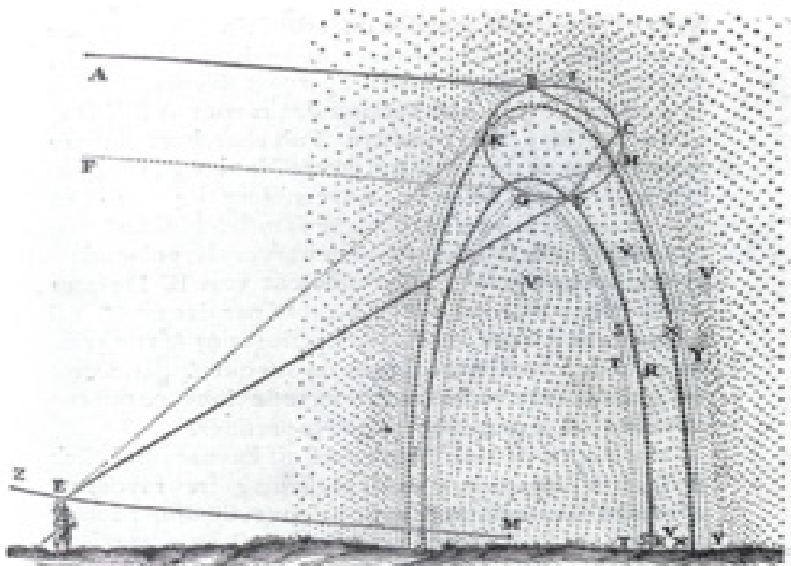
În aceeași perioadă în timpul dinastiei Song di China (960-1279), matematicianul imperial, Shen Kuo (1031-1095), la fel ca predecesorul său Sun Sikong (1015-1076), a emis o ipoteză conform căreia

curcubeul este un fenomen care apare atunci când razele de lumină sunt refractate de picăturile de apă de ploaie din aer. Ipoteza lui Shen, conform căreia curcubeul este un fenomen atmosferic de refracție, stă la baza principiilor moderne de explicare științifică a fenomenului în speță.

Astronomul persan Qutb al-Din al-Shirazi (1236-1311), a dat o explicație destul de bună a producerii curcubeului, iar discipolul său Kamāl al Dīn al-Fārisī (1260-1320) printr-un raționament matematic mai rafinat a avansat o ipoteză conform căreia raza de lumină, în picătura de apă, suferă mai multe reflexii între două refracții.

În Europa lucrarea lui Ibn-al-Haytham (Despre curcubeu și halo) a fost tradusă de Roger Grosseteste în latină și apoi continuată de Roger Bacon. Cel care a dat o explicație mai substanțială asupra acestei probleme a fost René Descartés, care în tratatul său din 1637 (Discurs asupra metodei) a făcut experimentul său în care a neglijat dimensiunile

picăturii de apă de ploaie, deoarece dimensiunea nu afectează curcubeul, și în locul acesteia a folosit un bol de sticlă plin cu apă, prin care a trecut un fascicul de lumină. Concluzia sa a fost aceea că primul curcubeu se formează datorită unei singure reflexii în interiorul picăturii, iar curcubeul secundar datorită a două reflexii interne. A supra culorilor curcubeului nu a avut decît o explicație mecanicistă.



Schița prin care René Descartés a arătat cum se formează curcubeul primar și cel secundar. Credit: www.en.wikipedia.org.

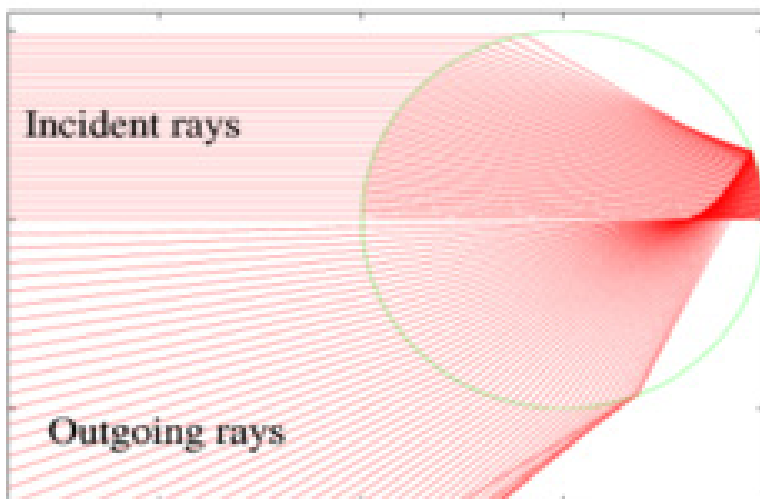
Isaac Newton a demonstrat că lumina este compusă din culorile curcubeului, atunci când cu ajutorul unei prisme transparente a reușit să descompună lumina în culorile de bază, explicând că roșul este refractat mai puțin decât albastrul. Teoria corpusculară a lui Newton nu a explicat formarea curcubeului supranumeric până când Thomas Young a relizat că lumina se comportă ca o undă și astfel poate interfera. Opera lui Young a fost reanalizată de George Biddell Airy, care în 1820 a explicat dependența culorilor curcubeului de dimensiunea picăturii de ploaie.

5. EXPLICAȚIA ȘTIINȚICĂ

(calitativ)

Lumina este refractată atunci când intră prin suprafața picăturii, este reflectată atunci când ajunge în spatele picăturii, și este din nou refractată atunci când părăsește picătura. Efectul complet se obține atunci când lumina este reflectată înapoi peste deschiderea unghiulară, lumina fiind mai intensă la un unghi de 40° - 42° . Unghiul este independent de mărimea picăturii, dar depinde de indicele de refracție, care este mai mare decât indicele de refracție al apei de ploaie, așa că raza curcubeului în aburii apei de mare este mai mică decât în realitate. Acest lucru este vizibil cu ochiul liber prin dezordinea arcelor. Numărul de culori sub care lumina este refractată depinde de lungimea de undă, și de aici culorile sale. Astfel lumina albastră, care are cea mai scurtă lungime de undă, este refractată sub un unghi mai

mare decât lumina roșie, dar datorită reflexiei razelor de lumină din spatele picăturii avem o altă ordine la ieșirea din picătură, lumina albastră va ieși sub un unghi mai mic decât unghiul incident al luminii albe și luminii roșii. Din acest motiv ne explicăm de ce lumina roșie apare în afara arcului și cea albastră în interior.

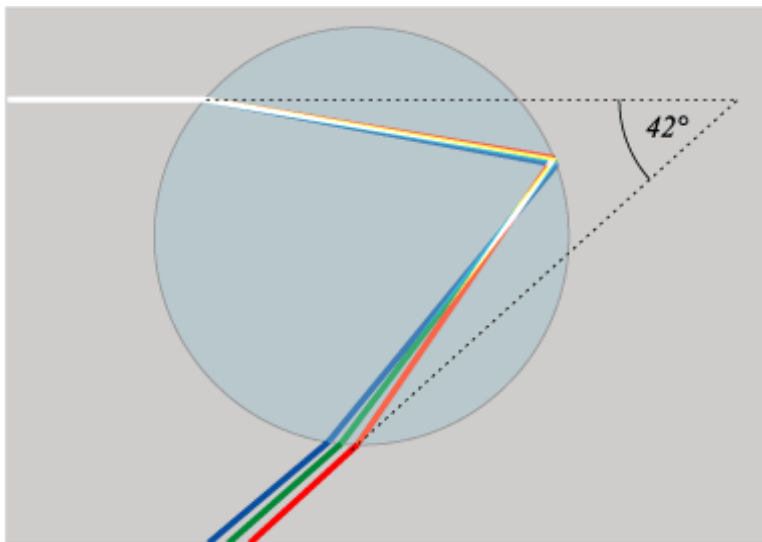


Fascicul de raze incidente în curcubeul primar.

Credit: www.en.wikipedia.org.

Oricum, dacă examinăm mai îndeaproape, lumina roșie dintr-o picătură este văzută de observator, iar lumina albastră nu, datorită faptului că ea este de partea cealaltă a luminii roșii: o parte care nu este incidentă cu ochiul observatorului. De aceea lumina albastră în această picătură pare că vine de la o altă picătură, situată mai jos decât picătura în care s-a văzut lumina roșie.

Contrar credinței populare, lumina din spatele picăturii nu suferă o reflexie totală, și de aceea o parte din lumină emerge din spate. Oricum lumina care vine din spatele picăturii nu formează curcubeul între observator și Soare pentru că spectrul emis din spatele picăturii nu are un maximum de intensitate, așa cum au alte curcubeevizibile, și bineînțeles de aceea culorile se adună să formeze un curcubeu.

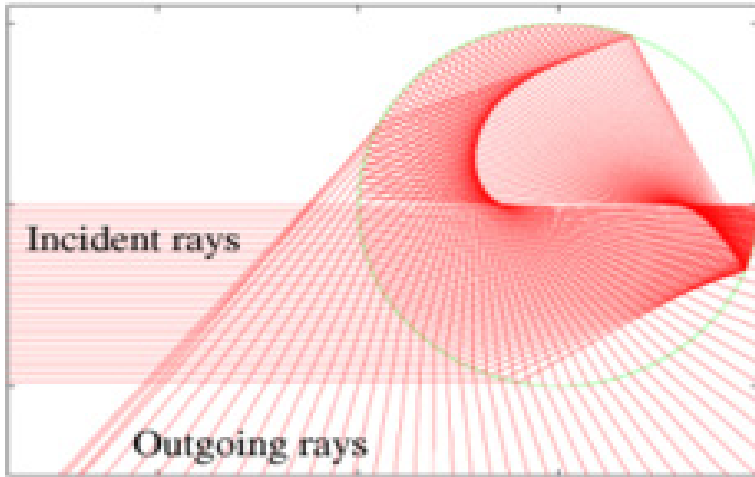


Schița formării curcubeului.

Credit: www.en.wikipedia.org.

Un curcubeu nu are nicio locație pe cer. Aparenta sa poziție depinde de poziția observatorului și poziția Soarelui. Toate picăturile refractă și reflectă lumina Soarelui la fel, dar numai lumina de la unele picături ajunge la observator. Poziția curcubeului pe cer este întotdeauna în opoziție cu Soarele și înspre observator, dar în interior strălucirea este mai slabă

decât spre exterior. Arcul este centrat peste umbra capului observatorului, sau mai exact în punctul antisolar (care este mai jos decât orizontul în timpul zilei), apărând la un unghi de 40° - 42° pe linia dintre capul observatorului și umbra sa. În concluzie, dacă Soarele este mai sus de 42° , atunci curcubeul este mai jos de orizont și nu mai poate fi observat deoarece acolo nu mai sunt suficiente picături între orizont și sol, care să contribuie. Excepție atunci când observatorul se află mai sus de sol, de exemplu atunci când este într-un avion, se află pe un vârf de munte sau se află deasupra unei cascade.



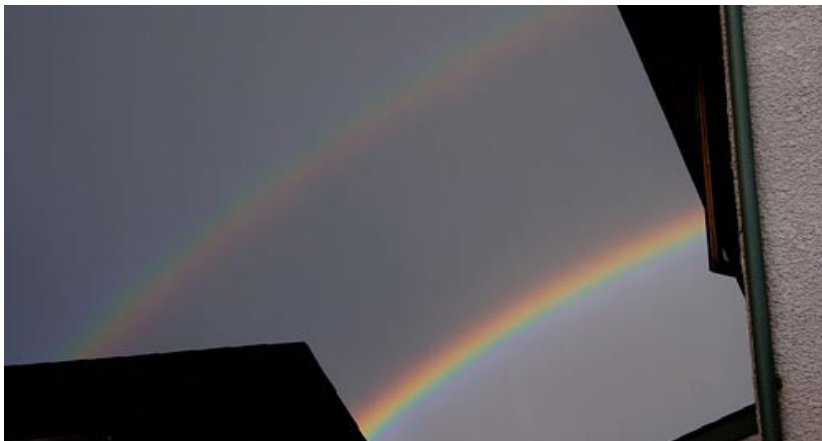
Formarea curcubeului secundar.

Credit: www.en.wikipedia.org.

Ocazional al doilea curcubeu se poate vedea în afara celui primar. Curcubeul secundar este cauzat de o dublă reflexie a luminii solare în interiorul picăturii, și apare sub un unghi de 50° - 53° . Ca un rezultat al dublei reflexii, culorile curcubeului secundar sunt inversate comparativ cu ale celui primar, astfel albastrul este în afară și roșul în interior.

Banda întunecată de cer situată între arcu primar și cel secundar se numește **banda lui**

Alexandru, după numele lui Alexandru din Aphrodisias care a descris-o primul.



Banda întunecată. Credit: Stuey H.



Curcubeu principal și secundar. Credit: Alex Conu.

Al treilea curcubeu se poate vedea în ocazii foarte rare, și foarte rar câțiva observatori au raportat curcubeu quadruple.



Credit:

<http://www.photolib.noaa.gov/coastline/line2111.htm>.

Aceste curcubeu vor apărea în aceeași parte a cerului cu Soarele, făcându-le greu de localizat. Unul din curcubeu este ca o aparență a celui de-al doilea care se formează în apropierea imediată a celui principal. Spațiul întunecat din afara arcului este observat sub o formă dinamică în timp ce curcubeul

terțiar dispăre. Pe tot parcursul acestui schimb, cele două curcubeie care rămân se observă ca unindu-se într-o bandă cu o margine albastră în interior și una roșie în exterior. Această formă particulară a curcubeului dublat nu este ca în cazul clasic al curcubeului dublu pentru că spațierea arcelor este împărțită în poziție normal identică înainte de unire. Cu cele două arce, culoarea din interior este albastră și cea din exterior roșie.

Curcubeiele de ordin superior au fost descrise de Felix Billet (1808-1882), care a descris poziția unghiulară până la al 19-lea ordin de mărime al curcubeului. El a numit această formă „trandafir”. În laborator, a fost posibil să se observe curcubeie de ordin superior folosind lumină foarte intensă și bine colimată, raza laser. Astfel al 6-lea ordin a fost observat de K. Sassan în 1978, care a folosit raza produsă de un laser HeNe pentru a penetra o picătură de apă. Au fost rapoarte și ordine superioare până la al

200-lea, folosind aceeași metodă, dar cu un laser de argon, în 1998.

Un curcubeu supranumerar nu este un fenomen frecvent, el constând din câteva firicele de curcubeu în partea interioară a curcubeului primar, și foarte rar de asemenea în parte exterioară a curcubeului secundar.



Curcubeu supranumerar. Credit: Mark Nankam, Suedia.

Curcubeele supranumerare sunt greu detectabile, având o bandă coloristică care nu se regăsește în banda obișnuită. Nu este posibilă explicarea lor științifică numai cu ajutorul opticii

geometrice. Alternarea fasciculelor de curcubeu sunt cauzate de interferența razelor de lumină cauzate de mica diferență dintre straturi și variația lungimii de undă în picătură. Câteva raze sunt în fază, ajutându-se fiecare, creând o interferență distructivă, adică un spațiu liber.

Curcubele supranumerare sunt mai clare atunci când picăturile sunt mici și au dimensiuni identice. Apariția curcubeilor supranumerice a fost un prim indiciu asupra naturii ondulatorii a luminii, iar Thomas Young a furnizat o primă explicație în 1804.

Un curcubeu special poate apărea atunci când un curcubeu este observat deasupra unei ape, dacă suprafața apei este liniștită. Este vorba despre **curcubeul reflectat** care va apărea ca o imagine în oglindă, sub orizont.



Curcubeu normal și reflectat în apus.

Credit: www.en.wikipedia.org.

Lumina solară este reflectată de picătură, și apoi reflectată în afara picăturii, înainte de a ajunge la observator. Curcubeele reflectate sunt vizibile frecvent, cel puțin parțial, în ochiuri mici de apă. Acolo unde lumina se reflectă în afara corpului de apă înainte de a ajunge la picătură, se poate produce un curcubeu reflectat, dacă ochiul de apă este mare, și

liniștit pe toată suprafața, și mai aproape de perdeaua de ploaie. Curcubeul reflectat apare deasupra orizontului. El intersectează curcubeul normal la orizont, și arcele sale ajung până sus în cer. Din cauza necesității acestui tip de combinație, curcubeul reflectat este rareori vizibil. Șase (sau chiar opt) arce pot fi vizibile la reflexia unui curcubeu reflectat, și arcu secundar cu reflexia sa se așteaptă să apară la fel.

Este sugerată existența curcubeului și pe satelitul lui Saturn, Titan, care are o suprafață umedă și nori umezi. Raza curcubeului pe Titan poate fi de 49° , în loc de 42° , datorită fluidului care în acel mediu înghețat este metanul și nu apa. Un vizitator poate avea nevoie de ochelari cu infraroșii pentru a putea vedea curcubeul, după cum atmosfera satelitelui Titan este mai transparentă pe lungimea de undă a acestor radiații.

BIBLIOGRAFIE

SCRISĂ:

[1] ULIU, FLOREA- Curcubeul de la mit la adevăr,
Editura SITECH, Craiova-1994.

ON-LINE:

<http://www.astroclubul.ro/vega.html>

<http://www.universetoday.com/>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Astronomy>

<http://ro.wikipedia.org/wiki/Astronomie>.

CUPRINS

1.INTRODUCERE	3
2. ARTĂ.....	6
3. CULTURĂ ȘI MITOLOGIE.....	11
4. SCURT ISTORIC ȘTIINȚIFIC.....	16
5. EXPLICAȚIA ȘTIINȚICĂ (calitativ)	21
BIBLIOGRAFIE	41