

SOARE în H α



ASTROCLUBUL BUCUREȘTI s-a dotat în 2017 cu o lunetă **LUNT LS50T** pentru studiul Soarelui în **linia α a hidrogenului**. Am împrumutat instrumentul în calitate de membru și deși am lucrat ca astronom profesionist (la observarea sateliților artificiali ai Pământului) nu am avut ocazia în acele vremuri să văd cum se lucrează cu un astfel de instrument. Observațiile făcute acum cu el ca astronom amator mi-au satisfăcut interesul științific și alături de ceva teorie explicativă le voi documenta în rândurile ce urmează.



Observăm că fereastra vizibilă a spectrului este foarte îngustă, așadar cu ajutorul ei nu putem observa multe din procesele care se petrec în steaua numită SOARE.

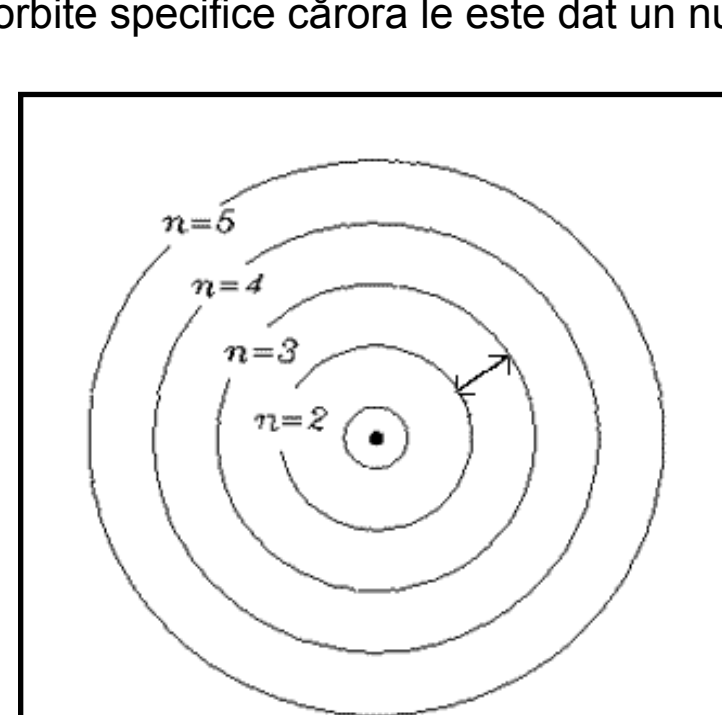
Hidrogenul reprezintă aproximativ 74% din masa Soarelui, heliul 25%, iar restul este constituit din cantități mici de elemente mai grele.

Din cele două aserțiuni rezultă importanța studierii Soarelui în ferestre ale spectrului hidrogenului. Ce vom observa în acest caz cu filtru dedicat și într-o bandă îngustă diferă fundamental de ceea ce observăm vizual cu orice instrument astronomic înzestrat cu filtru în domeniul vizibil (soarele observat fără filtre adecvate deteriorează ochiul uman).

Cromosfera solară (literal sferă colorată) este un strat din atmosfera Soarelui, chiar deasupra fotosferei și sub coroana solară. Cromosfera are o grosime de cca. 10.000 km și o temperatură care crește spre exterior, de la 4.500 K la 20.000 K. În comparație, fotosfera are o grosime de câteva sute de kilometri și temperaturi de 6.000 K, iar coroana solară se întinde în jurul cromosferei cu o grosime de sute de mii de kilometri sau mai mult și are o temperatură paradoxală de un milion de K. În cromosferă se fac cercetările în H α , interes justificat mai ales de faptul că aici pot fi temperaturi mai ridicate decât în straturile de dedesubt.

Straturile vizibile (fotosfera și cromosfera) sunt singurele părți ale soarelui care sunt destul de reci pentru ca hidrogenul să existe în forma sa atomică și aici putem vedea spectrul de absorbție și emisie pentru hidrogen.

Este util să ne gândim la un atom de hidrogen ca un "sistem solar" mic, cu nucleul greu ca "soarele" în mijloc. Acest sistem solar particular are o singură planetă care orbitează - un singur electron. Datorită legilor fizicii clasice, acest electron poate orbita nucleul numai în orbite specifice cărora le este dat un număr n.

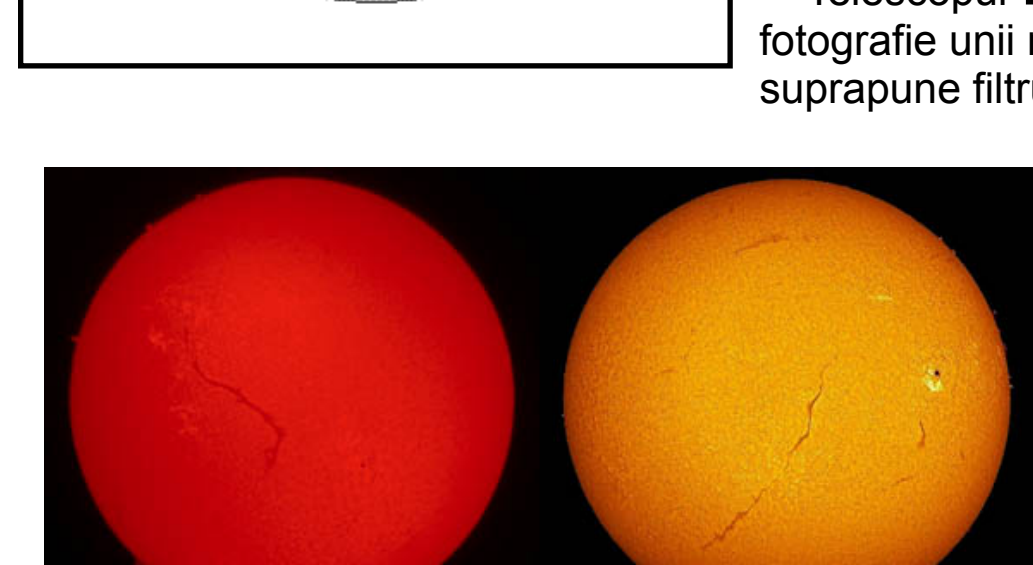


Atunci când electronii sar de la orbitele mai mici la cele mai înalte, absorb o anumită cantitate de energie și putem observa spectrul de absorbție. Când revin din nou, aceștia eliberează aceeași cantitate de energie și putem observa spectrul emisiilor. Cantitatea de energie absorbită sau eliberată în acest mod poate fi matematic direct legată de lungimea de undă la care vedem liniile de absorbție și emisie pe spectru.

Hidrogenul poate absorbi și emite în regiunea ultravioletă a spectrului (seria Lyman), dar emisiile și absorbțiile pe care le vedem în partea vizibilă a spectrului sunt seria Balmer și apar atunci când electronii sar și cad la orbita n = 2.

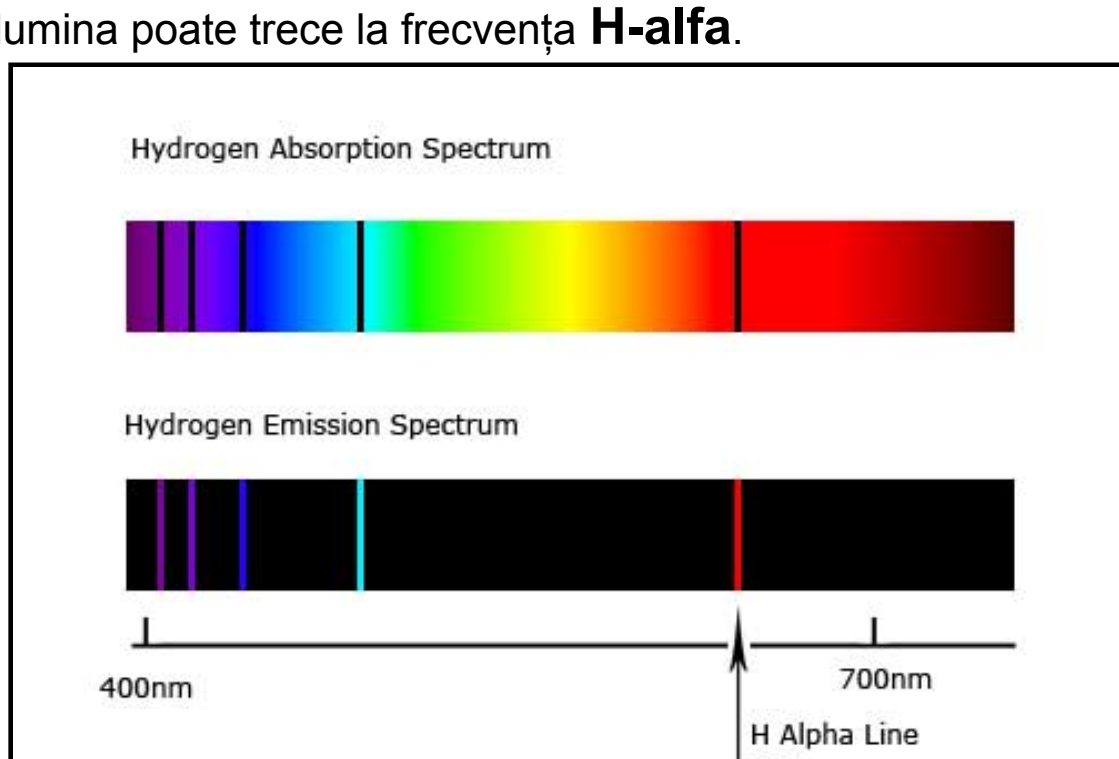
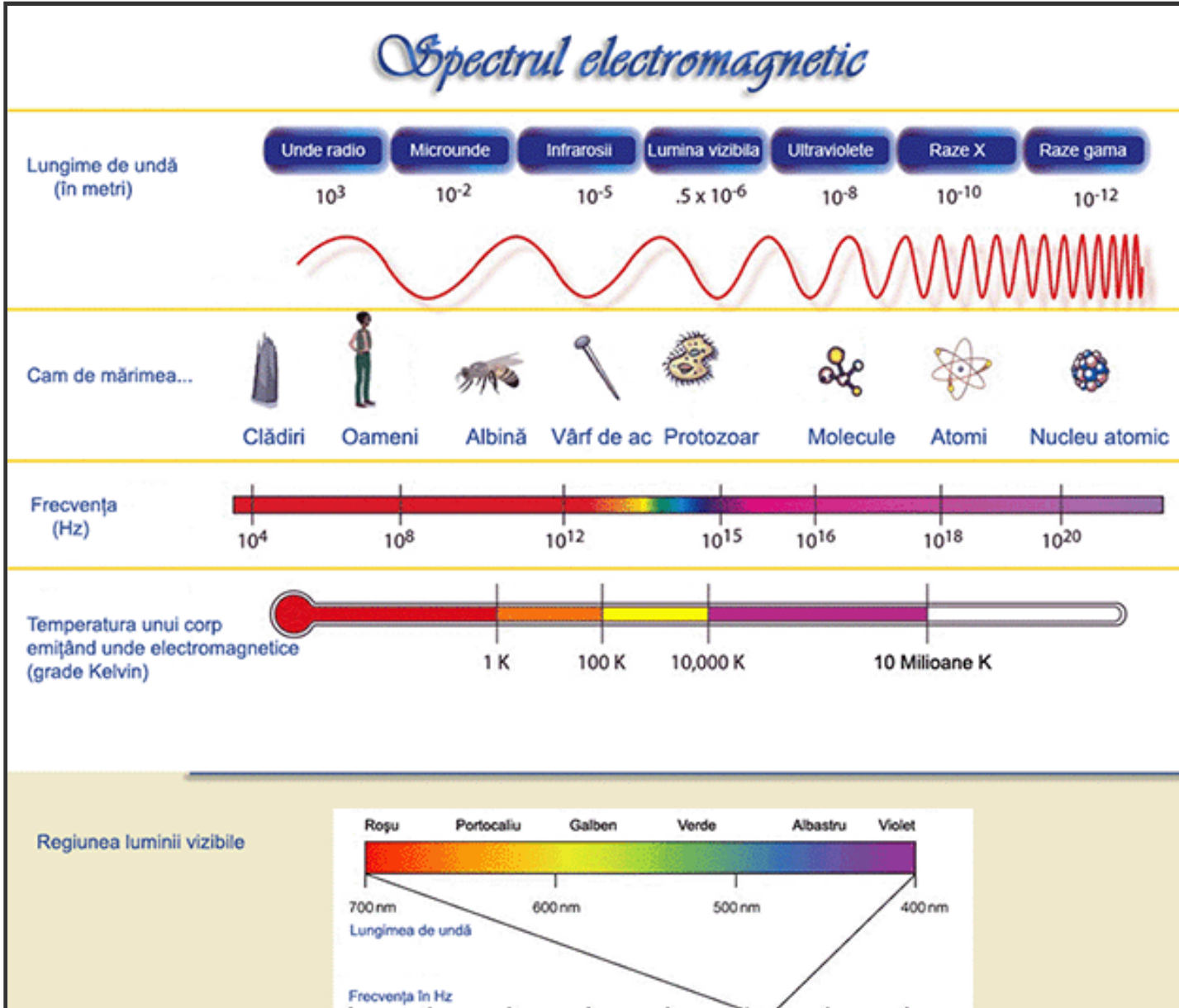
Linia care apare în partea roșie a spectrului este creată atunci când electronul se deplasează între a doua și cea de-a treia orbită (N = 2 și N = 3), iar lungimea de undă la care se produce acest lucru este de 656nm (6562.8Å). Această linie este numită linia hidrogenului alfa și filtrele de hidrogen alfa sunt proiectate astfel încât să blocheze cât mai mult spectrul posibil, lăsând doar o lățime de bandă foarte mică prin care lumina poate trece la frecvența **H-alfa**.

Acum după ce ne-am făcut o vagă idee despre ce urmează să observăm să vedem câte ceva și despre instrumentul împrumutat. Telescopul **LS50THa** este destinat observațiilor vizuale. Pentru fotografii unii recomandă telescopul de 60mm LS60THa. Se poate suprapune filtrul LS50C, obținându-se o lățime de bandă de <0.5 Angstrom.



Aici se poate vedea diferența dintre contrastul discului și cantitatea de detaliu vizibil între un filtru H-alfa cu bandă de ieșire de 1,0 Å (stânga) și 0,5 Å. Ambele imagini prezintă filamente lungi, întinse descrise mai jos. Mai observăm că imaginea din stânga este mult mai obositoare pentru ochi.

Acest filtru LS50C se poate înfileta direct pe filetul telescopului **LS50THa**. Fără acest filtru



caracteristicile tehnice ale lunetei **LS50THa** sunt enumerate mai jos:

- Caracteristici:**
- Apertură: 50 mm
- Distanța focală: 350 mm
- Lățimea de bandă: <0,75 Angstrom
- Tuning: sistem de reglare a presiunii aerului "Presiune-Tuner"
- Filtru de blocare: B600
- Focuser helical non-rotativ
- Tub cu inel filet 1/4-20 (filet standard pentru trepiede foto)
- Lungime: 37cm
- Greutate: 2,1 kg

Filtrele de blocare pot fi: B400 - pentru vizualizare sau B600 - pentru un câmp vizual mai larg acesta din urmă fiind poate bun și pentru obținerea de imagini foto.

Instrumentul a fost înzestrat după achiziționare și cu un căuțator montat aproximativ (urmează a fi definitivat), dar care mi-a fost de ajutor pentru a obține soarele în ocular.

După ce l-am montat și pus în stație (*la Profa - Olt unde imi fac observațiile în timpul verii*) pe montura mea GoTo - AltAz ce o folosesc pentru telescopul **MAK 127/1500**, am văzut prin ocular (aplicând tuningul pe cât mi-a fost posibil, la vârsta pe care o am, ochii nu mă mai ajută suficient) cum se poate observa Soarele și am încercat să-l adaptez pentru observații fotografice.

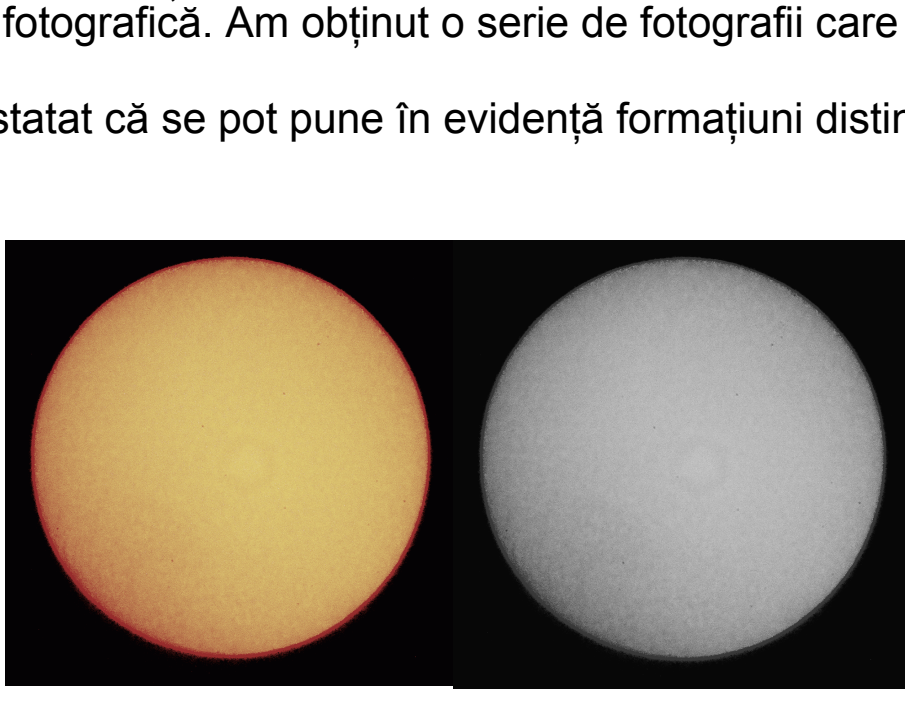
Întrucât montând aparatul de fotografiat NIKON D3200 în locul ocularului (prin inel T2 corespunzător) am constatat că imaginea obținută nu exploatează câmpul aparatului și am decis montarea unui focuser suplimentar **MEADE Ocular Zoom 8-24 mm**. Am obținut astfel o încadrare corespunzătoare a discului soarelui în cadrul fotografiei de realizat.

Am realizat ceva satisfăcător și am început sesiunea de fotografiere. Imaginile de un portocaliu intens mi-au revelat un soare fără pete (lucru explicabil fiind vorba de perioada minimului solar), destul de obositor pentru ochi dar indiferent pentru aparatul fotografic. După o punere la punct aproximativă am început seria de încercări cu timpi, diafragme și ISO diferite. Se lucrează cu greutate din cauza culorii roșii destul de intense pentru focusarea imaginii, mai ales că pe lângă



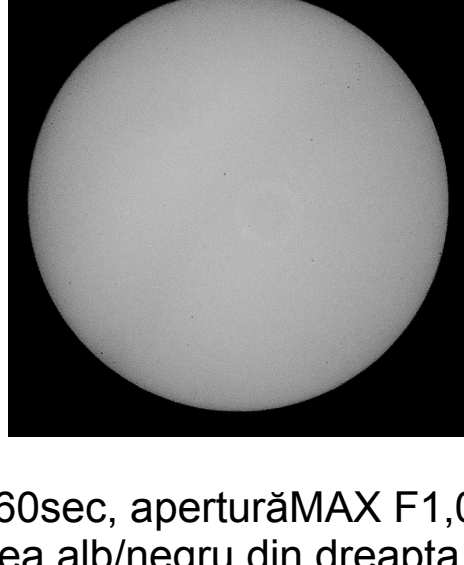
operația de la intrarea în aparatul fotografic adică focusierul MEADE, mai trebuie și tunarea presiunii atmosferice, deci două reglaje. Pentru operarea vizuală este mai simplu, dar ea nu coincide cu operarea fotografică. Am obținut o serie de fotografii care la prima vedere nu corespundeau așteptărilor.

Ulterior prelucrând grosier cu Irfanwiev (imaginea din dreapta) am constatat că se pot pune în evidență formațiuni distincte pe discul solar (imaginea din stânga celei alb/negru).



Fotografiere executată la 29.08.2018 13:22:49 cu timp expunere 1/100sec, apertură MAX F1.0.

Cel mai important aspect mi s-a părut acela că pentru omogenizarea și reușita comparării imaginilor, cel mai bun procedeu este cel al scoaterii culorii prin transformarea imaginilor în alb/negru (imaginea din dreapta). Crește definiția imaginii. Am mai realizat și alte prelucrări.

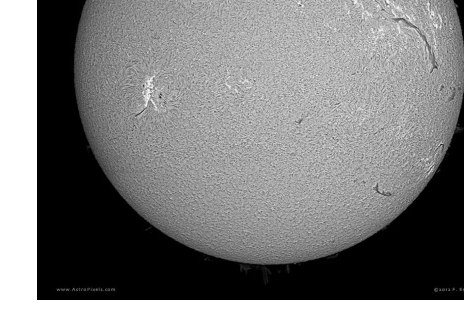


Fotografierea a fost executată la 30.08.2018 17:40:58 cu ISO 6400, expunere 1/60sec, apertură MAX F1.0.

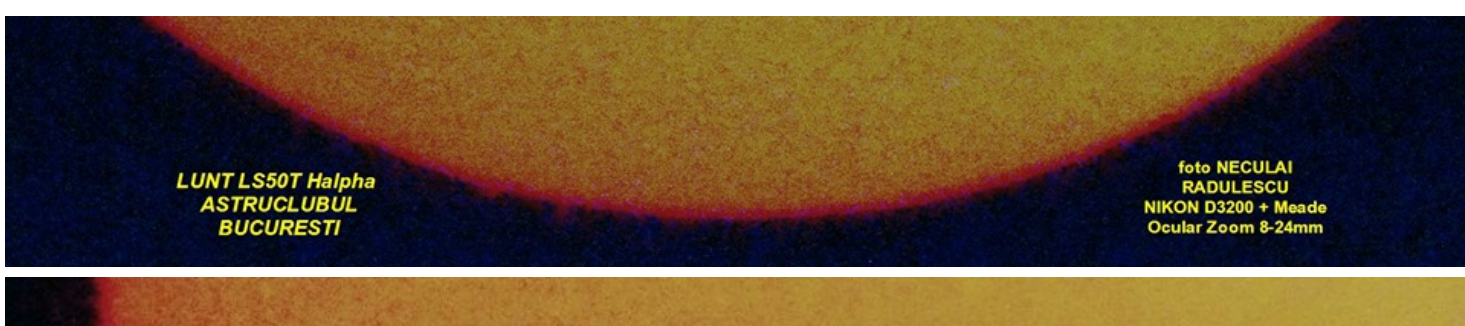
Observăm că deși ne aflăm în perioada de soare calm poartă și distincție pe imaginea alb/negru din dreapta atât acumulări punctuale cât și granulație. Am continuat să caut prelucrări exploataabile și am obținut chiar și detalii de la marginea discului solar.

Știm din teoria observării soarelui în linia H α că formațiunile observabile pot fi variate precum **plaje** (zone deschise la culoare), **filamente** (arată ca niște șerpi enuși și mici puncte de ancorare întinse care își amintesc de "picioarele" omidei și care se pot întinde și pe jumătate din soare), **granulație** (cele care transferă energia de la adâncime sub fotosferă până la suprafață), **spiculi** ce pot fi observați la marginea discului solar (jeturi de gaze fierbinți cu o înălțime cuprinsă între 2.000 și 6.000 de mile, văzute în profil), chiar **pete negre** dacă este cazul (uneori cu flare-uri care sunt indiscutabile și implică o strălucire bruscă într-un grup de pete solare) sau **protuberanțe** (tot la marginea discului solar).

Imaginile care urmează preluate de pe internet au fost obținute prin stakare (prelucrare mult mai complexă decât cea realizată de mine) cu un instrument de observare de putere dublă (profesional LS100THa) față de cel pe care l-am avut eu la dispoziție și în plus într-o perioadă de activitate intensă solară.



Urmează mai jos poze de detaliu care mi s-au părut semnificative pentru formațiuni pe care le-am putut distinge pe fotografiile realizate în sesiunea respectivă de observare.



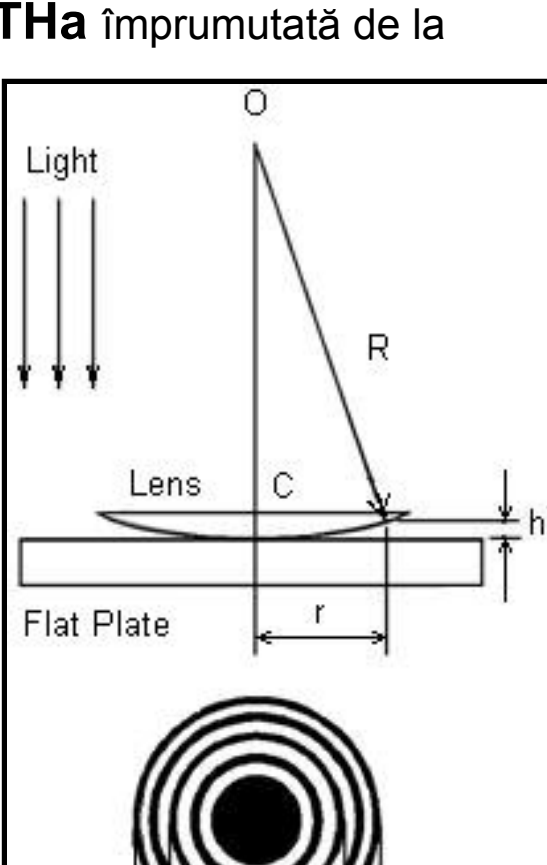
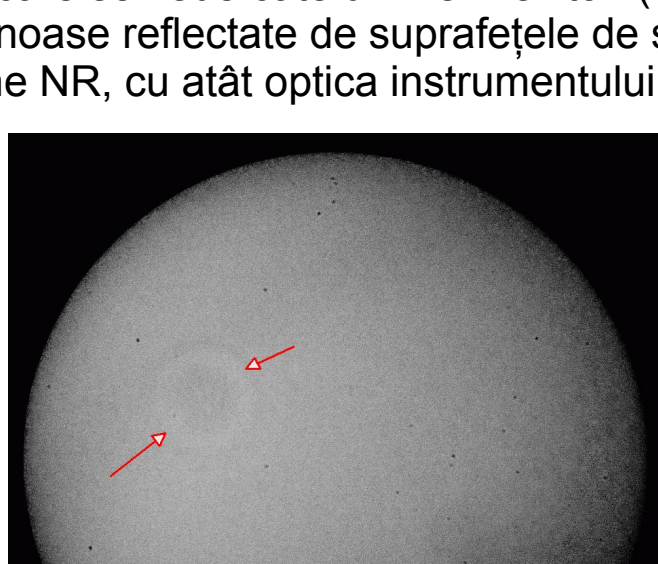
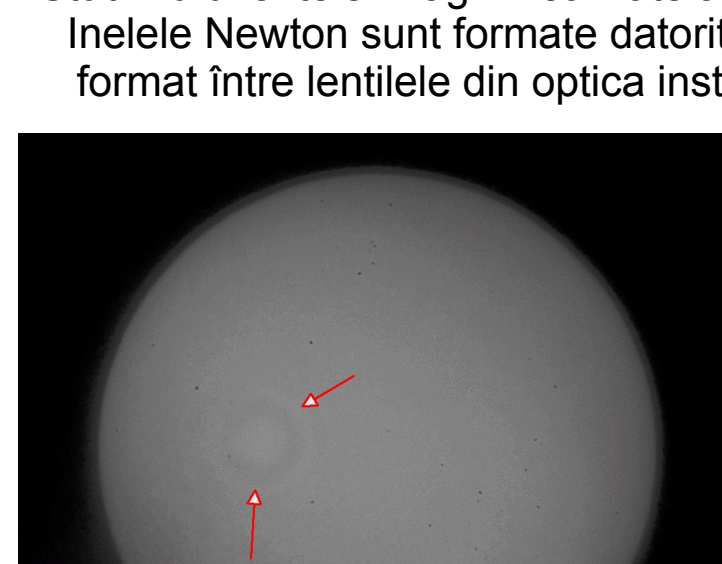
Am pus în evidență mai sus spiculele de la marginea discului solar.

Mai jos este un detaliu de pete de la marginea discului solar și următoarea, o fotografie cu discul integral al soarelui pe care se văd pete discrete și granulația.



Prin anii '70 când lucram ca astronom la Observatorul Astronomic din București (actualul IAAR) cercetătorii obișnuiau să întrețină și studii de optică, aliniere, defecte asupra instrumentelor cu care lucrau și pe care le publicau. În acest spirit am încercat să văd ce eventuale defecte are luneta **LS50THa** împrumutată de la ASTROCLUB.

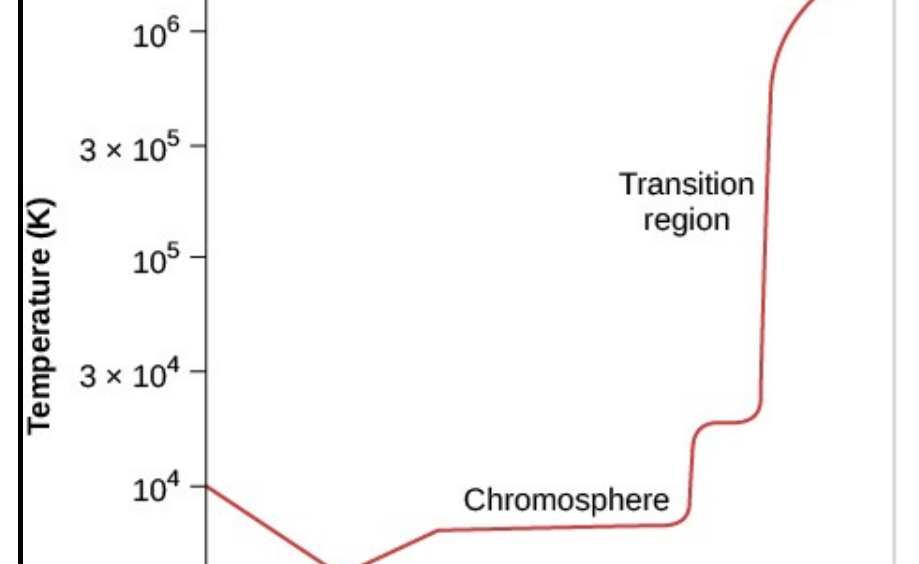
Studiind diferitele imagini realizate datorită interferenței dintr-un undele luminoase reflectate de suprafețele de sus și de jos ale filmului de aer format între lentile din optica instrumentului. Cu atât unde mai puține NR, cu atât optica instrumentului este mai îngrijit executată.



NR dacă există pot fi înlăturate cu o prismă de dispersie.

Remarcă că acest studiu a fost o încercare singulară, cu scop experimental pentru a vedea ce se poate observa cu un astfel de instrument astronomic pentru studiul soarelui, care este destul de costisitor pentru un amator astronom, deși este primul în privința prețului din seria de astfel de instrumente dedicate unei anume părți din structura solară.

Fiind un experiment nu ne-am propus nici insistarea asupra reglajelor de înțețe (nici nu puteam cu posibilitățile personale de percepție să le realizez) și nici o prelucrare decât sumară (și nu profesionistă prin stakare) cu cel mai simplu instrument de prelucrare a imaginilor care este Irfanwiev.



Pentru final prezint mai jos diagrama temperaturilor pe surprinzi apropiate de exteriorul soarelui unde se vede cum cu creșterea altitudinii deasupra fotosferei temperaturile cresc surprinzător.

Una dintre teoriile vehiculate fiind cea că deasupra stratului convectiv din fotosferă se desfășoară niște încolăcirii de forțe magnetice (asimilate pentru exemplificare cu rădăcinile mangroviilor) care prin cumuli (ca în tehnica fotografică) ridică temperatura cu cât ne urcăm mai sus în cromosferă spre coroana solară. Pare paradoxal dar nu trebuie să uităm că pe măsură ce ne îndepărtăm de nucleul densitatea materiei solare scade, deja în coroană începând să se rarefieze.

Consider că temple scrise au scop didactic pentru a arăta tinerilor astronomi amatori (care pot astfel face observații astronomice în timpul zilei) că este posibil să faci și altfel de observații decât cele clasice de pete solare. Metodologia de observare sau îmbunătățirea montajului aparat fotografic-telescop poate fi o provocare pentru orice astronom amator. Mi se pare foarte importantă observarea unei zone din structura soarelui mai puțin studiată și în care se petrec fenomene curioase care se încearcă a fi explicate și în prezent prin diverse teorii și modelări fizico-matematice.

ASTROCLUBUL BUCUREȘTI își diversifică aria posibilă de studiu al cerului cu acest instrument **LS50THa**, pe lângă seria de instrumente Dobsoniene sau de altă construcție pe care le-a achiziționat în ultimii ani și care sunt dedicate observațiilor nocturne ale cerului instelat.

REFERINTE:

<https://www.astroleague.org/content/hydrogen-alpha-solar-observing-program>

<https://luntsolarsystems.com>

https://en.wikipedia.org/wiki/Newton's_rings

Neculai Rădulescu