

Արևաբծեր և արևային սպեկտր

Ալեքսանդր Կոստա, Բեատրիս Գարսիա, Ռիկարդո Մորենո

*Միջազգային աստղագիտական միություն
Լոլեի միջնակարգ դպրոց, Պորտուգալիա*

*ITeDA և Ազգային տեխնոլոգիական համալսարան, Արգենտինա
Մադրիդի Retamar դպրոց, Իսպանիա*



Նպատակներ

- Հասկանալ արևային սպեկտրի բնույթը
- Հասկանալ արևային սպեկտրի առաջացումը
- Հասկանալ արևաբծերի բնույթը
- Հասկանալ Գալիլեոյի՝ արևաբծերի վերաբերյալ աշխատանքի պատմական արժեքը



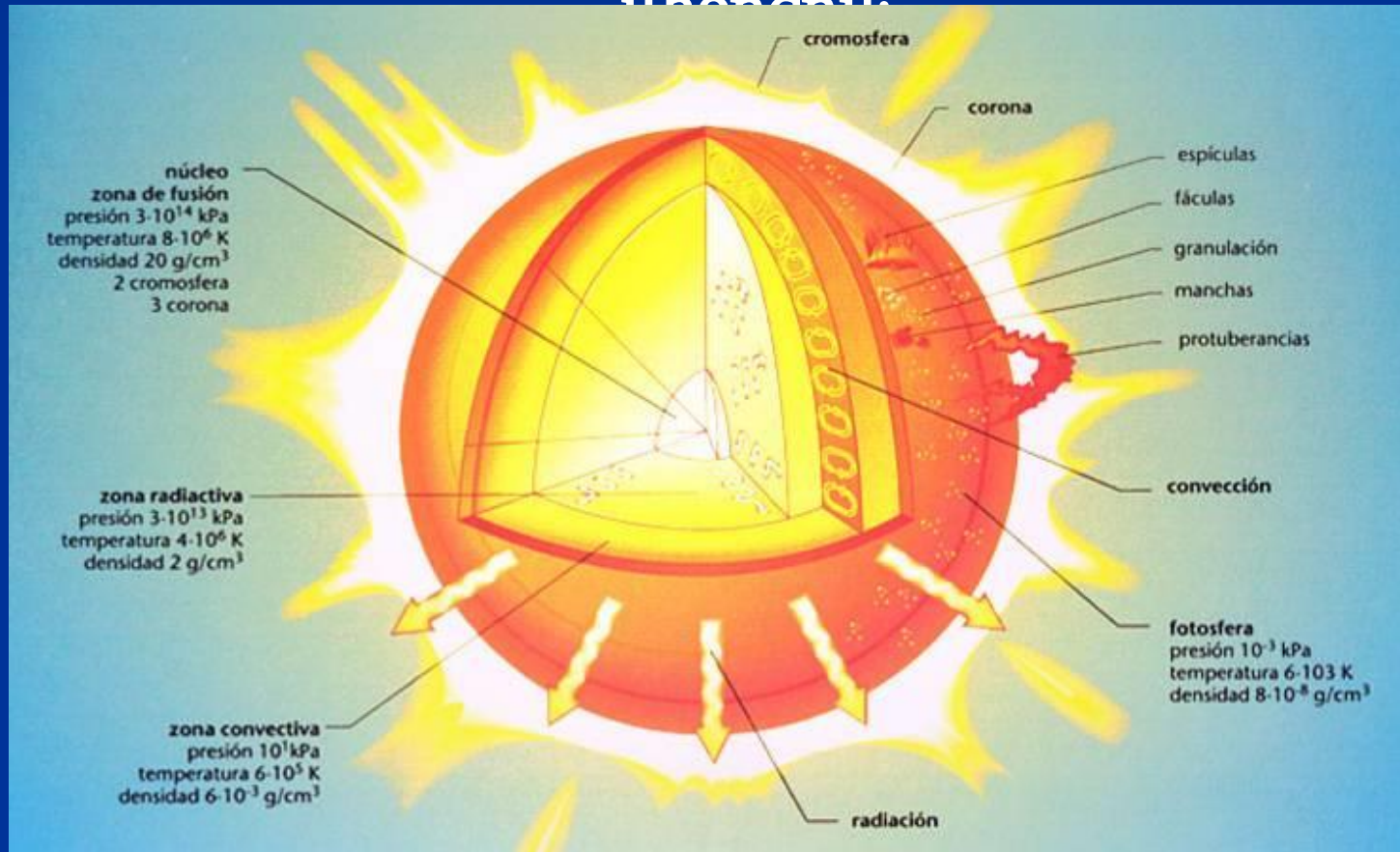
Արեգակնային ճառագայթում

Գրեթե ողջ էներգիան (ջերմություն և լույս), որ
օգտագործում ենք Երկրի վրա գալիս է կամ եկել
է Արեգակից:



Արեգակնային ճառագայթում

Ճառագայթումը ստեղծվում է Արեգակի միջուկում բարձր ճնշման և 15 մլն աստիճան ջերմաստիճանում: Այն առաջանում է ջերմամիջուկային ռեակցիաների փոխարեն:



Արեգակնային ճառագայթում

4 պրոտոն (ջրածնի միջուկներ) միաձուլվում են՝ ձևավորելու համար հելիումի ատոմ (միջուկների ձուլում).



Արդյունքում ստացված զանգվածն ավելի փոքր է քան սկզբնական 4 պրոտոններինը, քանի որ «ավելցուկային» զանգվածը վերափոխվել է էներգիայի՝

$$E = mc^2$$

Յուր. վայրկյան 600 մլն տոննա ջրածին վերափոխվում է 595.5 մլն տոննա հելիումի, իսկ զանգվածի մնացած մասը՝ էներգիայի:

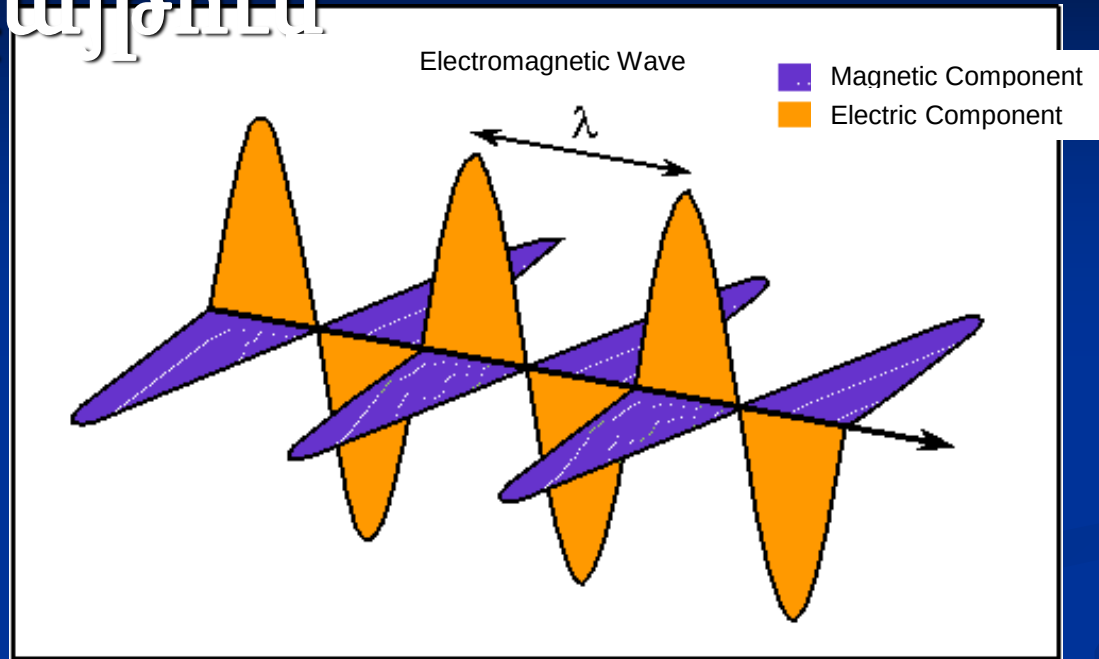
Արեգակն այնքան վիթխարի է, որ նույնիսկ նման չափով զանգված կորցնելով հանդերձ՝ այն գոյություն կունենա միլիարդավոր տարիներ:

Արեգակնային ճառագայթում

Էներգիան Արեգակից հեռանում է 299,793 կմ/վ
արագությամբ: Այն Երկիր է հասնում 8 րոպեում:



Արեգակնային սպեկտր՝ ճառագայթում

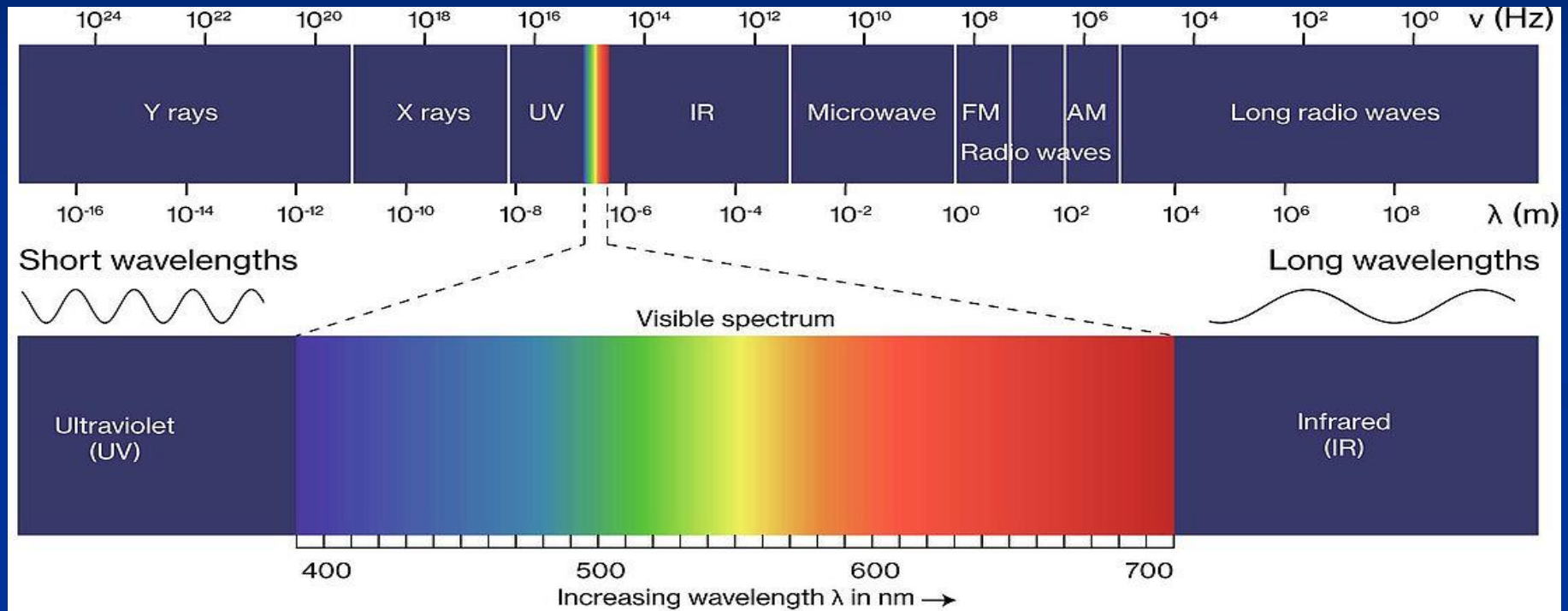


Ալիքի երկարություն λ -ն, հաճախականություն ν -ն և
էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածման
արագություն c -ն կապված են հետևյալ
հավասարմամբ՝

$$c = \lambda \cdot \nu$$

Արևային սպեկտր՝ ճառագայթում

Էլեկտրամագնիսական սպեկտր



գամմա



ռենտգեն



տեսանելի



ենթակարմիր

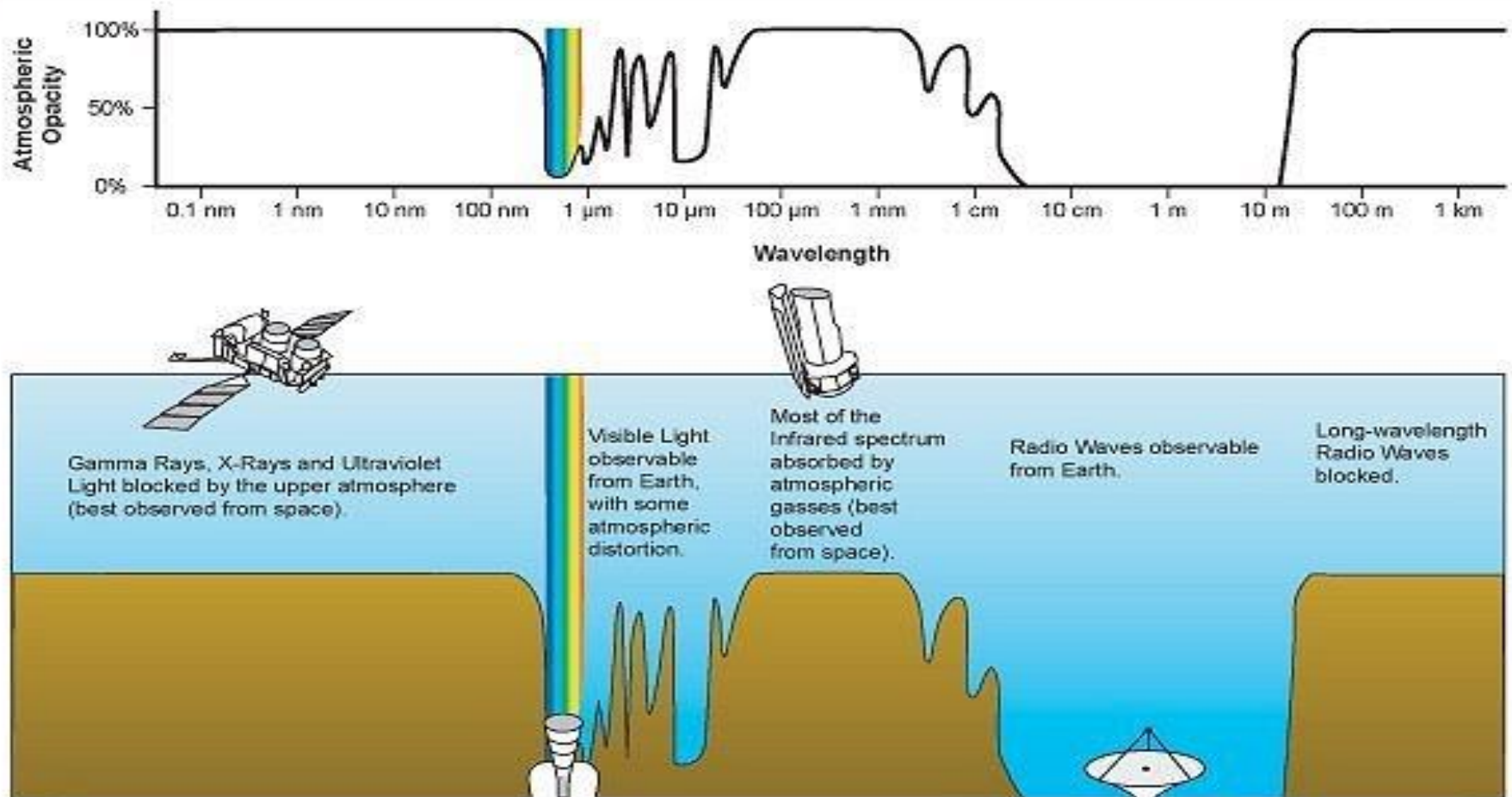


ռադիո

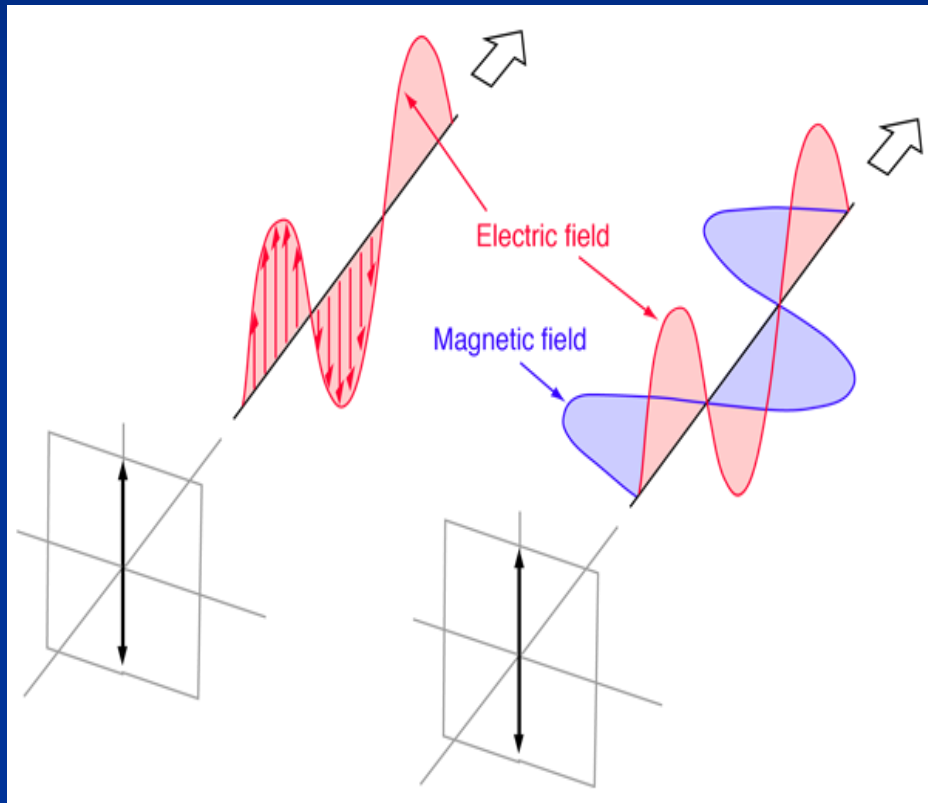


Արևային սպեկտր՝ ճառագայթում

Երկրի մթնոլորտն անթափանց է ճառագայթման շատ ալիքային երկարությունների համար:



Արեգակնային ճառագայթում՝ բևեռացում

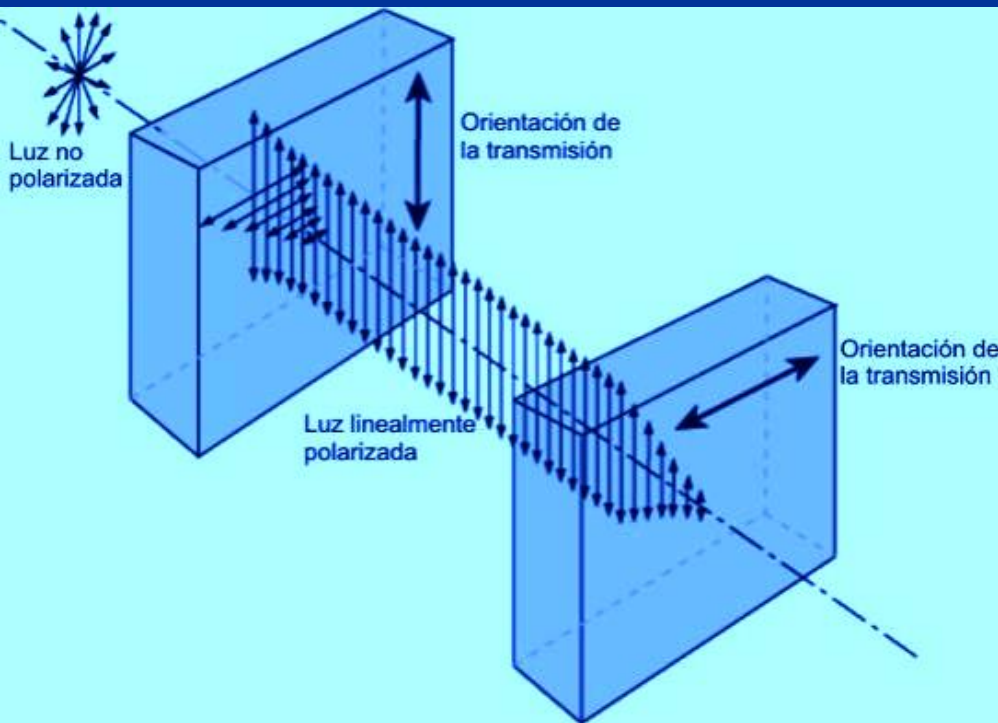


- Պարզ էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը պատկերված է գծագրում:
- Կա մի տատանման ուղղություն էլեկտրական դաշտի և մեկ ուրիշը՝ մագնիսական դաշտի համար:
- Ալիքը գծային կերպով բևեռացված է: Այս դեպքում՝ ուղղահայաց է բևեռացված:
- Արևի լույսը չունի տատանման որևէ արտոնյալ ուղղություն:

Արևային սպեկտր՝ բևեռացում

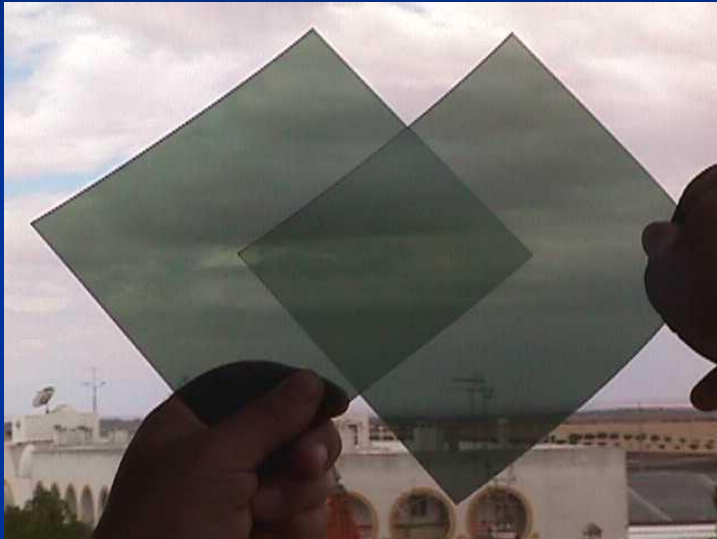
Արեգակի լույսը կարելի է բևեռացնել՝

- արտացոլանքի միջոցով
- բևեռացնող ֆիլտրի միջով անցկացնելով

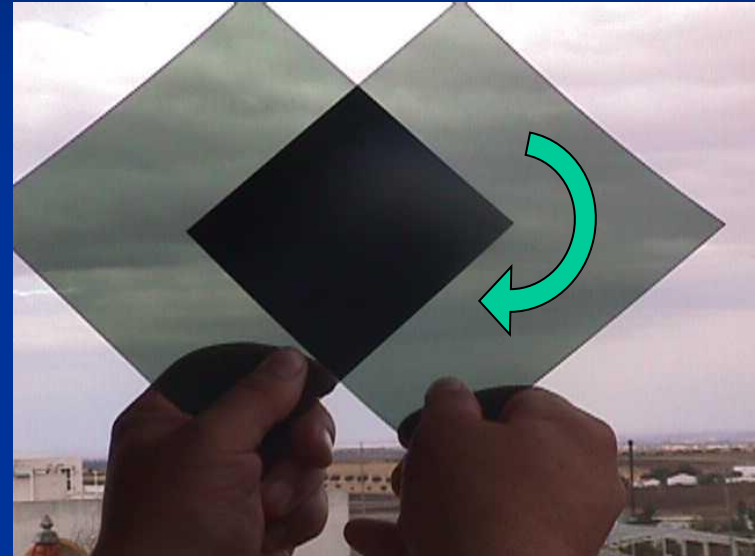


Երբ բևեռացնող երկու ֆիլտրերն ունեն բևեռացման զուգահեռ ուղղություններ, լույսն անցնում է դրանց միջով: Եթե դրանց ուղղություններն ուղղահայաց են, լույսը, որն անցնում է 1-ին ֆիլտրի միջով, արգելափակվում է 2-րդ կողմից և միջով չի անցնում:

Գործողություն 1՝ Արևային սպեկտրի բևեռացում



Եթե ֆիլտրերը նույն ուղղվածությունն ունեն, ապա լույսն անցնում է դրանց միջով:



Եթե ֆիլտրերից մեկը թեքված է 90° -ով, լույսն արգելափակվում է:

Գործողություն 1՝ Արևային սպեկտրի բևեռացում



Երկու ֆիլտրերի մուլեկուլներն
էլ նույն կողմնորոշումն ունեն,
լույսն անցնում է:

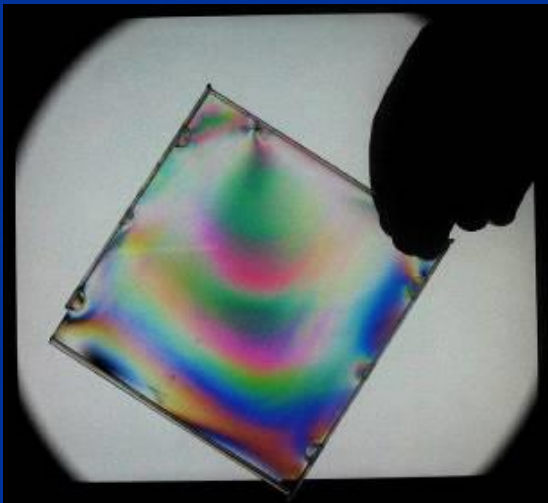
Եթե ֆիլտրը պտտվում է 90° -
ով, լույսը չի կարող անցնել

Աստղաֆիզիկայում լույսի բևեռացումը թույլ է տալիս
ուսումնասիրել միջաստղային փոշու հատիկների
կողմնորոշումն ու չափերը:

Գործողություն 1՝ Արևային սպեկտրի բևեռացում

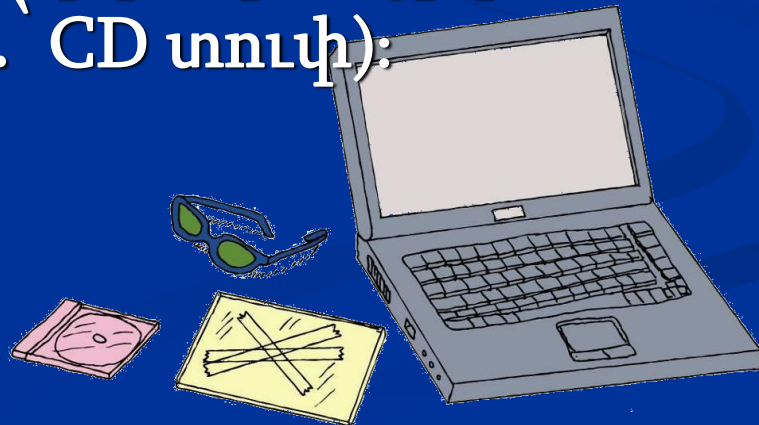


- Լույսը կարելի է բևեռացնել անդրադարձման միջոցով:
- Պոլարոիդ ակնոցն օգնում է խուսափել անդրադարձից:
- Բևեռացում օգտագործվում է լուսանկարչության և ճարտարագիտության մեջ՝ ներքին մեխանիկական լարվածությունը դիտելու համար:

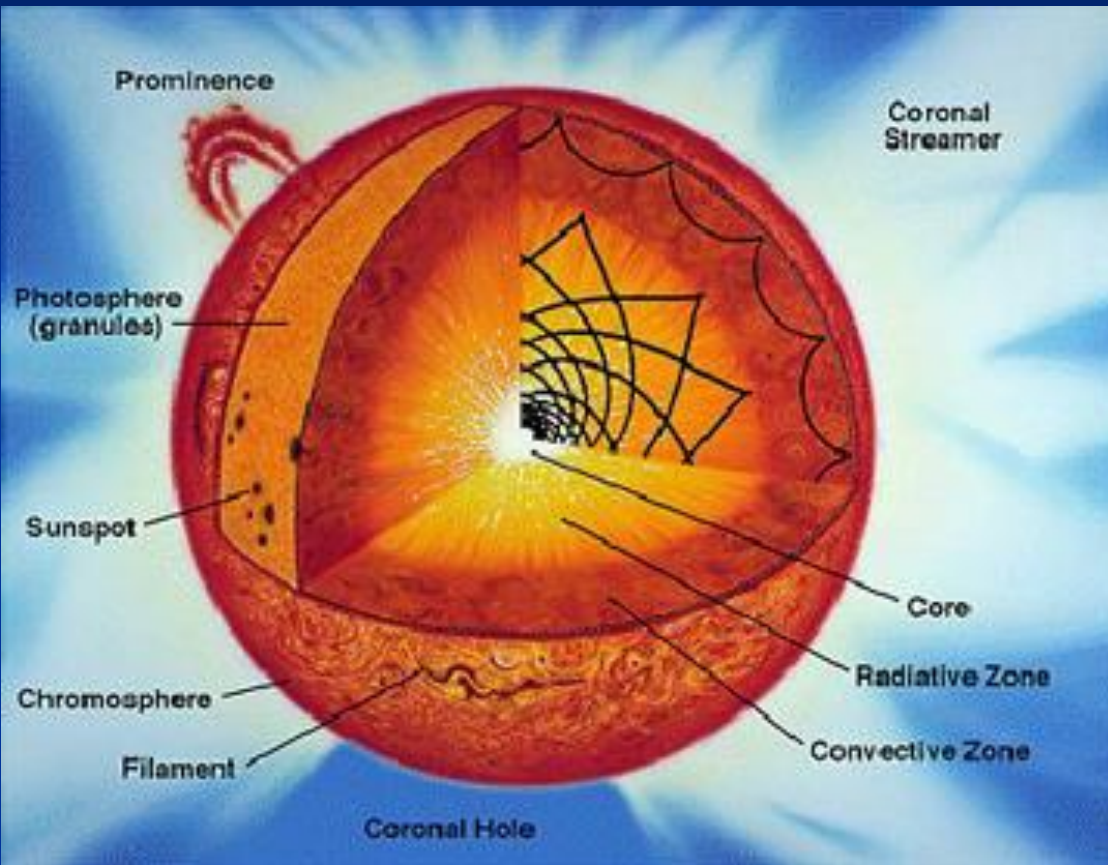


Գործողություն 2՝ լույսի փնտացում

- Լափթոփի կամ բջջ. հեռախոսի էկրանն արձակում է փնտեցված լույս:
- Ուսումնասիրեք փնտացման հարթությունը փնտացված ակնոցով:
- Որոշ մարմիններ պտտում են փնտացման հարթությունը՝ կաշուն ժապավենը պլաստմասսայի վրա:
- Ուսումնասիրեք ներքին մեխանիկական լարվածությունը մի կտոր թափանցիկ պլաստմասսայում (օր.՝ CD տուփ):



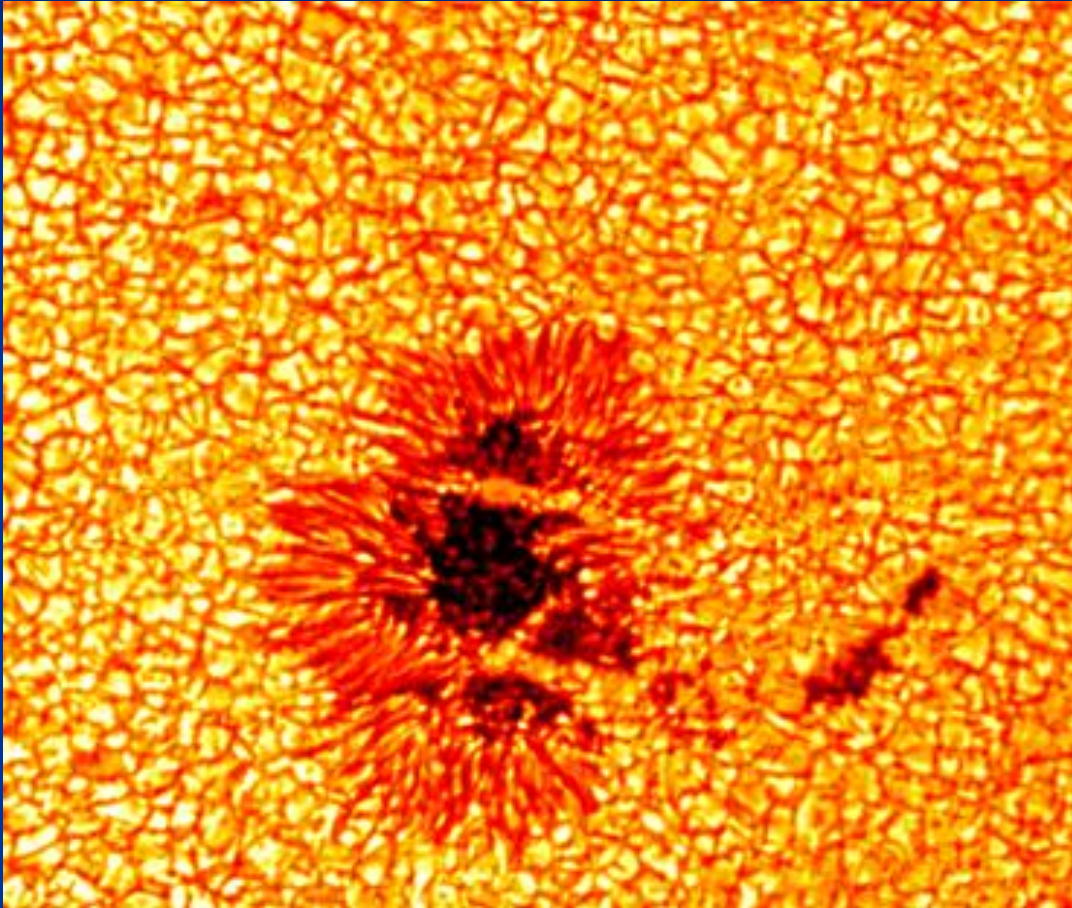
Արեգակի կառուցվածքը



- Միջուկ՝
15 մլն K
- Ճառագայթման գոտի՝
8 մլն K
- Կոնվեկցիոն գոտի՝
500 000 K

Արեգակի արտաքին
շերտերում կա
կոնվեկցիա (նյութի
շարժում):

Արեգակի կառուցվածքը



- Լուսողորս՝
6 400 – 4 200 K

Սա Արեգակի
«մակերևույթ»-ն է:

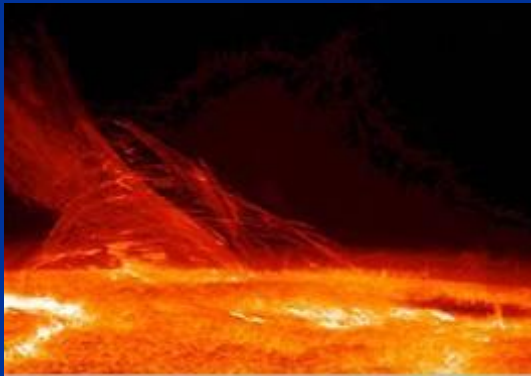
Պարունակում է ~1 000
կմ մեծության
գրանուլներ (granules)



Արեգակի կառուցվածքը



- Գունդորտ՝ 4 200-1 000 000 K
«այրվող տափաստան»: Կան
հրվիժակներ և բռնկումներ:

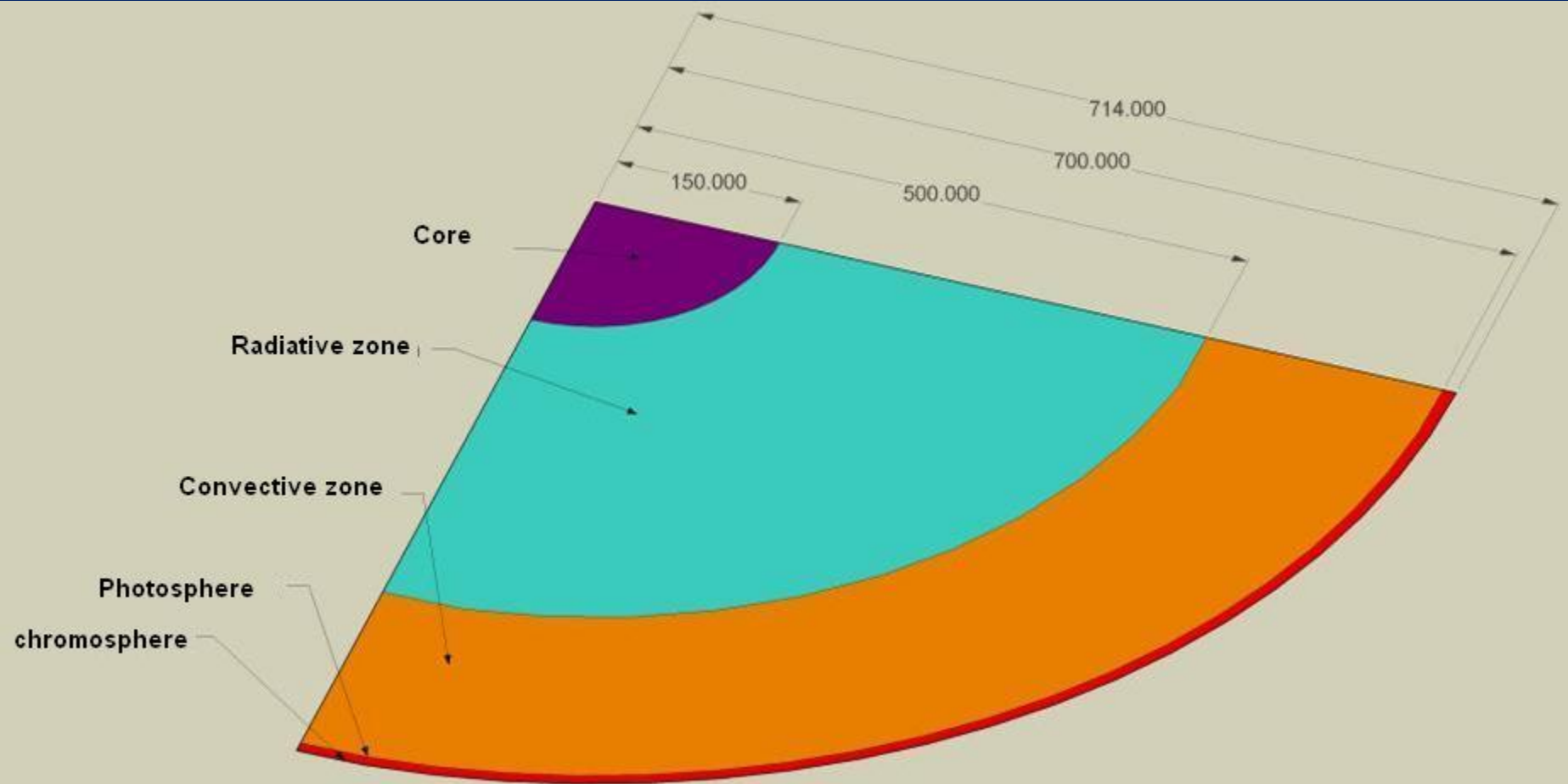


Արեգակի կառուցվածքը

- Պսակ (corona)՝ արեգակնային քամի՝ 1 - 2 000 000 K:
- Երևում է միայն խավարումների ժամանակ կամ հատուկ գործիքի միջոցով (կորոնոգրաֆ):

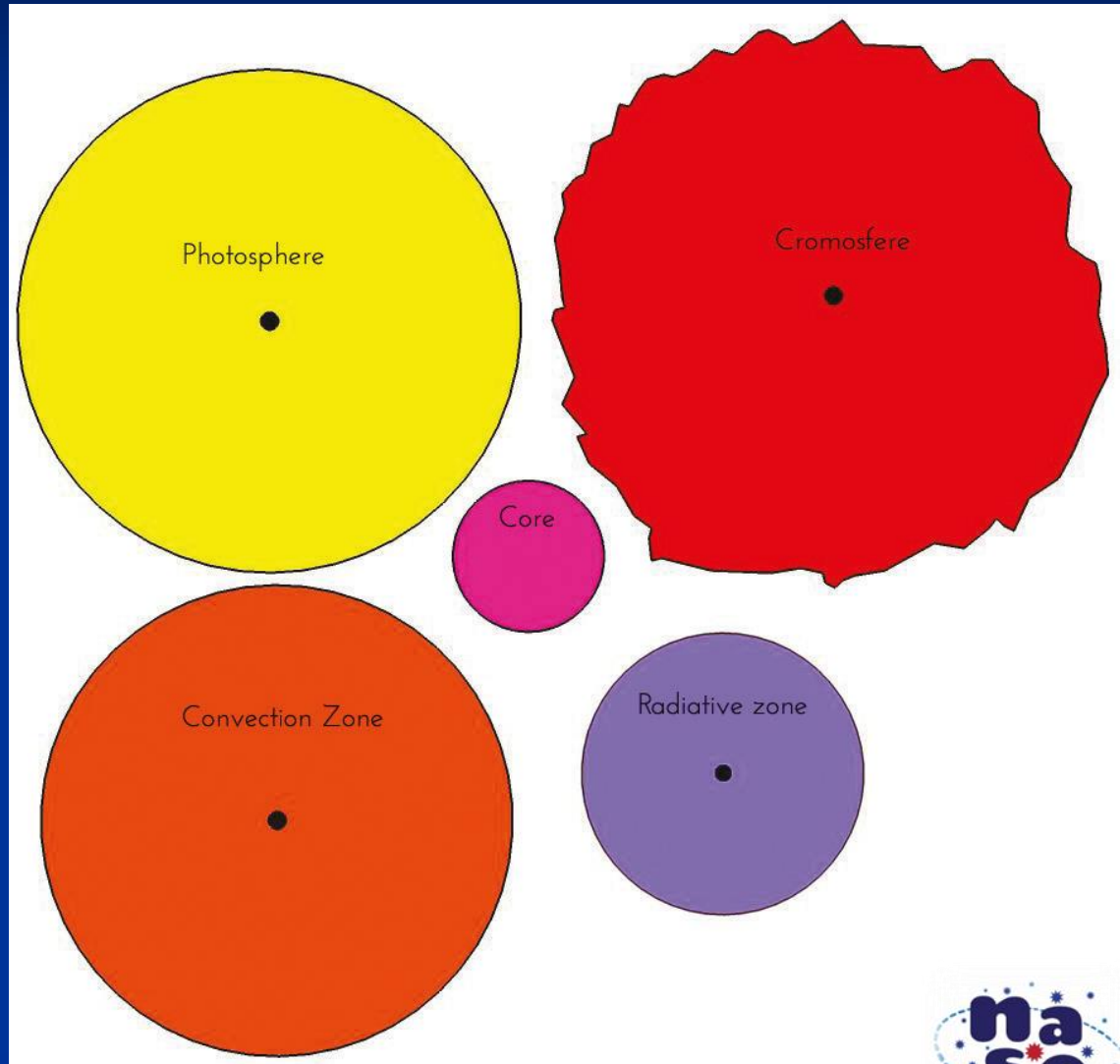


Արեգակի կառուցվածքը



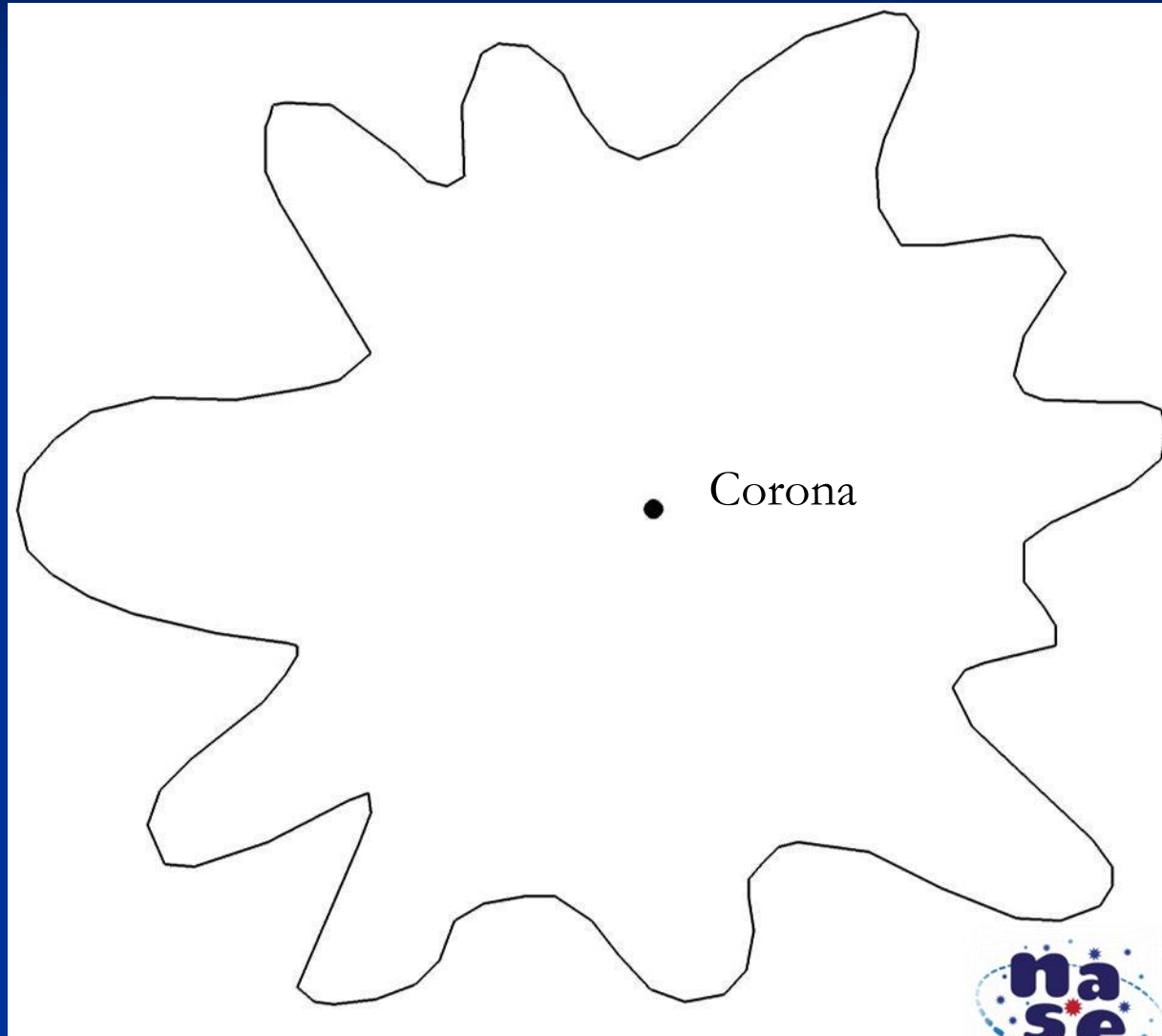
Գործողություն 3՝ Արեգակի կառուցվածքը

Պատրաստեք
Արեգակի շերտերի
պարզ մոդել:
Նպատակն է կտրել
տարբեր
պատկերներ:
Դրանք կարելի է
կամ կտրել
գունավոր թղթերից,
կամ ներկել:



Գործողություն 3՝ Արեգակի կառուցվածքը

Պսակը կարող է
պատրաստվել
OHP ժապավենից:
Ի վերջո կարող եք
մեկը մյուսի վրա
ստանձել ճիշտ
հերթականությամբ
:



Գործողություն 3՝ Արեգակի կառուցվածքը



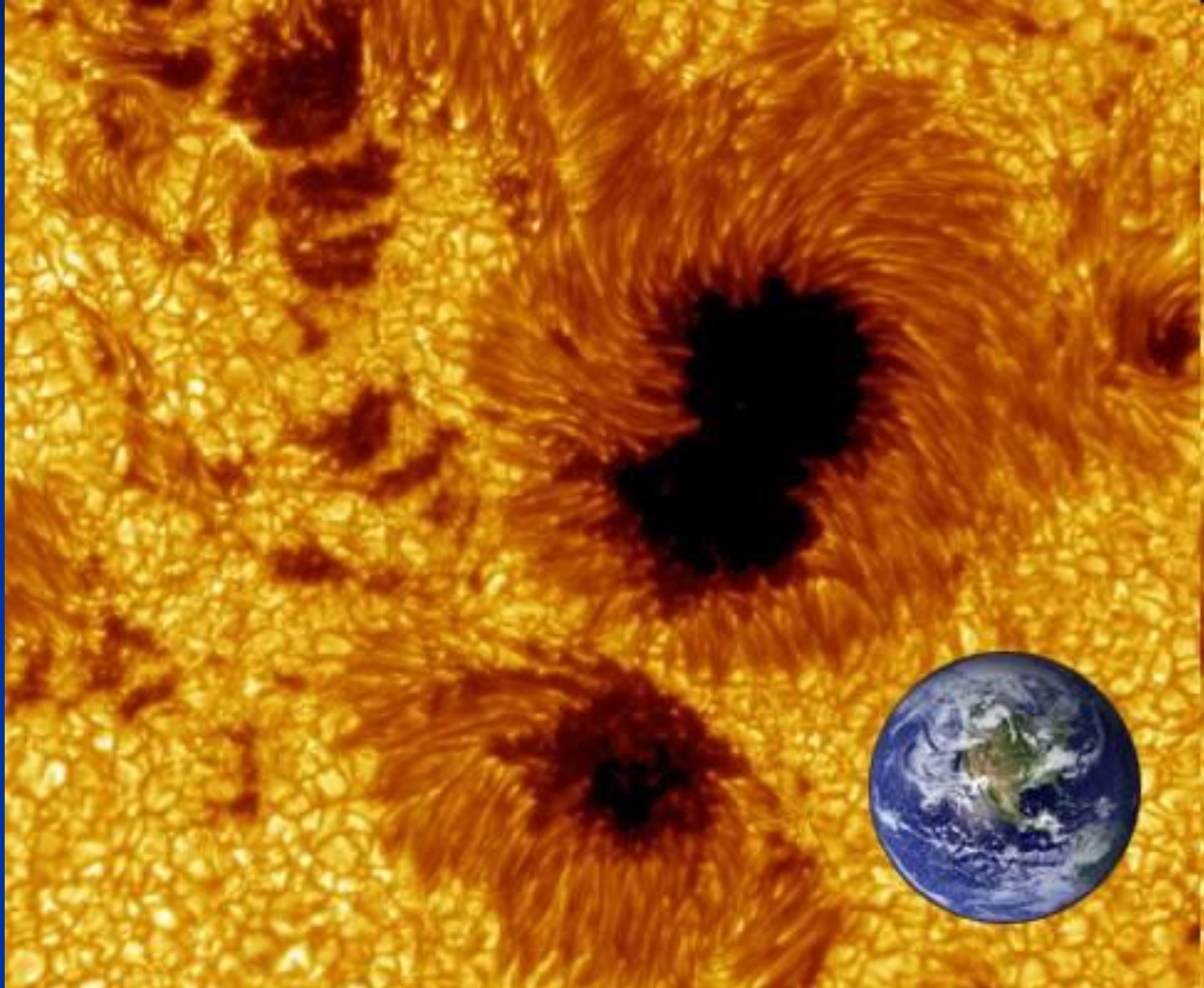
Արևաբծեր

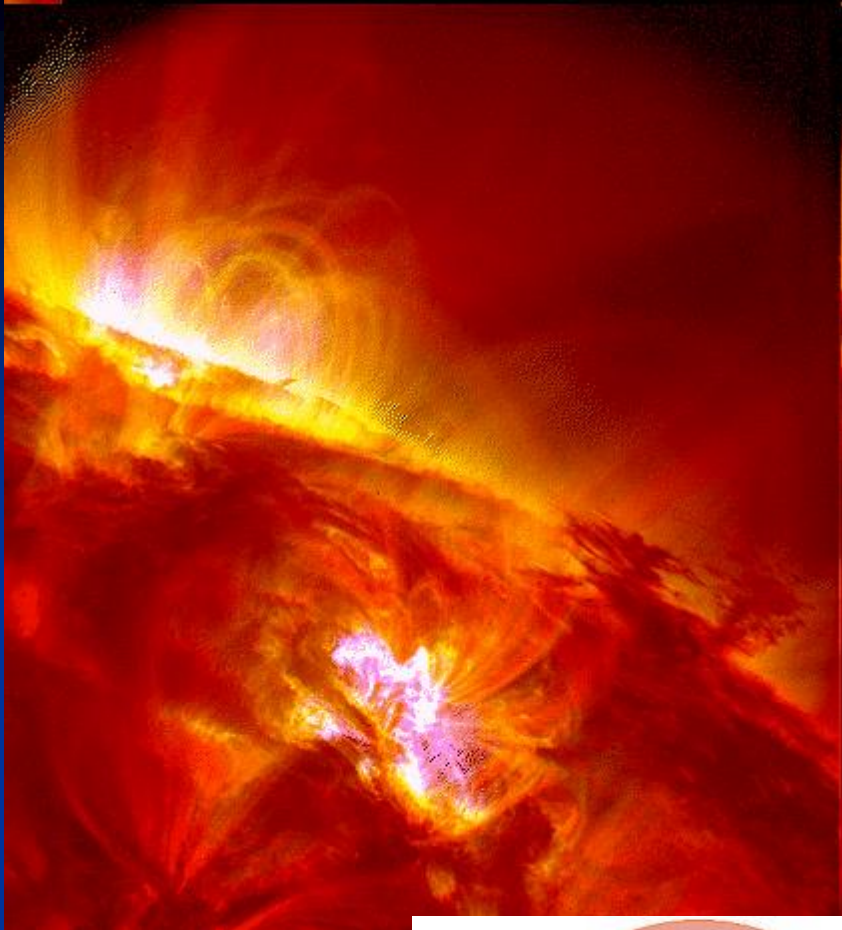
- Լուսալորտի սև բծերը, որոնք $\sim 4\,200\text{ K}$ են $6\,000\text{ K}$ -ի փոխարեն:

- Յուր. արևաբիծ, ունի երկու գոտի՝ ստվեր (կենտրոնական մաս) և կիսաստվեր (արտաքին մաս):



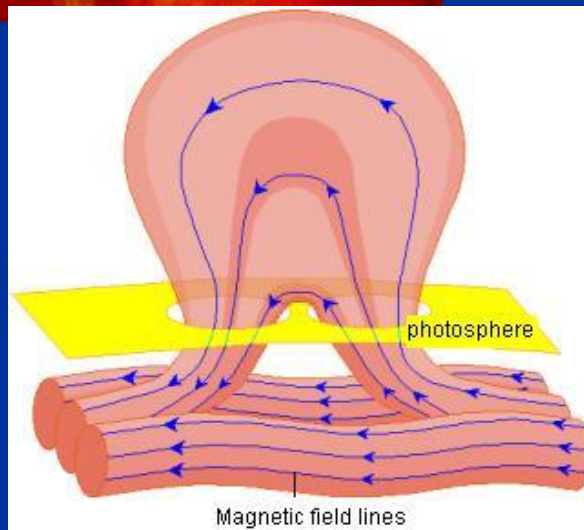
Արևաբծեր



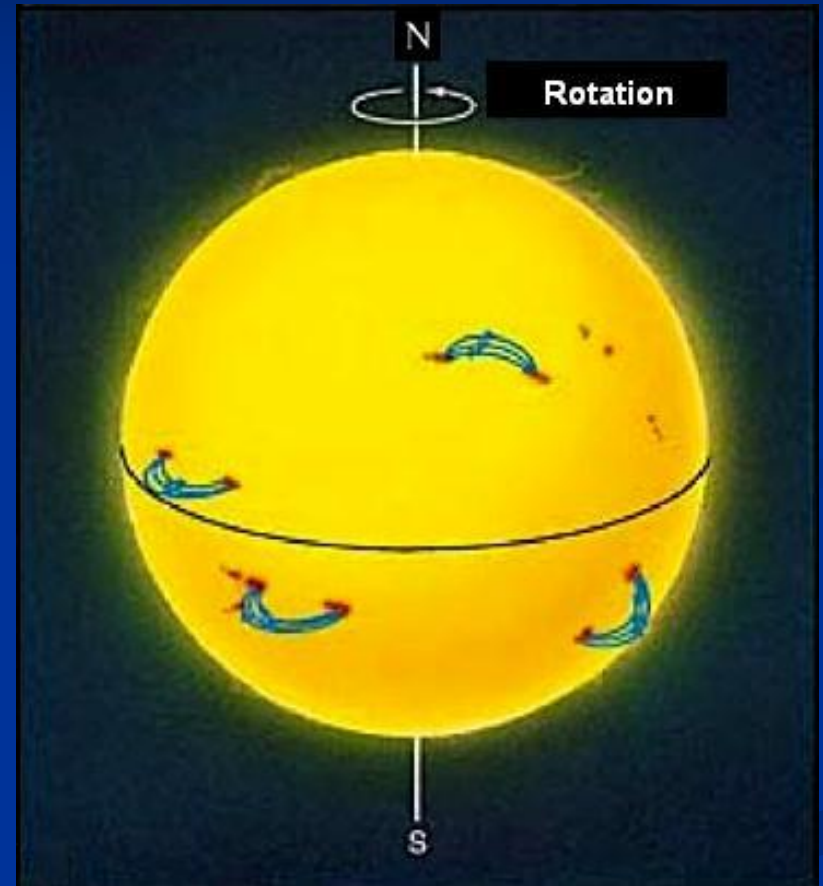
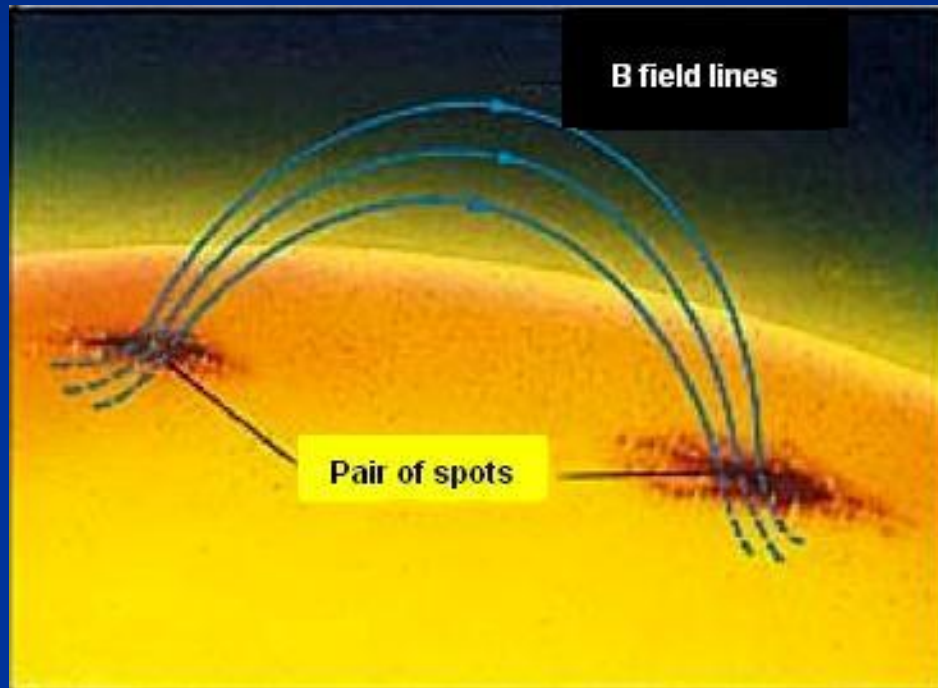


Արևաբծեր

- Դրանք ուժեղ մագնիսական դաշտ ունեն:
- Առաջանում են մագնիսական դաշտերի ուժագծերի պայթյունից: Ահա այն հանգույցը, որը բարձրանում է ներսից:

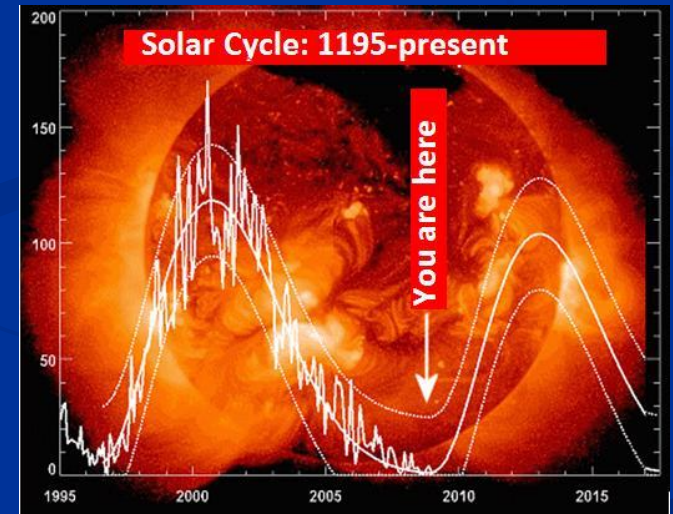
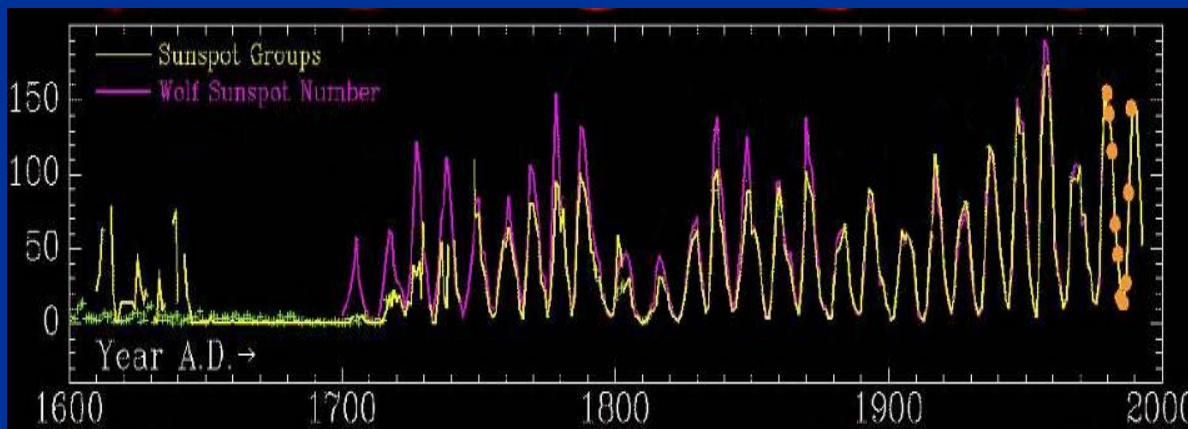


Արևաբծեր



Արևաբծեր

- Արևաբծերի քանակը ցույց է տալիս «արեգակնային ակտիվությունը»
- Վոլֆի թիվ $= 10G + F$
(G = խմբեր; F = արևաբծերի ընդհանուր քանակ)
- Կա 11 տարվա արևաբծերի պարբերաշրջան:

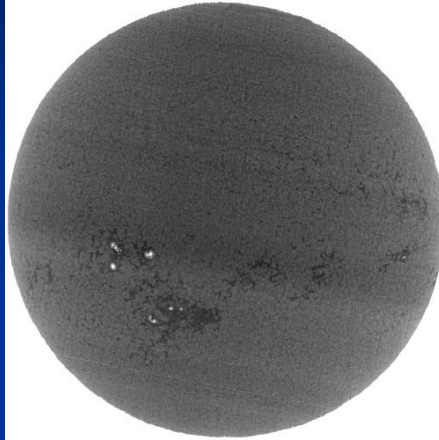


2008թ-ին դիտվել է Արեգակի նվազագույն ակտիվություն, որը սովորականից ավելի երկար է տևել:

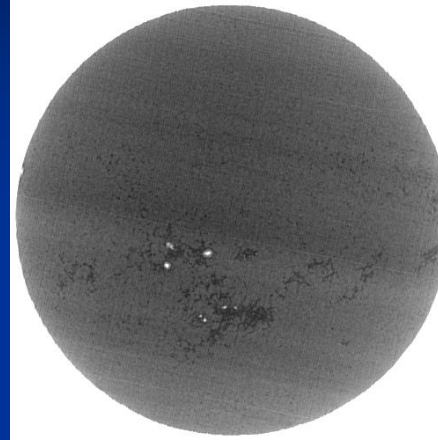


Արևաբծեր՝ Արեգակի պտույտը

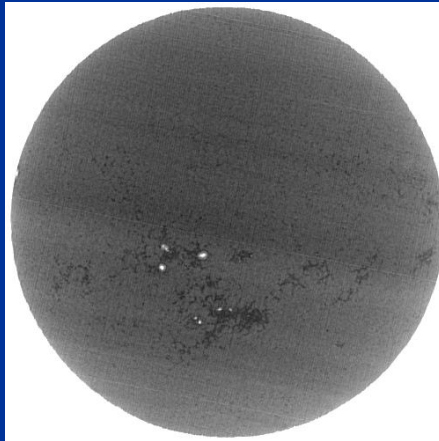
1992 Նոյեմբերի 21



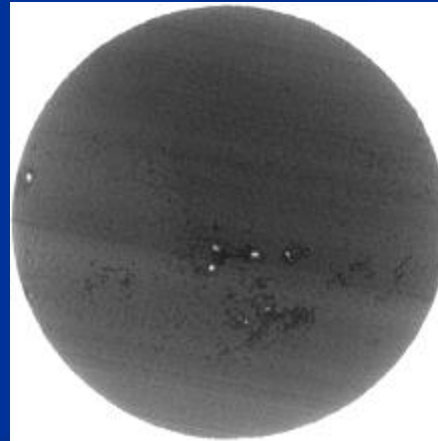
1992 Նոյեմբերի 22



1992 Նոյեմբերի 23



1992 Նոյեմբերի 24



Նկարները՝ Կոիմբրայի համալսարանի աստղադիտարանից



Արևաբծեր՝ Արեգակի պտույտը

SOHO/MDI Full-Disk
Continuum Image



Observed:
August 1999

LS

- Արևաբծերը կարող են օգտագործվել Արեգակի պտույտը չափելու համար:
- Գալիլեոն առաջիններից էր, ով աստղադիտակի միջոցով տեսավ արևաբծերը: Նա օգտագործեց դրանք՝ չափելու համար Արեգակի պտույտի պարբերությունը:
- Պտույտի տարբեր պարբերությունները՝ 25 օր հասարակածում, 38 օր բևեռներում:



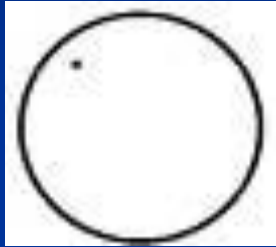
Գործողություն 4՝ Որոշել Արեգակի պտույտի պարբերությունը

- Արեգակի դիտումները միշտ պետք է արվեն աստղադիտակի կամ հեռադիտակի միջոցով արտապատկերելու եղանակով: Ոչ անմիջականորեն:

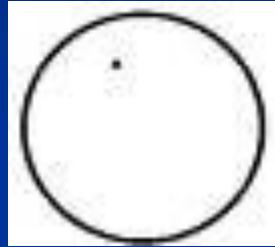


Գործողություն 4՝ Որոշել Արեգակի պտույտի պարբերությունը

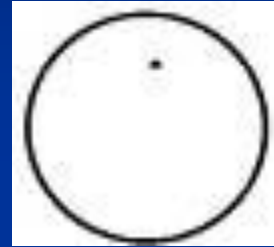
- Արևաբծերը պատկերված են մի քանի օրվա համար, և ժամանակի ընթացքում:



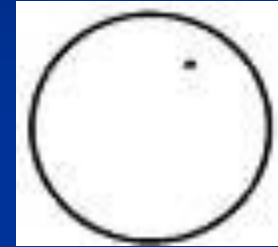
Օր 1



Օր 4

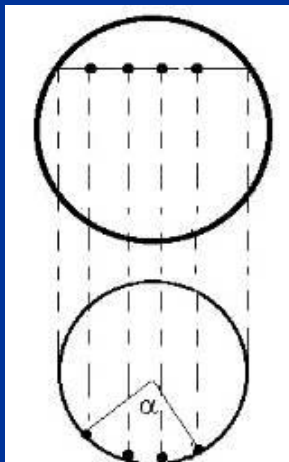


Օր 6

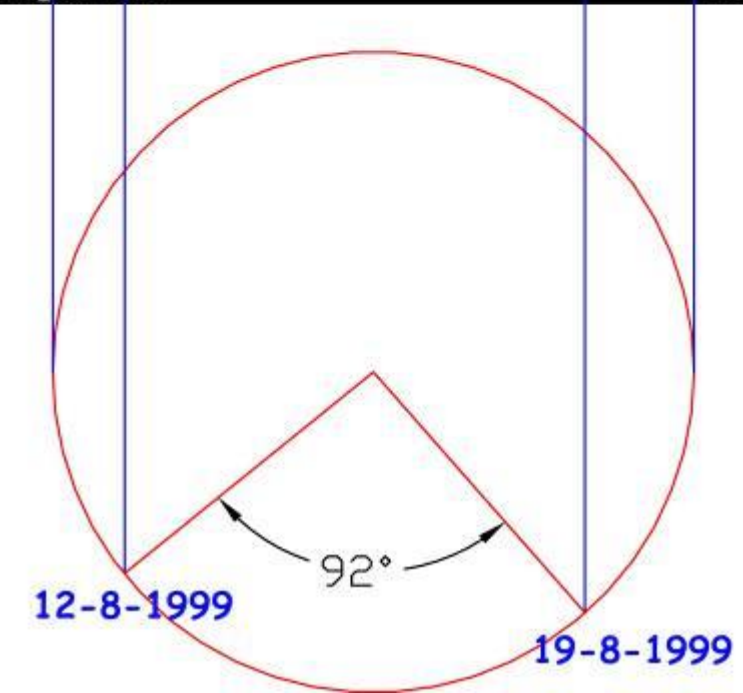


Օր 8

- Գծեք ուղիւն, շրջապատը և անկյունը α : Այնուհետև պարբերությունը T -ն, կարելի է հաշվել օրերով:



$$\frac{360^\circ}{\alpha^\circ} = \frac{T}{t}$$



Գործողություն 4՝
Որոշել Արեգակի
պտույտի
պարբերությունը

$$T = \frac{360^\circ \times 7 \text{ days}}{92^\circ} = 27,3 \text{ days}$$

Արեգակնային ճառագայթում

- Արեգակը մեծ միջուկային ռեակտոր է, որն արտադրում է ֆոտոններ, որոնցից յուրաքանչյուրն ունի հաճախականություն (գույն) և էներգիա հավասար՝ $E = h\nu$
- Արեգակի պայծառությունը (հզորությունը՝ Վատտերով) վիթխարի է. ամեն վայրկյան այն արտանետում է տրիլիոն ատոմային ռումբին համարժեք էներգիա:
- Այդ էներգիան փոխանցվում է տիեզերքով մեկ պղպջակի պես ժամանակի ընթացքում մեծանալով:
- Պղպջակի արտաքին մակերևույթի մակերեսը $4\pi R^2$ է:
- Արեգակից R հեռավորության վրա 1 m^2 տարածության համար ամեն վայրկյան եկող էներգիան հավասար է (որտեղ P Արեգակի ամբողջական հզորությունն է)

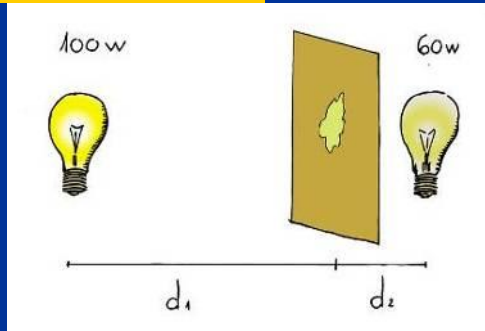
$$\frac{P}{4\pi R^2}$$



Գործողություն 5՝ չափեք Արեգակի լուսատվությունը

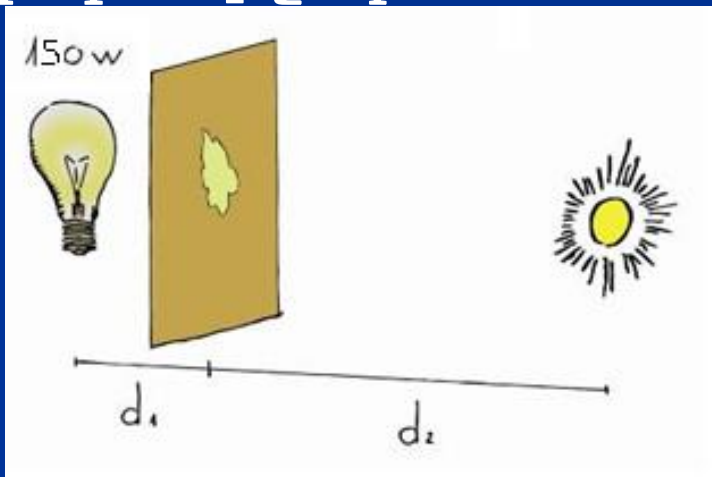
- Փոխանցված էներգիան հակադարձ կախված է հեռավորության քառակուսուց: Եթե մեզ հայտնի է դեպի Արեգակից ընկած հեռավորությունը, մենք կարող ենք հաշվել դրա հզորությունը:
- Պատրաստում ենք յուղի կետային լուսաչափ: Երբ թղթի երկու կողմերից հավասար քանակությամբ լույս է ընկնում, բիծը չի երևում, այսինքն՝ երկու կողմից էլ հավասար քանակությամբ էներգիա է գալիս: Այսպիսով,

$$\frac{P_1}{4 \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{P_2}{4 \cdot \pi \cdot d_2^2}$$



Գործողություն 5՝ չափեք Արեգակի լուսաստվությունը

Համեմատում ենք 150 Վ էլեկտրական լամպը Արեգակի հետ, որը գտնվում է 150 մլն կմ հեռավորության վրա (1.5×10^{11} մ), իսկ մենք չափում ենք P:

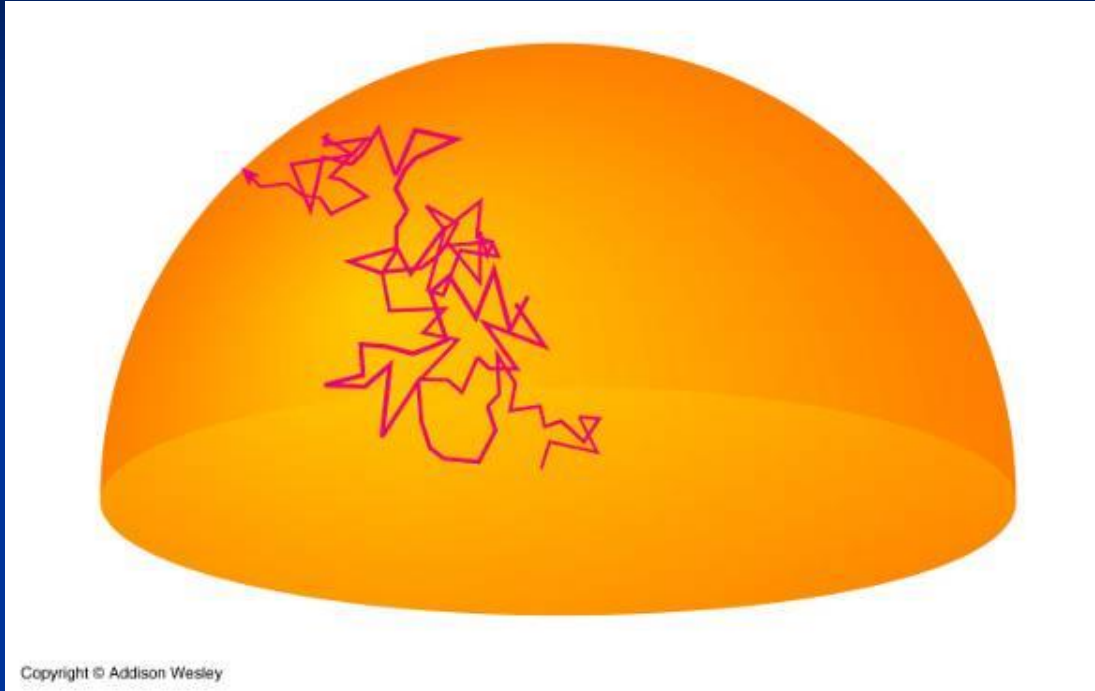


$$\frac{150W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$



•Արդյունքը պետք է լինի մոտավորապես 3.8×10^{26} Վ:

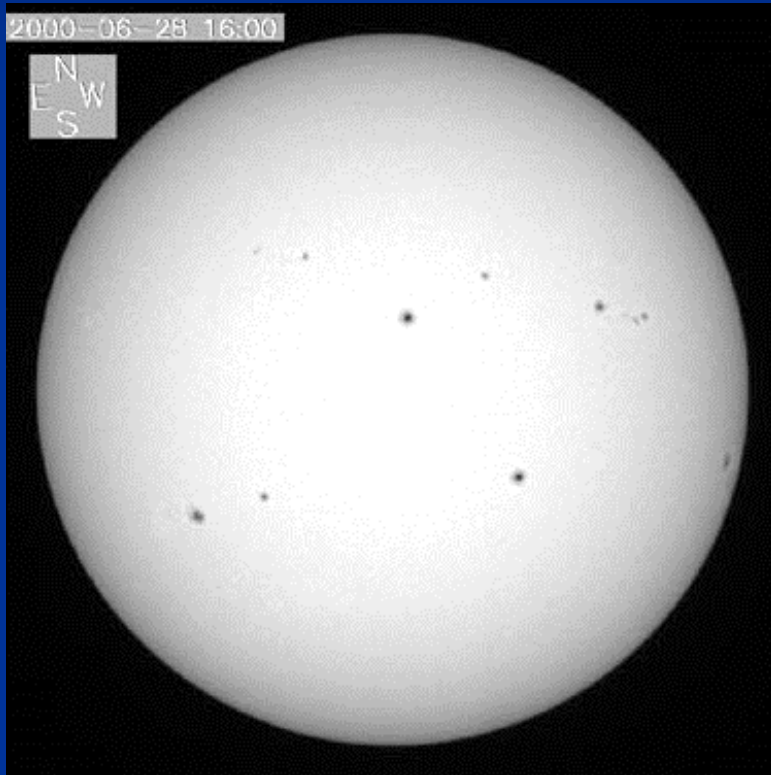
Արևային սպեկտր՝ անթափանցություն



Ֆոտոններ արտադրվում են Արեգակի ներսի հատվածում և փոխազդում են այդ տարածքի շատ խիտ նյութի հետ: Արեգակի միջուկում ստեղծված ֆոտոնին լուսություն հասնելու համար անհրաժեշտ է 1 մլն տարի:



Արևային սպեկտր՝ անթափանցություն



Արեգակի ներսի
հատվածներն անթափանց
են (շատ
փոխազդեցություններ են
լինում, ինչպես պինդ
մարմնում):

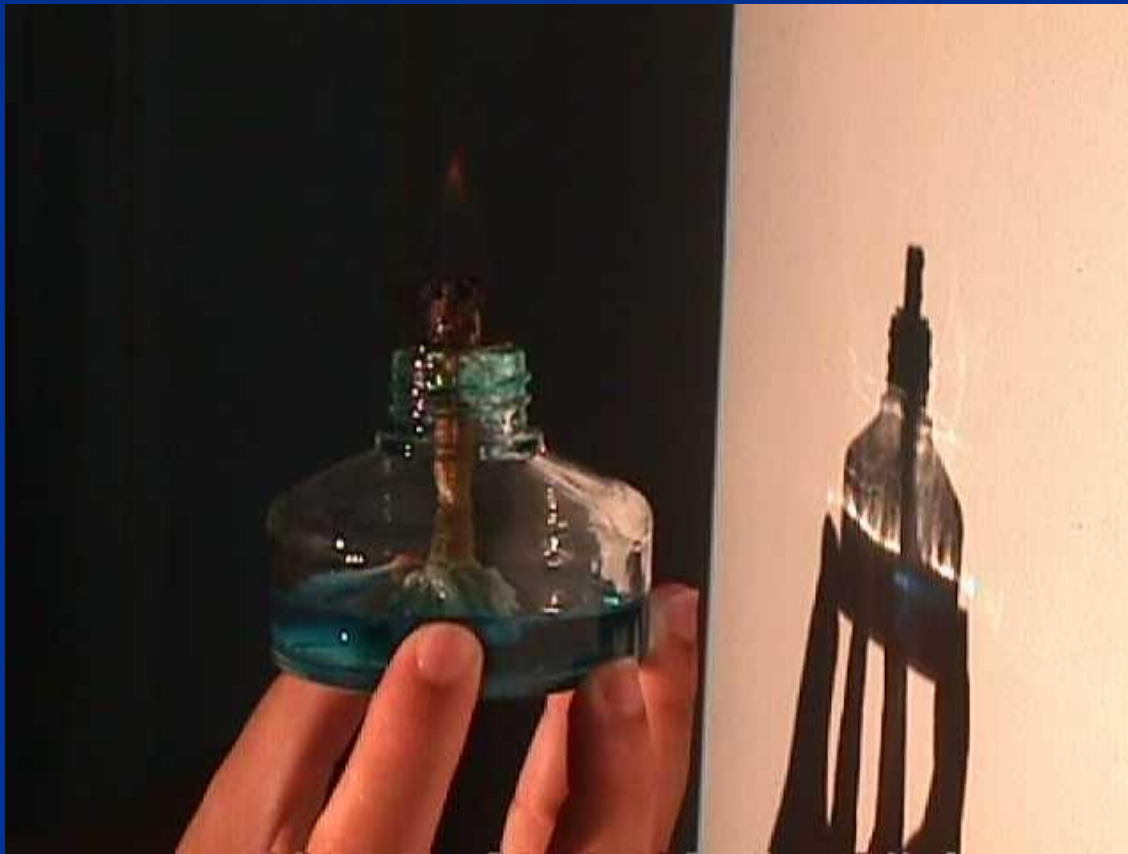
Արտաքին հատվածները
թափանցիկ են:

Ապացույց՝ եզրերի սևացում.
իր եզրերում Արեգակը նվազ
պայծառ է, քանի որ ավելի



Գործողություն 6՝ Թափանցիկություն և անթափանցություն

Թափանցիկ չի նշանակում անտեսանելի:



Մաեկտր



Fuente: Deutsche Bundespost 1993



1701թ-ին Նյուտոնն օգտագործել է պրիզմա և բաժանել Արեգակի լույսը իր բաղկացուցիչ գույների:

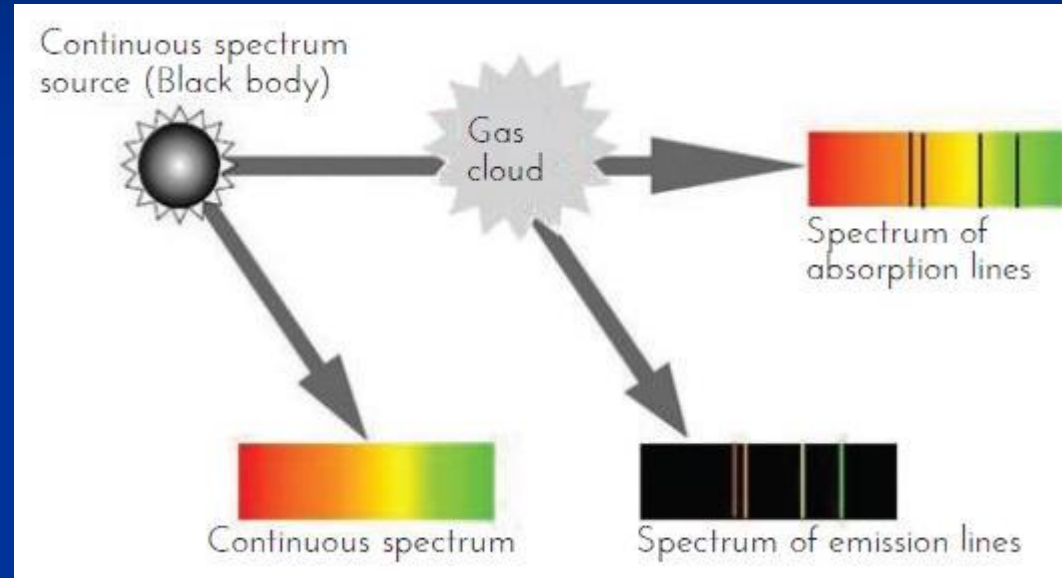
Յուր. լույս կարելի է բաժանել բաղկացուցիչ գույների պրիզմայի կամ դիֆրակցիոն ցանցի միջոցով: Արդյունքում ստացվում է սպեկտր:



Կիրիսիովի և Բունզենի օրենքները

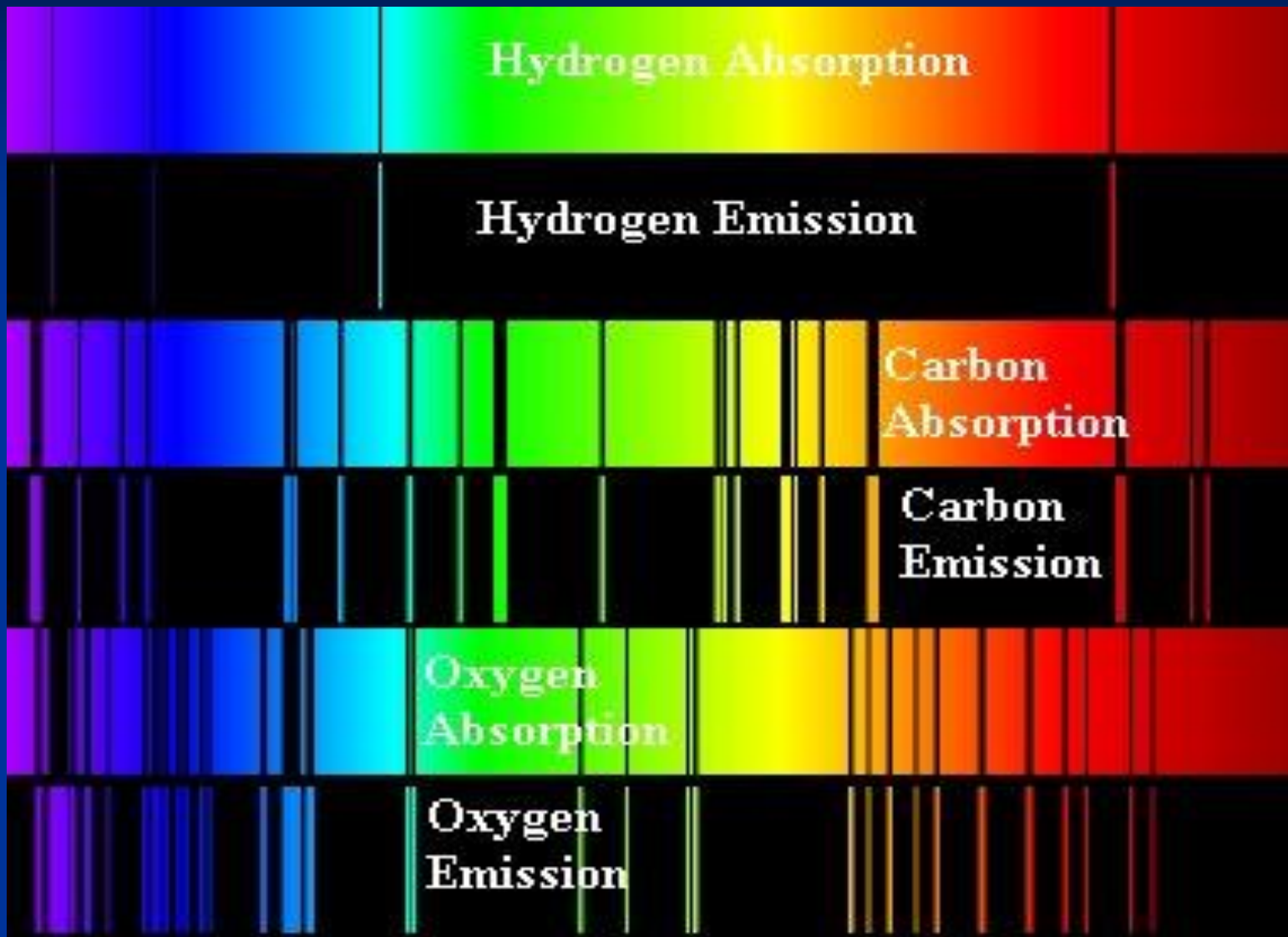
1-ին օրենք – շիկացած պինդ մարմինը լույս է արձագուստ անընդհատ սպեկտրով:

2-րդ օրենք – տաք նոսր գազը լույս է արտադրում միայն որոշակի ալիքային երկարությունների վրա, որոնք կախված են այդ գազի քիմիական բաղադրությունից:

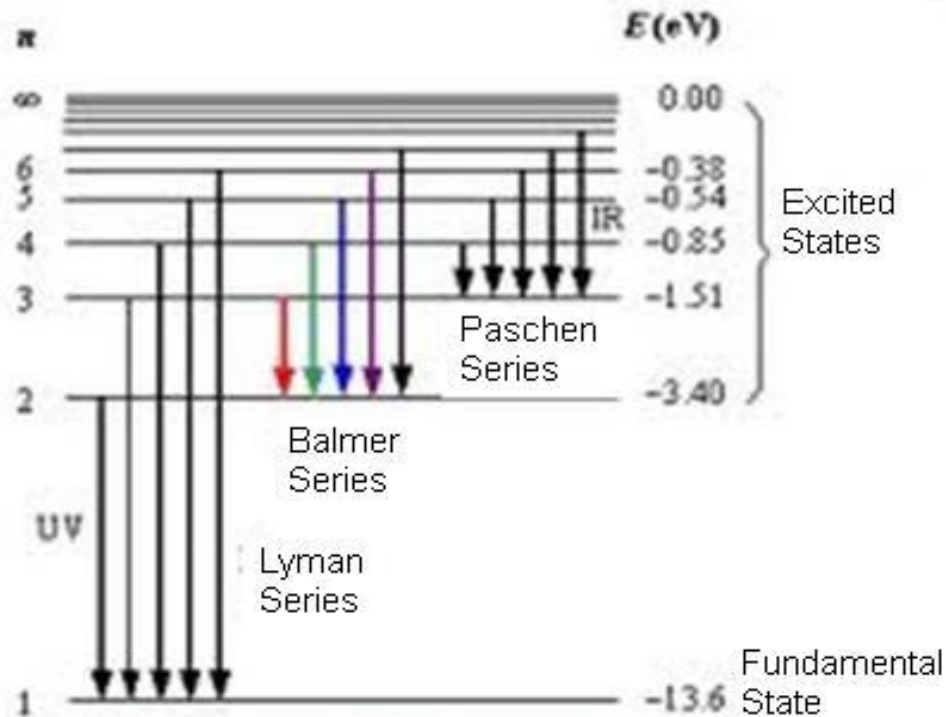


3-րդ օրենք – շիկացած պինդ մարմինը, որը շրջապատված է ցածր ճնշման գազով, առաջացնում է անընդհատ սպեկտր փոսերով այն ալիքային երկարություններում, որոնց դիրքերը համապատասխանում են 2-րդ օրենքում նշված դիրքերին:

Մպեկտր



Մպեկտր



Energy levels of the hydrogen atom, with some of the transitions which produce the spectral lines indicated

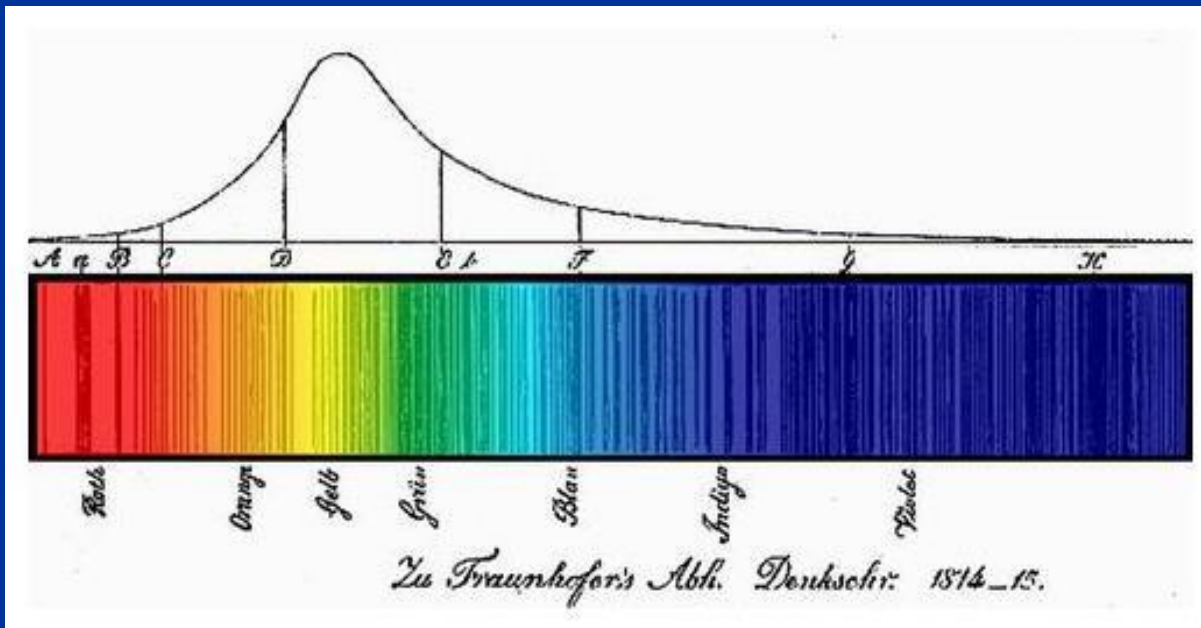
Արտանետման և
կլանման գծերն
առաջանում են
շնորհիվ
էլեկտրոնների
թռիչքներով երկու
քվանտացված
էներգետիկ
մակարդակներով։



Արևային սպեկտր՝ կլանման սպեկտր

1802թ-ին Ռուիլիամ Ուոլաստոնը հետազոտել է արևային սպեկտրի սև գծերը:

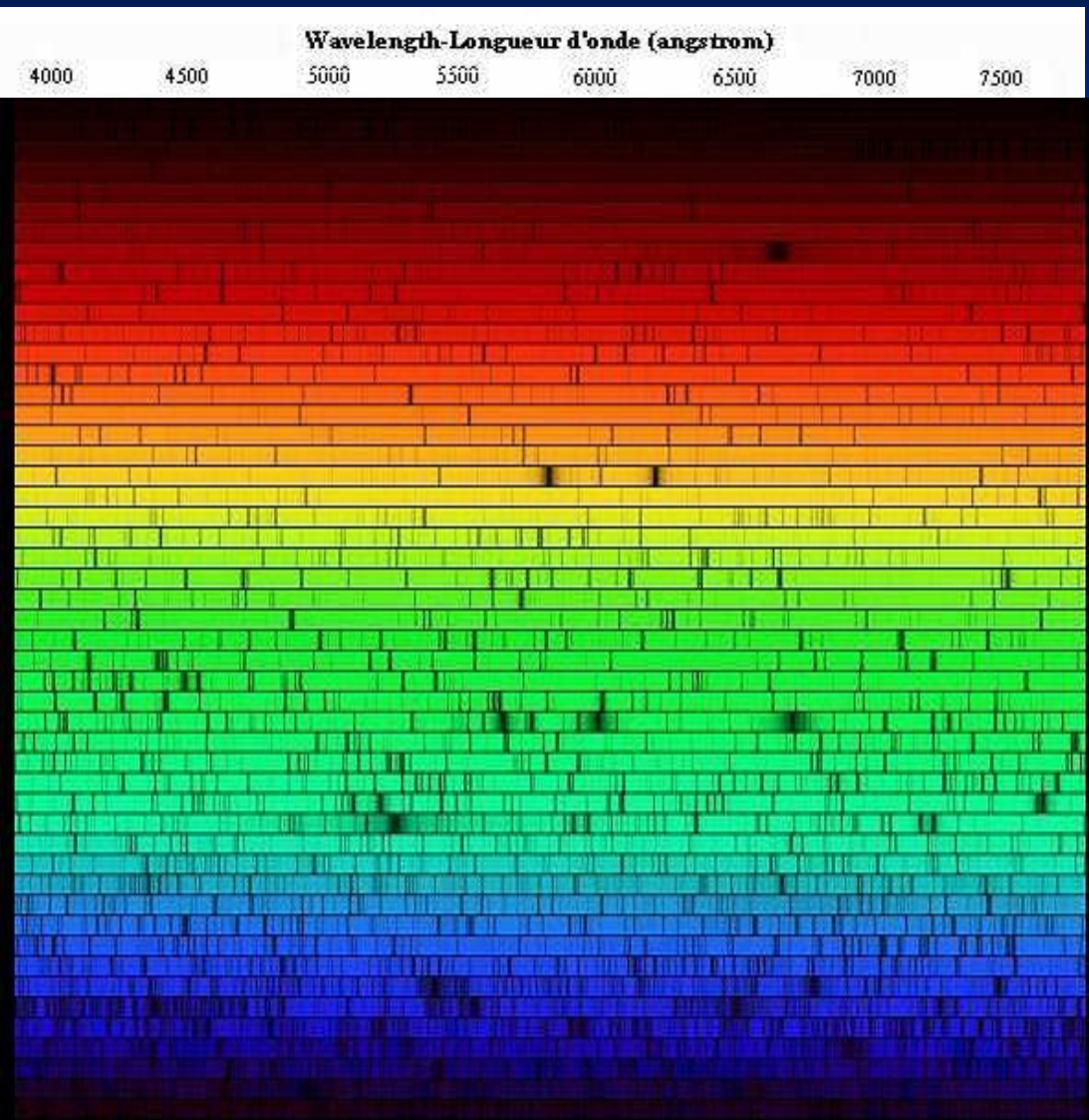
1814թ-ին Ժոզեֆ Ֆրաունհոֆերը համակարգված կերպով ուսումնասիրել է Արեգակի սպեկտրը և հայտնաբերել շուրջ 700 սև գիծ:



Joseph Fraunhofer
1787-1826



Արևային սպեկտր՝ կլանման սպեկտր



- Մեզ գծերն առաջանում են Արեգակի մակերևույթի անմիջապես վերևում ավելի սառը գազերի առկայության շնորհիվ:
- Մենք կարող ենք ասել, թե ինչից է կազմված Արեգակն առանց ներսը զննելու:
- Այսօր բարձր լուծունակություն ունեցող սպեկտրերում կան շատ ավելի շատ գծեր:



Բացարձակ սև մարմնի ճառագայթում

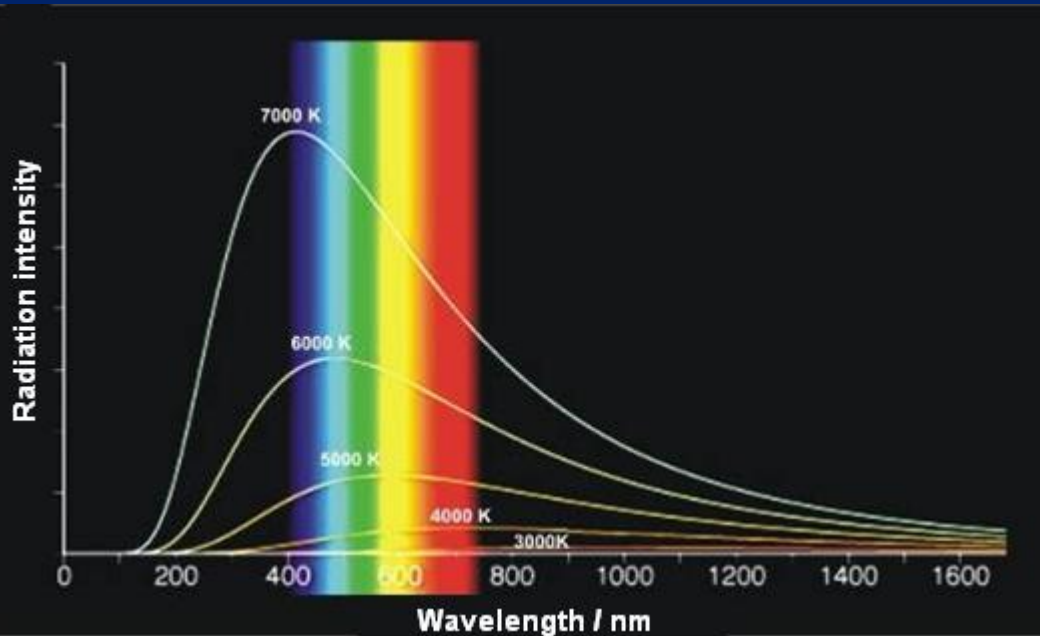


Երբ երկաթը տաքանում
է հնոցում, լույսը, որ այն
արձակում է, փոխում է
գույնը հետևյալ
հաջորդականությամբ՝

- կարմիր
- դեղին
- սպիտակ
- կապտավուն



Բացարձակ սև մարմնի ճառագայթում



Ուսումնասիրելով հեռավոր մարմնի ճառագայթումը կարող ենք որոշել դրա ջերմաստիճանն առանց այնտեղ գնալու:

Յուր. «բացարձակ սև մարմին» տաքանալու դեպքում լույս է արձակում շատ ալիքային երկարություններում:

Կա $\lambda_{\max}$, որի դեպքում էներգիան առավելագույնն է:

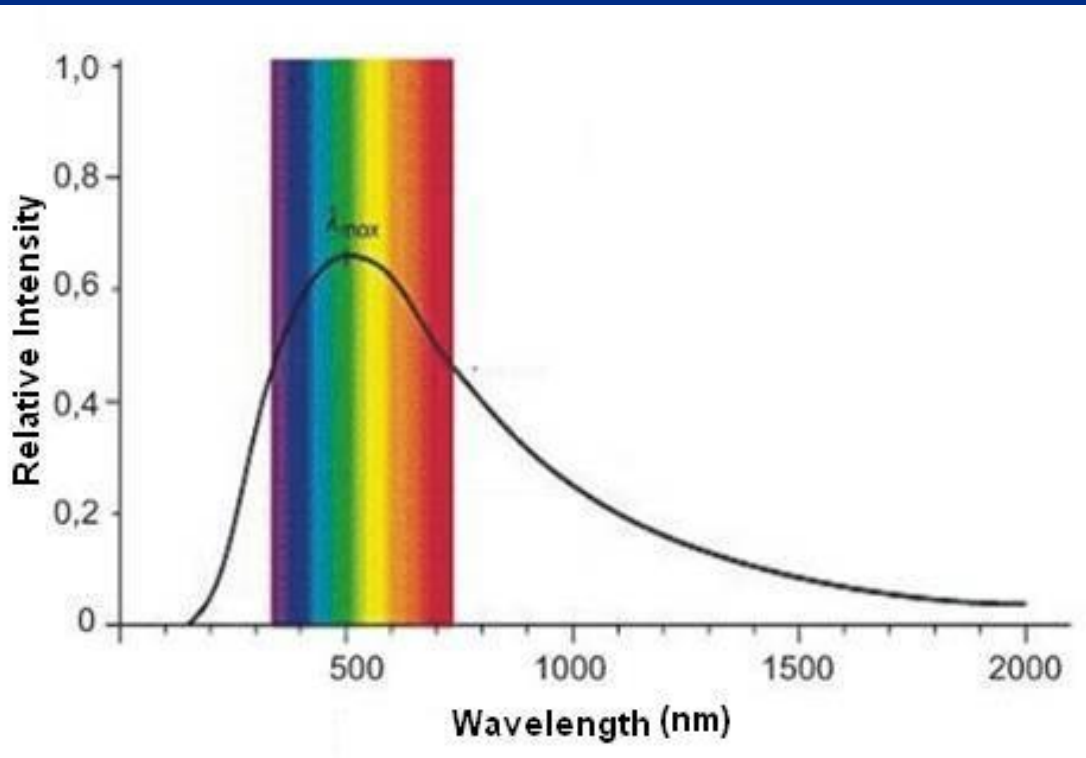
Այս $\lambda_{\max}$ կախված է ջերմաստիճանից T :

$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Վինի օրենք



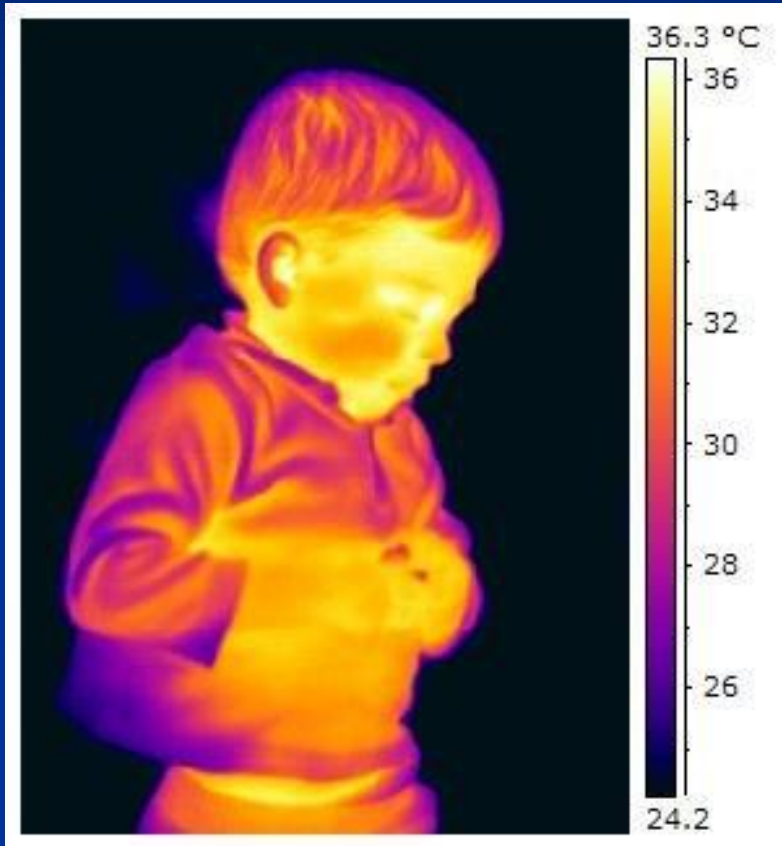
Բացարձակ սև մարմնի ճառագայթում



Արեգակն ունի 500
նմ λ_{max} :

Մա նշանակում է,
որ դրա
մակերևույթի
ջերմաստիճանը
5,800 K է:

Բացարձակ սև մարմնի ճառագայթում



Մարդու մարմնի
ջերմաստիճանը կազմում է՝

$$T = 273 + 37 = 310 \text{ K.}$$

Մարդու մարմինն արձագում
է ամենաշատ էներգիան՝ λ_{max}
 $= 9300$ նմ: Սա կատարվում է
հեռավոր ենթակարմիր
շրջանում:

Գիշերային տեսանելիության
սարքերն օգտագործում են
այս ալիքային երկարություն



Լույսի ցրում



- Եթե սպիտակ լույսը մեծ մասնիկներով է անցնում գազի միջով, ապա բոլոր գույները ցրվում են հավասարաչափ (սպիտակ ամպ):

- Եթե մասնիկները չափսերով շատ ավելի փոքր են պատահական ֆոտոնների ալիքային երկարություններից, ավելի կարճ ալիքային երկարությամբ ֆոտոնները ցրված են ավելի շատ, քան երկար ալիքային երկարություն ունեցողները (Ռեյլեյի ցրում):

- Մեր մթնոլորտում ավելի շատ ցրված են կապույտ, քան թե կարմիր ֆոտոնները, և դրանք գալիս են բոլոր ուղղություններից:

Այդ պատճառով էլ մենք տեսնում ենք

Մայրամուտին լույսն ավելի շատ է ցրվում մթնոլորտի միջով, այդ պատճառով էլ այն ավելի դեղնակարմրավուն է:

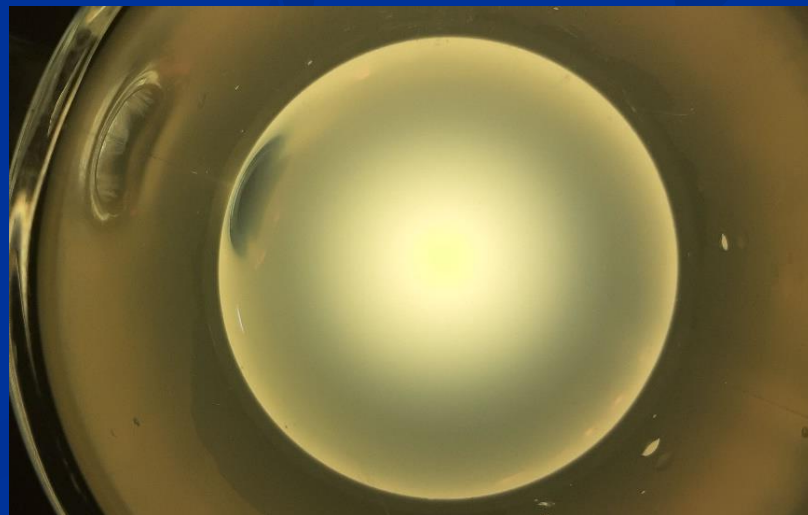


Գործողություն 7. Լույսի ցրում

• Չուրը բարձր բաժակի մեջ մի քանի կաթիլ կաթով և լապտերով: Երբ լույսն անցնում է կաթնային ջրի միջով.

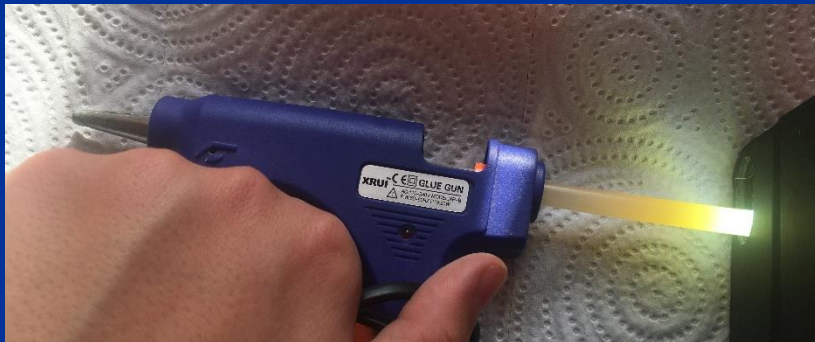


• Եթե լույսը կողքով անցնում է ապակու միջով, ապա այն կապտավուն է թվում:
• Բայց եթե լույսն անցնում է ամբողջ ապակու միջով, եթե մենք նայենք ապակու վերևից, լույսը դառնում է կարմիր:



Գործողություն 7. Լույսի ցրում

- Տաք հալված սիլիկոնային ձող՝ վճարման նպատակով օգտագործելու համար
- Բջջային հեռախոսի լապտերը



- Բջջային հեռախոսի լույսի մոտ գտնվող բարը կապտավուն է:
- Բջջային հեռախոսի լույսից ամենահեռու գտնվող բարը դեղնավուն և կարմրավուն է թվում:

Շնորհակալություն ուշադրության համար

