

Күн дақтары мен күн спектрі

Александр Кошта, Беатрис Гарсия, Рикардо Морено

Халықаралық астрономиялық одақ

Луле орта мектебі, Португалия

ITeDA және Ұлттық технологиялық университеті, Аргентина

Мадридтегі Ретамар колледжі, Испания



Мақсаттар

- Күн спектрінің табиғатын түсіну
- Күн спектрінің қалай түзілетінін түсіну
- Күн дақтарының табиғатын түсіну
- Галилейдің күн дақтарына қатысты еңбегінің тарихи маңызын түсіну



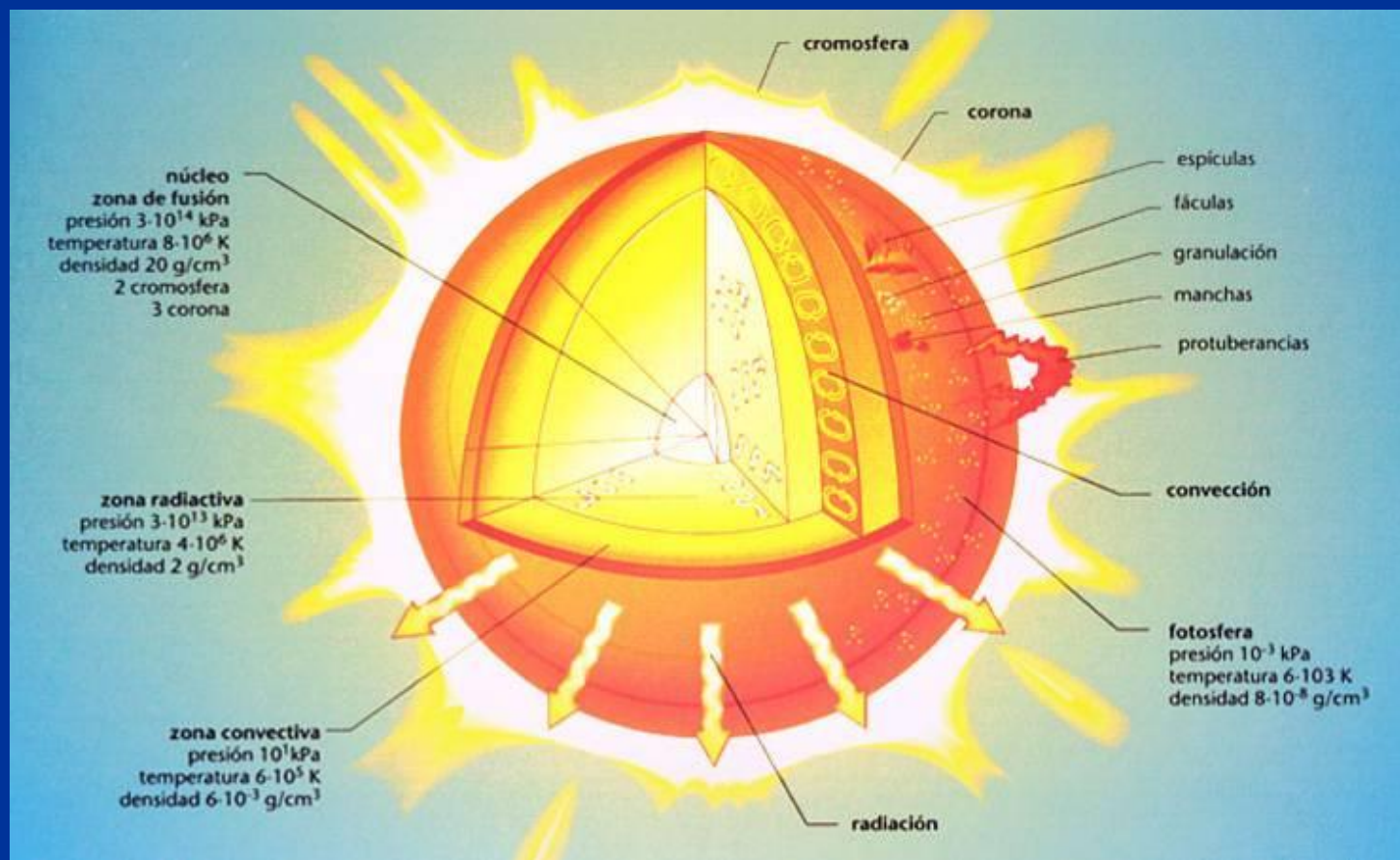
Күн сәулесі

Жер бетінде пайдаланатын энергияның (жылу мен жарықтың) дерлік барлығы Күннен келеді немесе бұрын Күннен алынған



Күн сәулесі

Сәуле Күннің өзегінде өте жоғары қысым мен 15 миллион градус температурада түзіледі. Ол ядролық синтез реакциялары нәтижесінде пайда болады.



Күн сәулесі

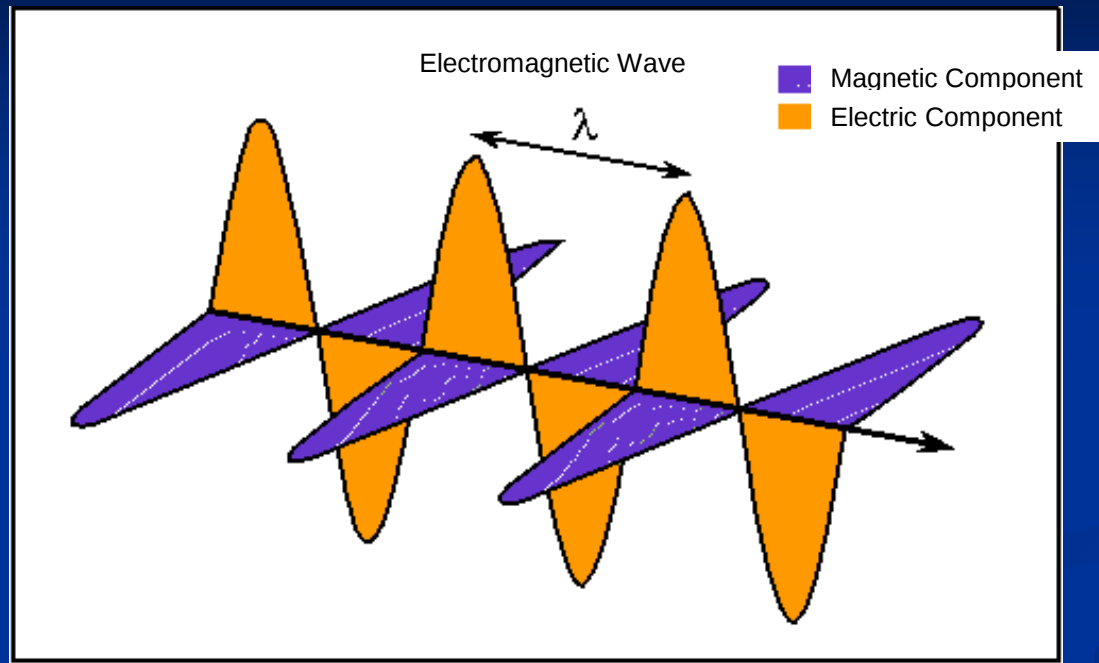
- 4 протон (сутегі ядролары) бірігіп, гелий атомын түзеді (термоядролық синтез).
- $4\,{}^1\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + 2\,e^+ + 2\,\nu + 2\,\gamma$
- Нәтижесінде алынған массасы бастапқы 4 протонның массасынан аз, себебі «артық» масса энергияға айналады:
 $E = mc^2$
- Әр секунд сайын 600 миллион тонна сутегі 595,5 миллион тонна гелийге айналады. Қалған масса энергияға айналады.
- Күн соншалықты алып, осындай қарқынмен масса жоғалтса да, ол әлі миллиардтаған жылдар бойы өмір сүреді.

Күн сәулесі

Энергия Күннің бетінен $299\,793$ км/с жылдамдықпен таралады.
Жерге жету үшін оған 8 минут қажет.



Күн спектрі: Сәуле шығару

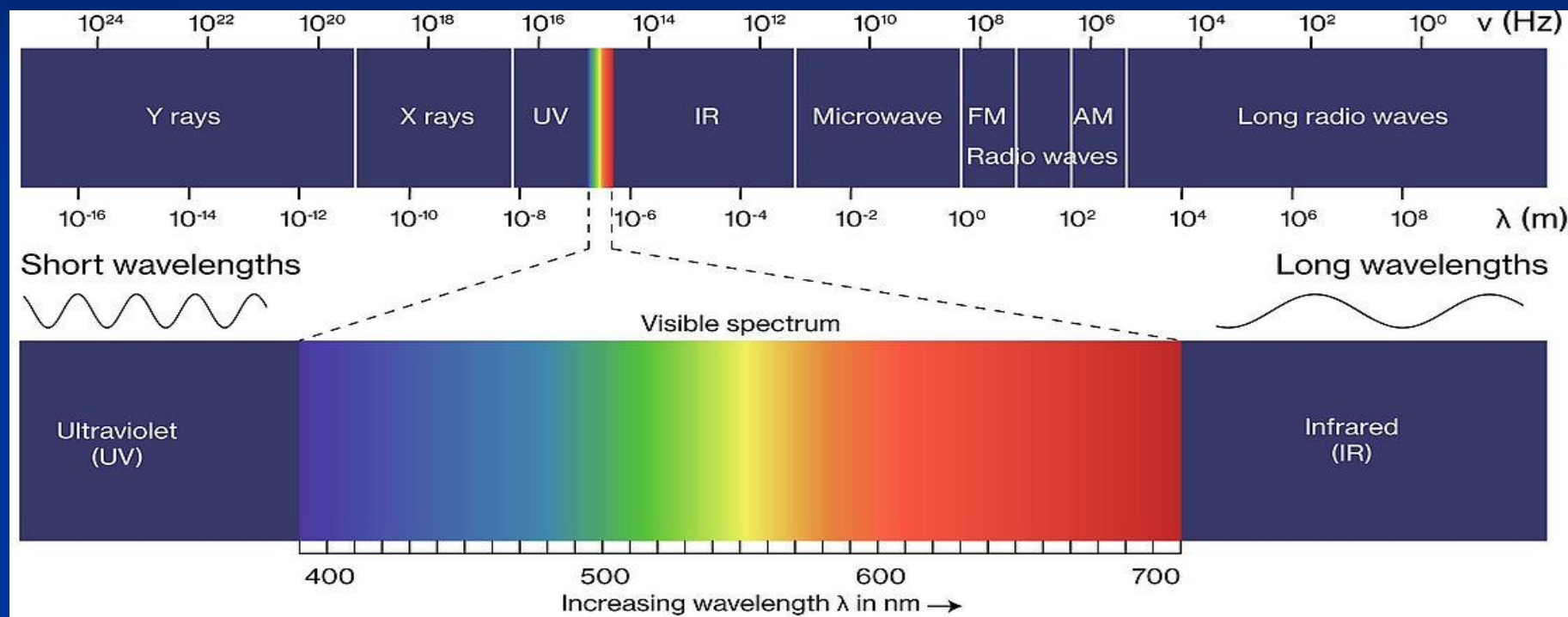


Электромагниттік толқындардың толқын ұзындығы λ , жиілігі ν және таралу жылдамдығы c келесі формуламен байланысты:

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

Күн спектрі: Сәуле шығару

Электромагниттік спектр



Гамма



Рентген



Көрінетін



Инфрақызыл

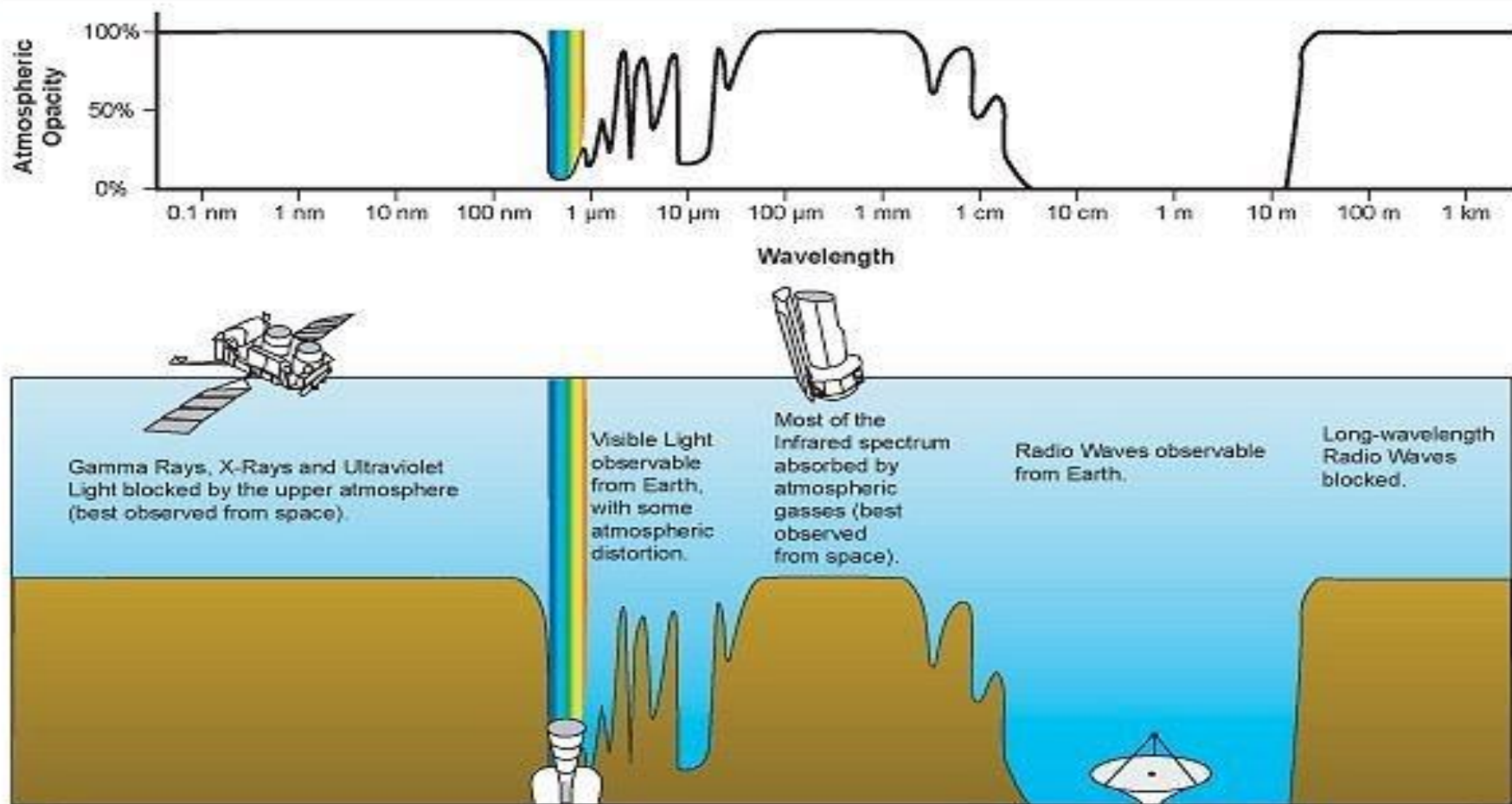


Радио

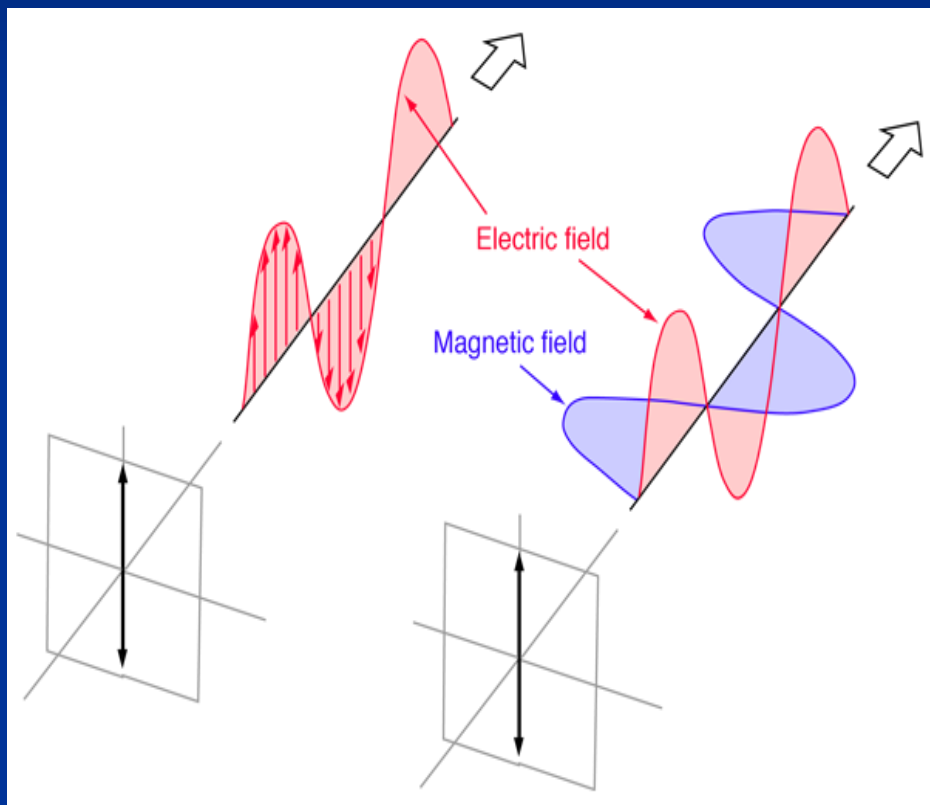


Күн спектрі: Сәуле шығару

Жердің атмосферасы электромагниттік сәулеленудің көптеген толқын



Күн сәулесі: Поляризация

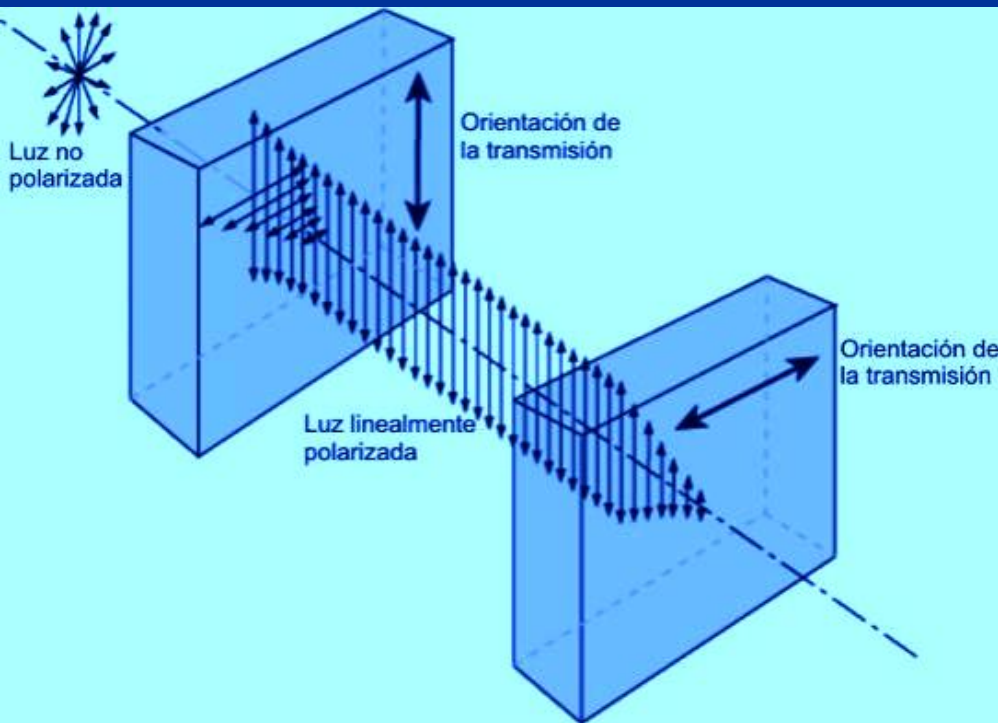


- Қарапайым электромагниттік сәуле суреттегідей пішінге ие.
- Электр өрісінің бір тербелу бағыты және магнит өрісінің басқа бағыты болады.
- Мұндай толқын сызықтық полярланған толқын деп аталады. Бұл жағдайда — тік бағытта полярланған.
- Күн сәулесінде тербелістің нақты бір бағыты болмайды.

Күн сәулесі: Поляризация

Күн сәулесін поляризациялауға болады:

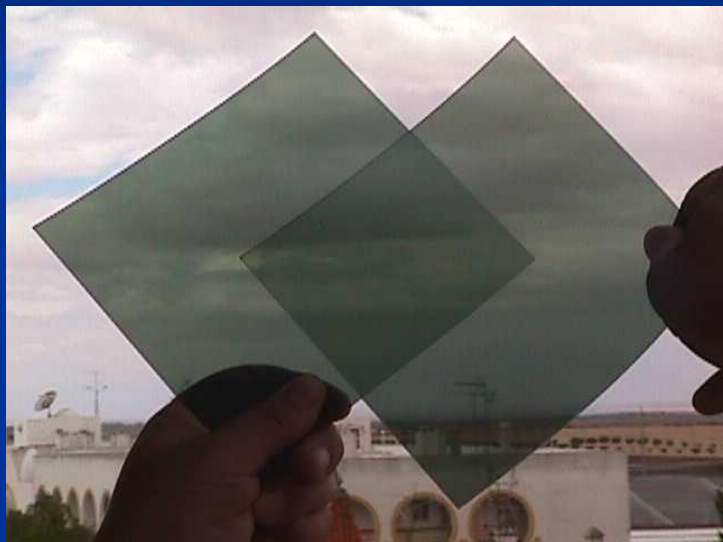
- Шағылысу арқылы
- Поляризациялық сүзгі арқылы өткізу арқылы



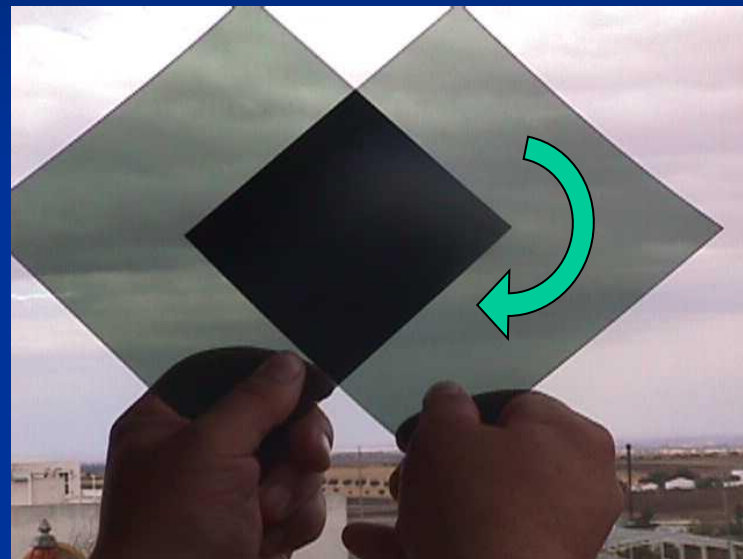
Егер екі поляризациялық сүзгінің поляризация бағыттары параллель болса, жарық олар арқылы өтеді.

Ал егер олардың бағыттары перпендикуляр болса, бірінші сүзгі арқылы өткен жарық екіншісімен бөгіліп, жарық өтпейді.

1-тапсырма: Күн спектрінің поляризациясы



Егер сүзгілердің бағыты бірдей болса, жарық олар арқылы өтеді.



Егер сүзгілердің біреуі 90° бұрылса, жарық бөгеледі.

1-тапсырма: Күн спектрінің поляризациясы



Екі сүзгінің молекулаларының бағыты бірдей болса, жарық олар арқылы өтеді.



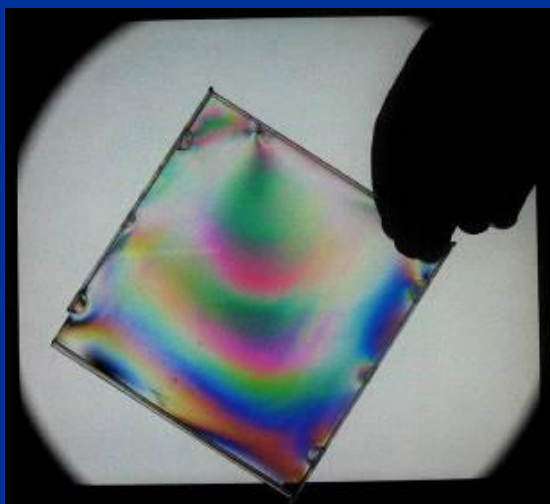
Егер сүзгі 90° бұрылса, жарық өтпейді.

Астрофизикада жарықтың поляризациясы арқылы жұлдызаралық шаң бөлшектерінің бағыты мен өлшемін зерттеуге болады.

1-тапсырма: Күн спектрінің поляризациясы



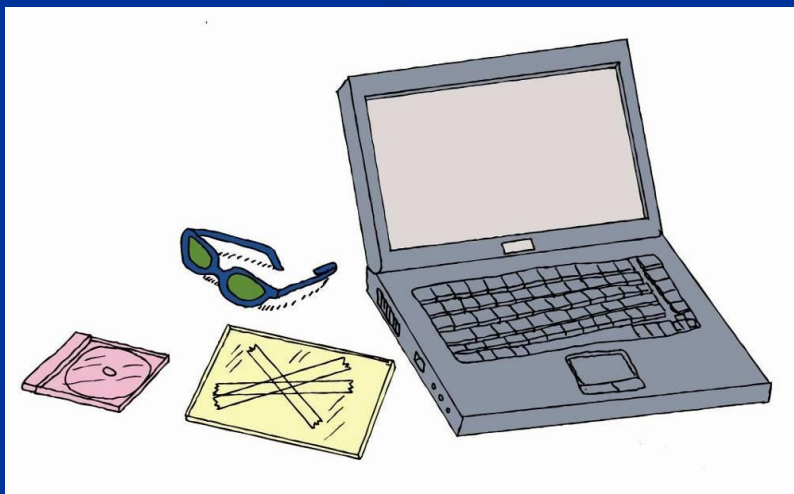
- Жарық шағылысу кезінде поляризацияға ұшырауы мүмкін.
- Полароидты күннен қорғайтын көзілдіріктер шағылысуды азайтуға көмектеседі.
- Поляризация фотографияда және инженерияда материалдардағы ішкі кернеулерді көру үшін қолданылады.



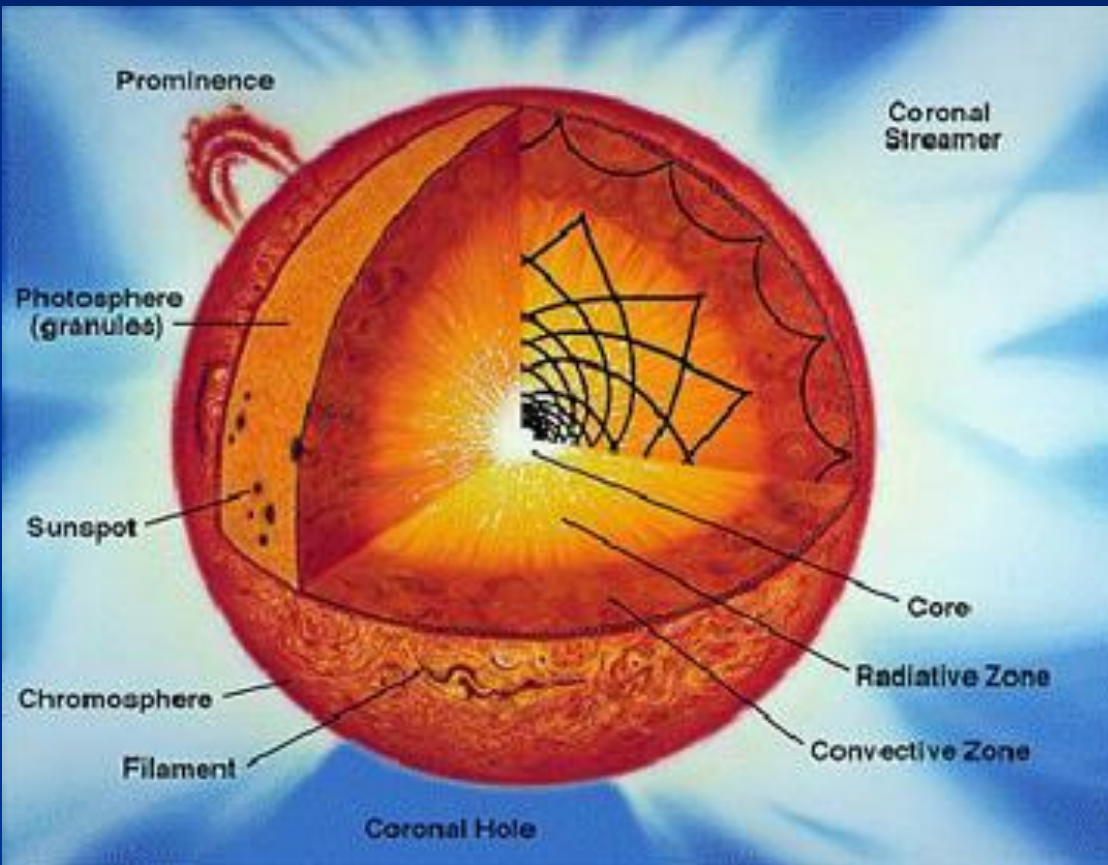
2-тапсырма: Жарықтың поляризациясы

- Ноутбук немесе телефон экраны поляризацияланған жарық шығарады.
- Поляризация жазықтығын поляризациялық көзілдірік арқылы бақылаңыз.
- Кейбір заттар поляризация жазықтығын бұрады — мысалы, пластиктегі скотч.

Мәлдір пластиктегі
(мысалы,
CD қорабы) ішкі
кернеулерді
бақылап көріңіз.

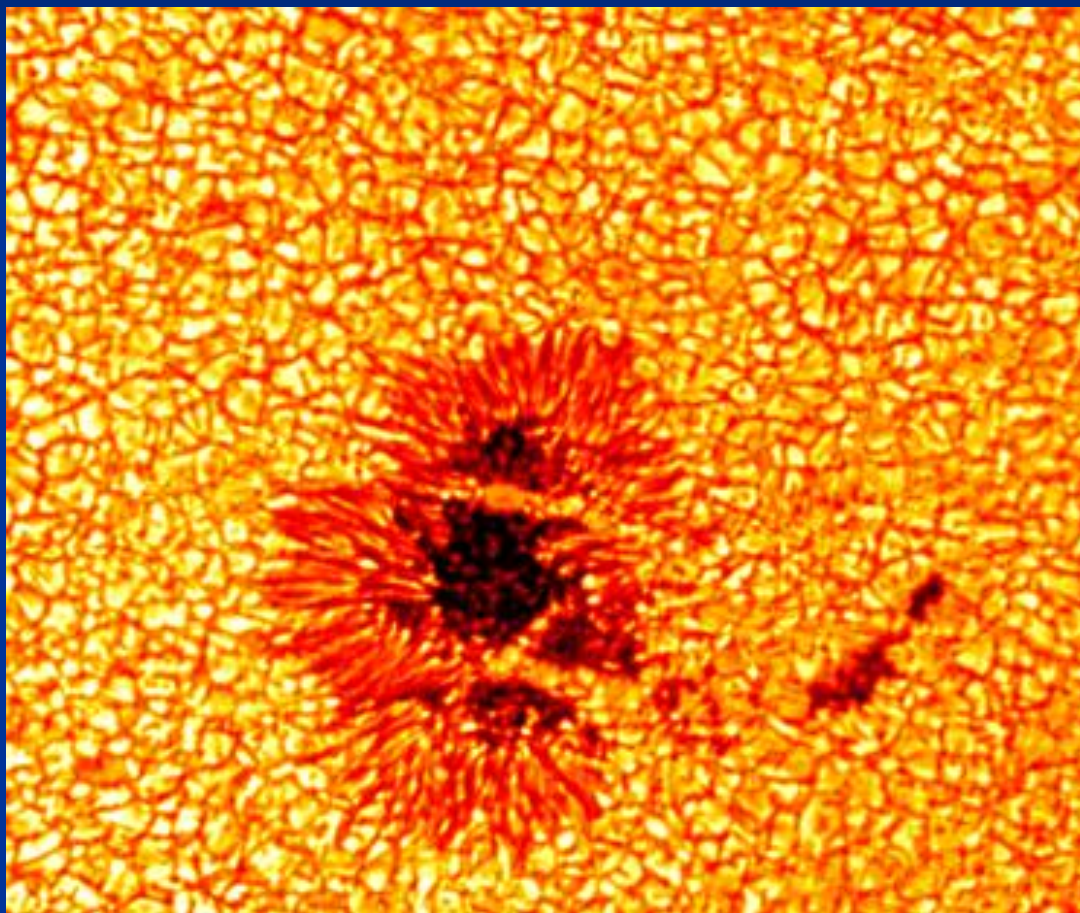


Күннің құрылысы



- **Ядро:**
15 миллион К
- **Сәуле шығару аймағы:**
8 миллион К
- **Конвективті аймақ:**
500 000 К
Күннің сыртқы қабаттарында конвекция (заттардың қозғалысы) жүреді.

Күннің құрылысы



Фотосфера:

6 400 – 4 200 К

Бұл — Күннің «беті».
Шамамен 1 000 км
болатын түйіршіктерді
(гранулаларды)
қамтиды.



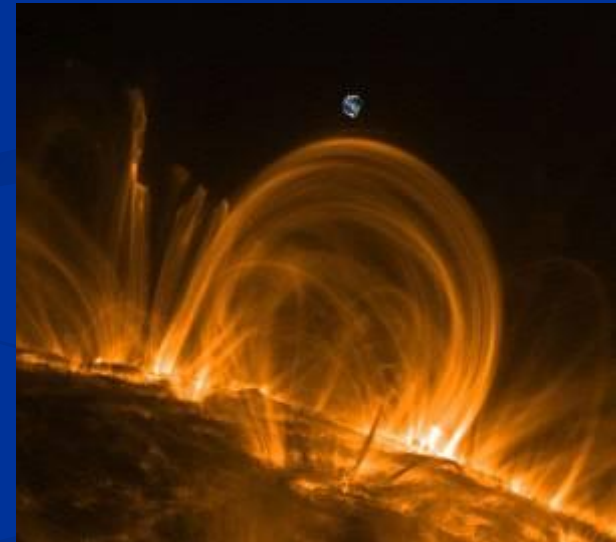
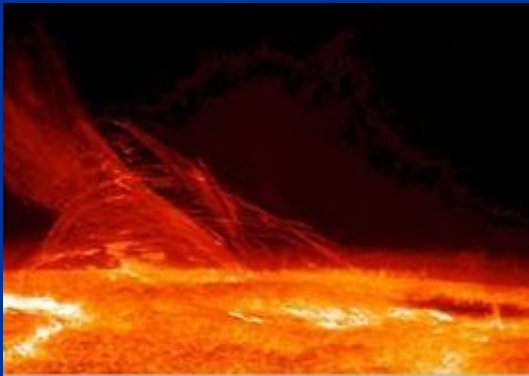
Күннің құрылысы



Хромосфера:

«Жанып жатқан дала», температурасы 4 200–1 000 000 К аралығында.

Бұл қабатта протуберанцтар мен жарқылдар пайда болады.



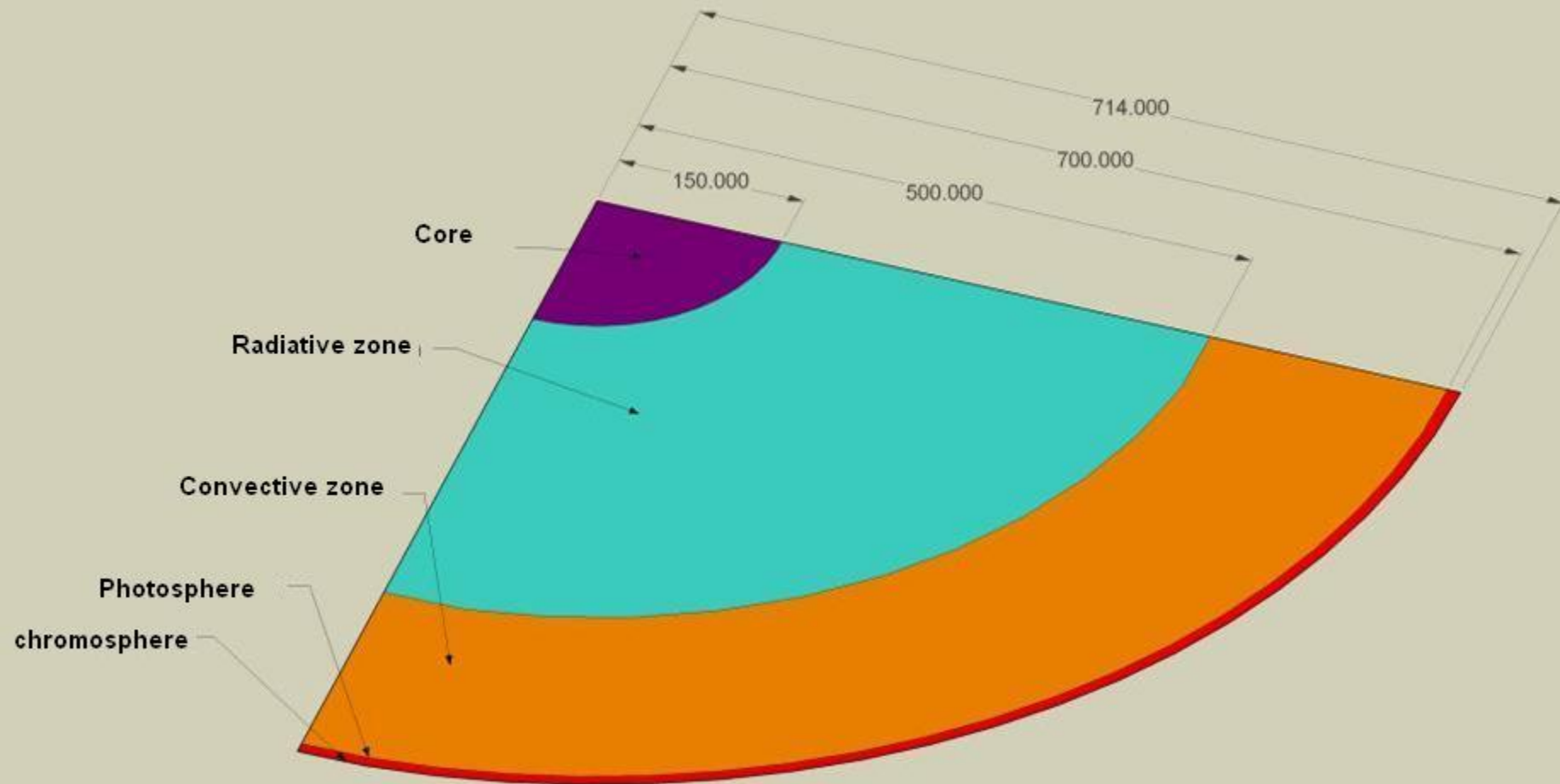
Күннің құрылысы

Күн желі, температурасы 1–2 000 000 К.

Оны тек Күн тұтылуы кезінде немесе арнайы құрал — коронограф арқылы көруге болады.



Күннің құрылысы

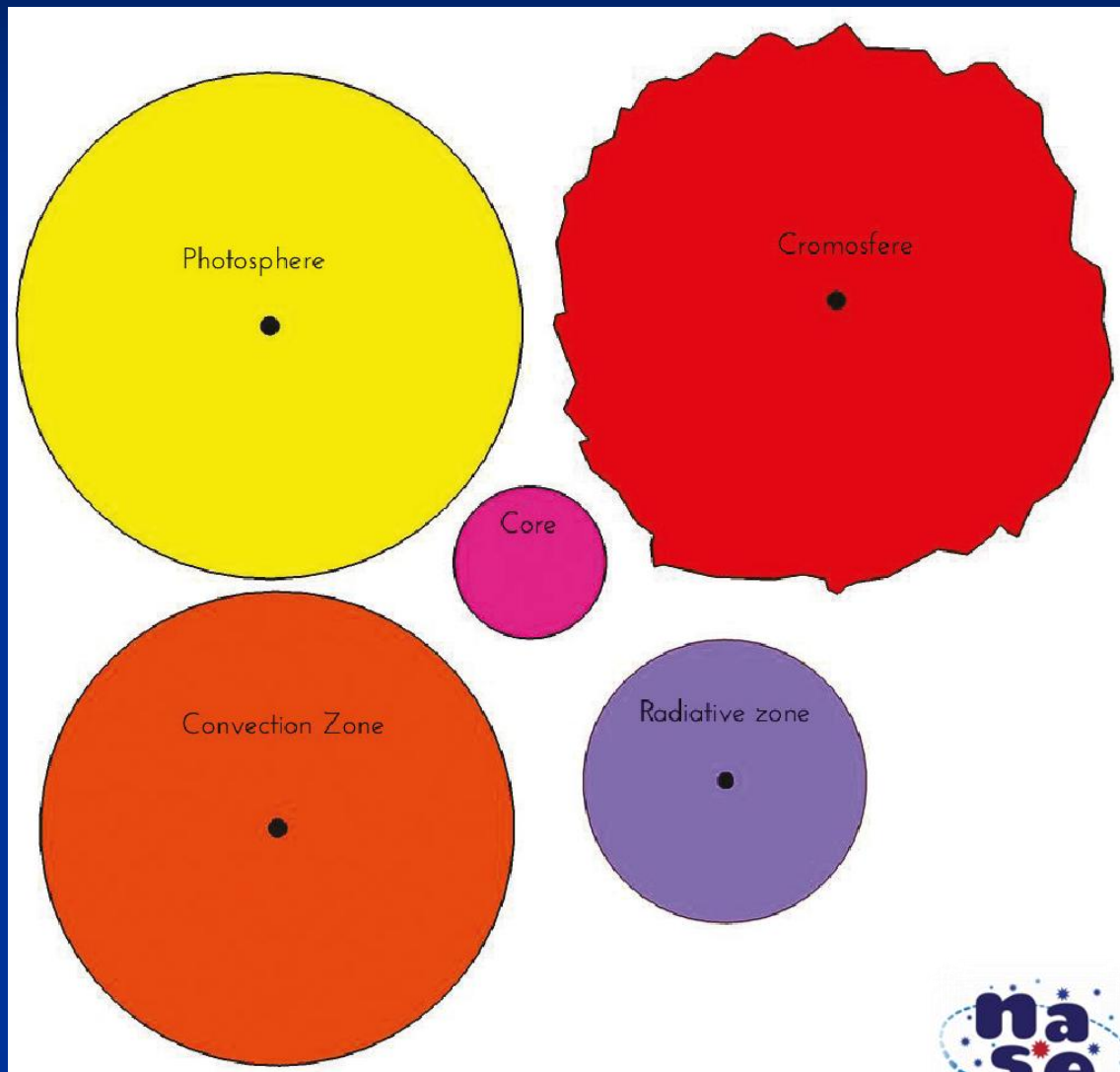


3-тапсырма: Күннің құрылысы

Күннің қабаттарының
қарапайым моделін
жасаңыз.

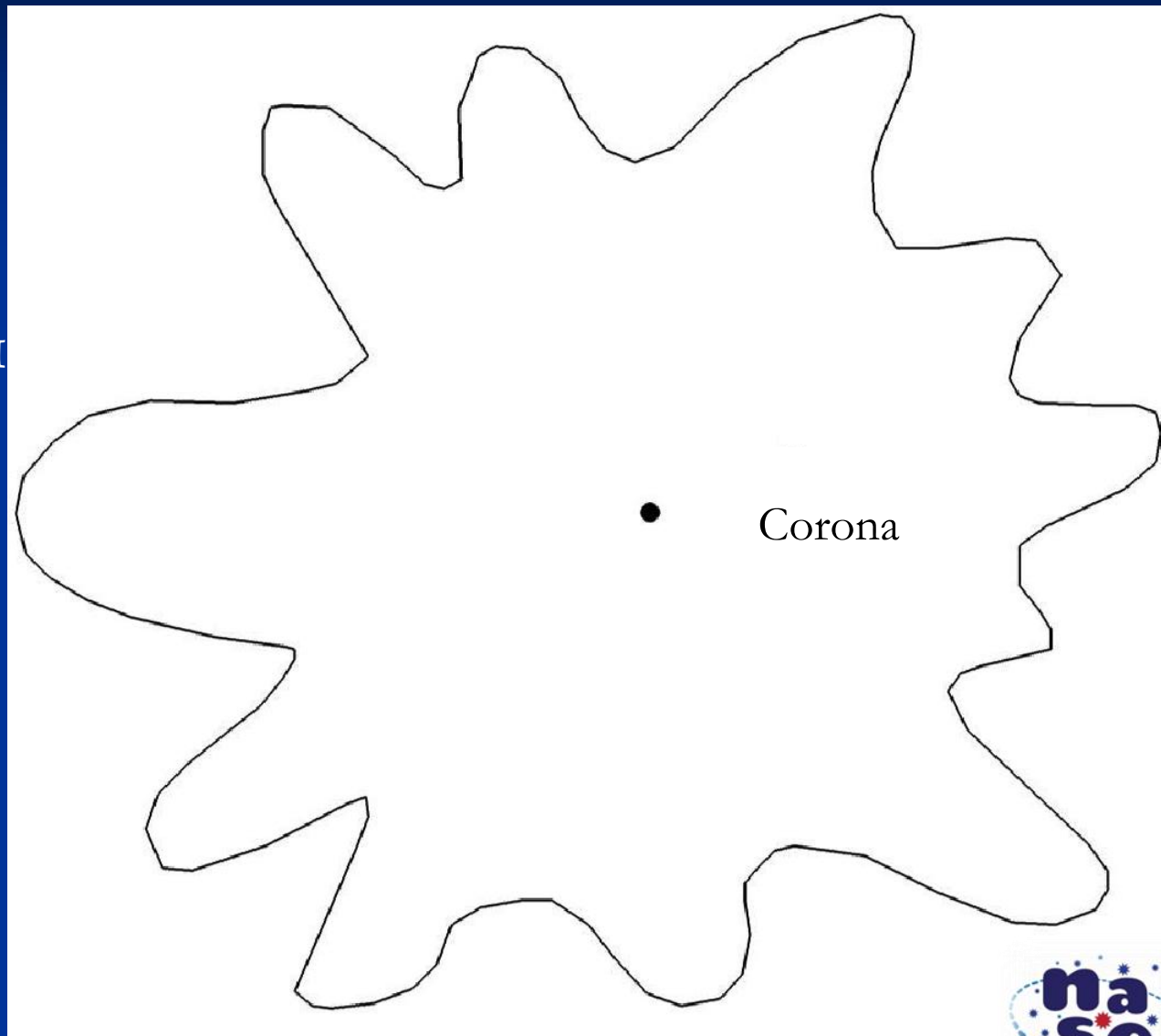
Мақсат — әр қабаттың
пішінін қиып алу.

Оларды түрлі-түсті
қағаздан қиып алуға
немесе бояуға болады.



3-тапсырма: Күннің құрылысы

Тәжді мөлдір
ОНР
пенкасынан
жасауға болады.
Соңында
барлық
қабаттарды
дұрыс ретпен
бірінің үстіне
бірі жапсыруға
болады.



3-тапсырма: Күннің құрылысы

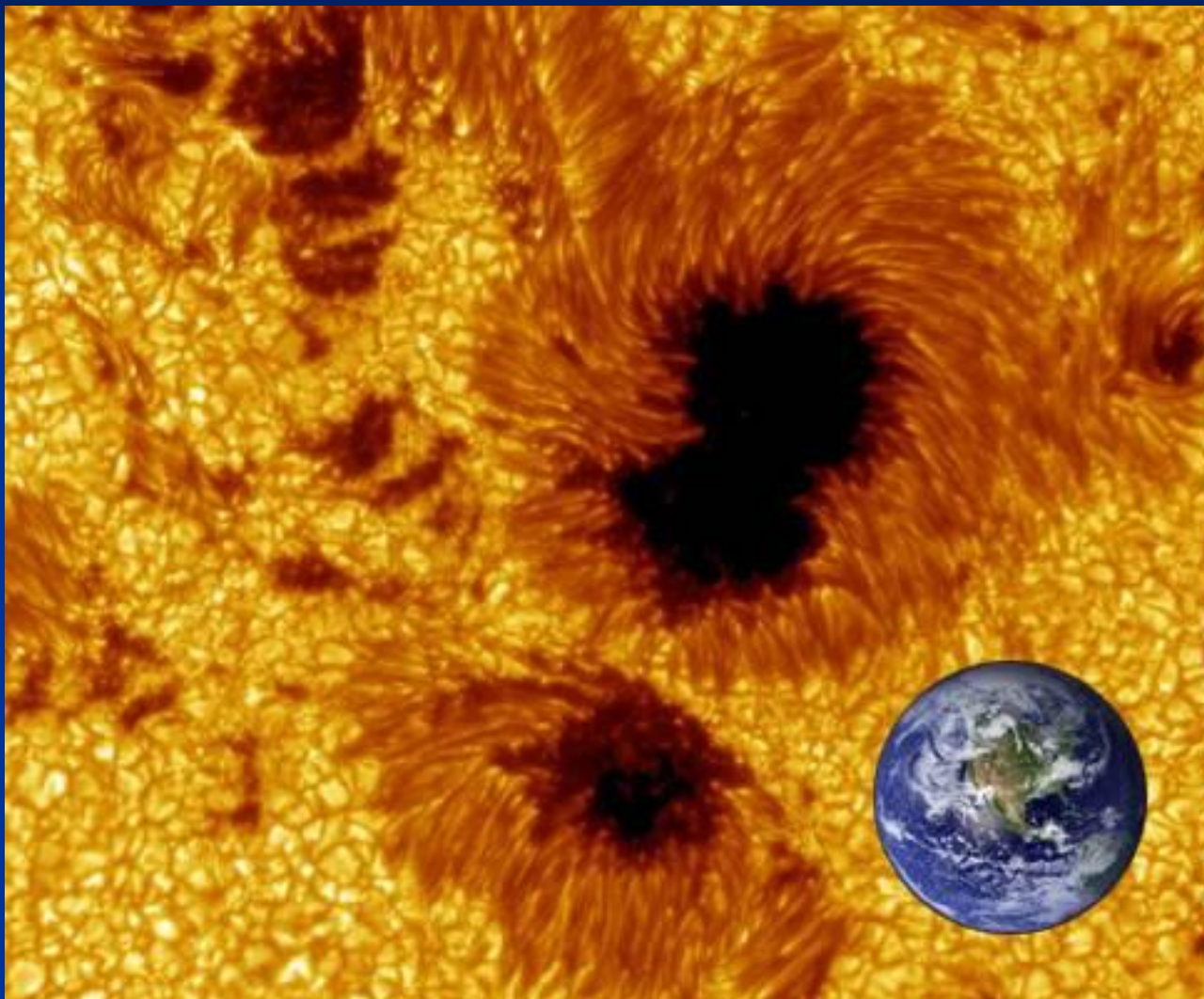


Күн дақтары

- Фотосферадағы қара дақтар — шамамен 4 200 K температурада, ал қалған беті — 6 000 K.
- Әр күн дағы екі бөліктен тұрады:
Умбра (орталық бөлік)
және **Пенумбра** (сыртқы бөлік).

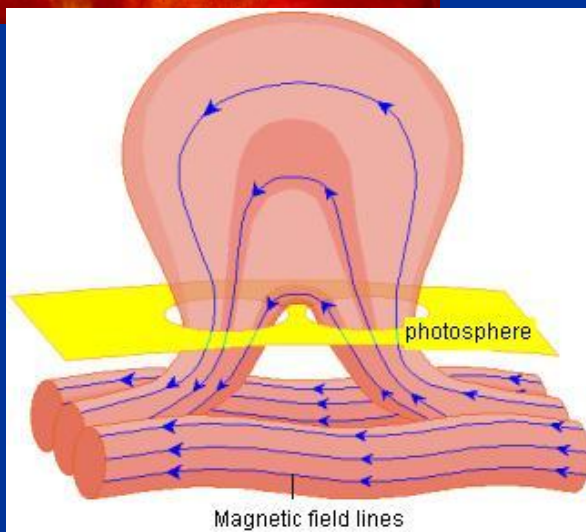


Күн дақтары

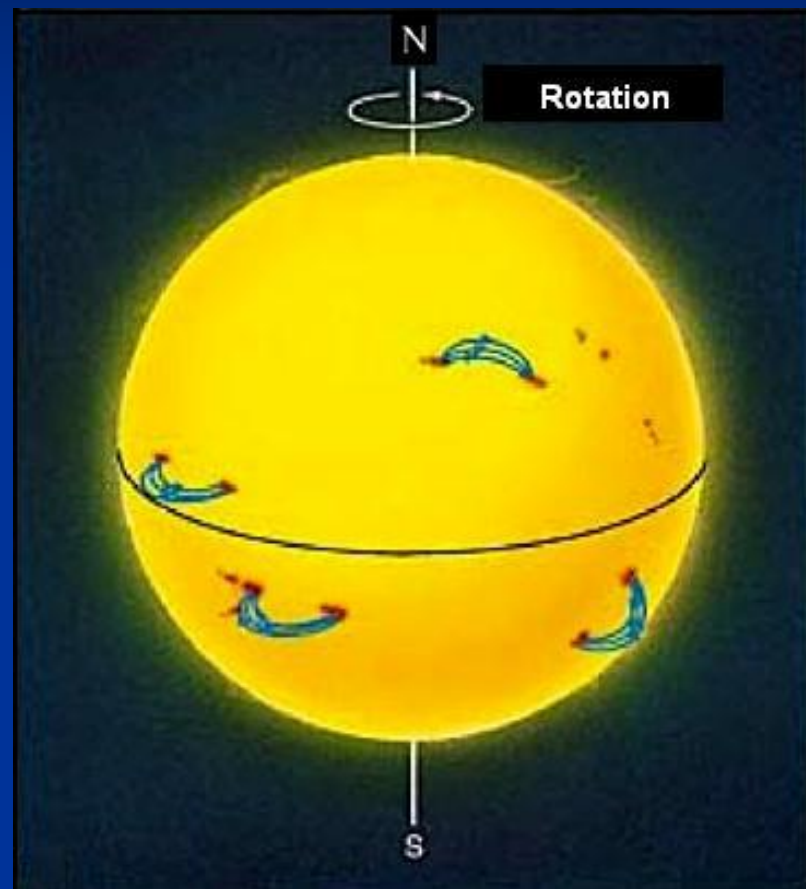
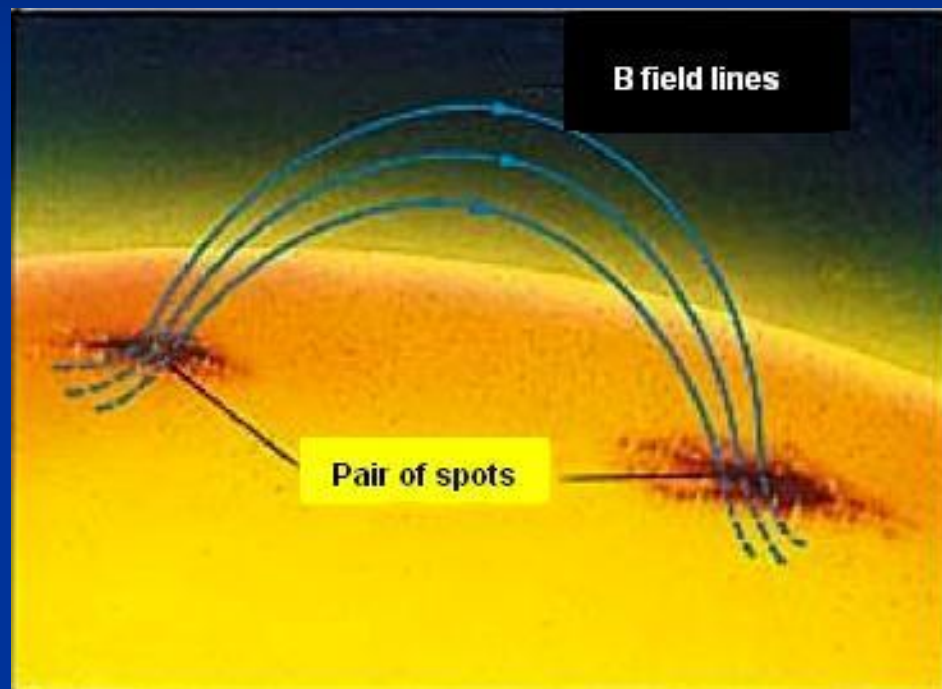


Күн дақтары

Күн дақтарында күшті магнит өрістері болады. Олар магнит өрісі сызықтарының атқылауы нәтижесінде пайда болады. Міне, күннің ішкі қабаттарынан көтеріліп жатқан ілмектің мысалы.



Күн дақтары



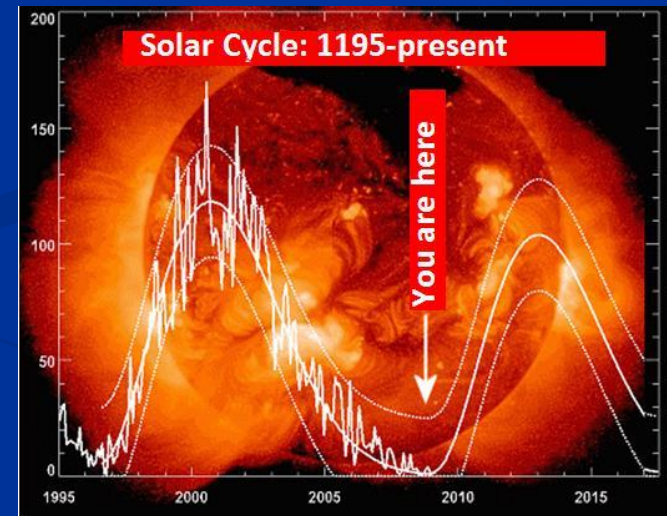
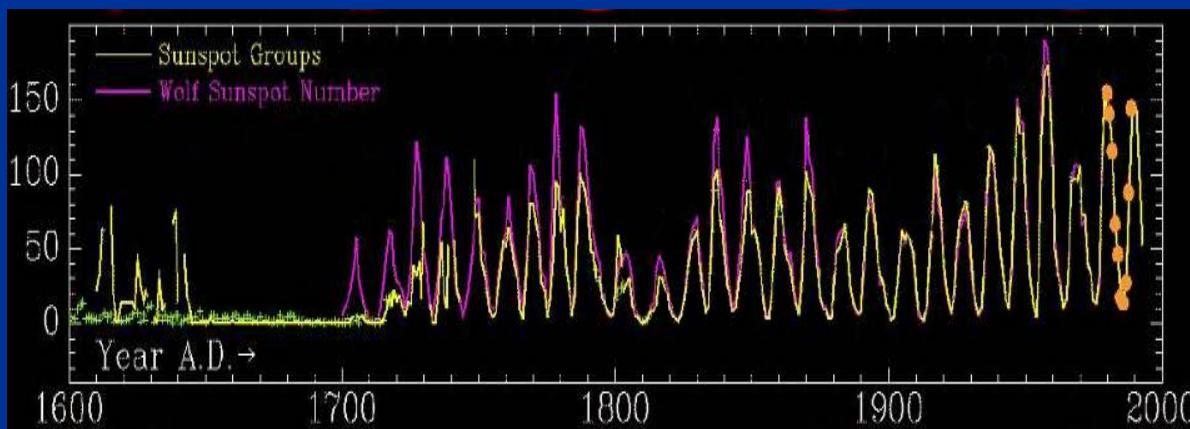
Күн дақтары

Күн дақтарының саны «Күн белсенділігінің» деңгейін көрсетеді.

Вольф саны келесі формуламен есептеледі: $W = 10G + F$

(G — топтар саны, F — жалпы дақ саны)

Күн дақтарының 11 жылдық циклі бар.

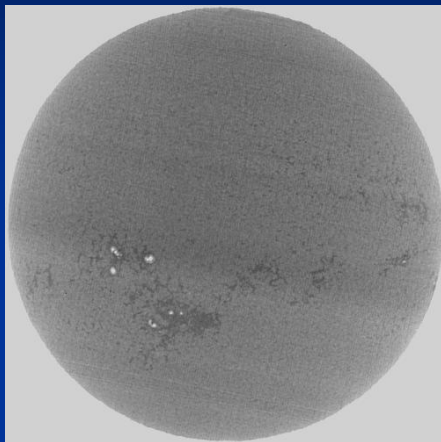


2008 жылы Күн белсенділігінің әдеттегіден ұзағырақ созылған минимумы болды.

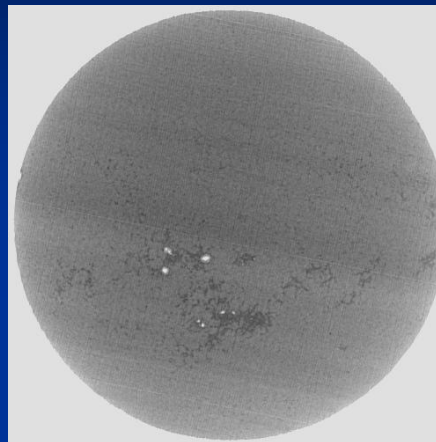


Күн дақтары: Күннің айналуы

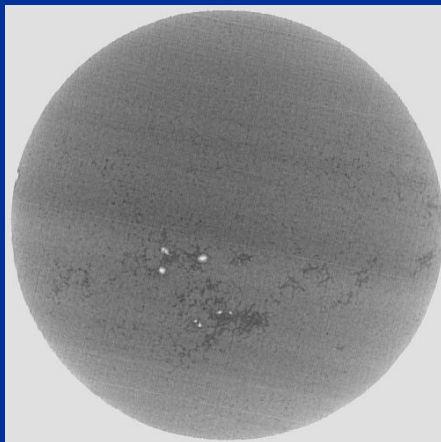
November 21 1992



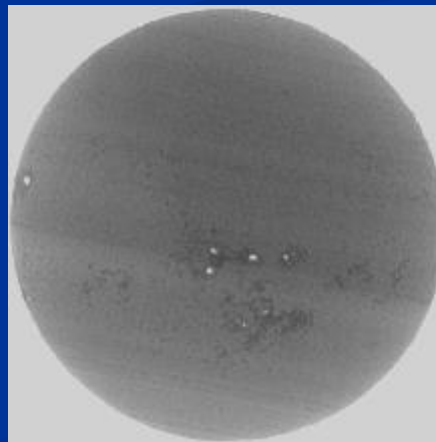
November 22 1992



November 23 1992



November 24 1992



Credit for images: Astronomical Observatory of the University of Coimbra



Күн дақтары: Күннің айналуы

SOHO/MDI Full-Disk
Continuum Image



Observed:
August 1999

LS

Күн дақтарын Күннің айналуын өлшеу үшін пайдалануға болады. Галилей күн дақтарын телескоппен байқаған алғашқы ғалымдардың бірі болды. Ол оларды Күннің айналу кезеңін анықтау үшін қолданды.

Айналу кезеңі әртүрлі: экваторда шамамен 25 күн, ал полюстерде — 38 күнге дейін.



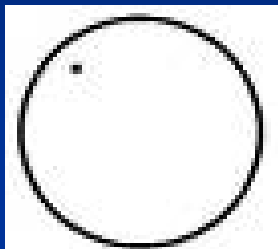
4-тапсырма: Күннің айналу кезеңін анықтау

Күнді бақылауды әрқашан телескоп немесе
дүрбі арқылы проекция әдісімен жасау керек.
Күнге тікелей қарауға болмайды!

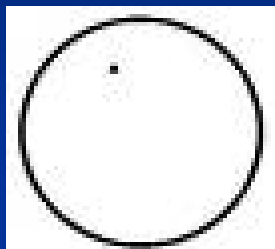


4-тапсырма: Күннің айналу кезеңін анықтау

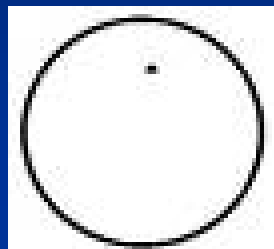
Күн дақтары бірнеше күн бойы t (күн) уақыт аралығында сызылып отырады.



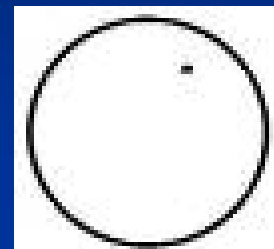
Day 1



Day 4

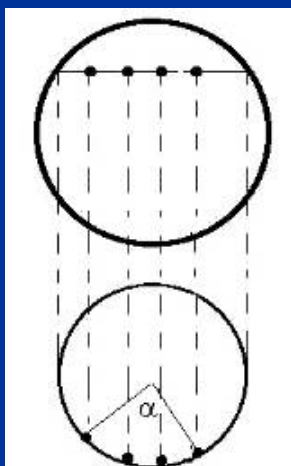


Day 6

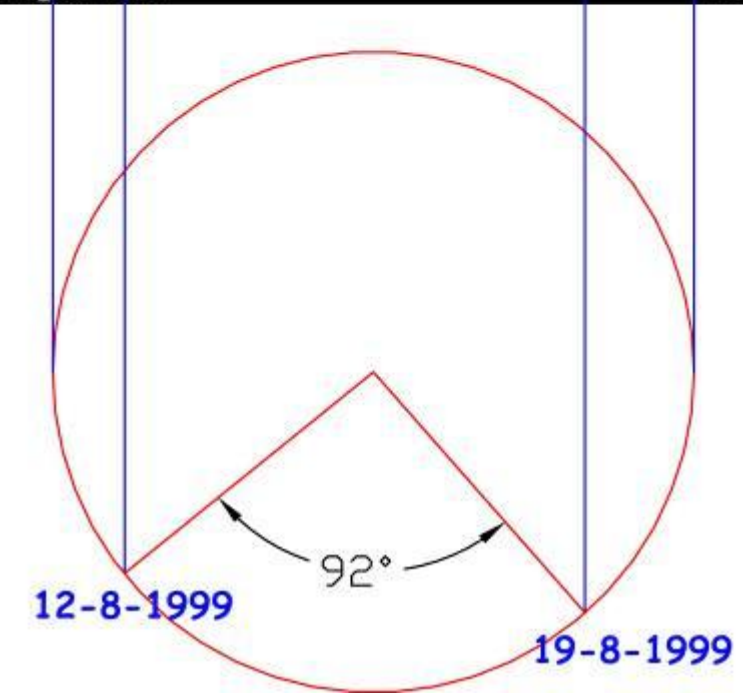


Day 8

Жолды, шеңберді және α бұрышын сызыңыз. Содан кейін айналу периоды T күнмен есептеледі.



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



4-тапсырма: Күннің айналу кезеңін анықтау

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

Күн сәулеленуі

- Күн — бұл алып ядролық реактор, ол жиілігі (түсі) мен энергиясы $E = h\nu$ болатын фотондар шығарады.

Күннің жарықтығы (қуаты ваттпен өлшенеді) өте жоғары: әр секунд сайын ол триллиондаған атом бомбасының қуатына тең энергия бөледі.

Бұл энергия кеңістік арқылы уақыт өте келе үлкейетін көпіршік сияқты таралады.

Ол көпіршіктің беткі ауданы: $4\pi R^2$.

Күннен R қашықтықта, әр секунд сайын 1 м^2 ауданға түсетін энергия мөлшері:

- (мұндағы P — Күннің жалпы қуаты)

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



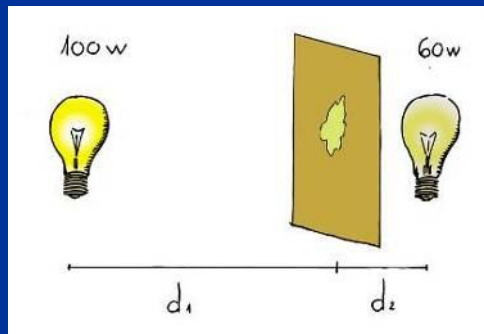
5-тапсырма: Күннің жарықтылығын Өлшеу

Таралатын энергия қашықтықтың квадратына кері пропорционалды.

Егер Күнге дейінгі қашықтық белгілі болса, оның қуатын есептеуге болады.

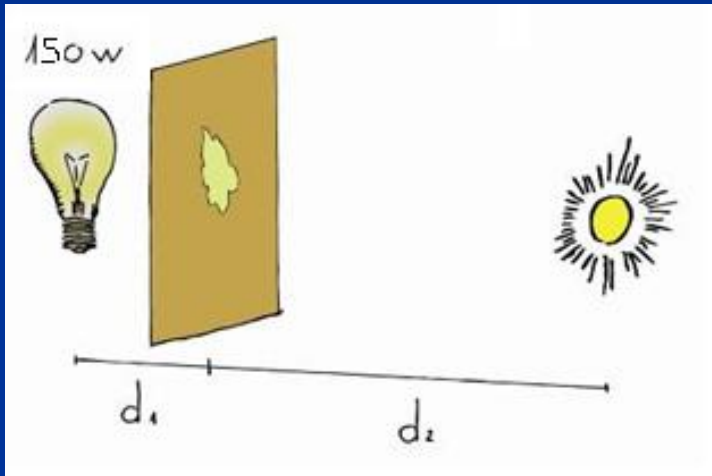
Біз майлы дақпен фотометр жасаймыз. Егер қағаздың екі жағынан да жарық бірдей түссе, дақ көрінбейді — яғни, екі жақтан да бірдей энергия түсіп жатыр. Сонда:

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



5-тапсырма: Күннің жарықтылығын өлшеу

Біз қуаты 150 Вт болатын шамды Күнмен салыстырамыз.
Күн 150 миллион км (1.5×10^{11} м) қашықтықта орналасқан,
және біз P мәнін өлшейміз.

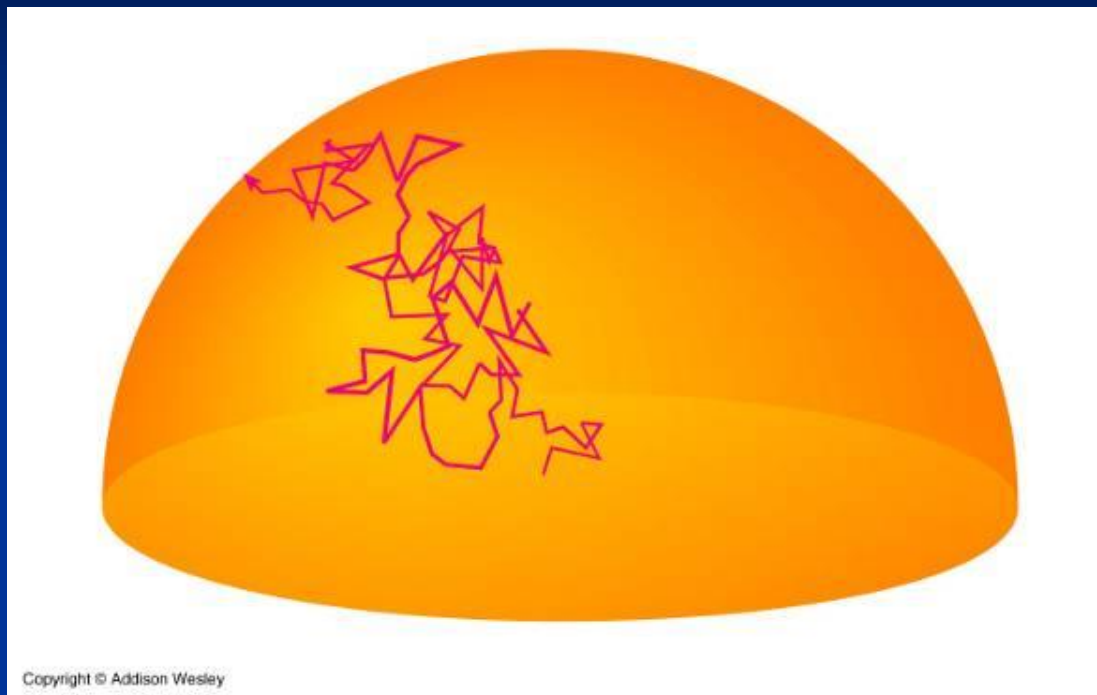


$$\frac{150W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$



- The result should be approximately 3.8×10^{26} W

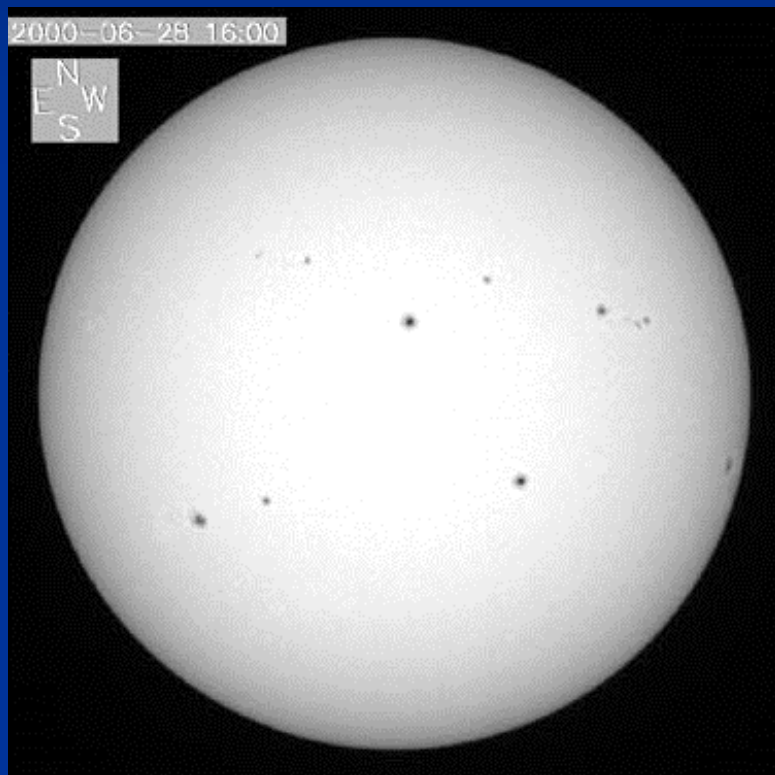
Күн спектрі: Мөлдір еместік



Фотондар Күннің ең ішкі бөлігінде түзіледі және сол аймақтағы өте тығыз заттармен әрекеттеседі. Күн ядросында пайда болған фотонның фотосфераға жетуі үшін 1 миллион жылға дейін уақыт кетуі мүмкін.



Күн спектрі: Мөлдір еместік



Күннің ішкі қабаттары
мөлдір емес (көп әрекеттесу
жүреді, қатты заттағыдай).

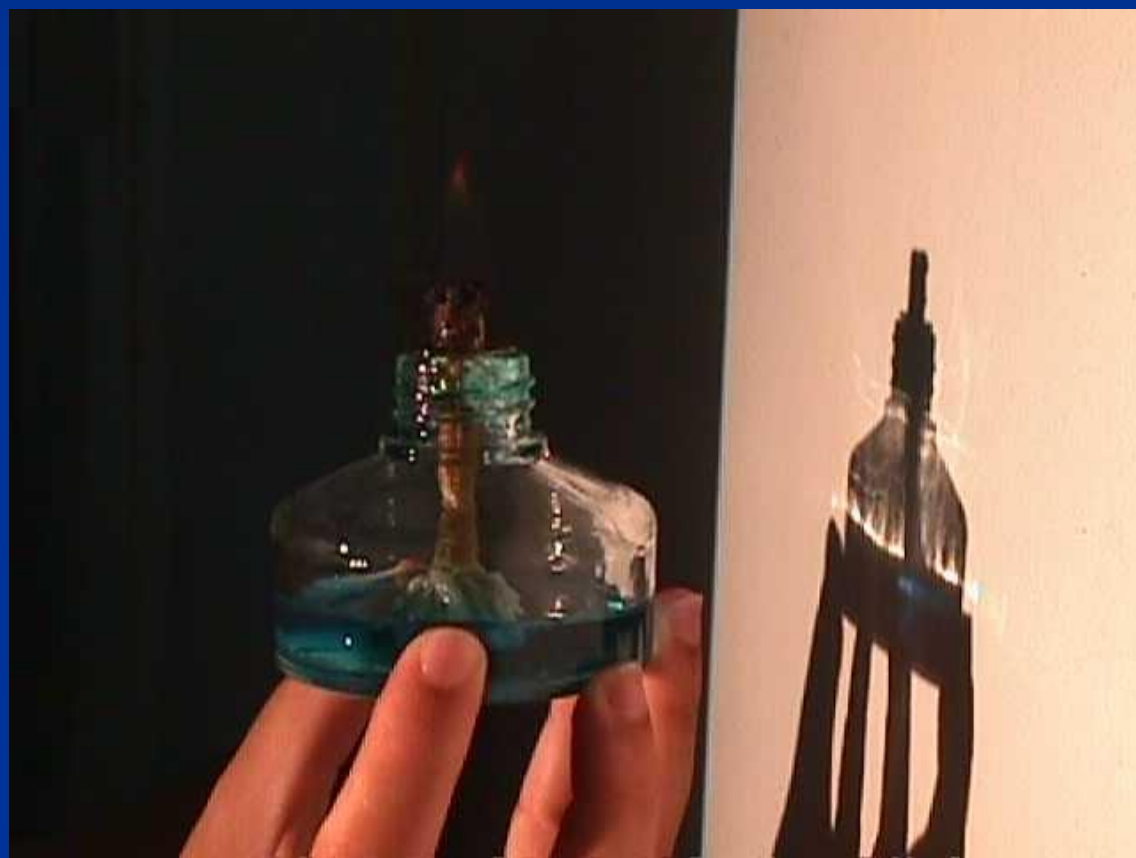
Сыртқы қабаттары —
мөлдір.

Дәлел: жиек күңгірттенуі —
Күннің шеткі бөліктері
азырақ жарық көрінеді,
себебі бұл аймақтар
мөлдірлеу.



6-тапсырма: Мөлдірлік және мөлдір еместік

Мөлдір — көрінбейді деген сөз емес!



Спектр



Fuente: Deutsche Bundespost 1993



1701 жылы Ньютон призма қолданып, Күн сәулесін түстерге бөлді.

Кез келген жарықты призма немесе дифракциялық тор арқылы бөлуге болады.

Нәтижесінде спектр пайда болады.



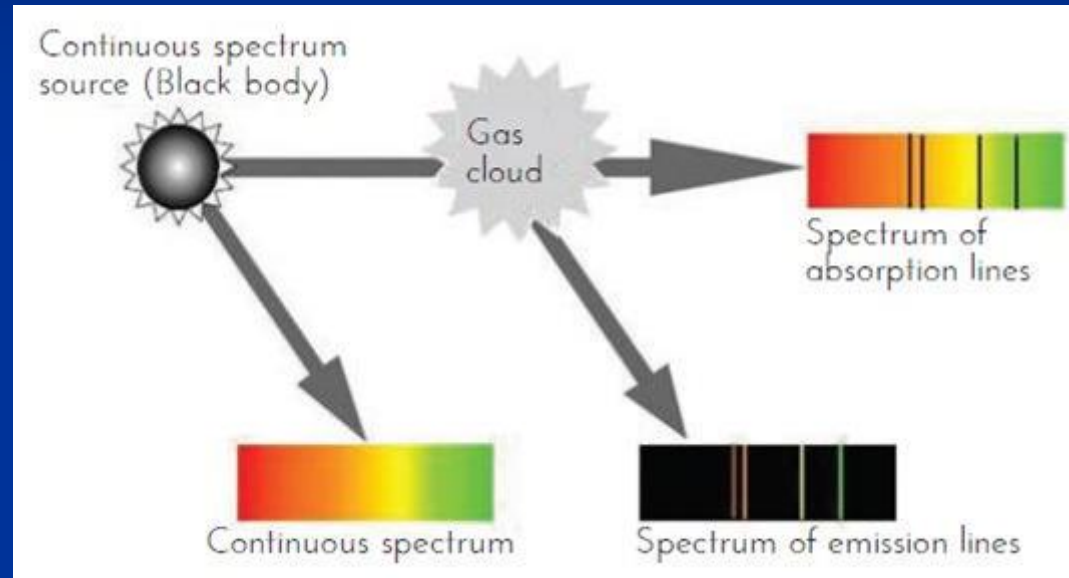
Кирхгоф пен Бунзеннің заңдары

1-заң:

Қыздырылған қатты дене үздіксіз спектрлі жарық шығарады.

2-заң:

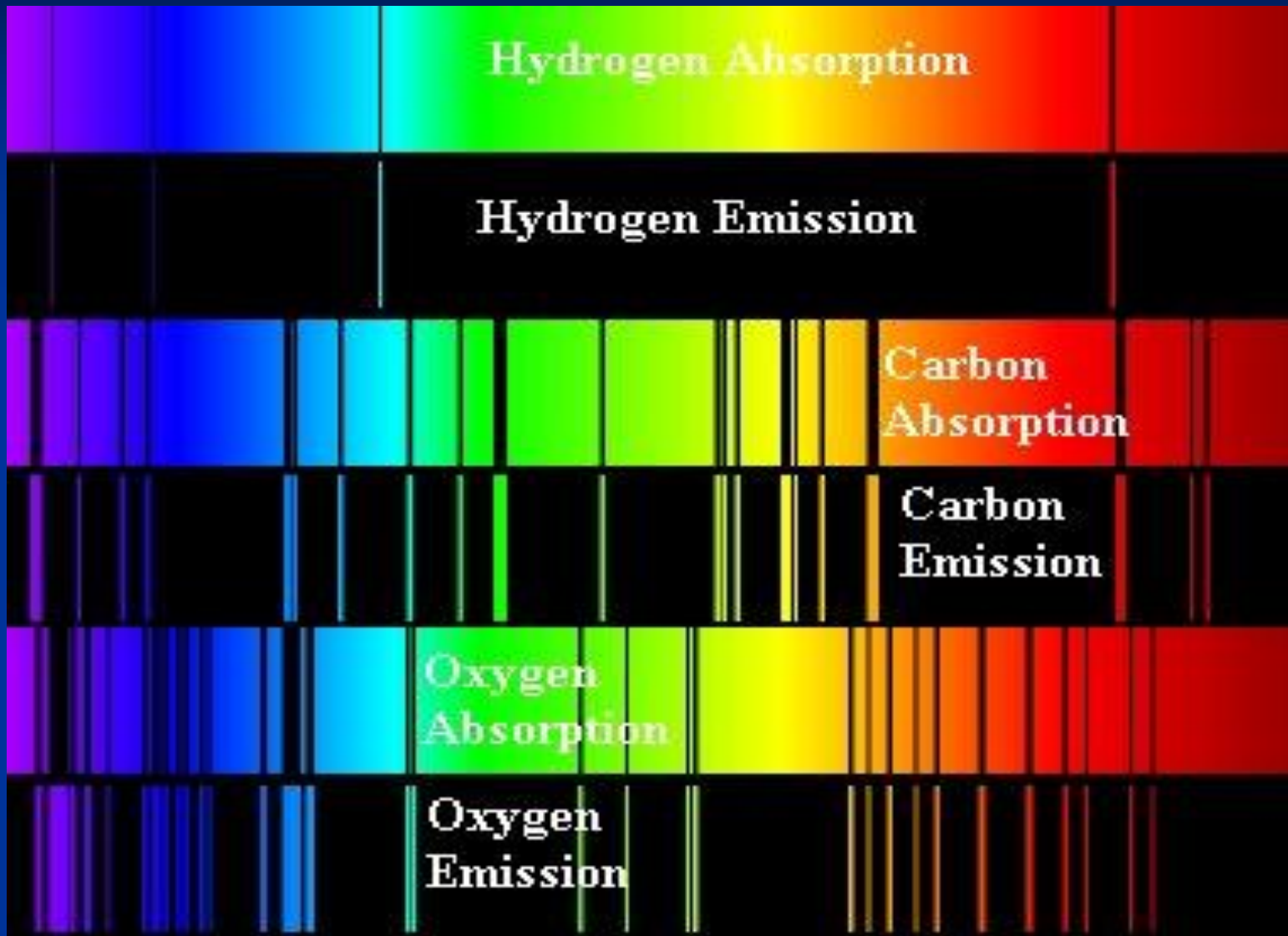
Қыздырылған сұйытылған газ тек белгілі толқын ұзындықтарында ғана жарық шығарады. Бұл толқындар оның химиялық құрамына байланысты болады.



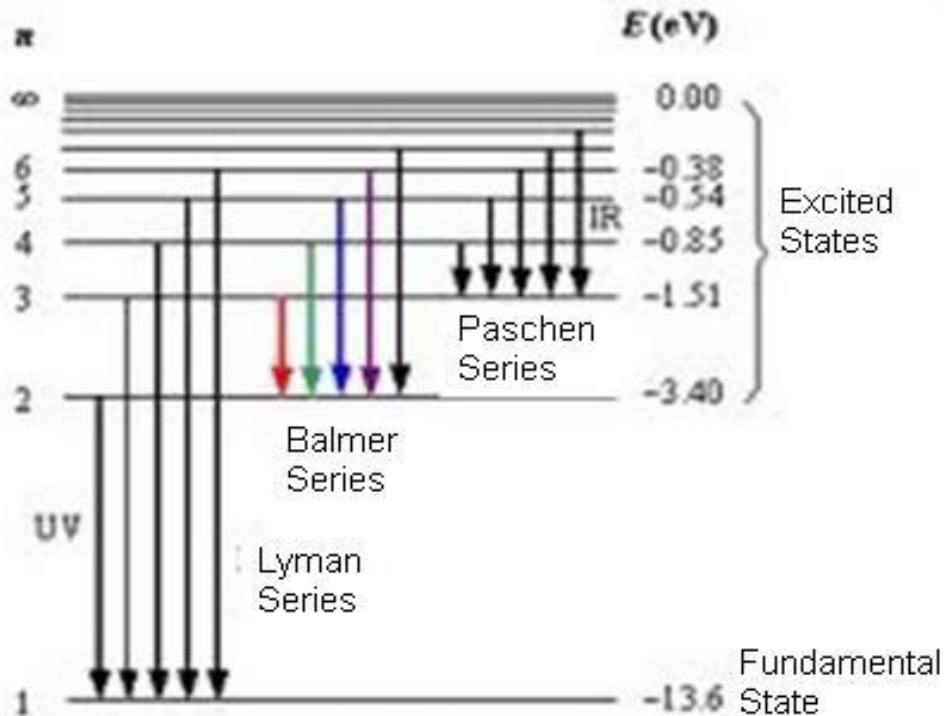
3-заң:

Қызған қатты дене сұйытылған газбен қоршалған жағдайда, ол үздіксіз спектр шығарады, бірақ 2-заңдағы толқын ұзындықтарына сәйкес келетін жерлерде қара сызықтар (бос аралықтар) пайда болады.

Спектр



Спектр



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

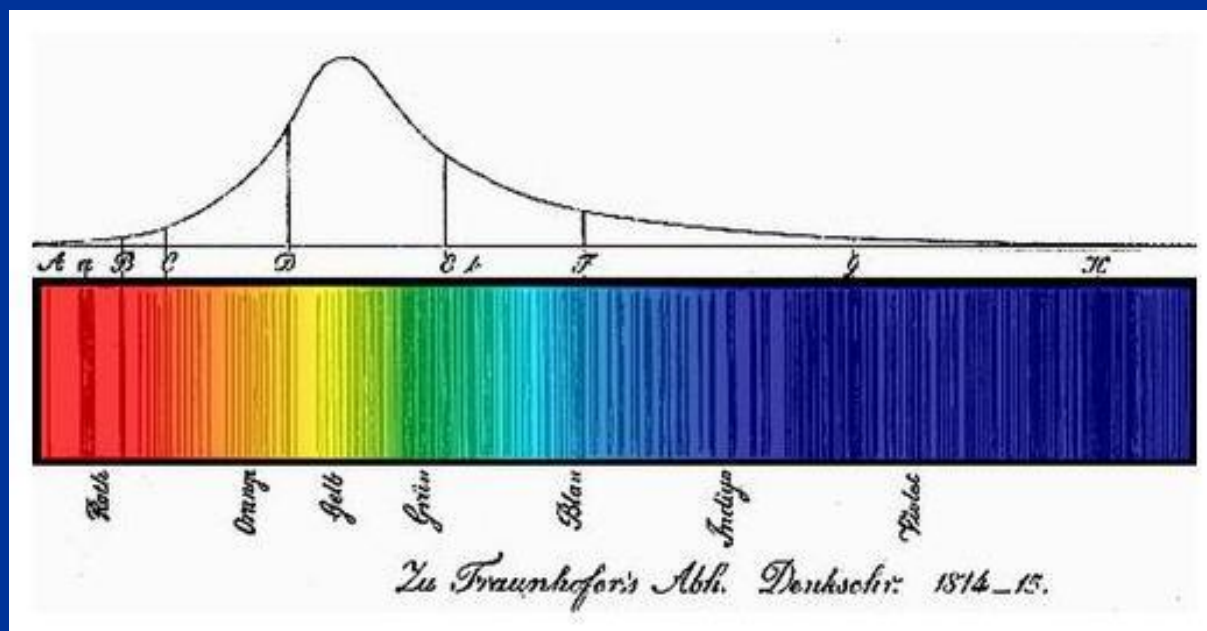
Эмиссиялық
және
абсорбциялық
сызықтар
электрондардың
екі квантталған
энергия деңгейі
арасындағы
секіруі
нәтижесінде
пайда болады.



Күн спектрі: Сіңіру спектрі

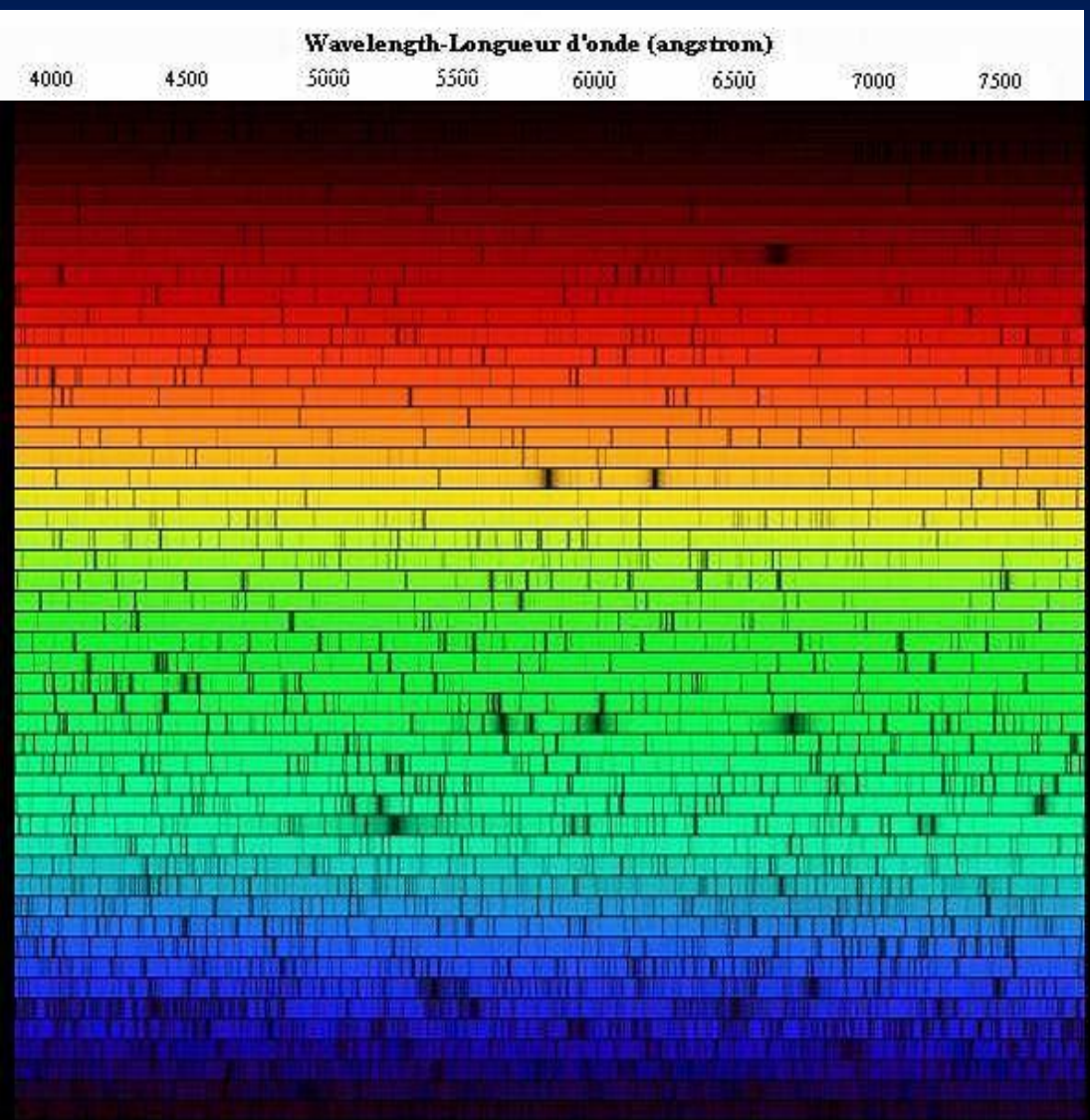
1802 жылы Уильям Волластон Күн спектрінен қара сызықтарды байқады.

1814 жылы Йозеф Фраунгофер Күн спектрін жүйелі түрде зерттеп, шамамен 700 қара сызықты анықтады.



Joseph Fraunhofer
1787-1826

Күн спектрі: Сіңіру спектрі



- Қара сызықтар Күн бетінен жоғары орналасқан салқындау газдардың әсерінен пайда болады.
- Біз Күннің ішіне үңілмей-ақ, оның құрамын біле аламыз.
- Бүгінде жоғары ажыратымдылықтағы спектрлер әлдеқайда көп сызықтарды көрсетеді.



Абсолютті қара дененің сәулеленуі

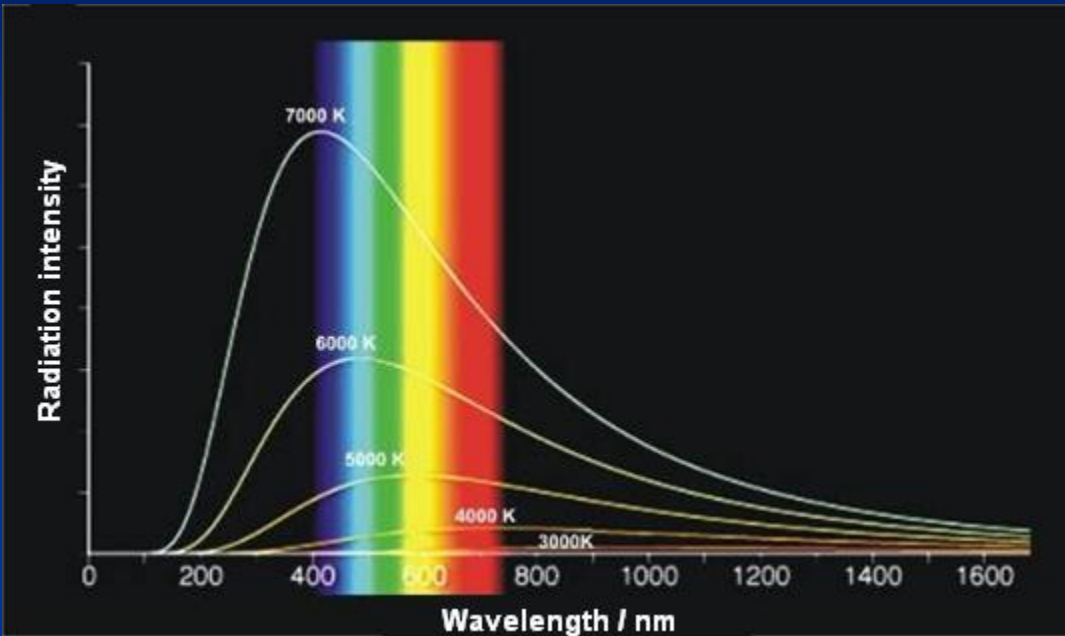


Темір пеште қызған
сайын, оның
шығаратын жарығы
мынадай түстерге
өзгереді:

**Қызыл → Сары →
Ақ → Көгілдір**



Қара дененің сәулеленуі



Кез келген «қара дене» қыздырылғанда түрлі толқын ұзындығында жарық шығарады.

$\lambda_{\max}$ — бұл энергиясы ең жоғары болатын толқын ұзындығы.

Бұл $\lambda_{\max}$ температураға (T) байланысты:

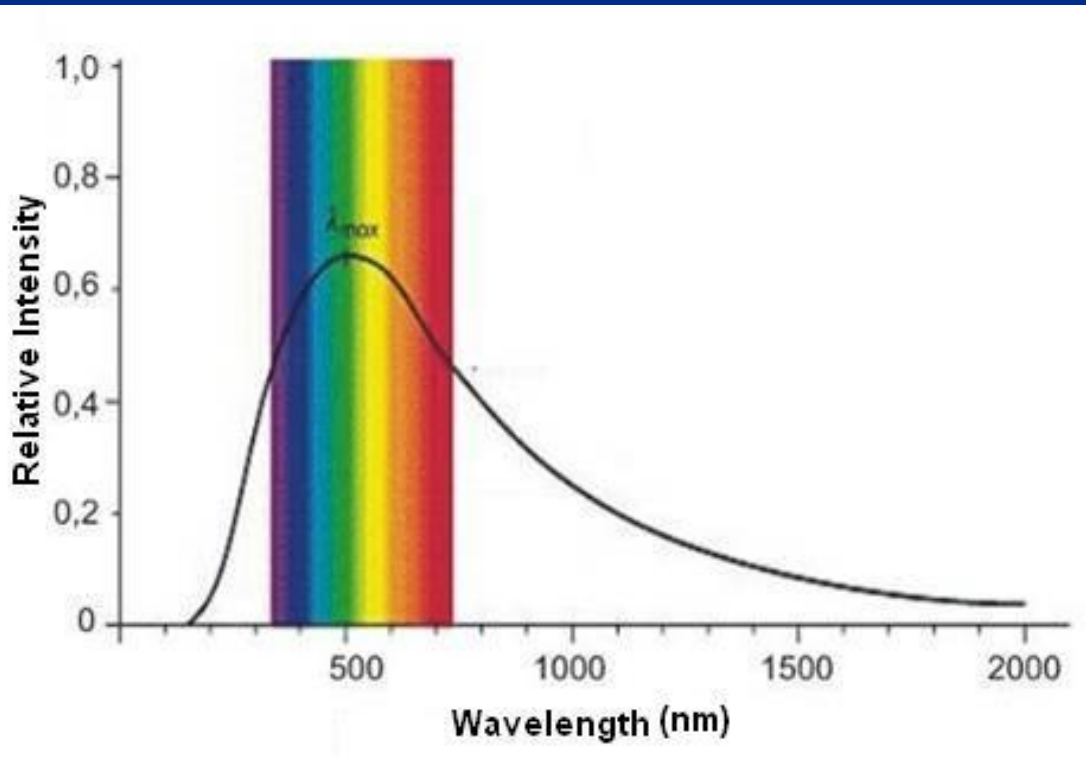
Алыс нысанның сәулеленуін зерттеу арқылы біз оған бармай-ақ оның температурасын өлшей аламыз.

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

Wien's Law



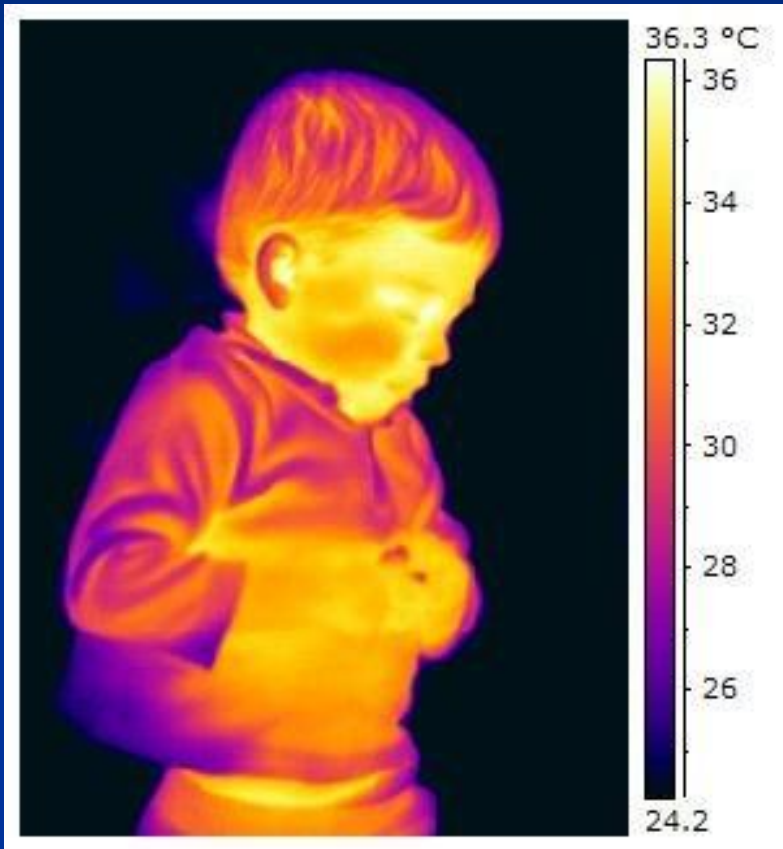
Қара дененің сәулеленуі



Күннің $\lambda_{\text{max}} = 500$
нм.

Бұл оның беткі
температурасы
5 800 К екенін
білдіреді.

Қара дененің сәулеленуі



Адам денесінің температурасы:
 $T = 273 + 37 = 310 \text{ K}$

Адам денесі ең көп энергияны $\lambda_{\max} = 9300 \text{ нм}$ толқын ұзындығында шығарады — бұл алыс инфрақызыл аймақ.

Түнгі көру құрылғылары осы толқын ұзындығын пайдаланады.



Жарықтың шашырауы



Егер ақ жарық ірі бөлшектер бар газ арқылы өтсе, барлық түстер бірдей шашырайды — нәтижесінде ақ бұлт көрінеді.

Ал егер бөлшектердің өлшемі жарық фотондарының толқын ұзындығынан әлдеқайда кіші болса, қысқа толқынды фотондар ұзын толқынды фотондарға қарағанда көбірек шашырайды.

Бұл **Рэлей шашырауы** деп аталады.

Біздің атмосферада көк фотондар қызылдарға қарағанда көбірек шашырайды және барлық бағыттан көзге түседі.

Сондықтан аспан көгілдір болып көрінеді.



Күн батқан кезде жарық атмосфераның қалың қабаты арқылы өтеді, сондықтан ол сарғыш-қызыл түске айналады.



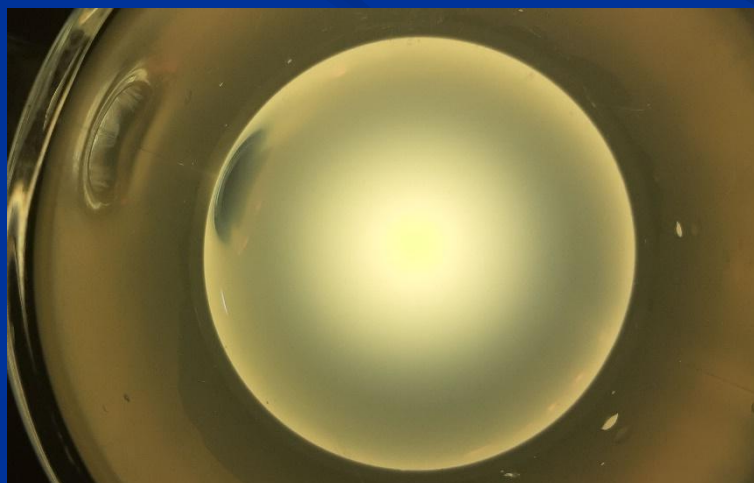
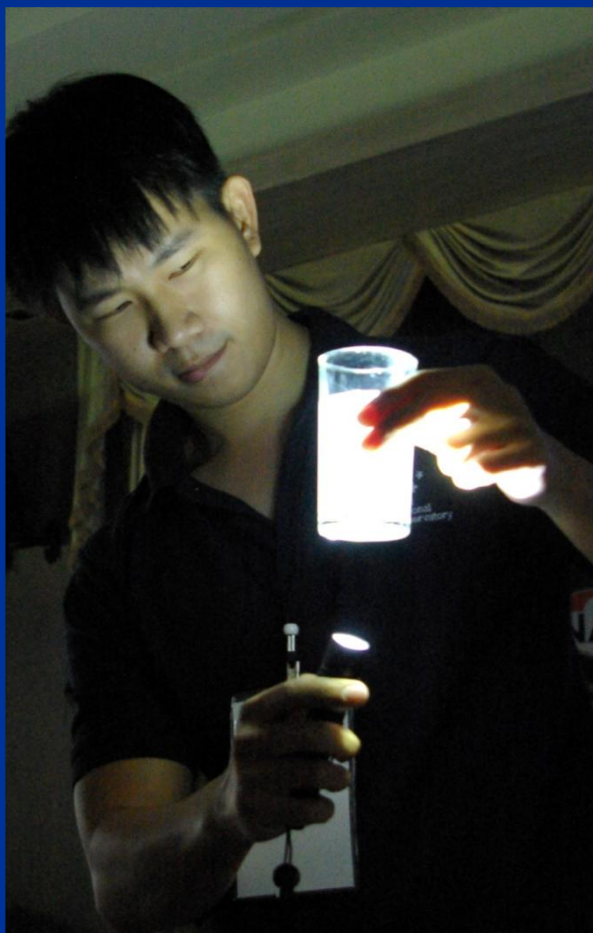
7-тапсырма: Жарықтың дисперсиясы

Биік стакандағы суға сүттен бірнеше тамшы қосып, фонарь түсіріңіз.

Жарық сәл бұлдыр су арқылы өткен кезде:

Егер жарық стаканның бүйірінен өтсе, ол көгілдір болып көрінеді.

Ал егер жарық бүкіл стаканнан өтіп, біз жоғарыдан қарасақ, жарық қызғылт түске айналады.

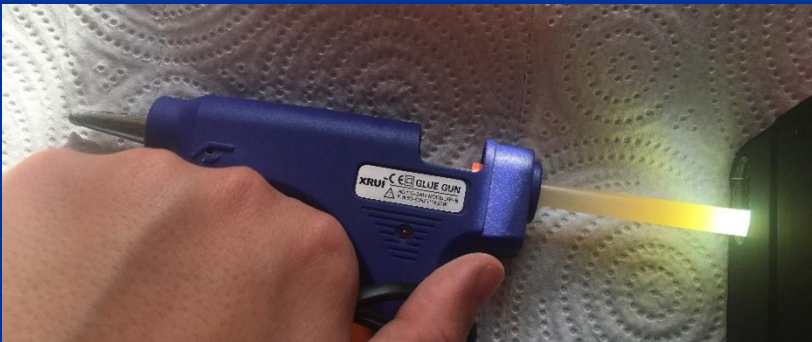


7-тапсырма: Жарықтың дисперсиясы

- Жабыстыруға арналған ыстық балқитын силикон таяқшасы
- Мобильді телефонның фонары



Мобильді жарық көзіне жақын жолақ көгілдір түске боялады.



Жарықтан алыстау орналасқан жолақ сары немесе қызғылт түске ие болады.

Thank you very much
for your attention!

