

Нарны спектр ба Нарны толбо

Alexandre Costa, Beatriz García, Ricardo Moreno

Олон улсын одон орон судлалын холбоо

Португалийн Луле хотын дунд сургууль

ITeDA болон Үндэсний технологийн их сургууль, Аргентин

Испанийн Мадрид дахь Ретамар сургууль



Зорилго

- Нарны спектрын шинж чанарыг ойлгох
- Нарны спектрын үечлэлийг ойлгох
- Нарны толбоны талаар ойлголттой болох
- Нарны толбоны талаархи Галилейн түүхэн ач холбогдлыг ойлгох



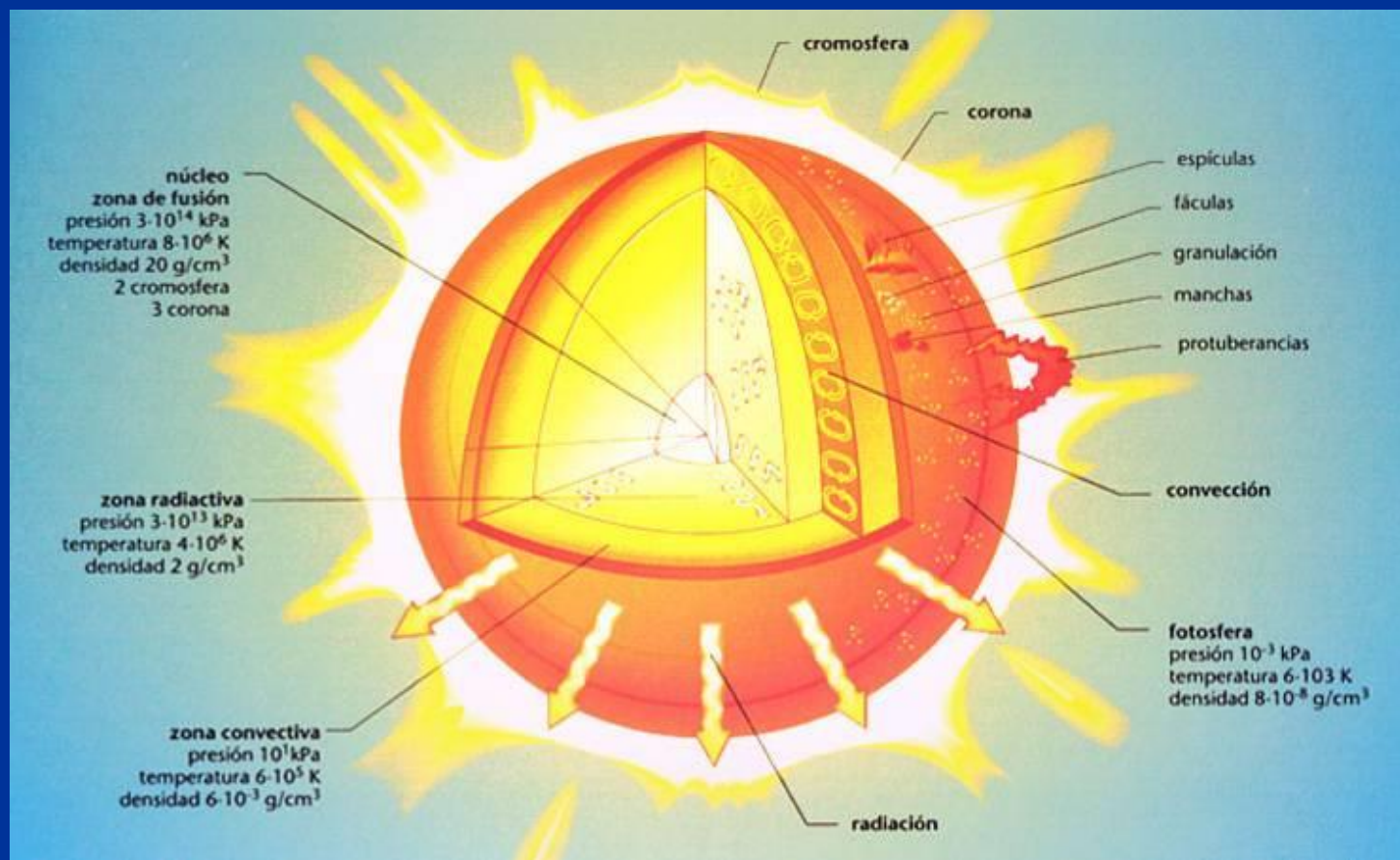
Нарны цацаргалт

Дэлхий дээр бидний ашигладаг бараг бүх эрчим хүч (дулаан, гэрэл) нь Нарнаас гаралтай эсвэл гардаг.



Нарны цацаргалт

Цацраг нь Нарны төвд маш өндөр даралт, 15 сая градусын температурт үүсдэг. Энэ нь халуун цөмийн урвалаар бий болдог.



Нарны цацаргалт

- 4 протон (Устөрөгчийн цөмийн) гели болон хувирна. (урвалаар).



- Үүсмэл масс нь эхний 4 протоны массаас бага байна. "Зүүн" Зөрүү масс нь энерги болж өөрчлөгдөнө.

$$E = mc^2$$

- Секунд тутамд 600 сая тонн устөрөгч 595.5 сая тонн гели болж хувирна. Массын Үлдсэн хэсгийг эрчим хүч болгон хувиргадаг.

- Нар массаа маш их хэмжээгээр алдаж байгаа боловч энэ процесс олон тэрбум жилийн турш Үргэлжилнэ.

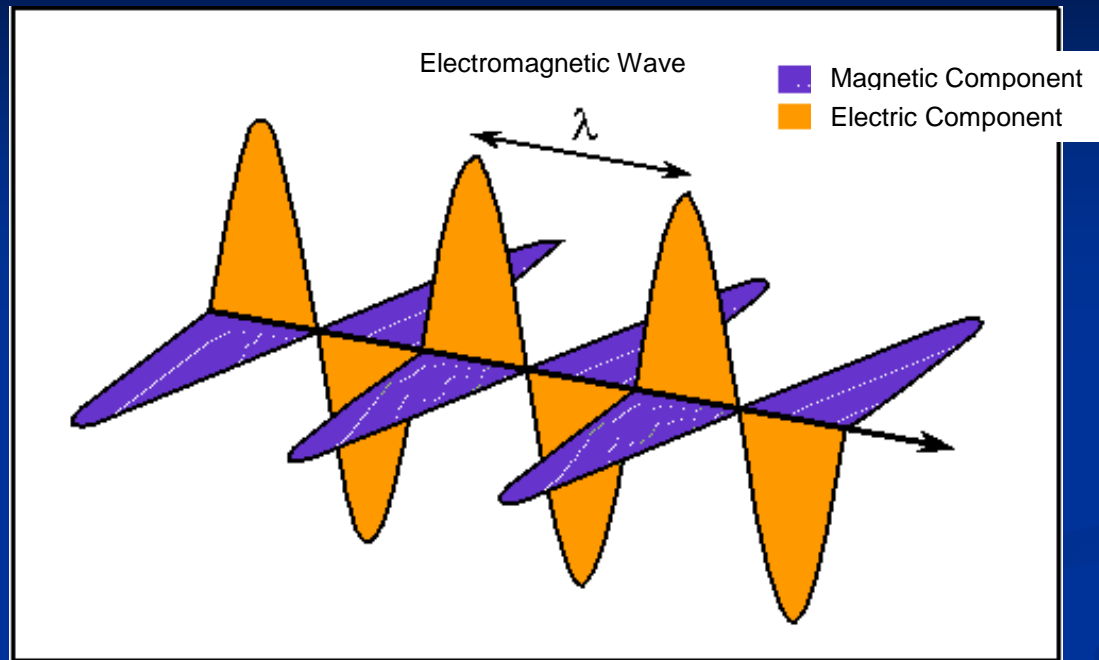


Нарны цацаргалт

Энэ энерги нарны гадаргаас $299,793 \text{ km/s}$ хурдтайгаар тархах бөгөөд зарим хэсэг нь дэлхий дээр 8 минутын дараа ирнэ.



Нарны спектр: цацаргалт

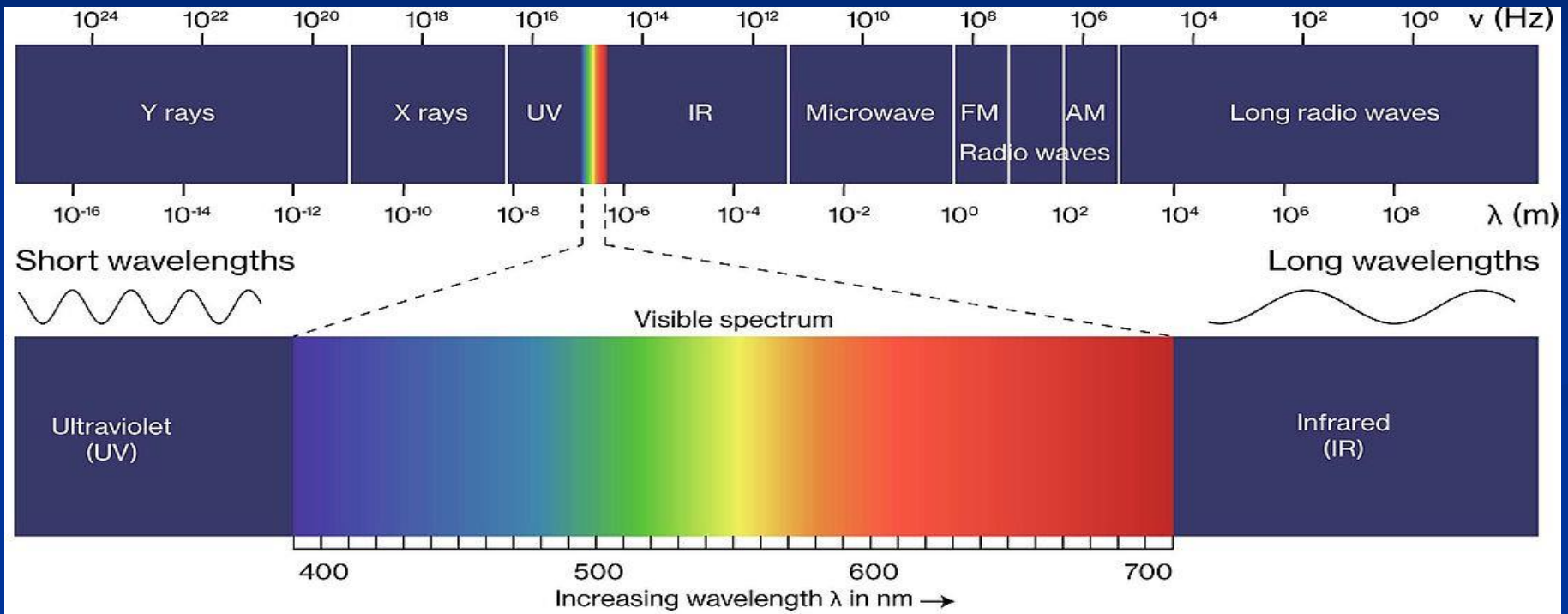


Долгионы урт λ , давтамж ν ба цахилгаан соронзон долгионы тархалтын хурдны тэгшитгэл

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

Нарны спектр: цацаргалт

The Electromagnetic Spectrum



Gamma



X-ray



Visible



Infrared

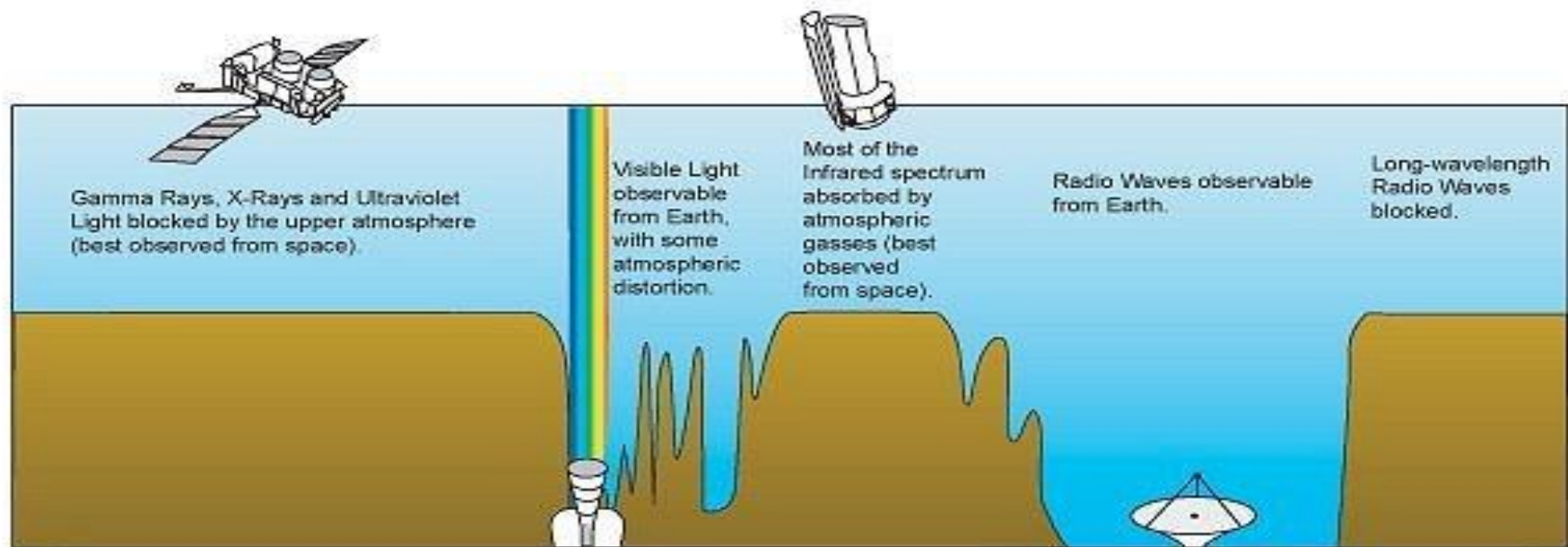
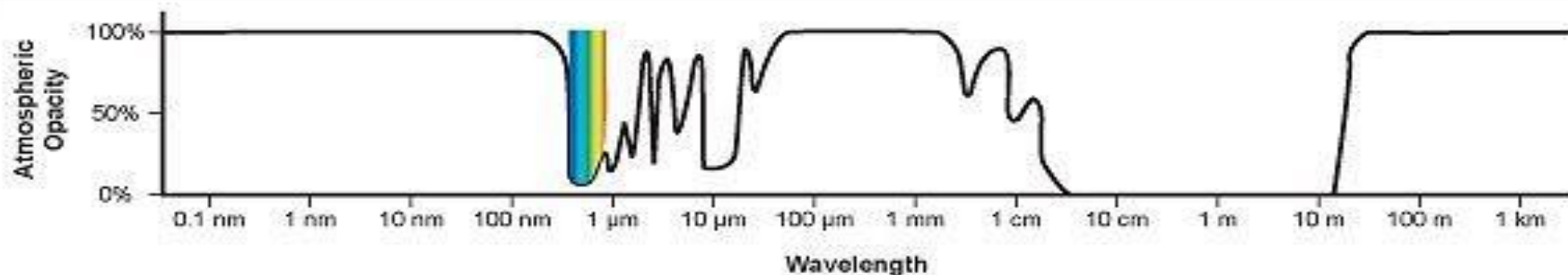


Radio



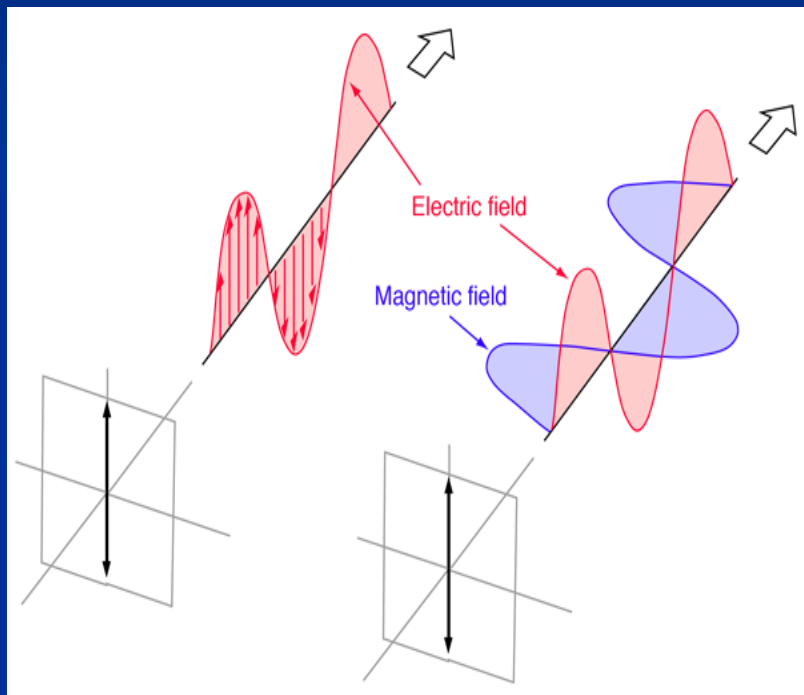
Нарны спектр: цацаргалт

Дэлхийн агаар мандал нь цацраг туяаны хамгийн их долгионы уртад тунгалаг биш юм.



Нарны цацаргалт: Туйлширал

- Энгийн цахилгаан соронзон цацраг зураг дээр харагдана.

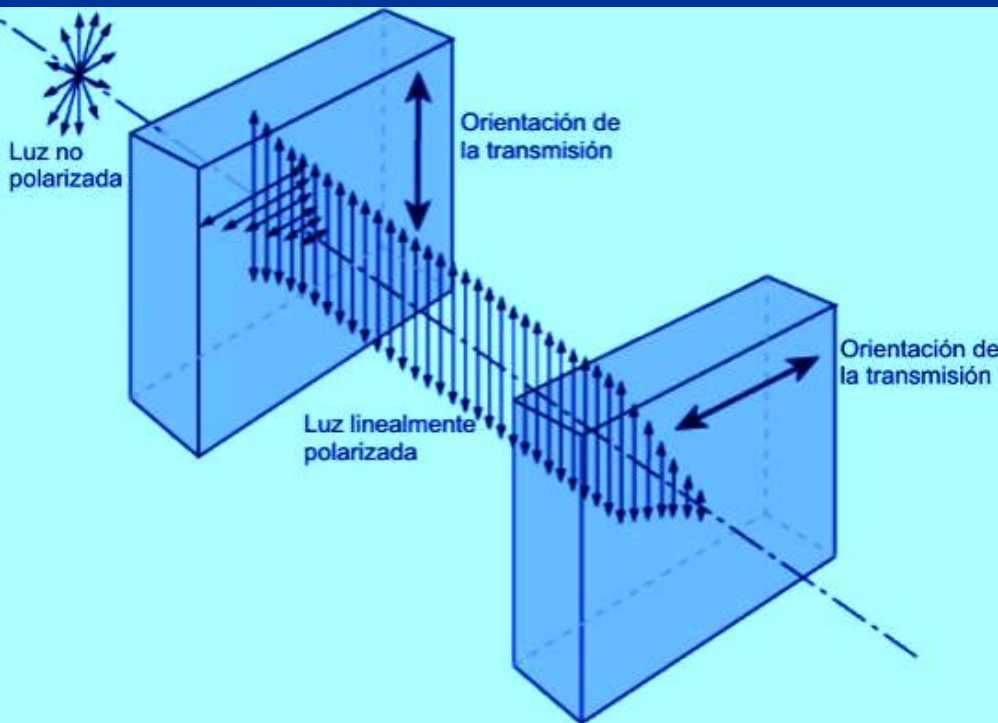


- Цахилгаан орон зайн хэлбэлзлийн чиглэл, нөгөө талаас соронзон орон.
- Энэ долгион шугаман туйлширсан байна. Энэ тохиолдолд босоо туйлширсан болно.
- Нарны туяа ямар ч давуу эрхгүй.

Нарны спектр: Туйлширал

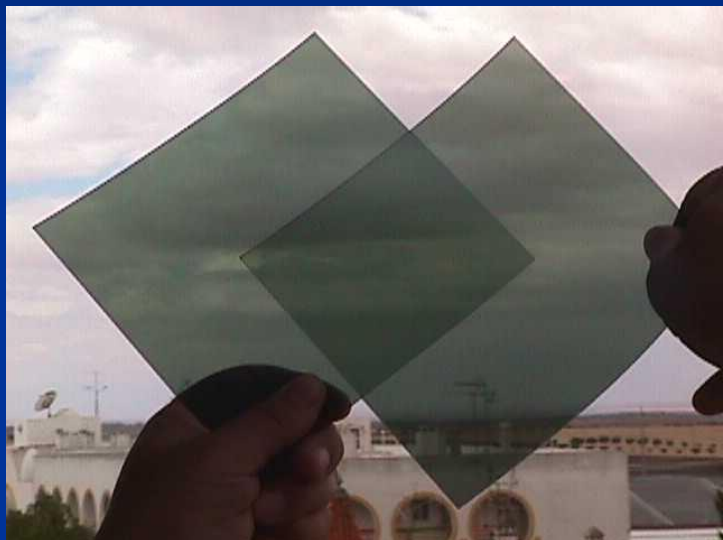
Нарны гэрлийг туйлшруулж болно:

Полинезик шүүлтүүрээр дамжуулан үүнийг дамжуулах замаар

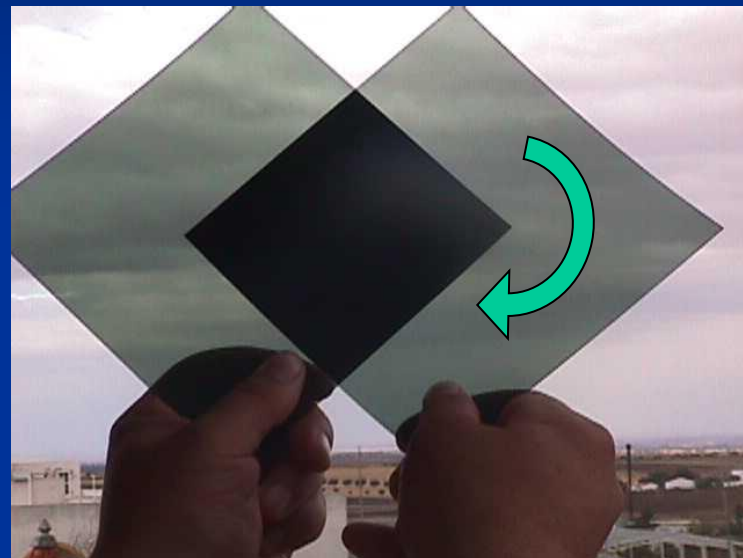


Хоёр туйлшруулагч шүүлтүүрээр дамжин өнгөрөхөд гэрэл гэрэл дамждаг. Тэдний чиглэл нь перпендикуляр бол түүнийг дамжуулдаг.

Үйл ажиллагаа : Нарны спектрын туйлшрал



Шүүлтүүрүүд ижил чиглэлтэй бол гэрэл дамждаг.



Шүүлтүүрүүдийн аль нэг нь 90° болж өөрчлөгдсөн бол гэрэл хаалттай байна.

Үйл ажиллагаа : Нарны спектрын туйлшрал



Хоёр шүүлтүүрийн
молекулууд ижил чиглэлтэй,
гэрэл дамжин өнгөрдөг.

Астрофизикийн хувьд гэрлийн туйлшрал нь од
хоорондын тоосны ширхэгийн чиглэл, хэмжээг
судлах боломжийг олгодог.



Шүүлтүүрийг 90°
эргүүлбэл гэрэл дамжин
өнгөрөх боломжгүй

Үйл ажиллагаа : Нарны

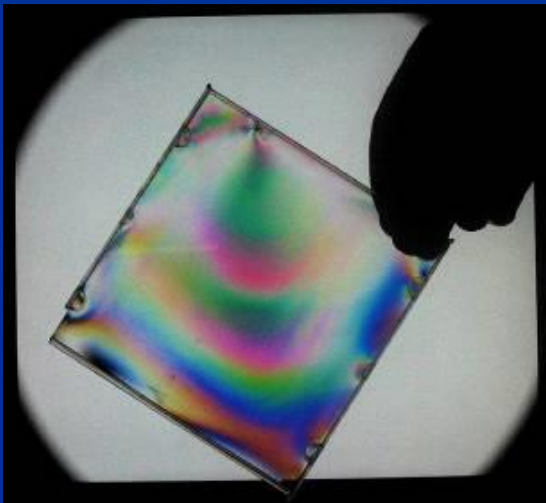
спектрын туйлшрал

- Гэрлийг тусгалаар туйлшруулж болно.



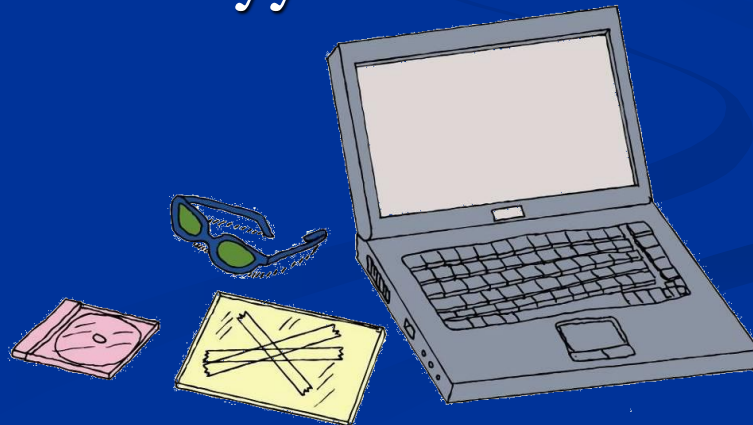
- Polaroid нарны шил нь танд тусгал үүсгэхээс зайлсхийхэд тусалдаг.

- Цилиндрийг гэрэл зургийн болон инженерчлэлийн материалд дотоод дарамтыг ашиглахад ашигладаг.

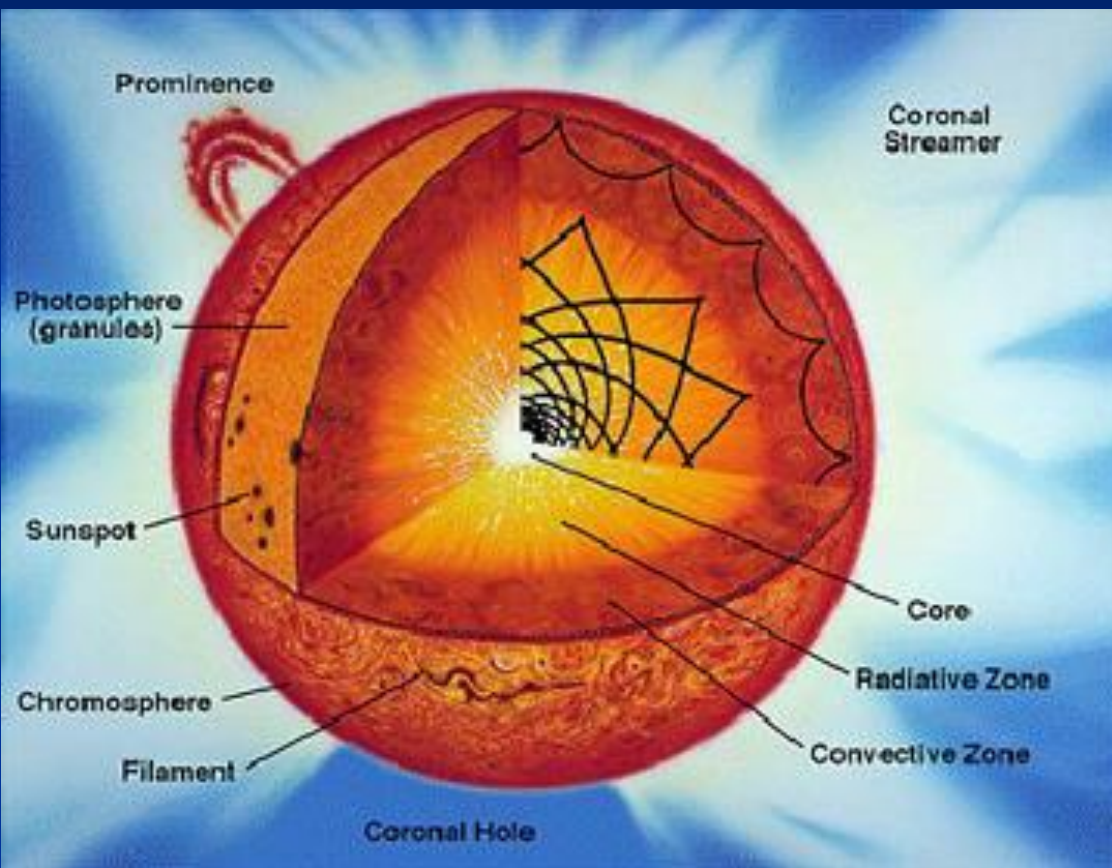


Үйл ажиллагаа 2: Гэрлийн туйлширал

- Зөөврийн компьютер эсвэл утасны шингэн болор дэлгэц туйлширсан гэрлийг ялгаруулдаг.
- Туйлширсан нарны шилнүүдийг туйлшруулагчтай онгоцоор ажигла.
- Зарим объект нь туйлшралын хавтгайыг эргүүлнэ.
- Ил тод хуванцар (жишээ нь CD хайрцаг) дотор дотоод дарамтыг ажиглана уу.



Нарны бүтэц



•Цөмдөө:

• 15 сая К

• Радиологийн бүс:

• 8 сая К

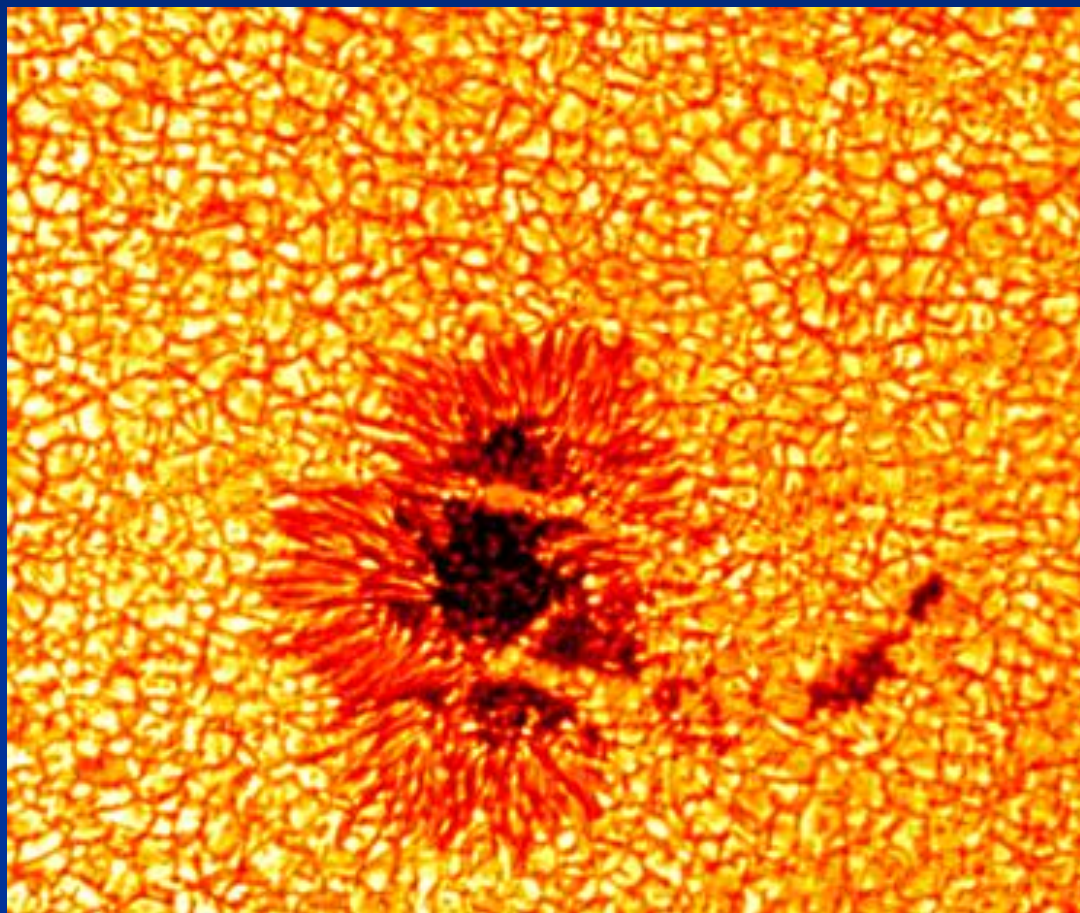
• Convective бүс:

• 500 000 К

•Нарны гаднах давхаргад (материйн хөдөлгөөн) конвекц бий



Нарны бүтэц

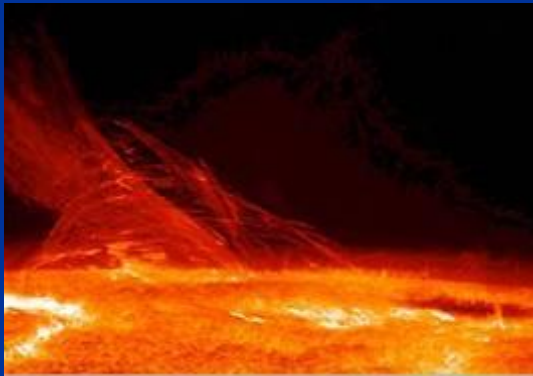


- Фото зураг:
- 6 400 - 4 200 К
- Энэ нь нарны гадаргуу юм.
- ~ 1000 км хэмжээтэй мөхлөг агуулсан

Нарны бүтэц



- Хроммандал: “burning prairie”
4 200-аас 1 000 000 К. Товгор хурц гэрэл байдаг.

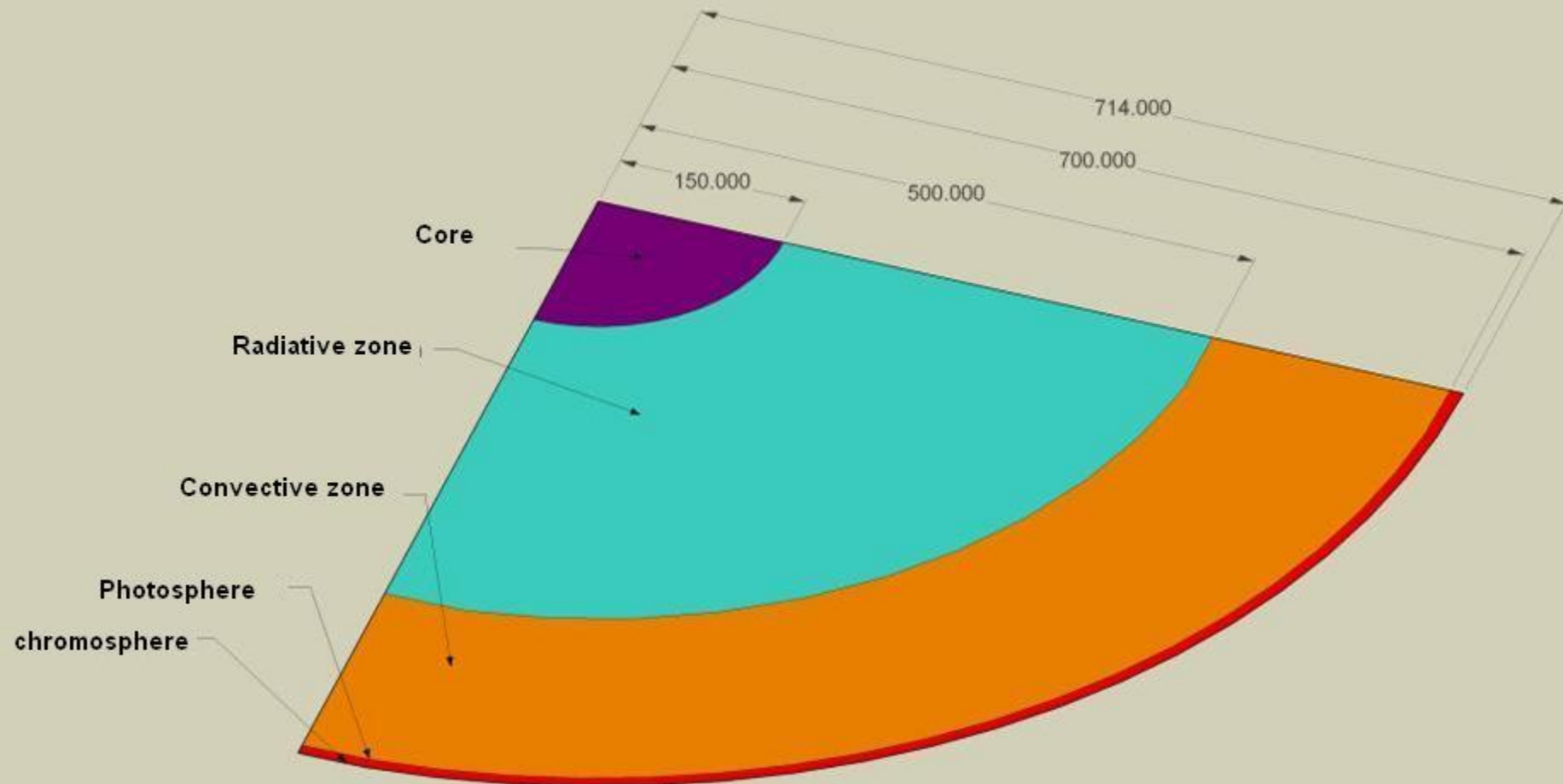


Нарны бүтэц

- Титэм: Нарны салхи, 1-ээс 2 000 000 К.
- Зөвхөн хиртэлтийн үед, тусгай хэрэгсэл (корронометр) -аар харагдана.



Нарны бүтэц

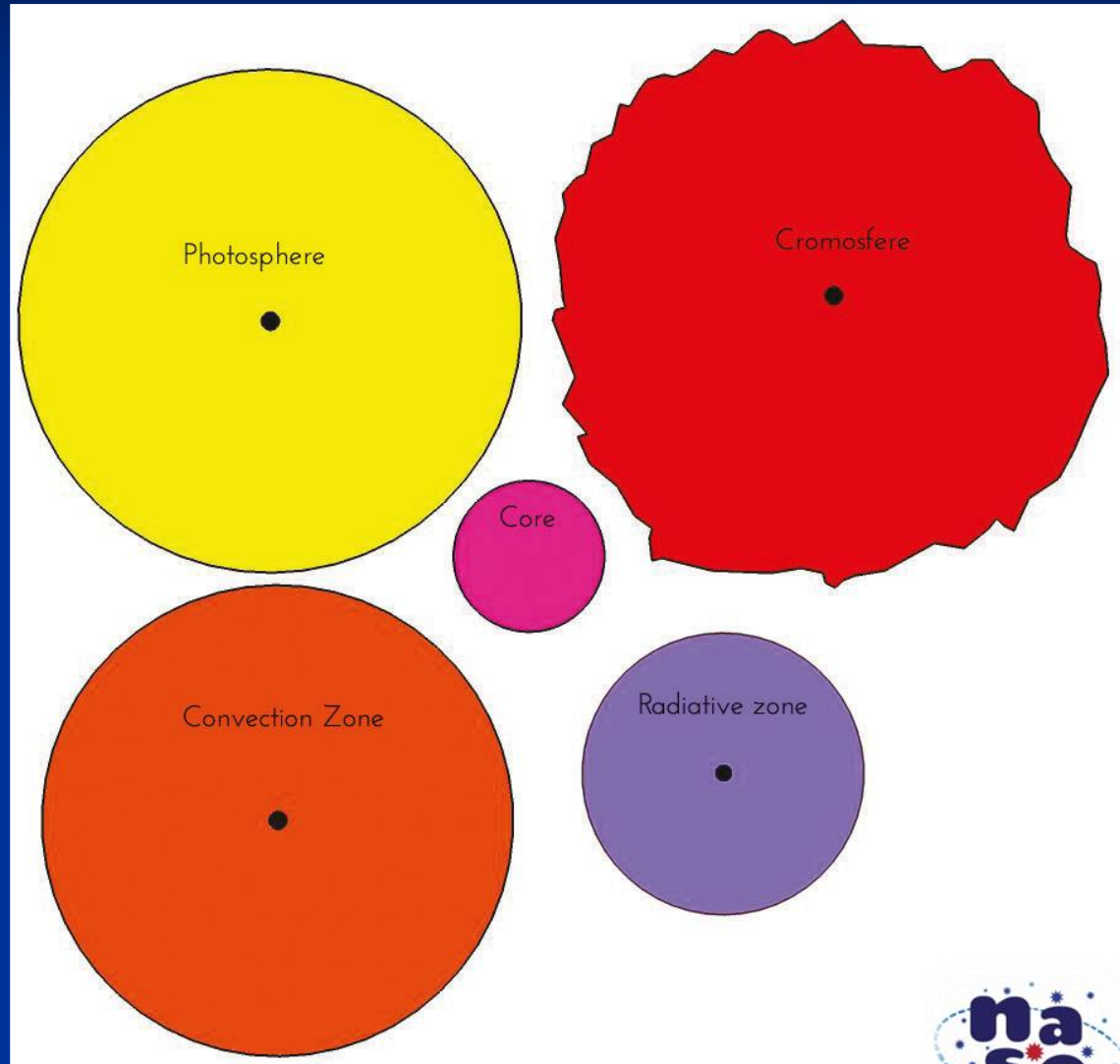


Үйл ажиллагаа 3: Нарны бүтэц

Нарны давхаргын
энгийн загварыг
хий.

Зорилго нь янз
бүрийн хэлбэрийг
хайх явдал юм.

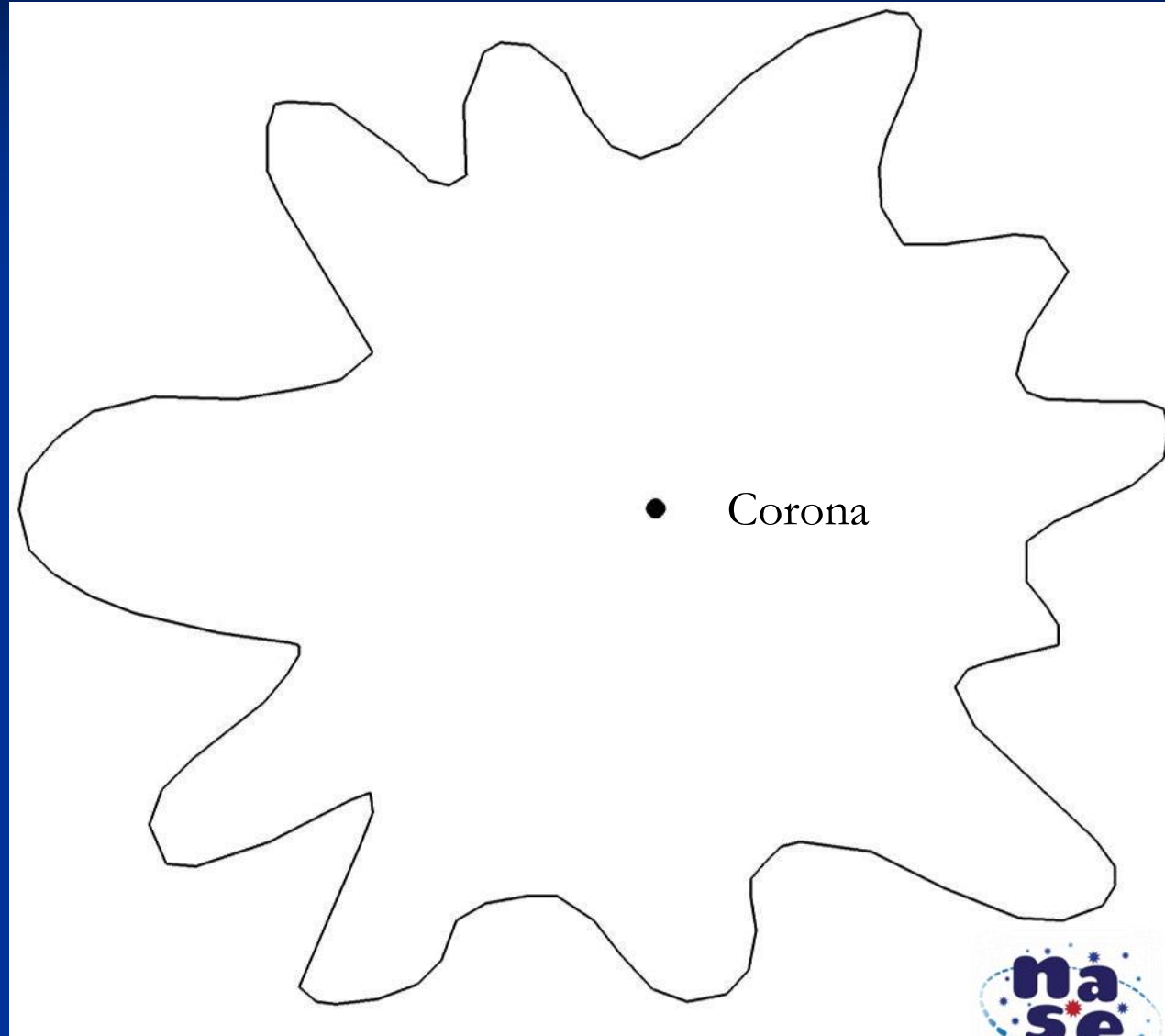
Тэдгээр нь өөр
өөр өнгийн цаасан
дээрээс эсвэл
будсан байж
болно.



Үйл ажиллагаа 3: Нарны бүтэц

Корона нь
ОНР-ийн
хальснаас
гаргаж болно.

Эцэст нь та
нэгийг нь зөв
дарааллаар
байрлуулж
болно.



Үйл ажиллагаа 3: Нарны бүтэц

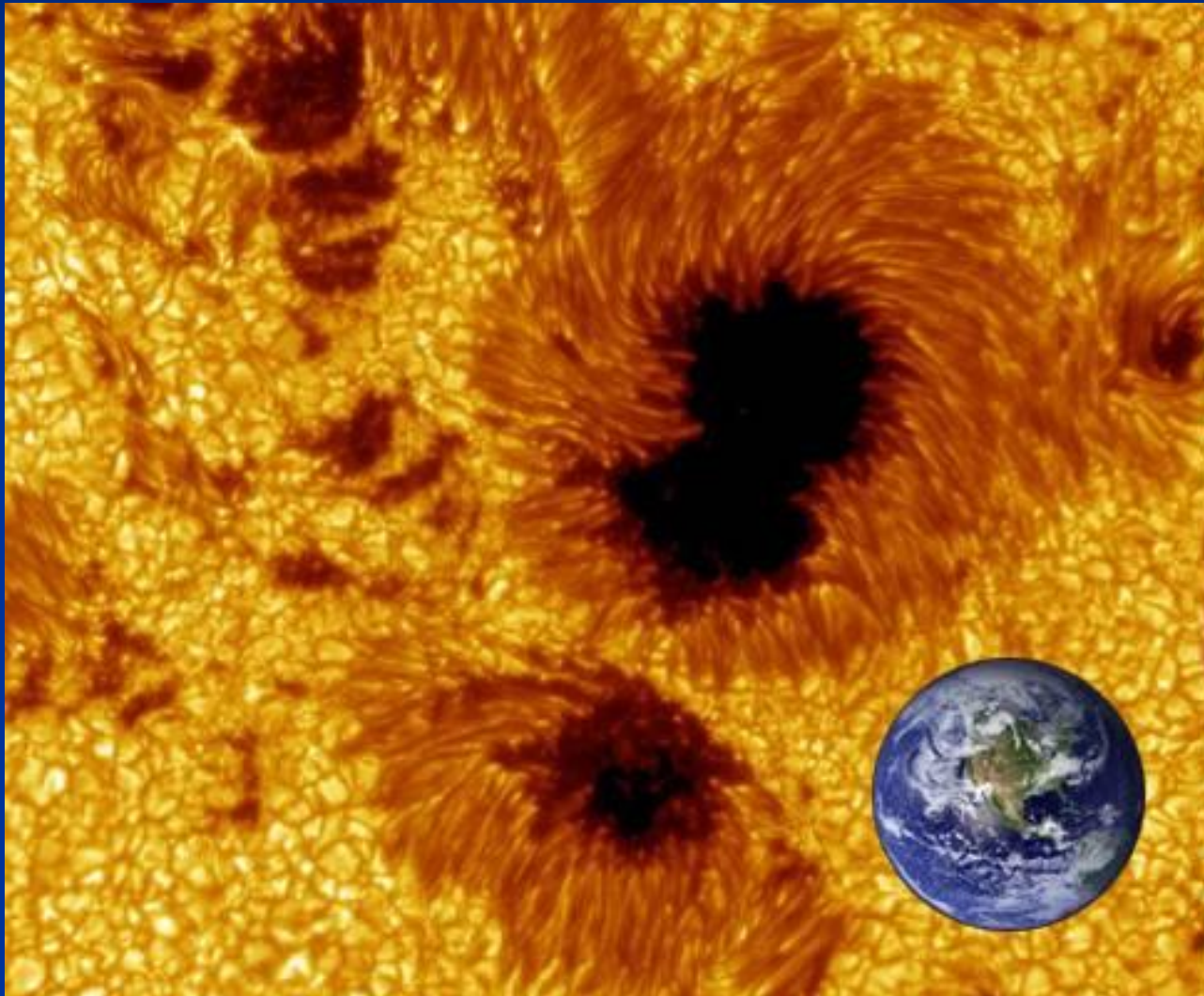


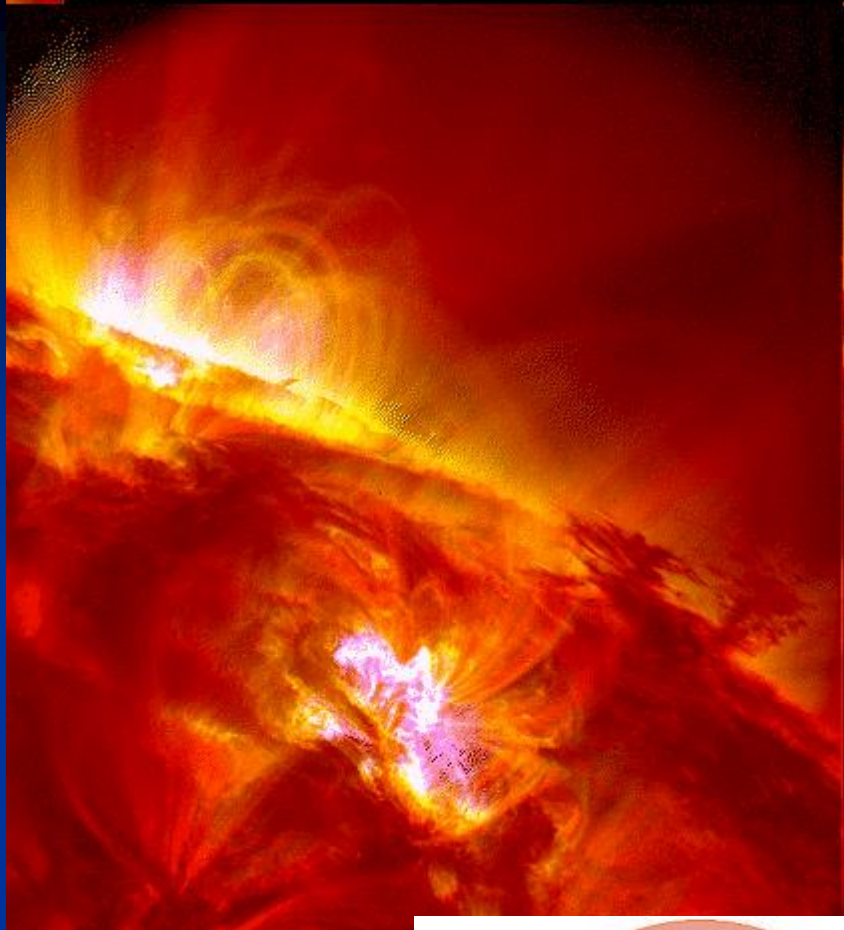
Нарны толбо

- Зурагт байрлах хар толбо нь 6 000 К оронд $\sim 4\,200$ К байна.
- Тасалбар бүрийг Umbra (төв талбай) ба Penumbra (гаднах талбай) гэсэн 2 бүс нутгуудтай.



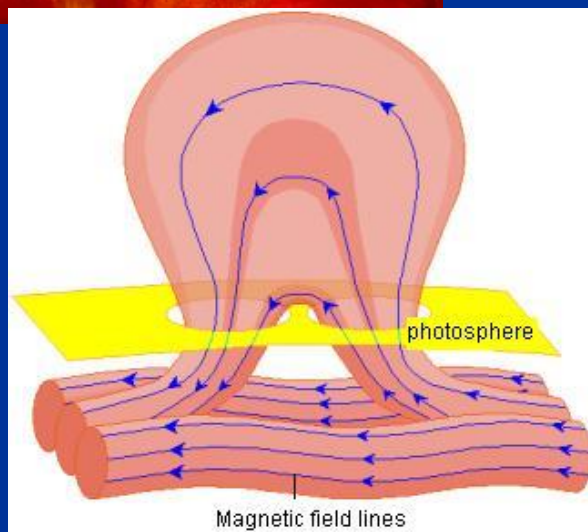
Нарны толбо



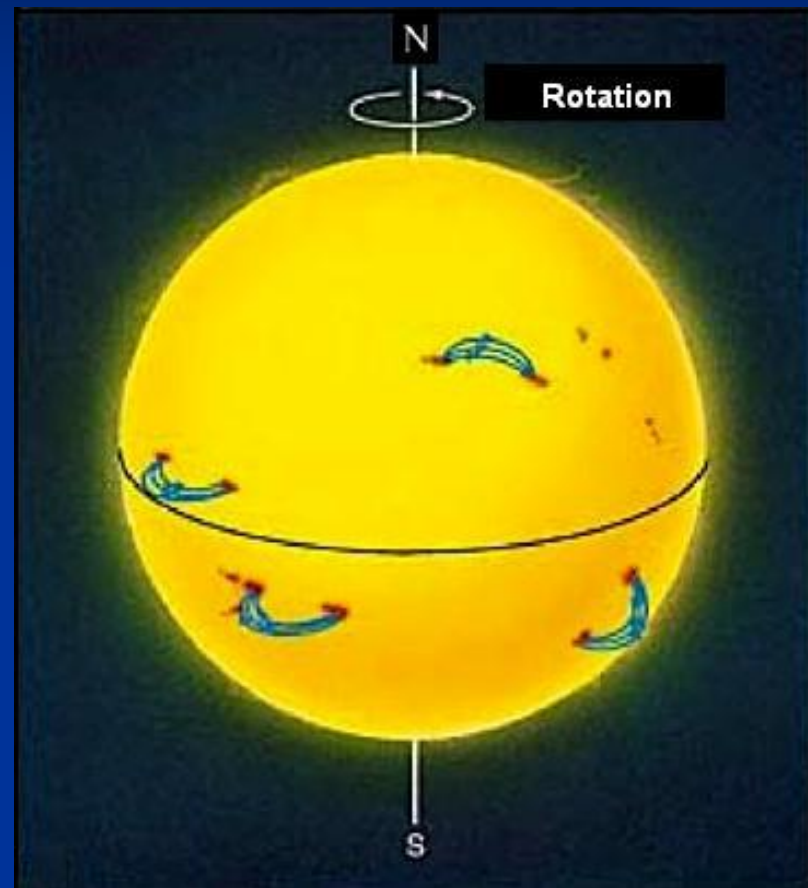
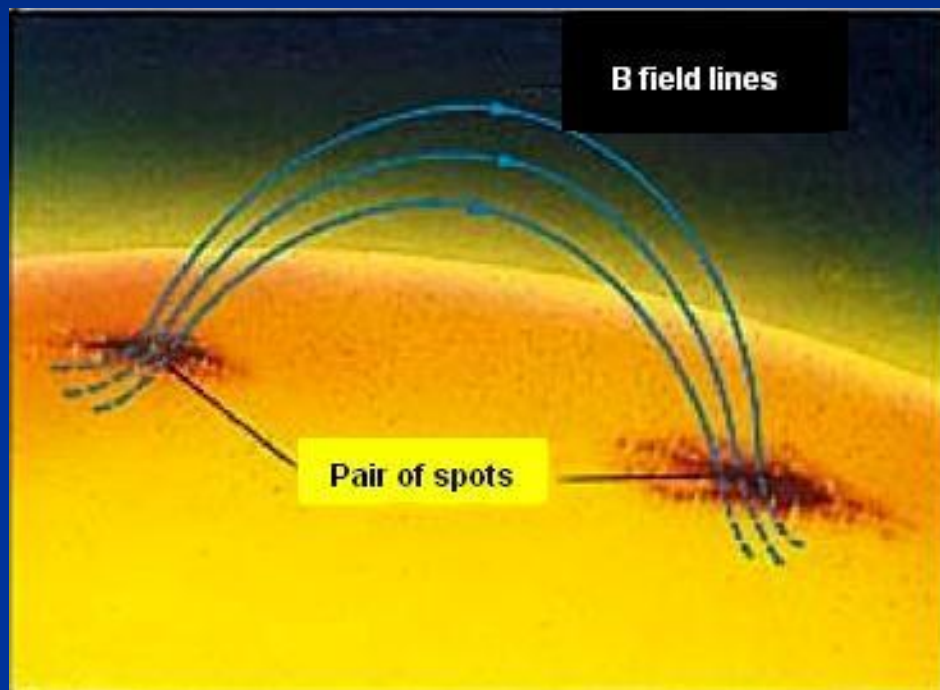


Нарны толбо

- Тэдгээр нь хүчтэй соронзон орон байдаг.
- Эдгээр нь соронзон орны мөргөлдөөнөөс болж үүсдэг. Эндээс дотоод давхрагын эргэлт байна.

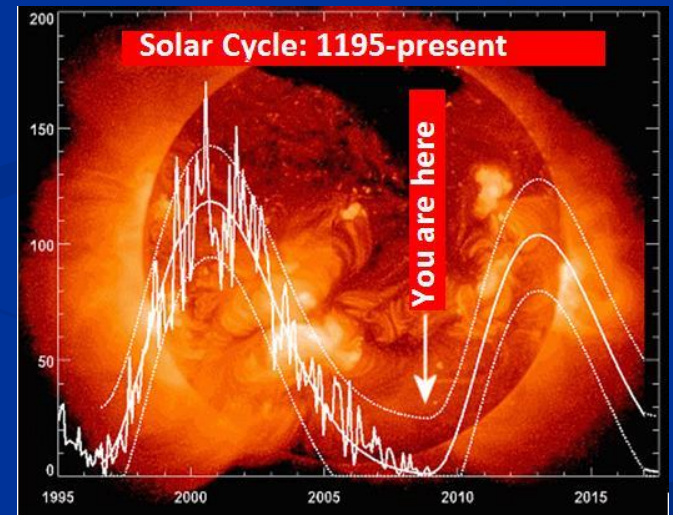
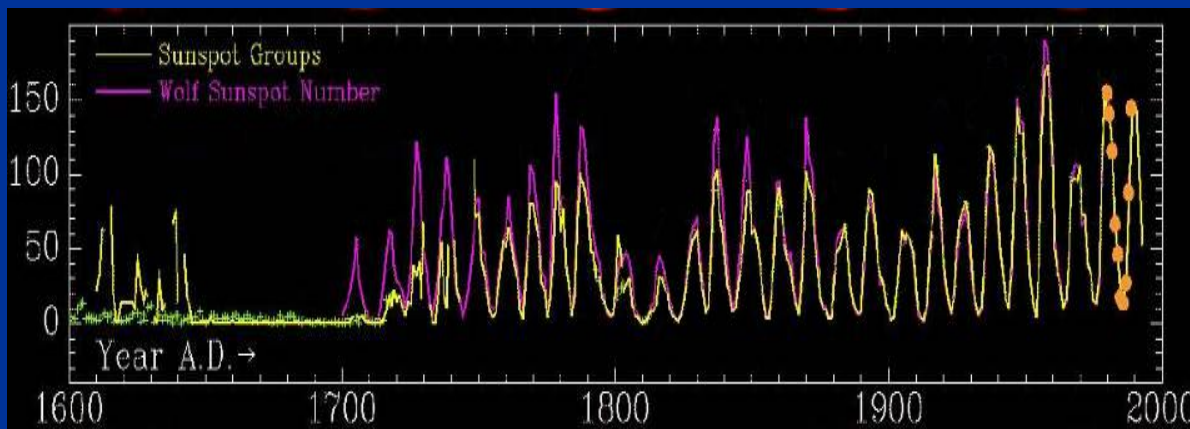


Нарны толбо



Нарны толбо

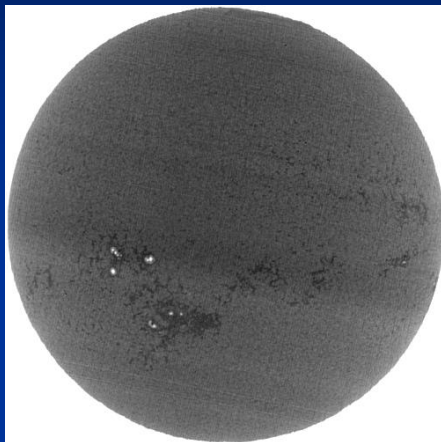
- Нарны толбоны тоо "нарны идэвх"
- Чоно тоо = $10G + F$
- (G = бүлгүүд; F = нар гүзээний нийт тоо)
- 11 жилийн мөчлөгийн мөчлөг бий.



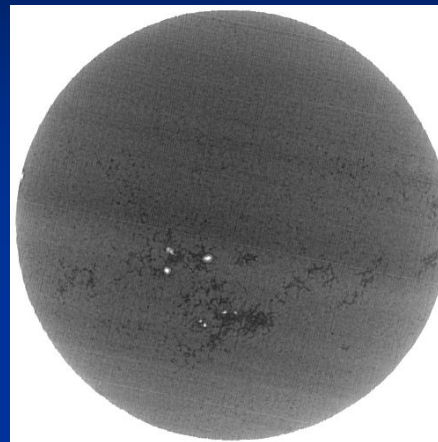
2008 онд наад зах нь Sun-н үйл ажиллагаа нь ердийнхөөс удаан байсан.

Нарны толбо: Нарны эргэлт

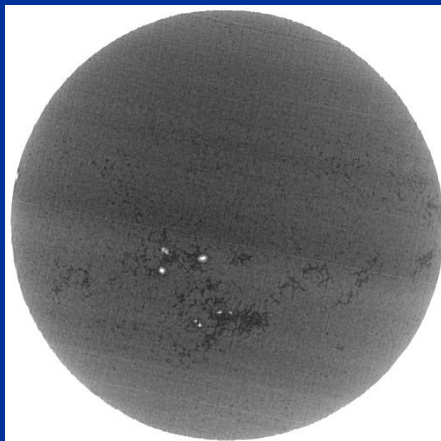
November 21 1992



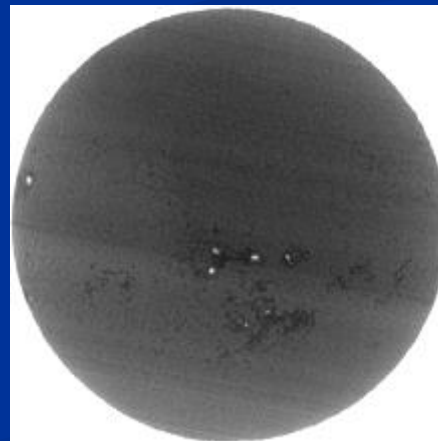
November 22 1992



November 23 1992



November 24 1992



Credit for images: Astronomical Observatory of the University of Coimbra



Нарны толбо: Нарны эргэлт

SOHO/MDI Full-Disk
Continuum Image



Observed:
August 1999

LS

- Нарны эргэлтийг хэмжихэд нарны цацрагийг ашиглаж болно.
- Galileo нь Sunspots-ыг телескоп ашиглан үзсэн анхны хүмүүсийн нэг юм. Тэрээр нарны эргэлтийг хэмжихэд ашигладаг байсан.
- Янз бүрийн эргэлт: экваторын 25 хоног туйлд 38 хоног байна.



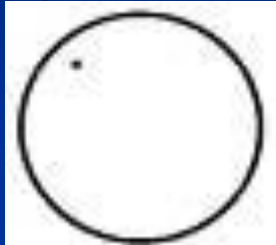
Үйл ажиллагаа 4: Нарны эргэлтийн хугацаа

- Нарны ажиглалтыг телескоп эсвэл дурантай төсөөлөлөөр хийх хэрэгтэй. Хэзээ ч үгүй.

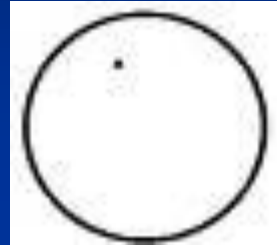


Үйл ажиллагаа 4: Нарны эргэлтийн хугацааг тодорхойлох

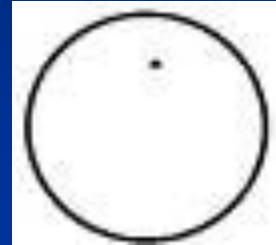
- Sunspots нь хэд хоногийн турш зурагддаг. Хугацаа t хоног.



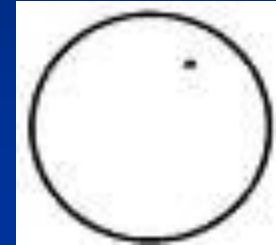
Day 1



Day 4

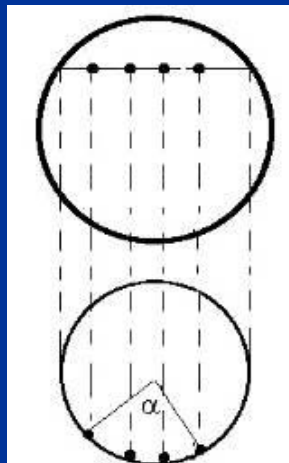


Day 6

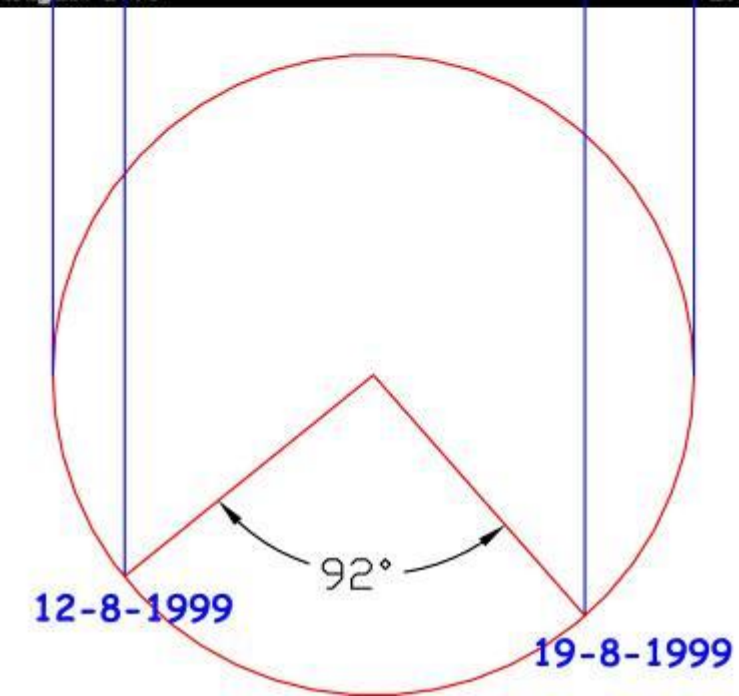


Day 8

- Зам, тойрог ба өнцөг α зур. Дараа нь T хугацааг хоногоор хэмжиж болно.



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



Үйл ажиллагаа 4: Нарны эргэлтийн хугацааг тодорхойлах

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

Нарны радиаци

- Нар бол ихэвчлэн давтамж (өнгө), $E = h\nu$ энергитэй фотон үүсгэдэг томоохон цөмийн реактор юм
- Нарны хурц гэрэл (ваттын хүч) нь асар том бөгөөд хоёр дахь нь энэ нь атомын бөмбөгний хэдэн арван тоотой тэнцүү юм.
- Энэ энерги нь хөөсөрч томорч, цаг хугацаагаар томрох гэх мэт орон зайгаар дамжин тархдаг.
- Хөөсний гадаргуу нь $4\pi R^2$ байна.
- Нарнаас R зайд 1 м^2 талбайд секунд т... ирдэг энерги нь:
- (P нь нийт нарны эрчим хүч)

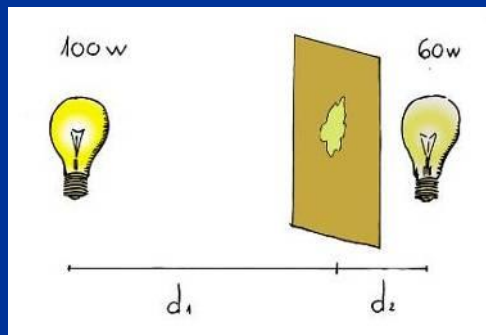
$$\frac{P}{4\pi R^2}$$



Үйл ажиллагаа 5: Нарны гэрэлтэлтийг х

- Эрчим хүч нь зайн урвуу квадрат байдлаар дамждаг. Хэрэв бид нарнаас хол зайг мэдэж байвал бид түүний хүчийг тооцоолж чадна.
- Бид газрын тосны спотометрийг хийдэг. Цааснаас хоёр талын гэрэл тэгш байх тохиолдолд спот нь харагдахгүй байх; Өөрөөр хэлбэл нэг энерги нь тал бүрээс ирдэг. Дараа нь:

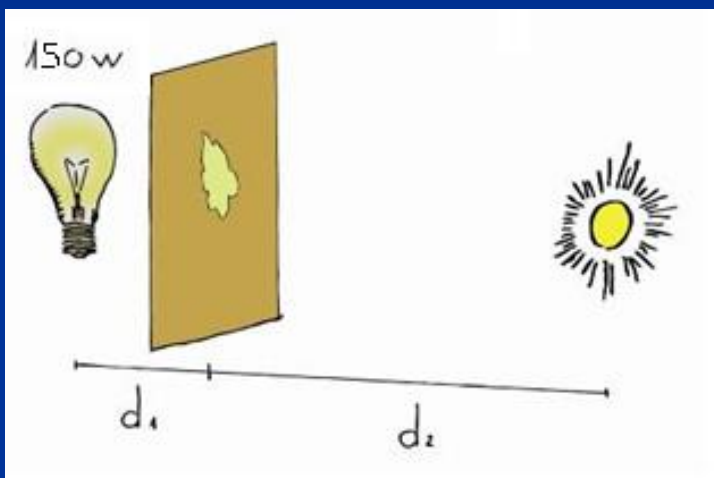
$$\frac{P_1}{4 \cdot \pi \cdot d_1^2} = \frac{P_2}{4 \cdot \pi \cdot d_2^2}$$



Үйл ажиллагаа 5: Нарны гэрэлтэлтийг

ХЭМЖИХ

150 Вт (1.5 x 10¹¹ м) -т байдаг Sun-ийн 150 В-ийн чийдэнг бид харьцуулж үзье.

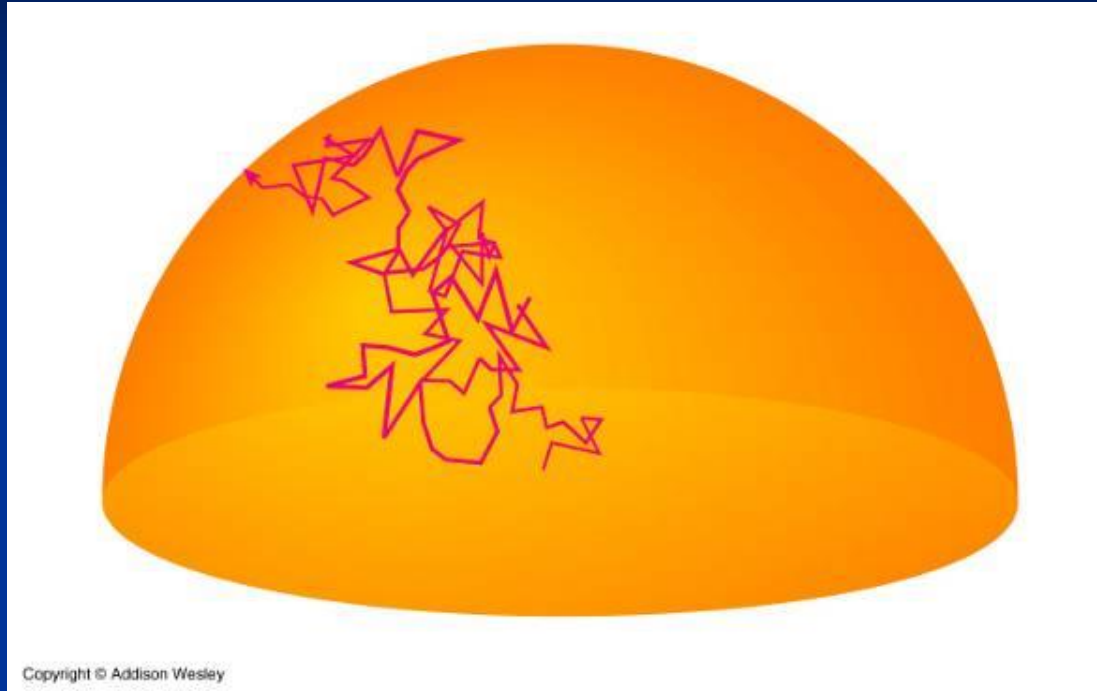


$$\frac{150W}{d_1^2} = \frac{P}{d_2^2}$$

•Үр дүн нь ойролцоогоор 3.8 x 10²⁶ В байх ёсто.



Нарны спектр: Харанхуй



Copyright © Addison Wesley

Гэрэл зургууд нь Нарны хамгийн дотор хэсэгт үйлдвэрлэгдэж, тухайн талбайд маш нягт материалтай харьцдаг. Нарны цөмд үйлдвэрлэсэн фотон нь 1 сая жилийн туршид гэрэл зураг авахад хүрдэг.

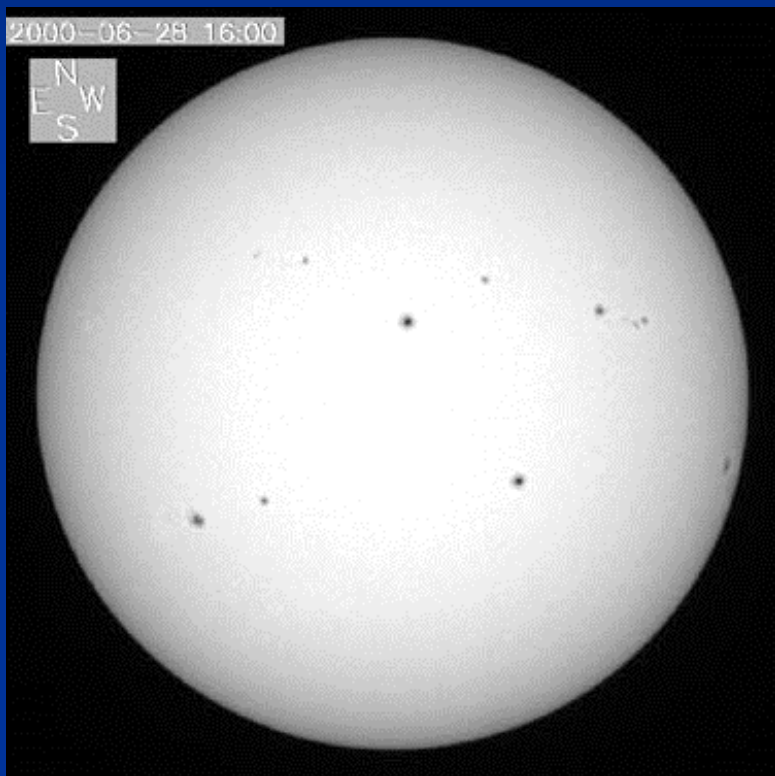


Нарны спектр: Харанхуй

Нарны дотоод хэсгүүд тунгалаг бус (олон тооны харилцан үйлчлэл, хатуу байдлаар).

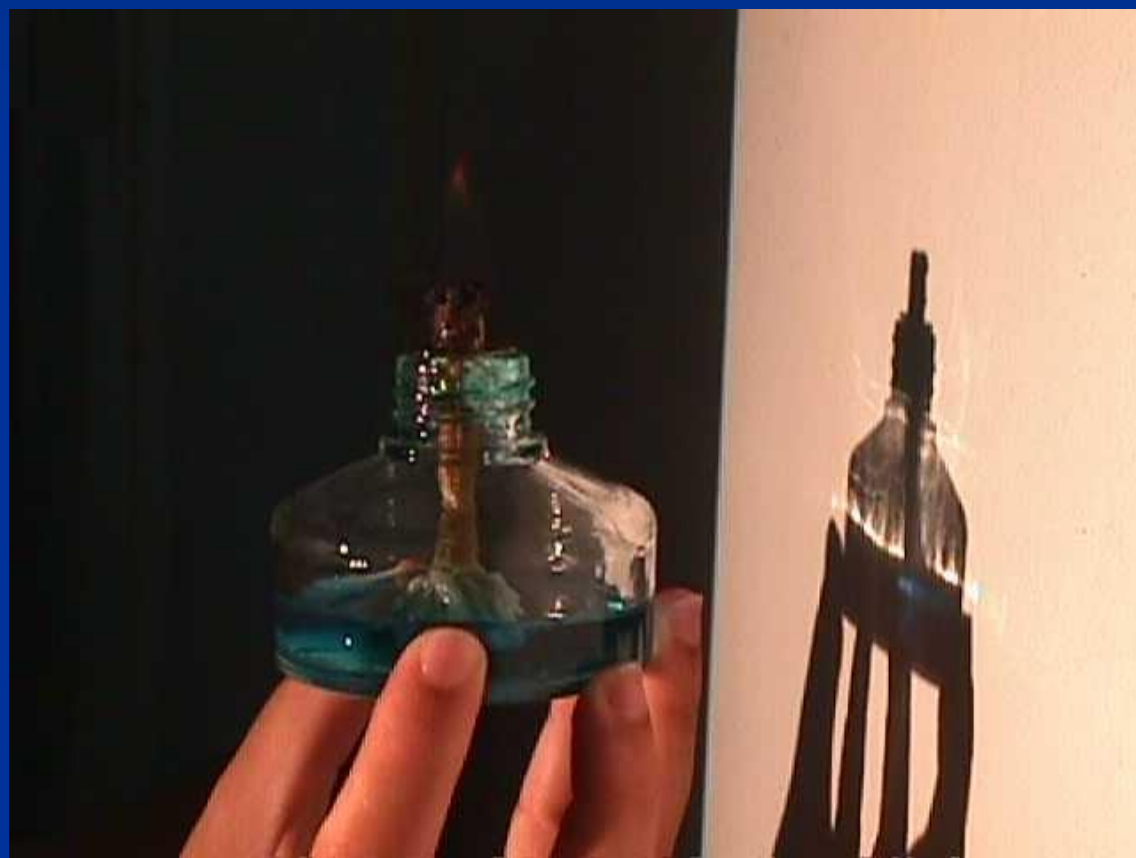
Гадна хэсэг нь ил тод.

Нотолгоон: харанхуйлах - түүний ирмэг дээр Нар нь илүү тод илэрдэг учир гэрэл нь бага байна.



Үйл ажиллагаа 6: Ил тод байдал ба харанхуй байдал

Ил тод биш нь үл үзэгдэхтэй адил биш юм!



Спектр



Fuente: Deutsche Bundespost 1993



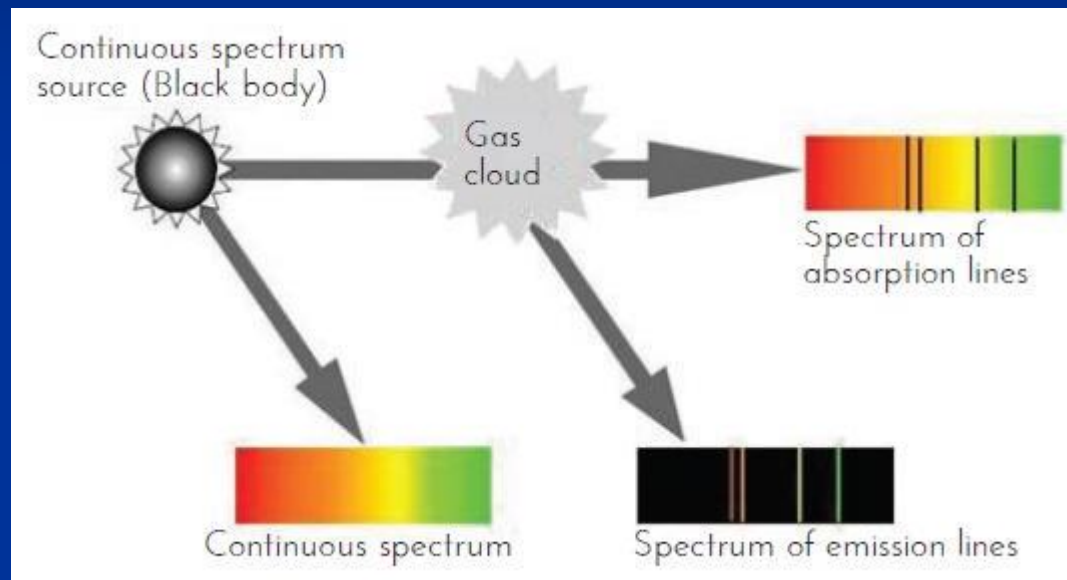
1701 онд Ньютон призмийг хэрэглэж, нарны гэрлийг ӨНГӨ болгон хувиргасан.

Ямар ч гэрэл призм эсвэл дифрессийн семинараар задарч болно. Үр дүн нь спектрт байна.

Кирхкоф болон Бансений хуулиуд

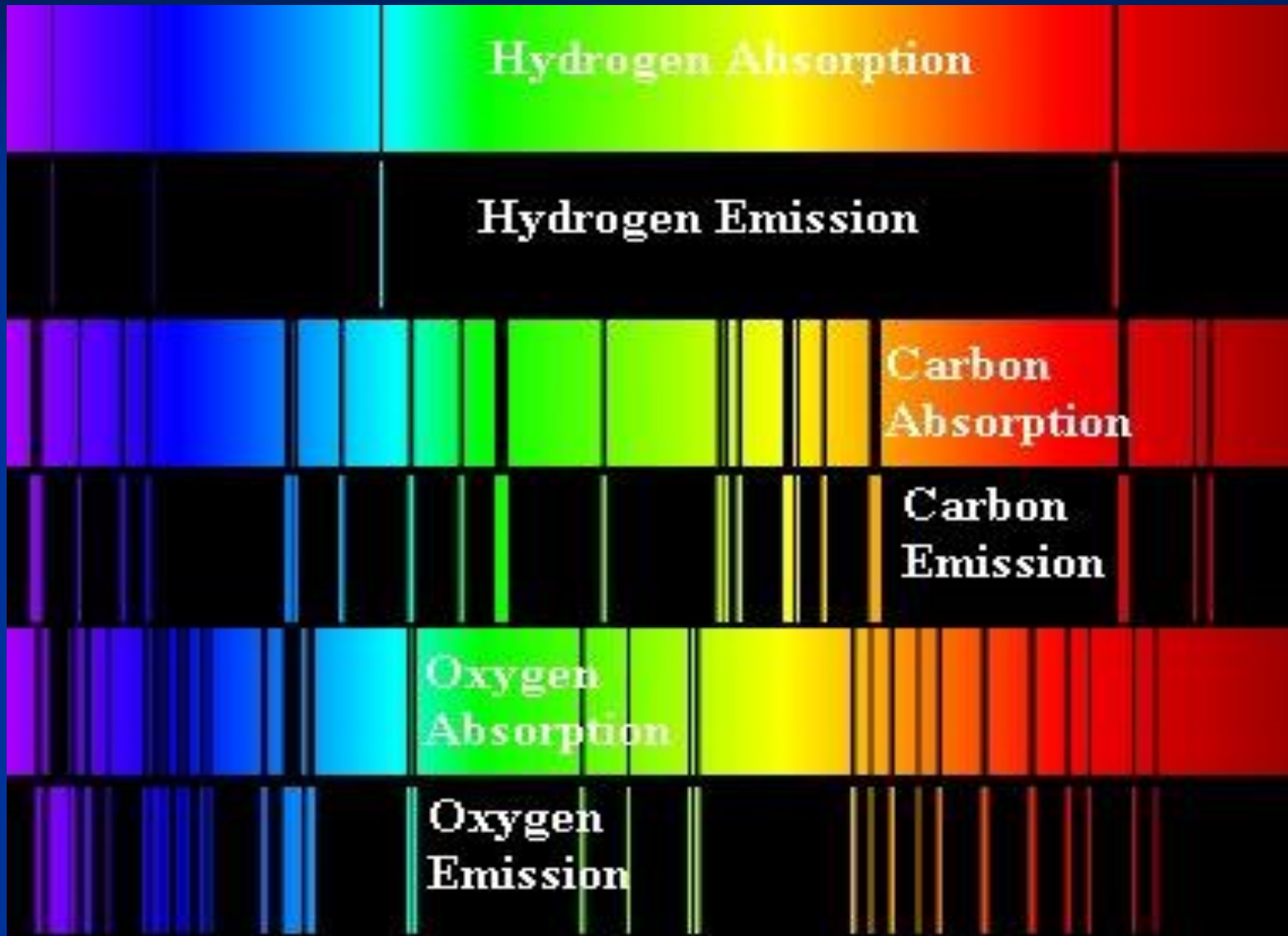
1-р хууль - Жижиг хатуу биет нь гэрлийн цацраг тасралтгүй үүсгэдэг.

2-р хууль - Халуун нягттай хий нь хийн химийн найрлагаас хамаардаг зарим долгионы уртад гэрэл үүсгэдэг.

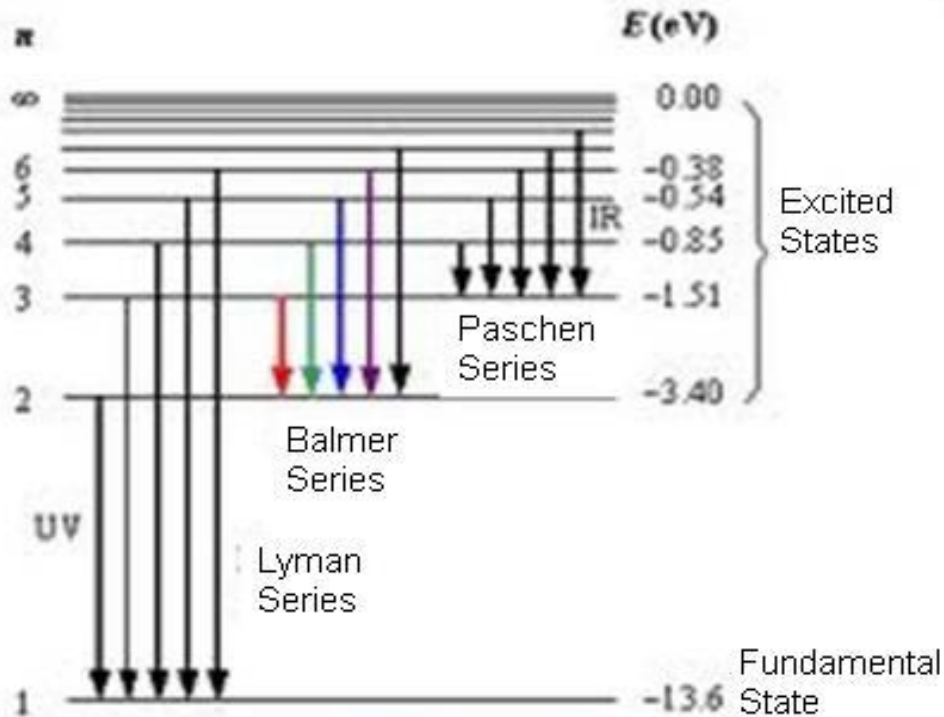


3-р хууль - Бага даралтат хийнээр хүрээлэгдсэн улайсгасан хатуу объект нь 2-р хуультай тэнцэх долгионы уртад тасралтгүй спектрийг үүсгэдэг.

Спектр



Спектр



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

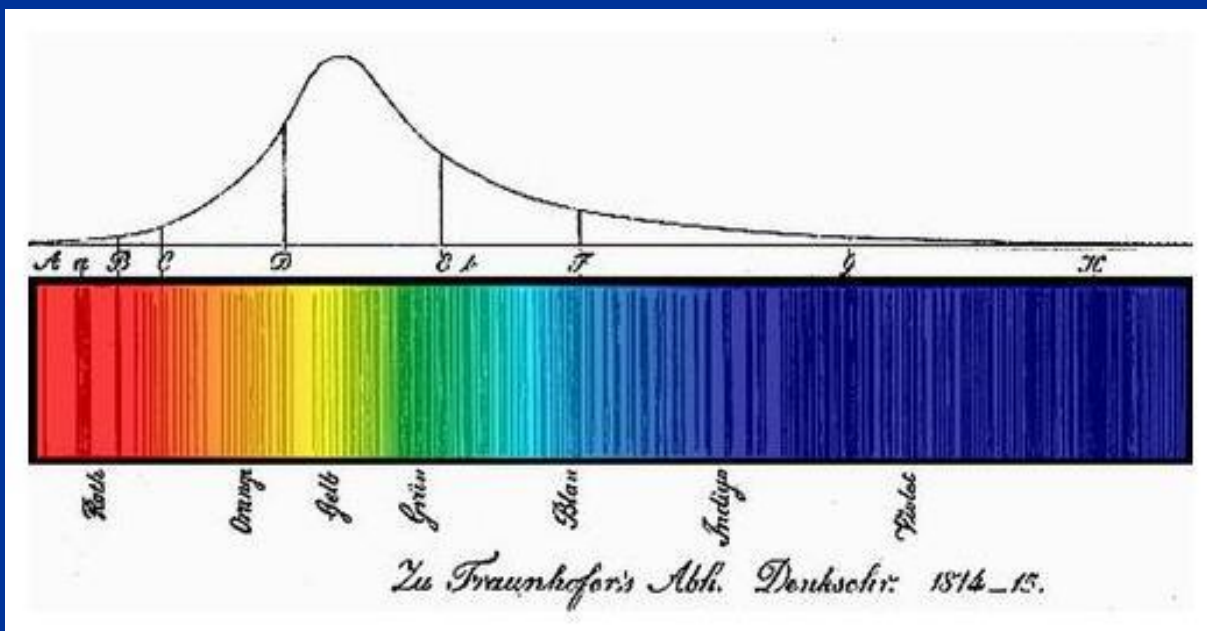
Ялгаралт,
шингээлтийн
шугам нь хоёр
тооны эрчим
хүчний түвшин
хоорондох
цахилгааны
үсрэлтээс үүсдэг.



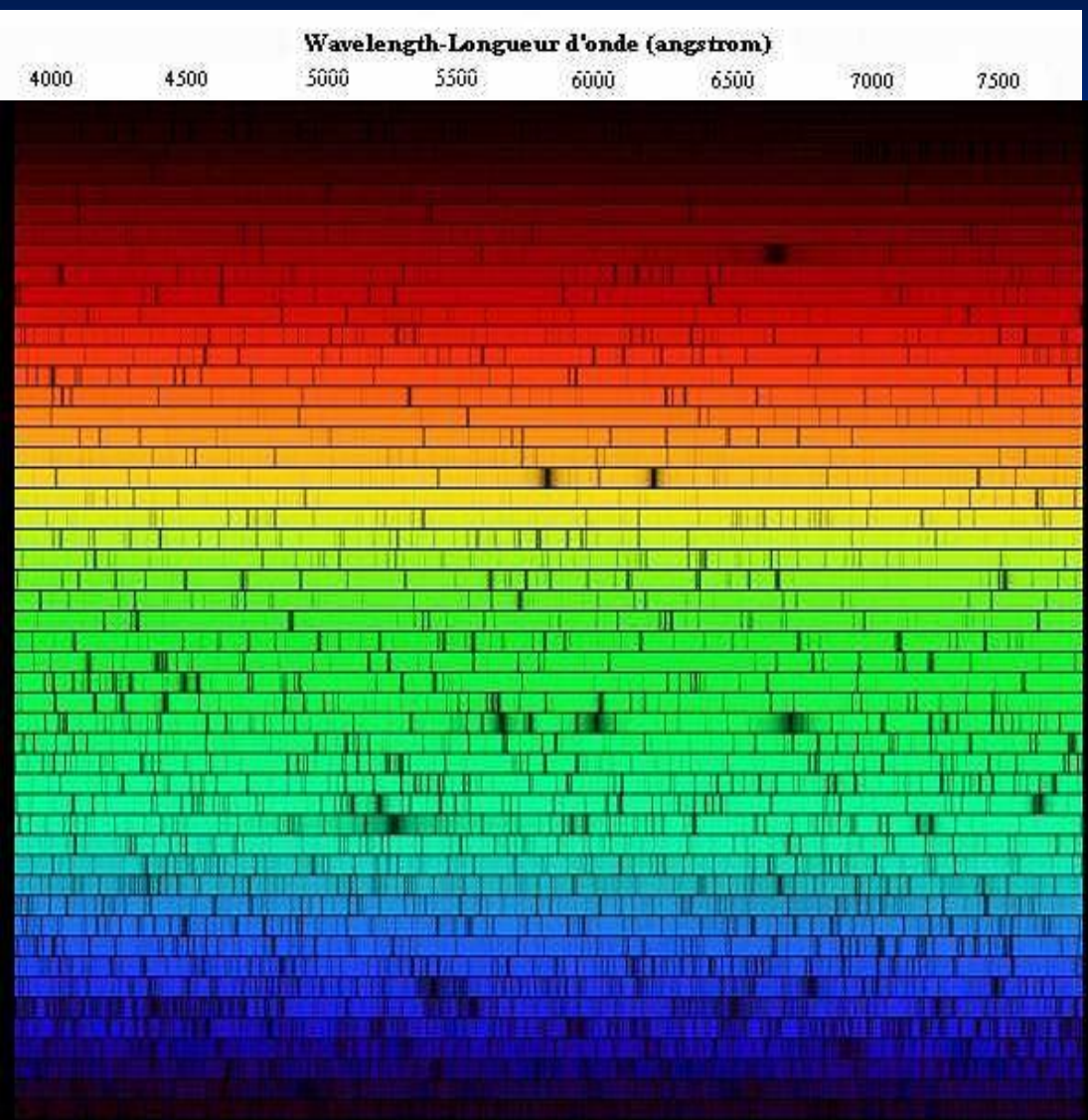
Нарны спектр: Шингэлтийн спектр

1802 онд Уильям Воллассон нар нарны цацраг дээр хар шугамыг ажигласан.

1814 онд Жозеф Фраунхофер нар Нарны спектрийг судалж, 700 орчим хар мөр илрүүлжээ.



Нарны спектр: Шингэлтийн спектр



- Харанхуй шугамууд нь Нарны гадаргуугаас дээгүүр байгаа сэрүүн хийнүүд байдгаас шалтгаална.
- Нарны дотор байгаа эсэхийг шалгаж мэдэхгүй.
- Өнөөдөр өндөр нарийвчлалтай спектр нь олон мөрийг харуулж байна.

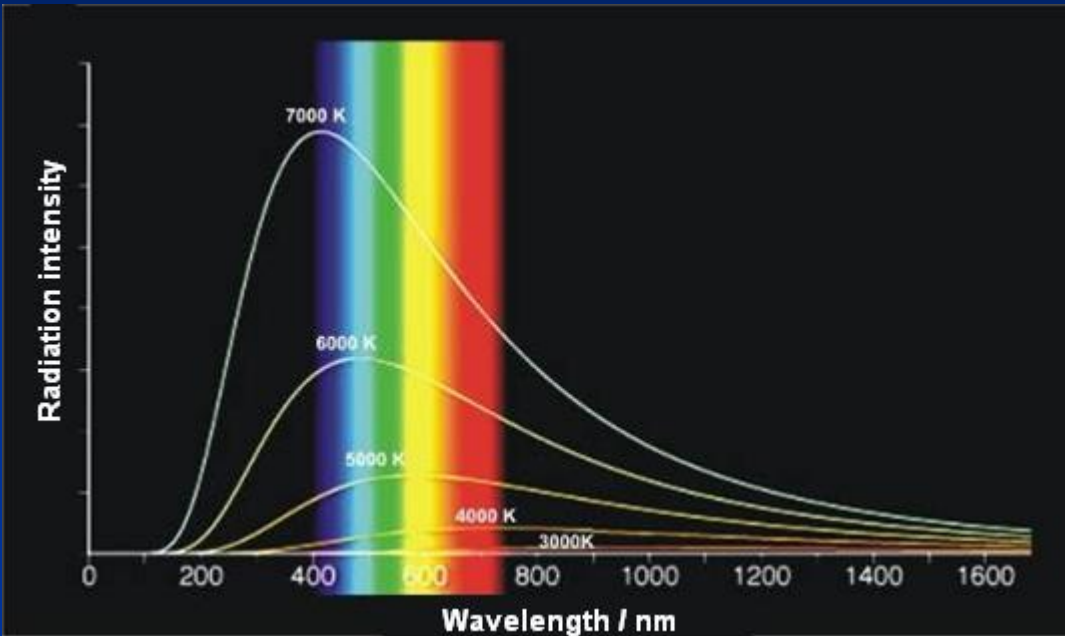
Хар биеийн цацаргалт



Төмөр зууханд
дулаацахын хэрээр
дараах ӨНГӨ
ӨӨРЧЛӨГДДӨГ:

- Улаан
- Шар
- Цагаан
- Bluish

Хар биеийн цацаргалт



Байнгын объектыг цацрагаар судлахдаа температураа хэмжих боломжтой байдаг.

Ямарч хар бие халахдаа долгионы уртуудтай гэрэл цацаргадаг. λ_{\max} хамгийн их энергитэй бол.

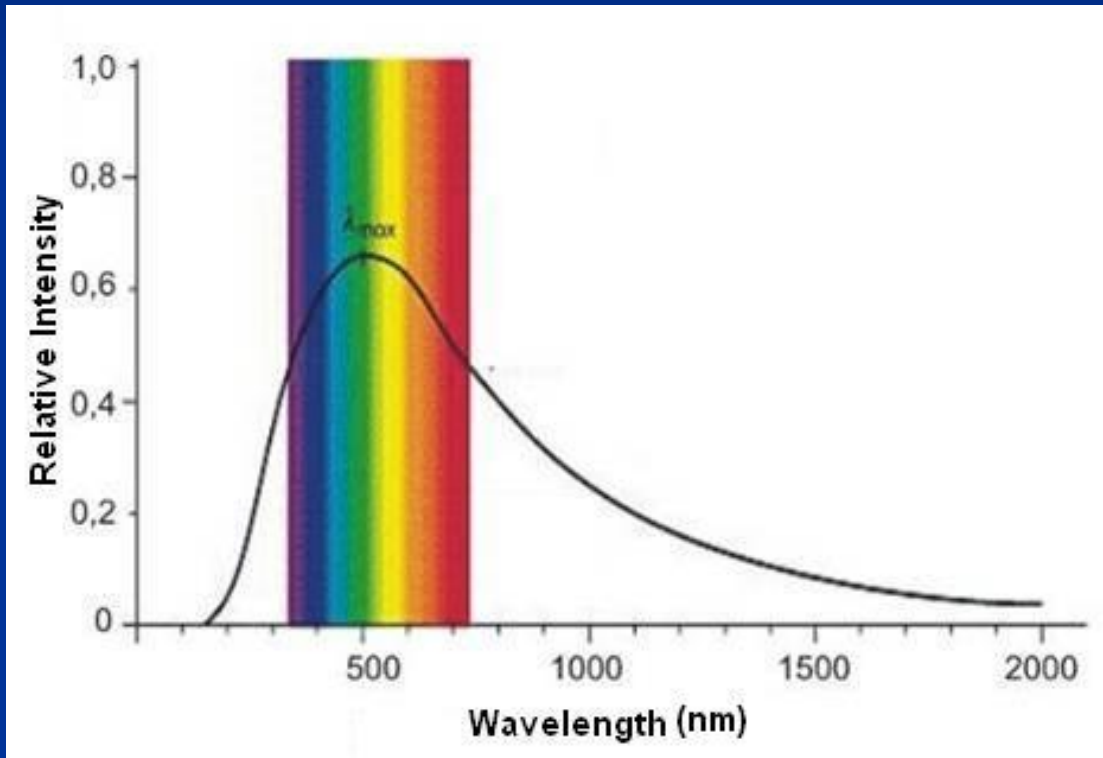
Энэ λ_{\max} нь температур T -ээс хамаарна:

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

Вайнын хууль



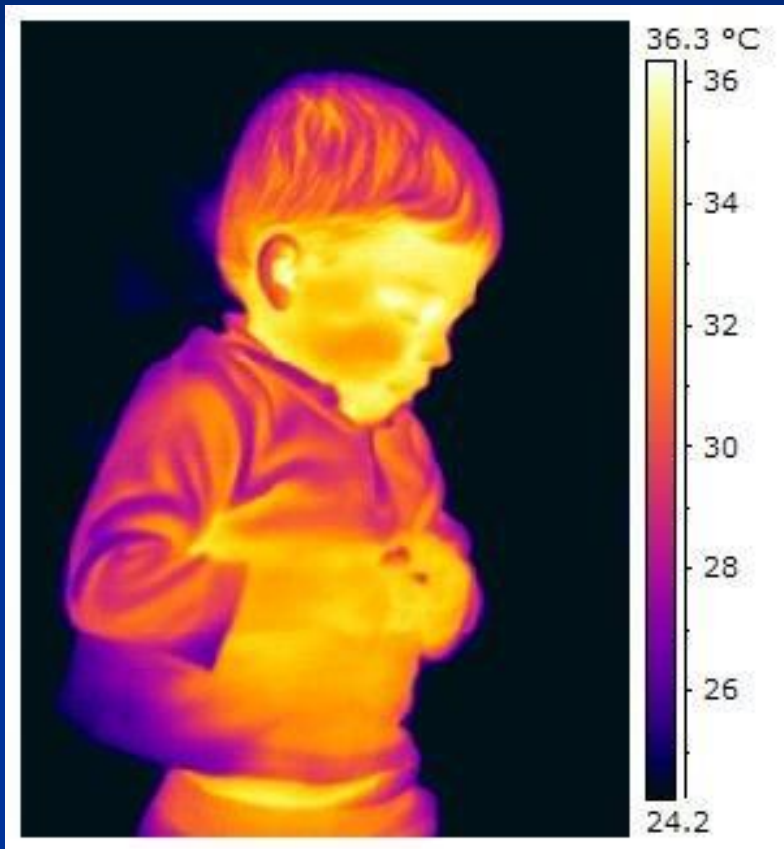
Хар биеийн цацаргалт



Нарны λ_{max} нь 500 nm.

Энэ нь гадаргын температур нь 5,800 К гэсэн үг юм.

Хар биеийн цацаргалт



Хүний биеийн температур

$$T = 273 + 37 = 310 \text{ К.}$$

Хүний биеийн цацаргх энерги нь $\lambda_{\max} = 9300 \text{ nm}$.

Энэ бол хэт улаан туяа.

Шөнийн харааны

төхөөрөмж нь тэдгээр

долгионы уртыг

ажигладаг

Гэрлийн тархалт



•Хэрэв цагаан гэрэл их хэмжээний тоосонцроор дамжин өнгөрч байгаа бол бүх өнгө нь адилхан тархдаг (цагаан үүд).

•Хэрэв бөөмийн хэмжээ нь ослын фотонуудын долгионы уртаас бага бол богино долгионы урттай фотонууд уртаас илүү урттай (Рэйлийн тархалт) тархдаг.

•Манай агаар мандалд цэнхэр фотонууд улаанаас илүү тараагдсан бөгөөд тэд бүх чиглэлээс ирж байна:

•Тиймээс бид хөх тэнгэрийг харж байна.



Нар жаргах үед гэрэл илүү уур амьсгалтай болж, шар-улаан өнгөтэй болдог.



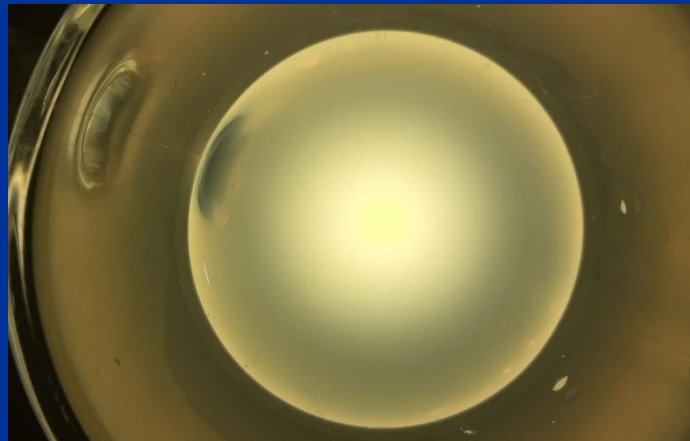
Үйл ажиллагаа 7: Гэрлийн тархалт

•Хэдэн дусал сүү, гар чийдэнгийн хамт өндөр шилэнд услана. Гэрэл нь сүүн усаар дамжин өнгөрөхөд:



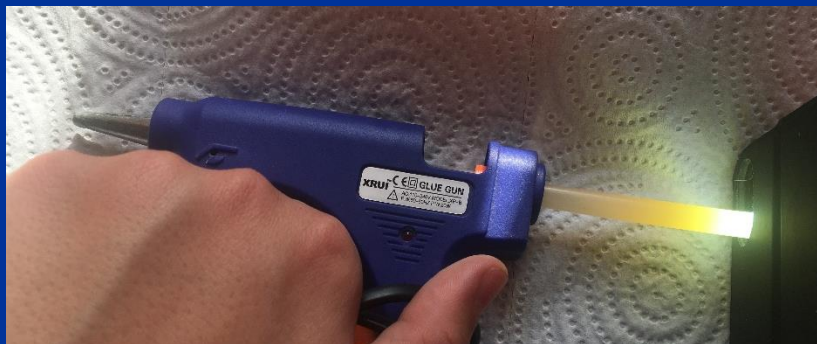
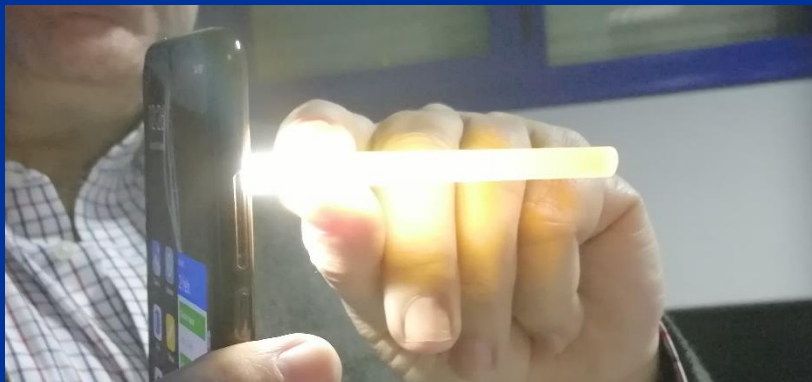
•Хэрэв гэрэл шилэн хажуугаар өнгөрвөл цэнхэрдүү өнгийн харагдана.

•Гэхдээ гэрэл бүхэл бүтэн шилээр дамжин өнгөрөх юм бол шилний дээрээс харвал гэрэл улаан болно.



Үйл ажиллагаа 7: Гэрлийн тархалт

- Цавуунд хэрэглэх халуун хайлмал силикон саваа
- Гар утасны гар чийдэн



- Хөдөлгөөнт гэрлийн ойролцоо баар нь цэнхэрдүү өнгийн өнгөтэй байна.
- Гар утасны гэрлээс хамгийн хол зайд байрлах баар нь шаргал, улаавтар харагдана.

Анхаарал
тавьсанд
баярлалаа!

