

Көрінетіннің ар жағындағы астрономия

Беатрис Гарсия, Рикардо Морено

Халықаралық астрономиялық одақ
ITeDA және Ұлттық технологиялық университеті, Аргентина
Ретамар колледжі, Мадрид, Испания



Мақсаттар

- Көрінетін спектрден тыс құбылыстарды көрсетіңіз, мысалы, аспан денелері шығаратын, бірақ адам көзіне көрінбейтін электромагниттік энергия.
- Радиотолқындар, инфрақызыл, ультракүлгін, микротолқын және рентген толқын ұзындықтарындағы сәулеленудің бар екенін анықтау үшін бірнеше қарапайым тәжірибе жасаңыз.



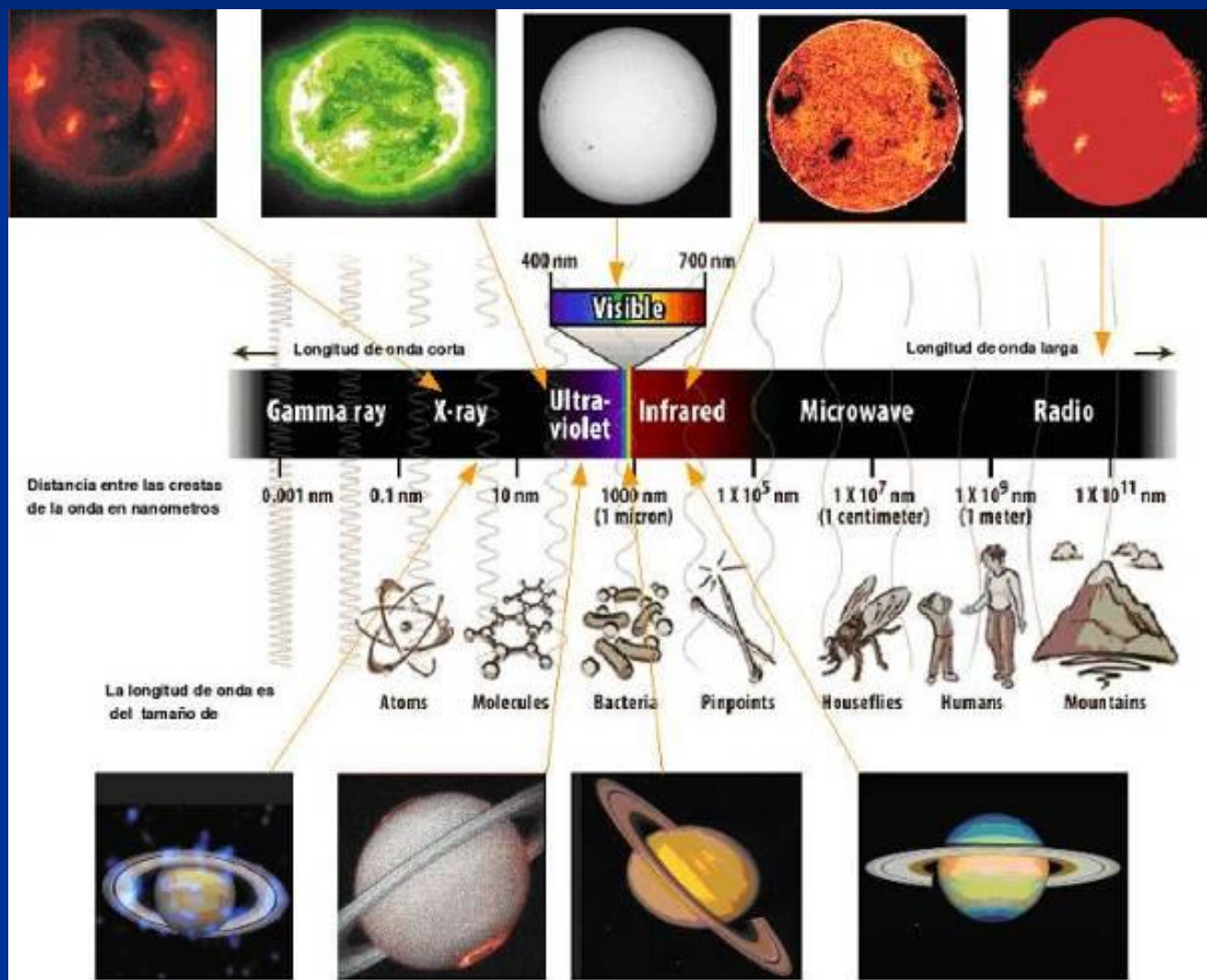
Презентация

- Ғасырлар бойы Әлемді тек адам көзі көретін жарық арқылы зерттеген.
- Біздің көзіміз көре алмайтын басқа толқын ұзындықтарындағы электромагниттік толқындар арқылы да ақпарат келеді.
- Бүгінде астрономдар тек көрінетін сәуледе ғана емес, сонымен қатар радиотолқындарда, микротолқындарда, инфрақызыл, ультракүлгін, рентген және гамма-сәулелерде де бақылау жүргізеді.

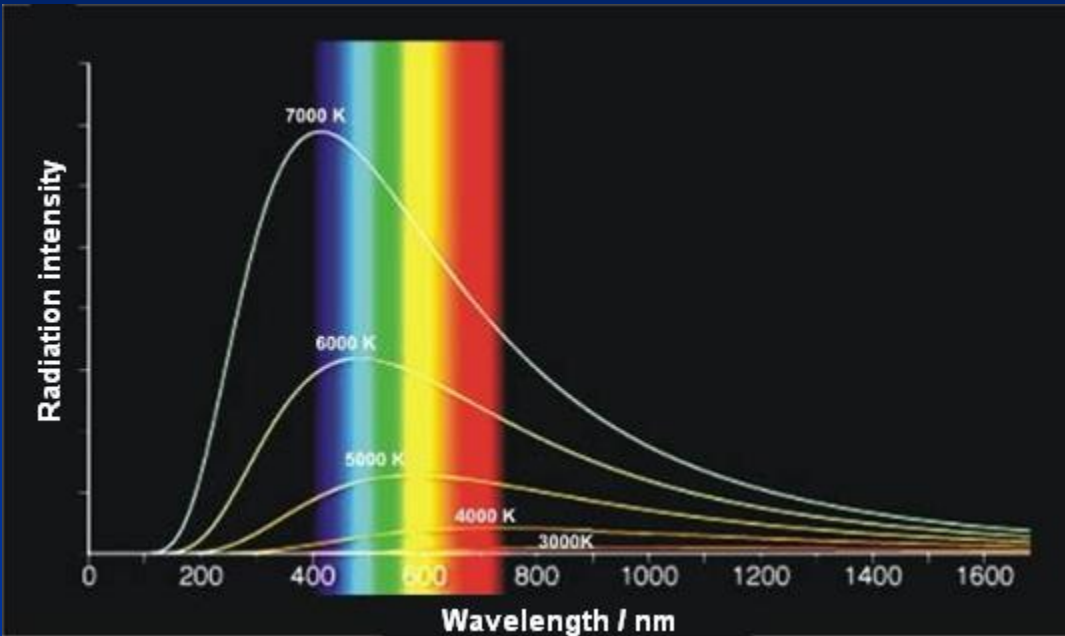


Электромагниттік спектр

Электромагниттік сәулеленудің барлық толқын ұзындықтары



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.

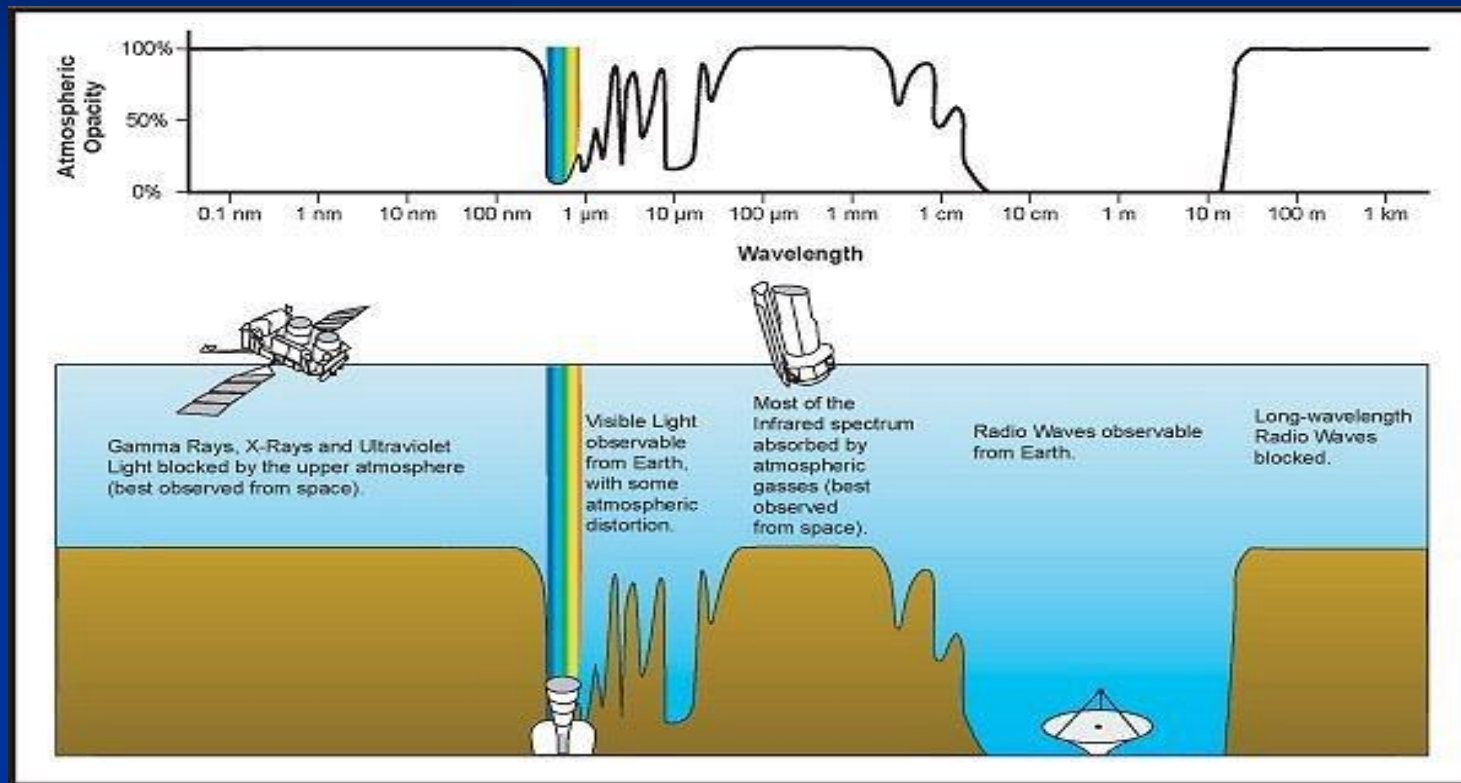
$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Wien's Law



Solar radiation — Күн сәулеленуі

Әртүрлі энергия аймақтарына арналған «терезелер»



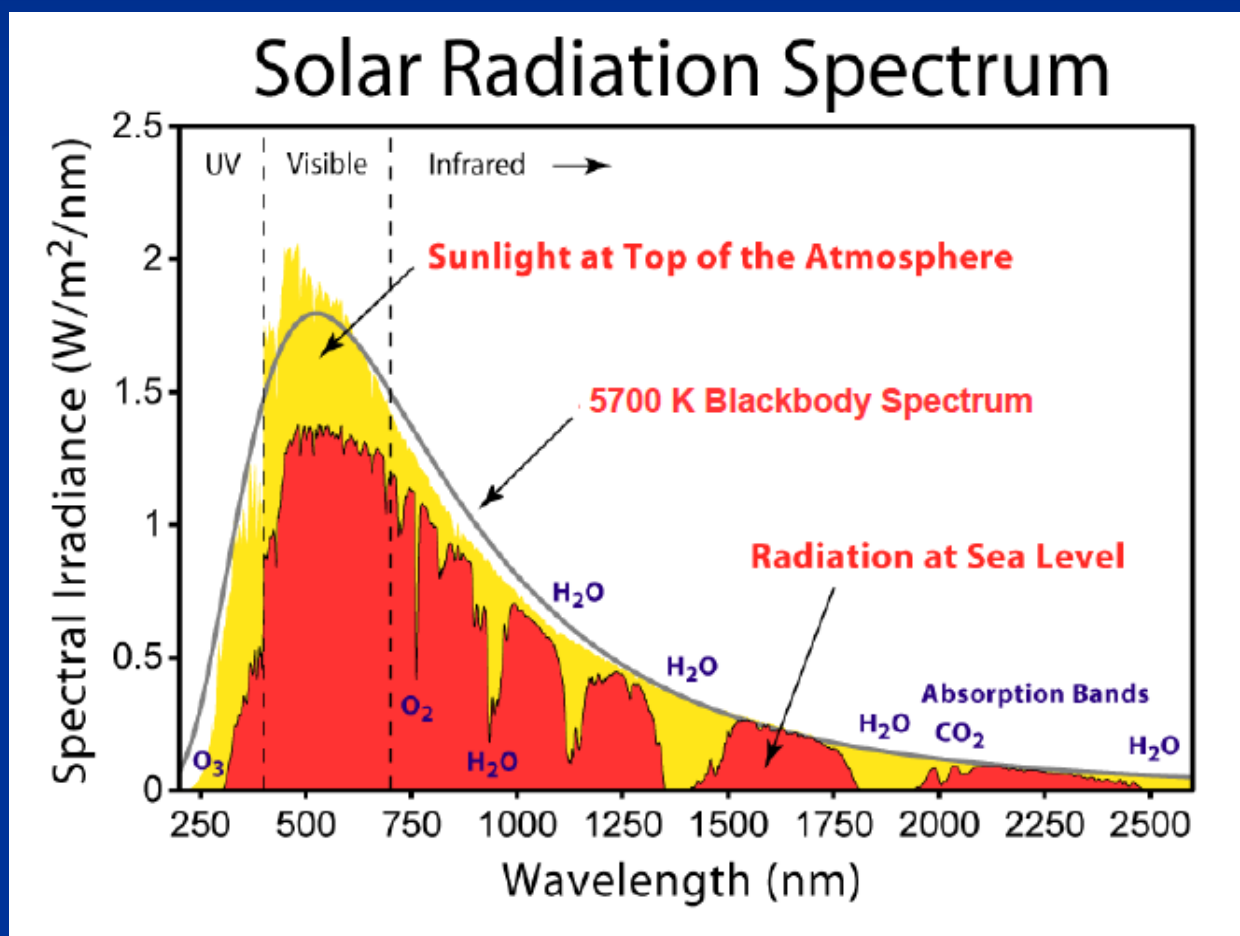
Жердің атмосферасы сәулеленудің көпшілік толқын

ұзындықтарына мөлдір емес.

Біз жоғары энергияны Ғарыштан анықтай аламыз, ал төмен энергияларды анықтау үшін арнайы детекторлар қажет.



Күннің электромагниттік энергиясы атмосферадан өткен кезде «Қара дененің» сәулеленуі өзгереді, бірақ сәулеленудің ең жоғары болатын λ_{max} мәні іс жүзінде өзгермейді.



Біз λ_{max} деген бар екенін білеміз, ол кезде сәулелену немесе жарықтану максималды болады және ол температураға T тәуелді, бірақ міндетті түрде көрінетін спектр аймағында болмайды.



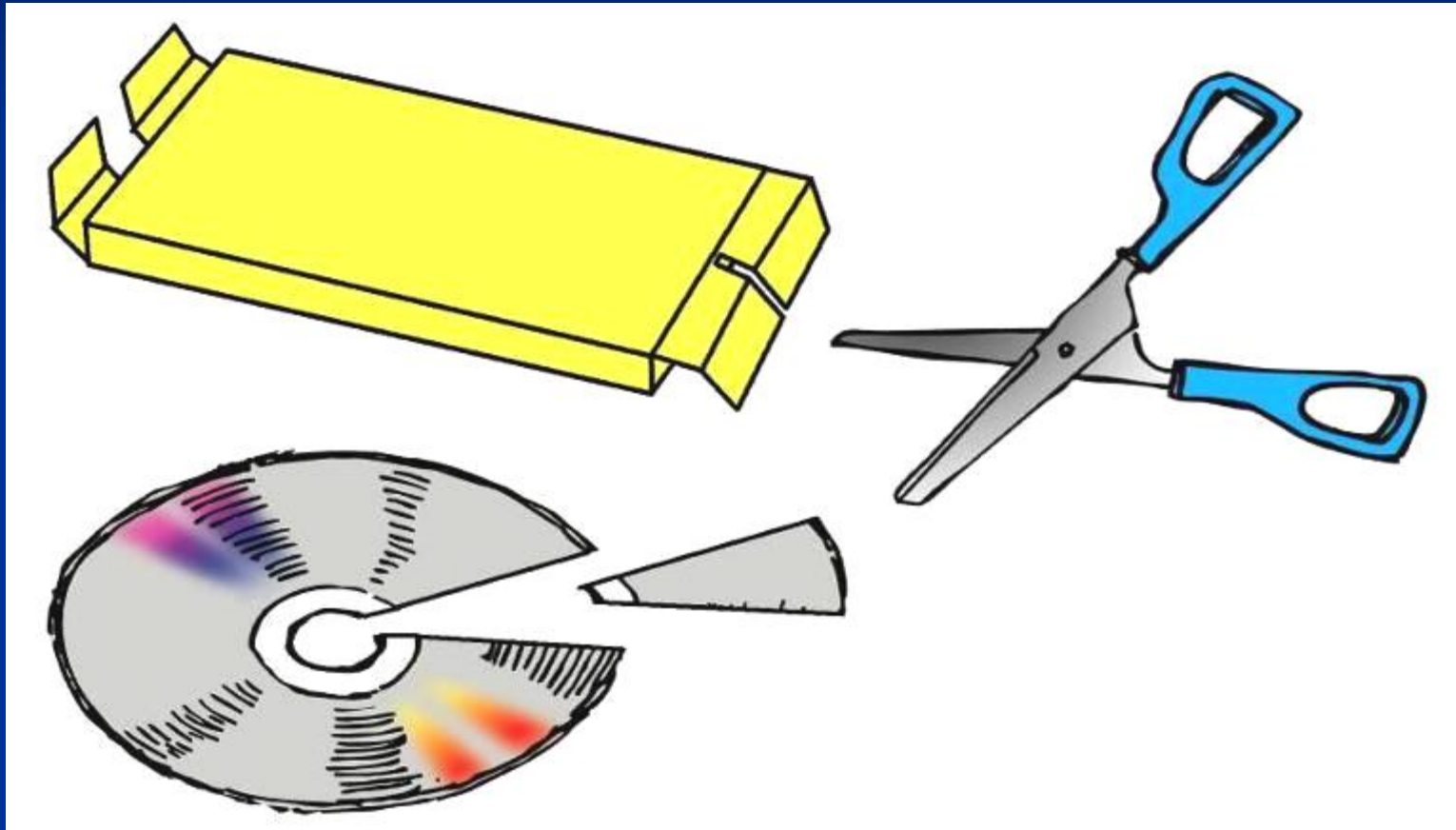
Мысалы, адамның дене температурасы $T = 273 + 37 = 310 \text{ K}$.

Сонда ол максималды түрде $\lambda_{\text{max}} = 9300 \text{ нм}$ толқын ұзындығына сәулеленеді.

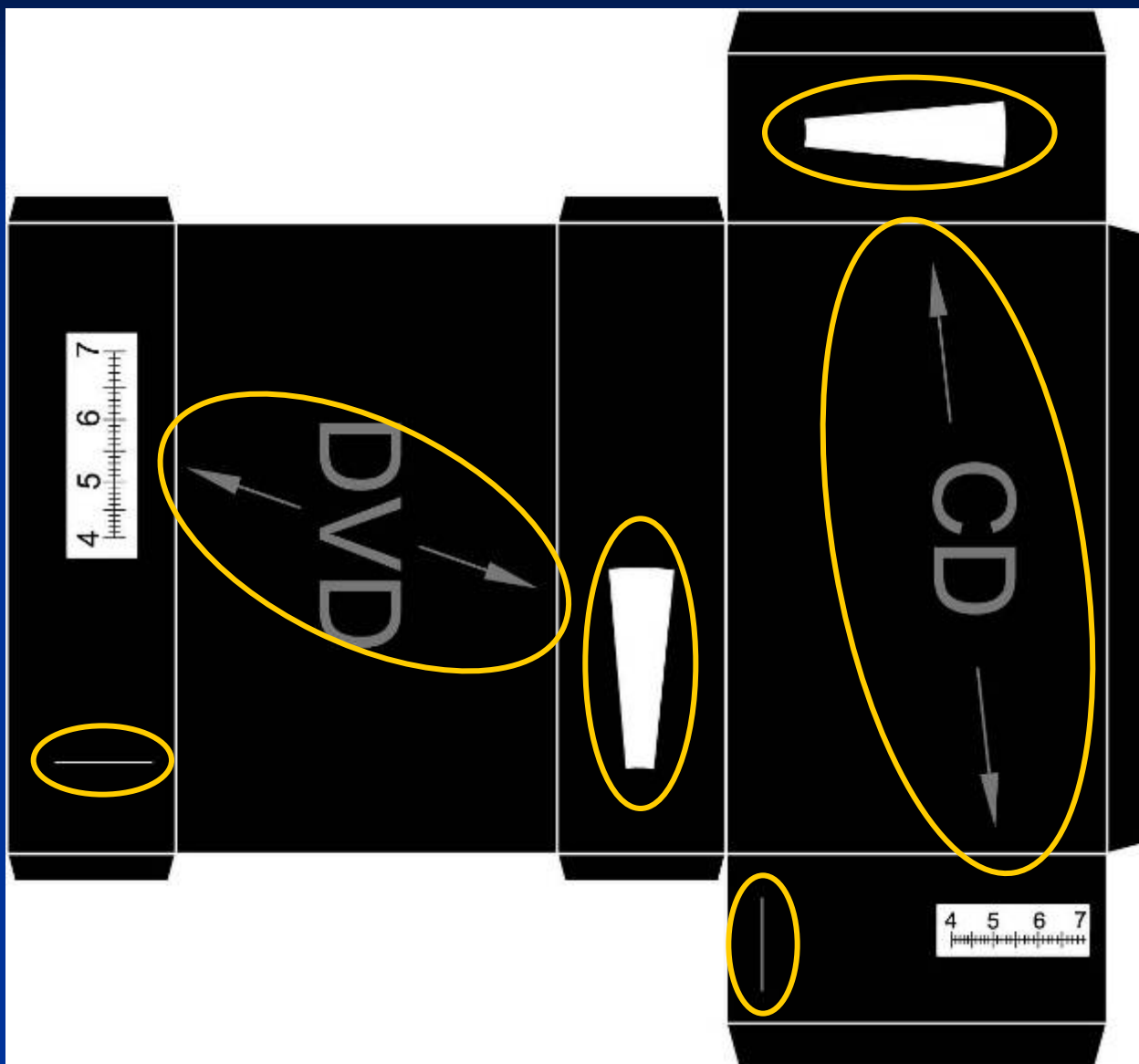
Түнде көру құрылғылары осы λ_{max} -ты пайдаланады.



1-тапсырма: Спектрометр жасау



1-тапсырма: Спектрометр жасау



Қолданатын
нәрсеңізге
байланысты
— DVD
бөлігін бе
немесе CD
бөлігін бе —
сіз Ұлгі
бойынша
сәйкес
бөліктерді
қиып аласыз.



1-тапсырма: Спектрометр жасау



CD-нің металл қабатын жабысқақ таспамен немесе тырнап алып тастаңыз.

Ескерту: Ақ немесе коммерциялық CD-лердің жабыны алынбайды.



1-тапсырма: Спектрометр жасау



Қара беті
ішіне қарай
бүктелген.



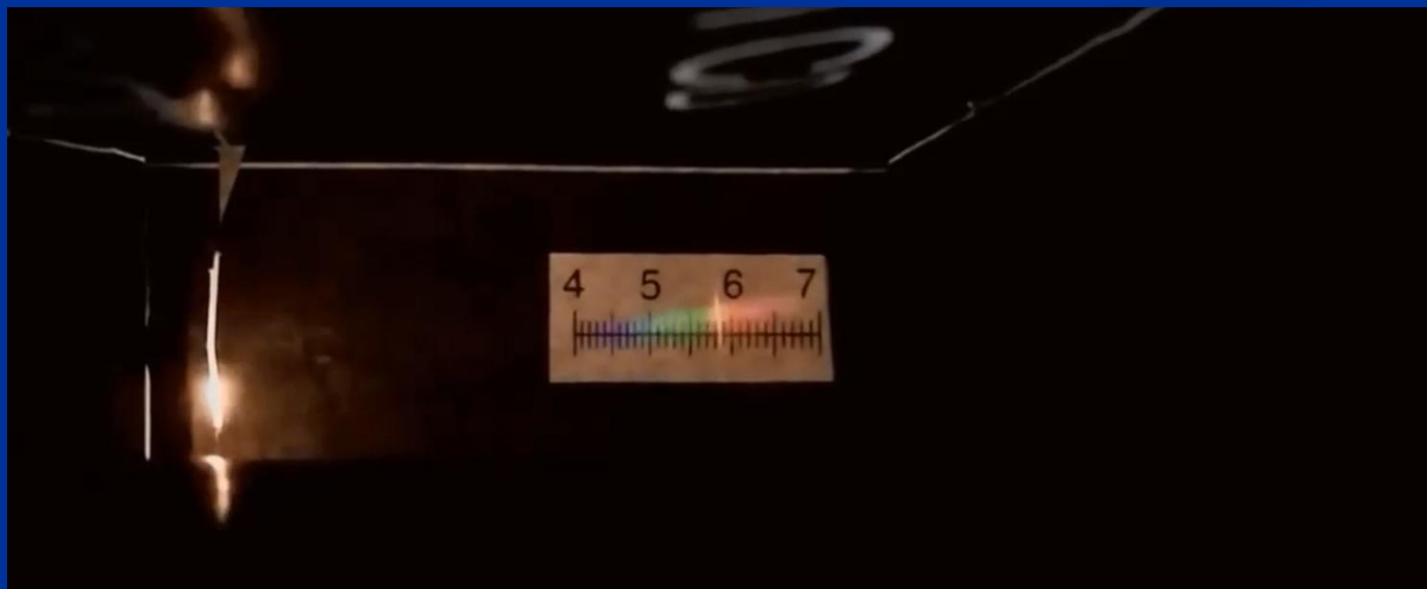
Шамдардың
спектрін
салыстырыңыз:
қыздыру шамы,
люминесценттік
шам және көше
шамдары.



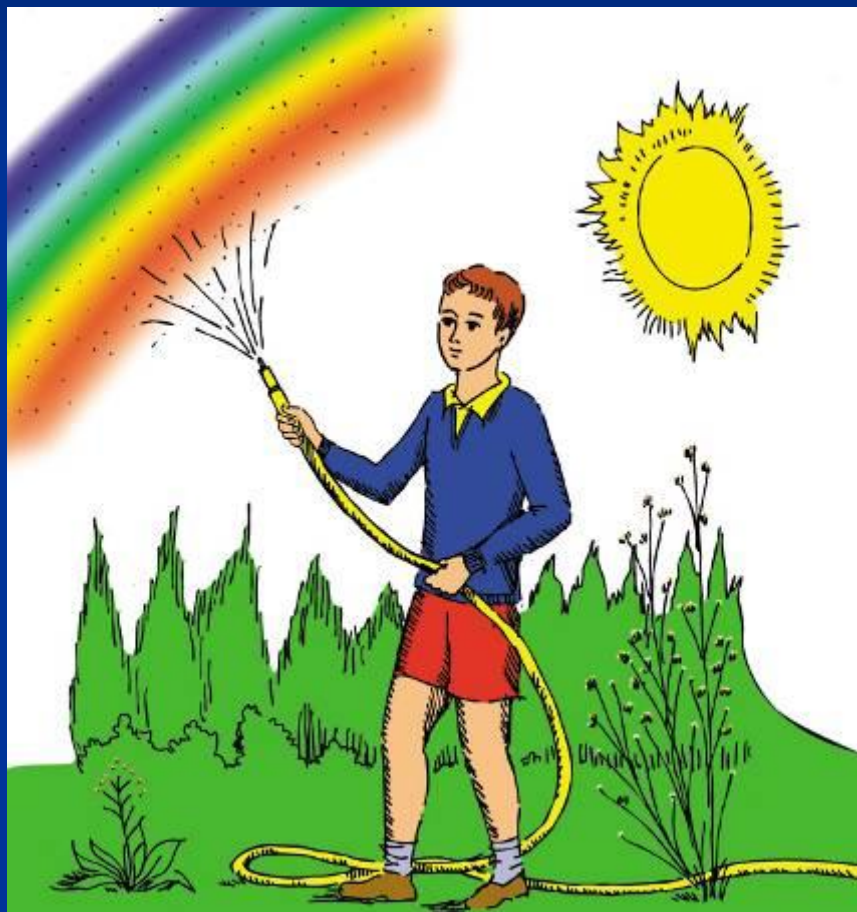
2-тапсырма: Натрий сызықтарын көру

Спектроскопия бізге жұлдыздар мен экзопланеталардың химиялық құрамын олардың спектрлерін зерттеу арқылы білуге мүмкіндік береді.

Мысал ретінде шамды алып, оның білтесін аздап ас тұзымен (NaCl) сіңіріп, 589 нм толқын ұзындығына сәйкес келетін натрийдің сәулелену сызығын көрейік.



3-тапсырма: Су тамшыларымен күн сәулесін бөлу



Балалар күн сәулесін бөліп, кемпірқосақ жасай алады.

Оларға ұсақ бүріккіші бар шланг қажет.

Олар Күнге арқасын беріп тұруы керек.



Спектрдің басқа аймақтары

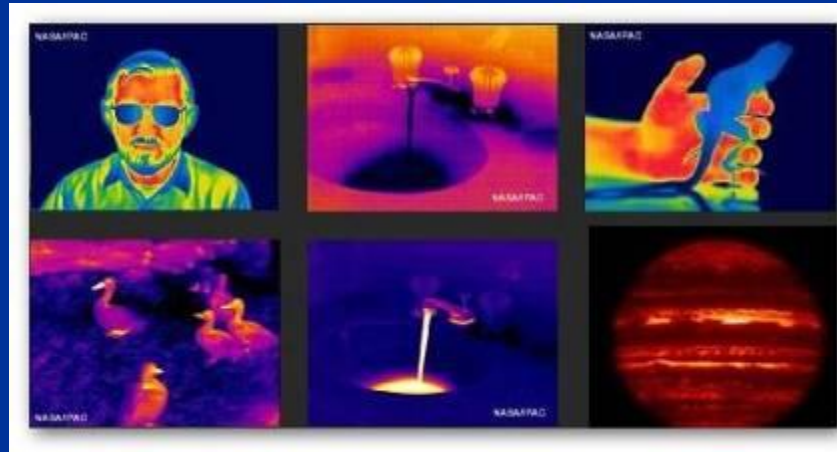
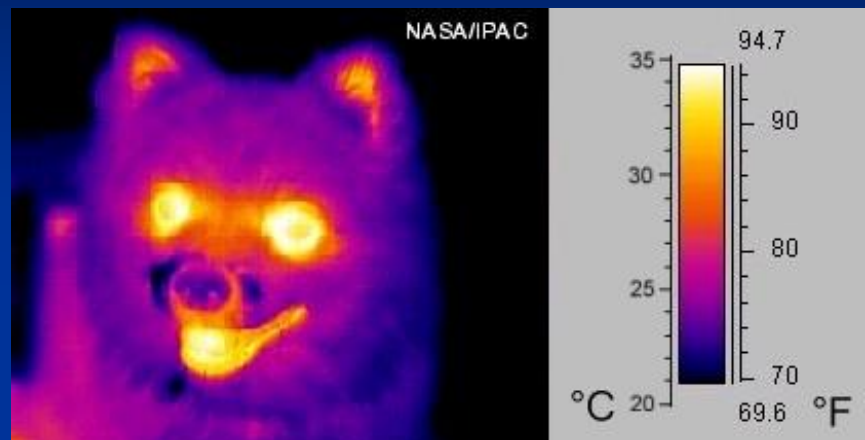


- Жұлдыздардан әлдеқайда төмен температурадағы материя бар, мысалы, жұлдыздарарасы зат бұлттары.
- Олар көрінетін сәуле шығармайды, бірақ инфрақызыл сәуле, микротоқындар және радиотоқындар шығарады.
- Сәуле шығару түрі объектінің ішінде болып жатқан процестерге байланысты.
- Мысалы, біздің галактиканың орталығындағы мәліметтер...

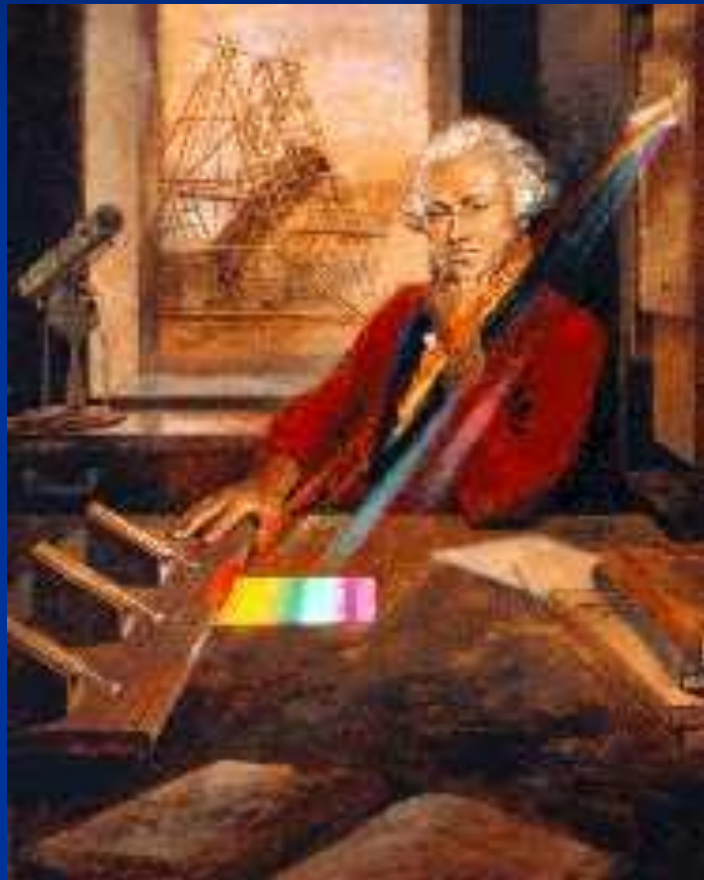


Инфрақызыл сәуле шығару

- Уильям Гершель инфрақызыл сәулені призма мен термометрлерді қолданып ашты.
- Бұл — көрінетін жарық шығаратындай ыстық емес, бірақ жылы денелердің қасиеті.
- Бұл сәулеленуді ерекшелеу үшін температура мен түстің арасындағы теңестіруді қолданамыз.

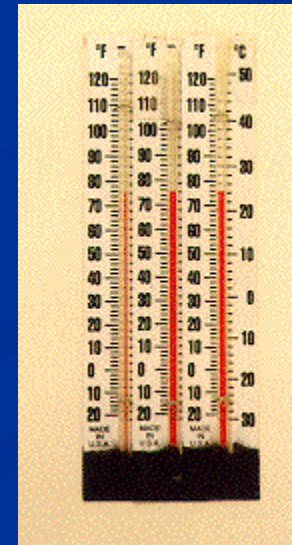
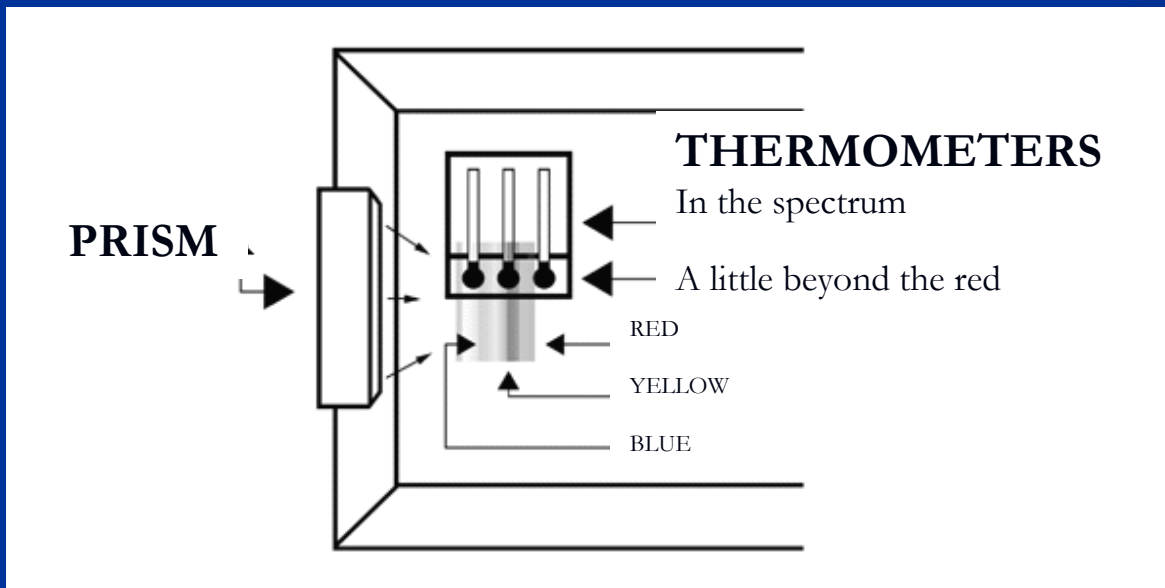
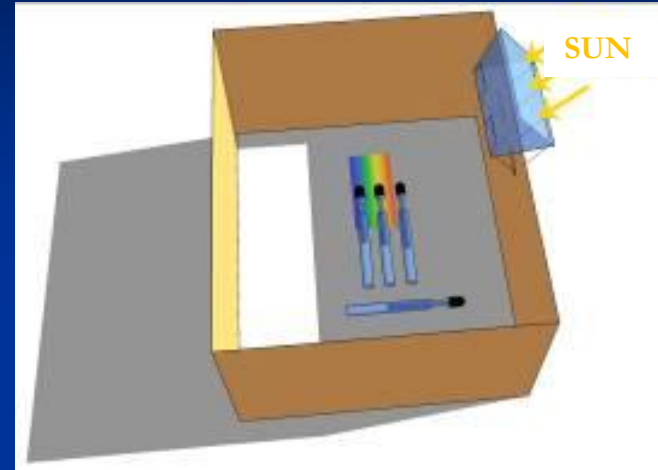
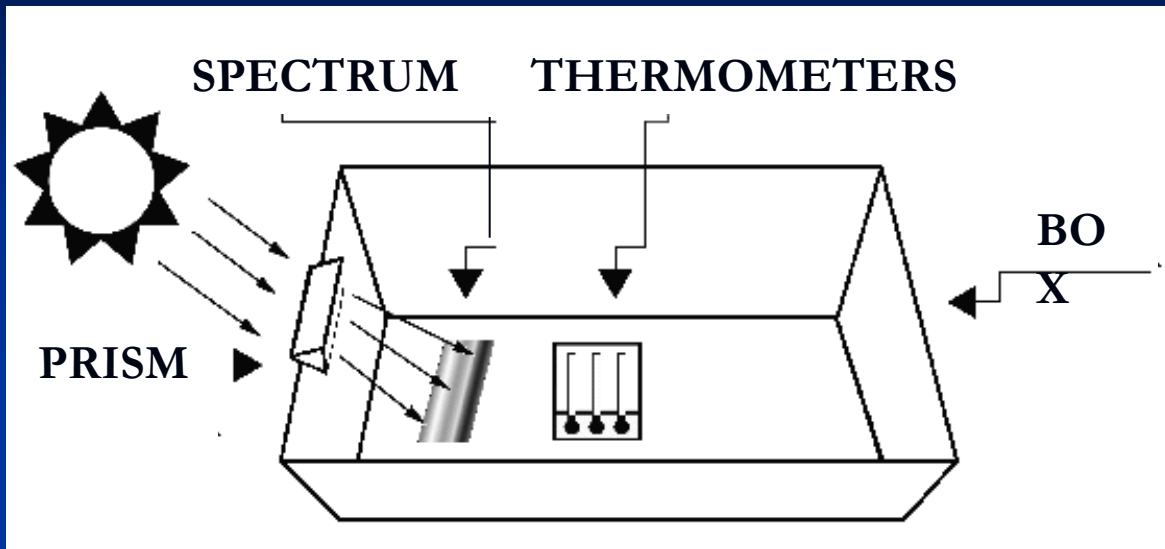


4-тапсырма: Гершель тәжірибесі

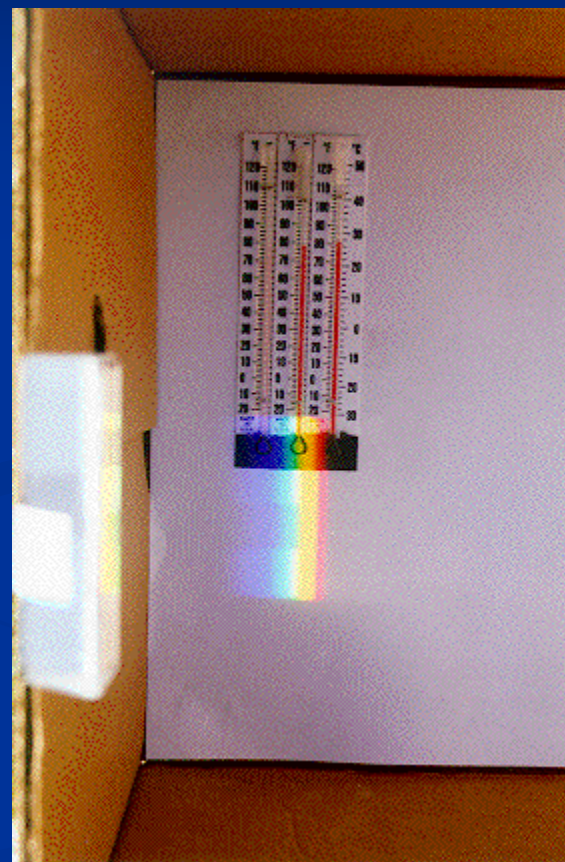


- 1800 жылы Гершель күн сәулесінен инфрақызыл сәулені ашты.

4-тапсырма: Гершель тәжірибесі



4-тапсырма: Гершель тәжірибесі



4-тапсырма: Гершель тәжірибесі

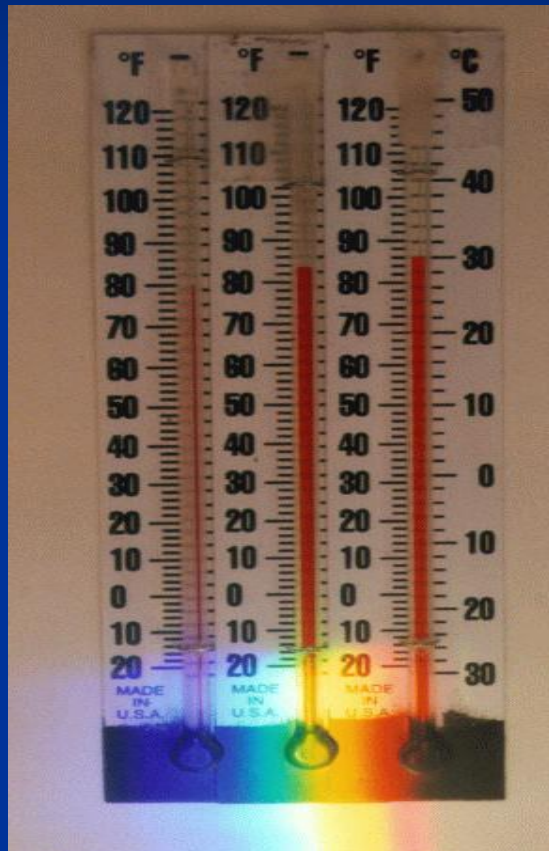


TABLE OF DATA COLLECTION				
	Thermometer No. 1 in the blue	Thermometer No. 2 in the yellow	Thermometer No. 3 beyond the red	Thermometer No. 4 in the shadow
After 1 minute				
After 2 minutes				
After 3 minutes				
After 4 minutes				
After 5 minutes				

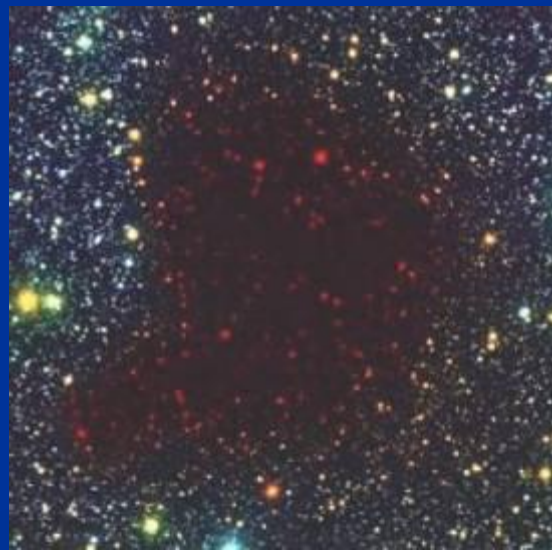
5-тапсырма: Телефон арқылы ИҚ сәулесін анықтау

- Қашықтан басқару пульттері инфрақызыл сигналдар шығарады, бірақ біздің көзіміз оларды көре алмайды.
- Көптеген, бірақ барлық мобильді телефондардың камералары емес, ИҚ сәулесіне сезімтал.



Инфрақызыл сәуленің қуаты

- Жұлдызаралық шаң көрінетін жарықты жұтады, бірақ инфрақызыл сәулені онша көп жұтпайды.



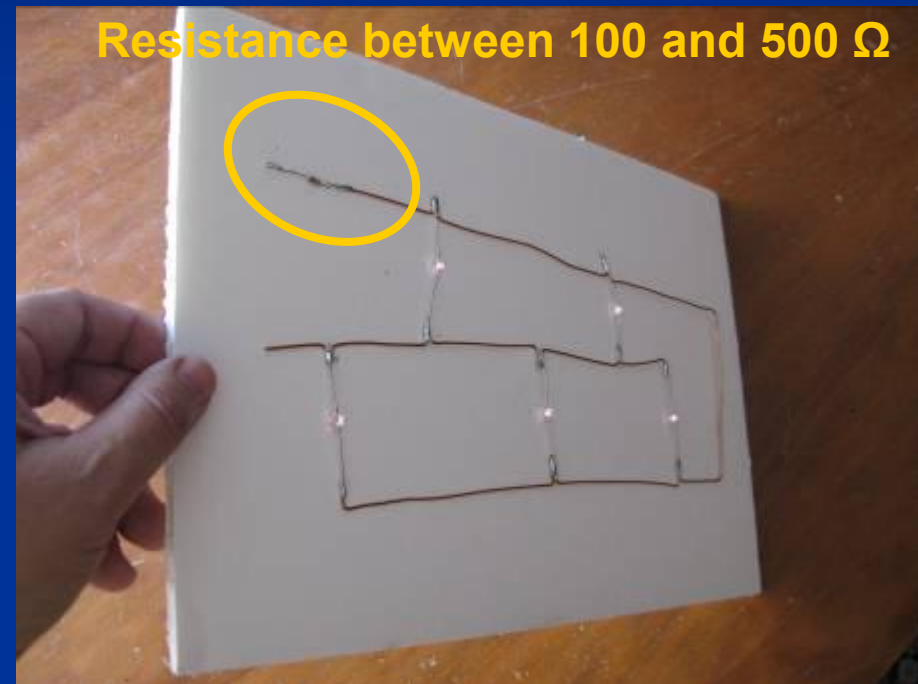
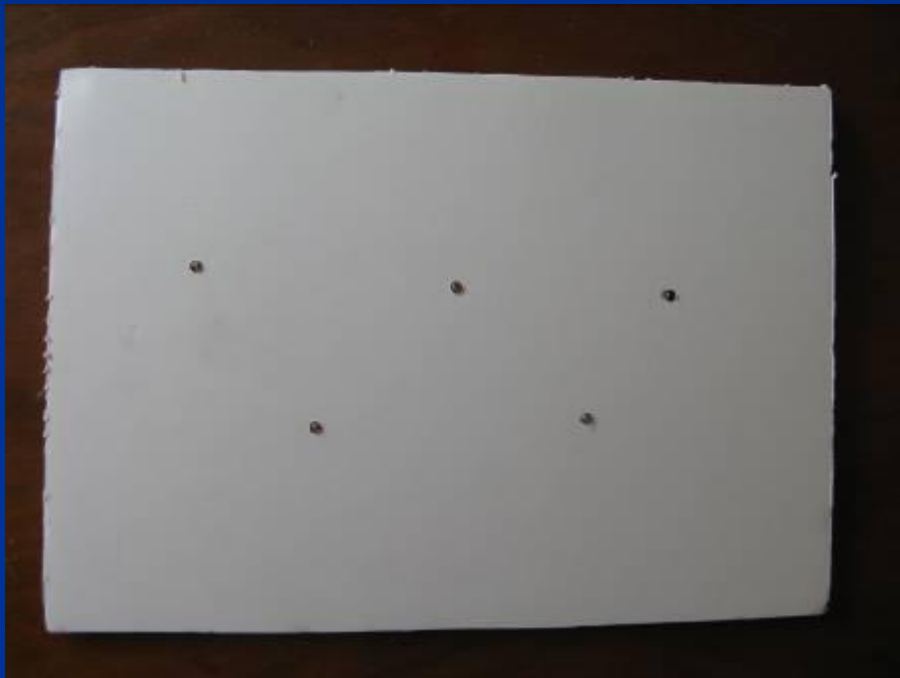
6-тапсырма: Шамның инфрақызыл сәулесін анықтау

Қыздыру шамы шығаратын энергияның көп бөлігі көрінетін аймақта, бірақ ол сондай-ақ кейбір маталар арқылы өтіп кететін, ал көрінетін сәуле өте алмайтын инфрақызыл сәуле шығарады.

Дәл осындай жағдай галактикалық шаңда да болады — оны инфрақызыл сәулеленуі арқылы анықтауға болады, ал көрінетін аймақта ол мөлдір емес.



7-тапсырма: ИҚ жарықдиодтарымен шоқжұлдыз жасау



Кассиопея ИҚ жарықдиодтарымен

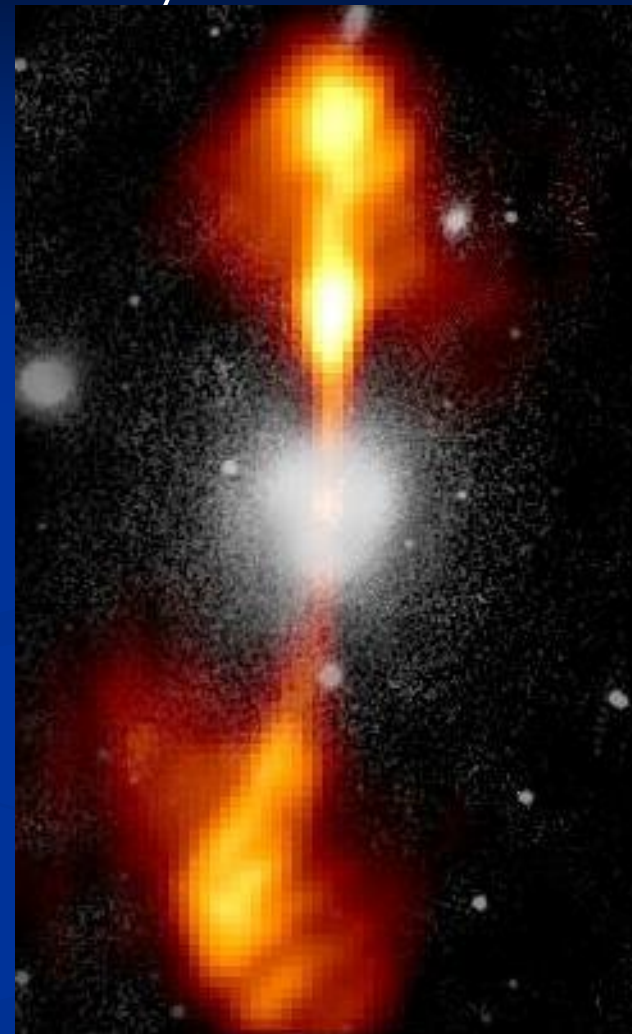


8-тапсырма: Қашықтан басқару пульттерімен шОҚЖҰЛДЫЗ жасау



Радиотолқындардың шығуы

- Толқын ұзындығы метрден километрге дейінгі электромагниттік сәуле радиотолқындар деп аталады.
- Олар коммерциялық станциялар үшін қолданылады.
- Радиотолқындар сондай-ақ ғарыштан да келеді және басқа толқын ұзындықтарында көрінбейтін ақпарат береді.



9-тапсырма: Радиотолқындарды шығару



ET радиотолқындарды шығару арқылы
үйге қоңырау шалу



9-тапсырма: Радиотолқындарды шығару

Қажетті материалдар:

- 2 м лакталған электр сымы*, диаметрі 0,2-0,5 мм.
- Кәдімгі қарындаш
- Графит қорғасын қарындаш (түрлі-түсті қарындаш жұмыс істемейді) екі ұшы да үшкірленген
- 4,5 В немесе 9 В батарея
- Қарапайым АМ радиоқабылдағышы.

*Егер лакпен қапталған электр сымы жоқ болса, оны кәдімгі пластик жабыны бар электр сымымен ауыстыруға болады, бірақ екі сымның біреуі ғана пайдаланылады.



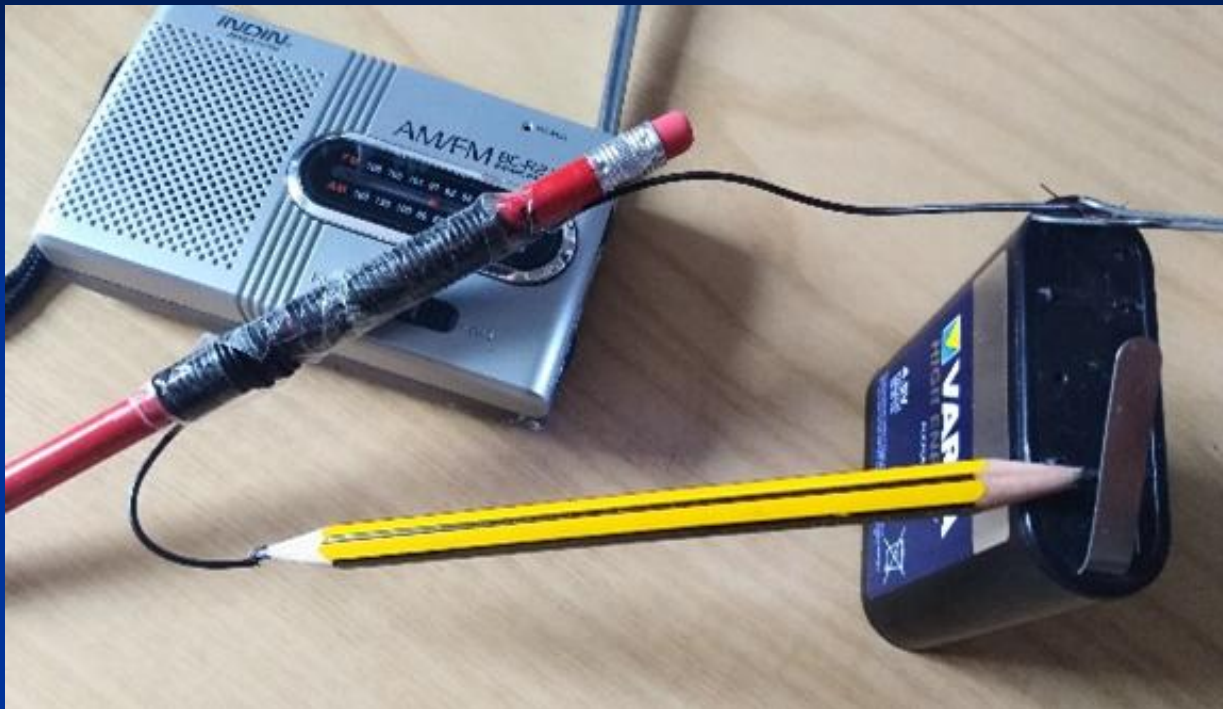
9-тапсырма: Радиотолқындарды шығару

Процедура:

- Сымды кез келген қарындаштың айналасына орау арқылы орамды дайындаңыз, сонда оның 50-ден 60-қа дейінгі айналымы болады. Сіз оны жабысқақ таспамен тығыз орап алсаныз болады.
- Сымның ұштарынан қорғаныш лакпен сүртіңіз және қағаз қыстырғышты пайдаланып, сымның бір ұшын батареяға бекітіңіз (оның оң немесе теріс ұшы маңызды емес).
- Катушка сымының екінші ұшын графит қарындаштың сымдарының біріне жалғаңыз.
- Радионы АМ диапазонына қосыңыз (FM емес).



9-тапсырма: Радиотолқындарды шығару



- Графиттік қарындаштың екінші ұшымен батареяның екінші ұшына қайта-қайта тиіп, толқындардың пайда болуына байланысты радиодан алынған шуды естігенше теруді жылжытамыз.



Ультракүлгін сәулелену

- Ультракүлгін фотондардың энергиясы көрінетін жарық фотондарына қарағанда жоғары. (УК-А «Қара жарық» өсімдіктердің өсуі үшін қолданылады)
- УК-С органикалық молекулалар арасындағы химиялық байланыстарды бұзады. Жоғары дозада УК сәулесі тіршілік үшін өлімге әкелуі мүмкін. (УК-С хирургиялық материалдарды дезинфекциялау үшін қолданылады)
- УК-С сәулесін атмосферадағы озон сүзеді. Атмосферадағы озон күн сәулесі мен O_2 арасындағы әрекеттесу кезінде түзіледі және ол барлық дерлік УК жарықты сүзеді, тек тіршіліктің дамуына қажетті бөлігін ғана өткізеді.



Иоганн Риттер 1801 жылы ультракүлгін сәулені ашты



Ультракүлгін сәулелену

- Күн ультракүлгін сәуле шығарады, бірақ оның көп бөлігі атмосфераның жоғарғы қабатындағы озон қабатымен сүзіледі; Жерге жететін мөлшері тіршілік үшін пайдалы.
- Бұл сәуле біздің теріміздің күйіне себеп болады.
- Егер озон қабаты жұқара түссе, Жерге ультракүлгін сәуленің жоғары дозалары жетіп, тері қатерлі ісігі көбейер еді.



Ультракүлгін жарық



Андромеда
галактикасы
көрінетін
жарықта
(Хаббл)



Андромеда
галактикасы
ультракүлгін
жарықта
(Свифт)



10-тапсырма: Қара жарық (УК)

Кейбір заттар ультракүлгін (УК) сәулемен жарықтандырылғанда көрінетін жарық шығарады.

Егер зат флуоресцентті болса, ол тек УК сәуле түскенде ғана жарық шығарады.

Билеттердегі немесе паспорттағы белгілер немесе паспортқа қойылған таңбалар / мөрлер



Хинин қосылған
тоник (су)



11-тапсырма: Қара жарық (УК)

Кейбір заттар ультракүлгін (УК) сәулемен жарықтандырылғанда жарық шығарады.

Егер зат **фосфоресцентті** болса, ол УК сәуле тоқтағаннан кейін де біраз уақыт бойы көрінетін жарық шығара береді.

Сәндік кішкентай
жұлдыздар



Төтенше жағдайлар жөніндегі плакаттар



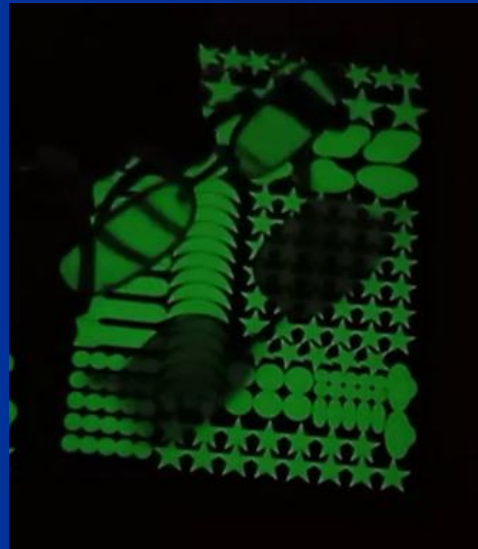
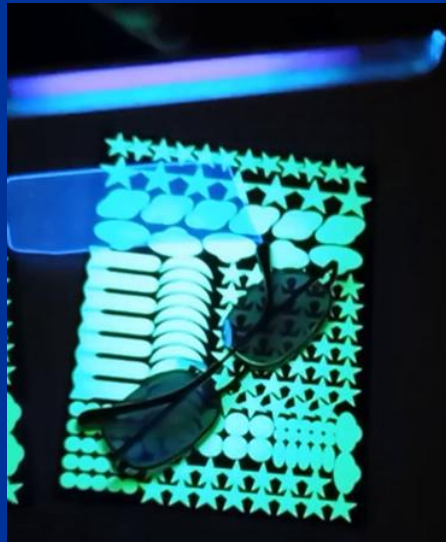
Қара жарық (УК)

Ультракүлгін (УК) сәулені жақсы сүзетін материалдар бар, мысалы, шыны.

Күннен қорғайтын көзілдіріктер шыныдан жасалуы керек, пластиктен емес, себебі олар эпителий тінінен тұратын тор қабықты қорғау үшін қажет.

Егер көзілдірік пластиктен (органикалық материалдан) жасалған болса, онда міндетті түрде УК сүзгісі болуы керек.

Фосфоресцентті материалдағы әйнек көзілдірік, ультракүлгін жарықпен жарықтандырылған



Көзілдірікті шешкенде, олардың ультракүлгін сәулені қалай сүзгенін көруге болады.



Рентген сәулелері

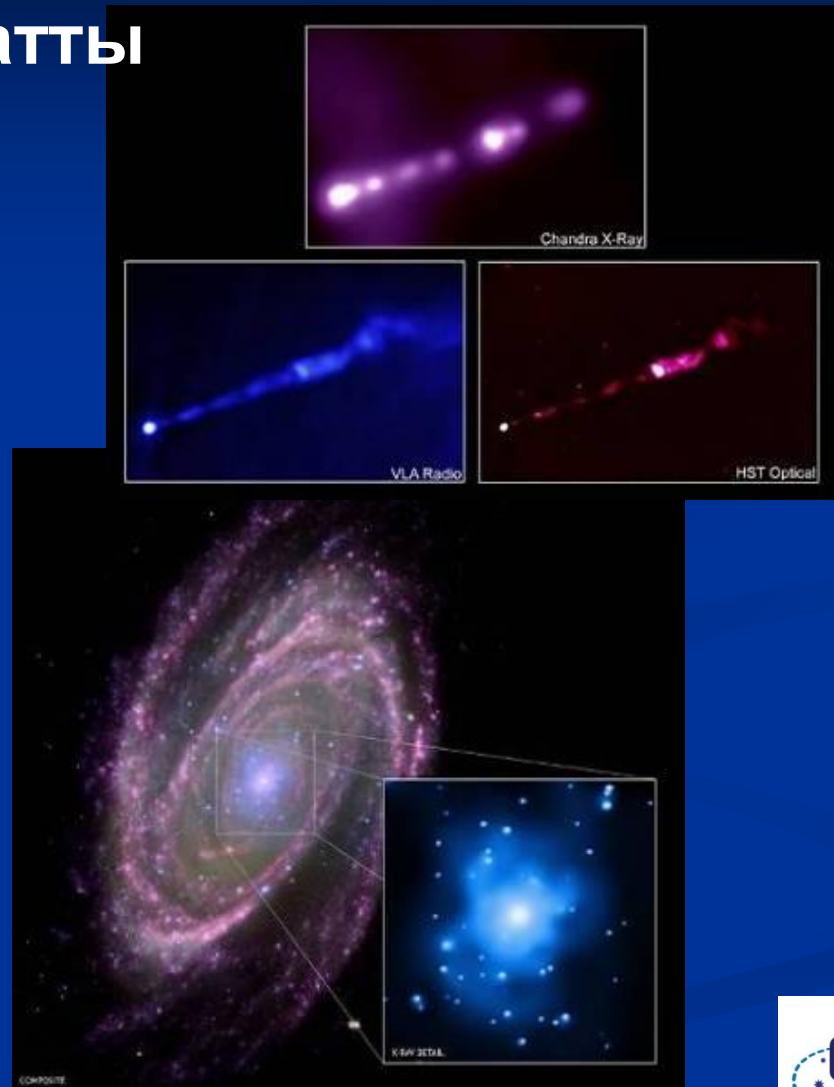
- Ультракүлгіннен де қуатты — рентгендік сәуле шығару.
- Ол рентген суреттері мен басқа да медициналық бейнелеу әдістерінде қолданылады.



Рентген сәулелері

Ультракүлгіннен де қуатты

- Ғарышта рентген сәулелері — жоғары энергиялы құбылыстар мен нысандардың белгісі: қара құрдымдар, жұлдыздардың соқтығысуы және т.б.
- «Чандра» ғарыш телескопының миссиясы — осындай оқиғалар мен нысандарды анықтап, бақылау.



Гамма сәулелері

- Бұл — ең қуатты сәуле шығару.
- Жерде бұл сәулелерді радиоактивті элементтердің көбісі шығарады.
- Рентген сәулелері сияқты, екеуі де медицинада — диагностикалық зерттеулерде және қатерлі ісік сияқты ауруларды емдеуге арналған терапияда қолданылады.

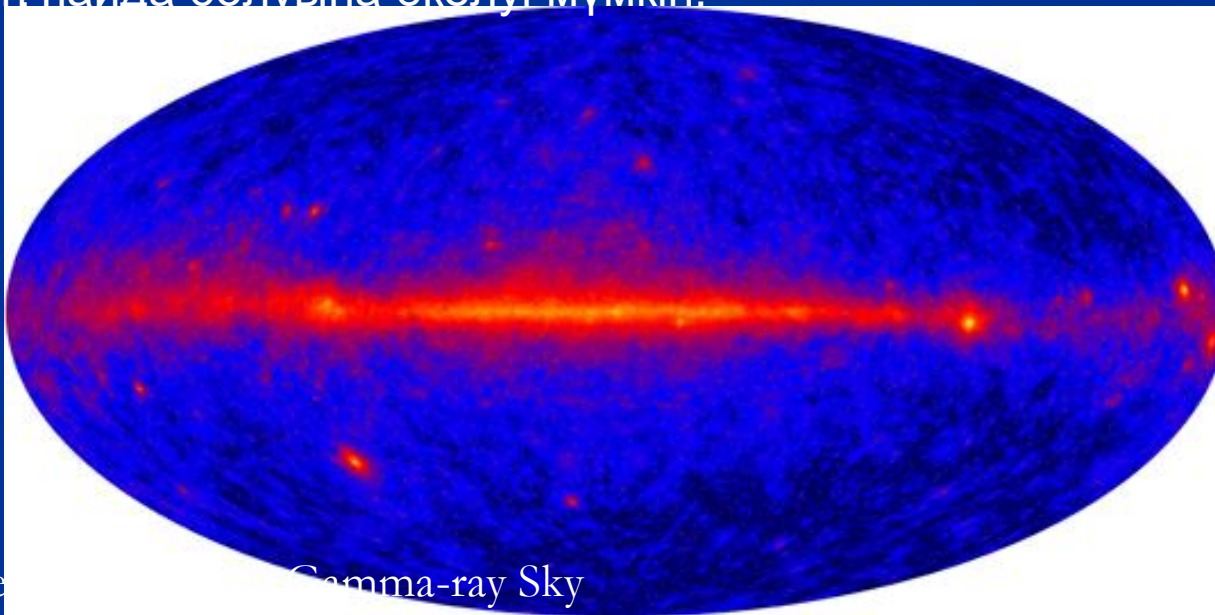


Гамма сәулелері

Аспанда анда-санда болатын қуатты гамма сәулелерінің жарылыстары сирек емес.

Мұндай жарылыстардың бірнеше түрі бар, олардың ұзақтығы бірнеше секундтан бірнеше сағатқа дейін созылады. Проблемалардың бірі — бұл сәулелердің нақты орналасқан жерін анықтап, оларды шығаратын нысандарды табу.

Астрономдар оларды қос жұлдыздардың бірігуімен байланыстырады, бұл қара құрдымның пайда болуына әкелуі мүмкін.

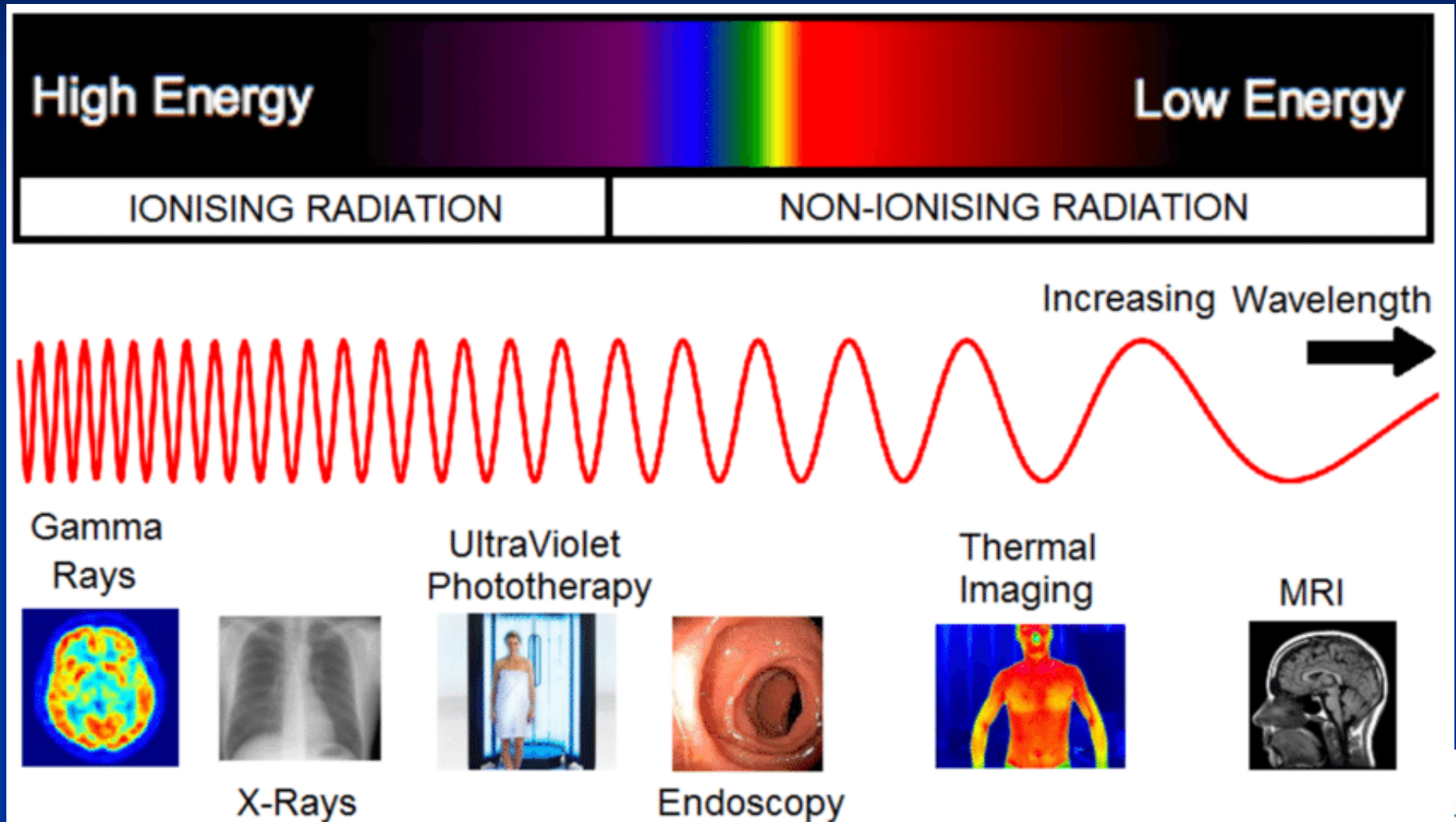


Fermi's Five-year

Gamma-ray Sky



Электромагниттік сәуле шығарудың медицинадағы қолданылуы



Радиотолқындардың

Қолданылуы

- Магниттік-резонанстық томография, жұмсақ тіндерді диагностиау



MRI Human heart



MRI Normal knee

Рентген сәулелерінің қолданылуы

- Рентген суреттері және компьютерлік аксиалды томография (КТ-скан)



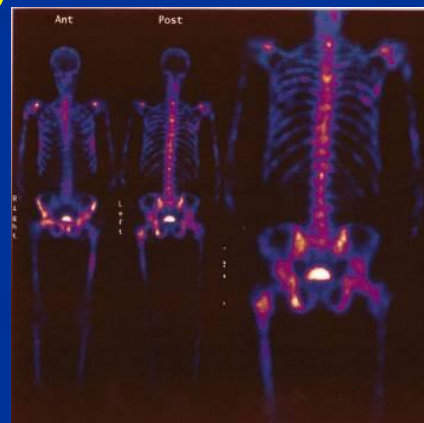
X-ray



CAT Normal knee

Гамма сәулелерінің қолданылуы

- Қатерлі ісік сияқты ауруларды емдеуге арналған диагностикалық зерттеулер мен терапиялар. Позитрондық-эмиссиялық томографияда (ПЭТ-скан) қолданылады.



Thank you very much
for your attention!

