

# Tähtitiede näkyvän tuolla puolen

**Beatriz García**

*Kansainvälinen tähtitieteellinen liitto  
ITeDA ja Universidad Tecnológica Nacional  
Colegio Retamar de Madrid, Espanja*



# Tavoitteet

- Näytä ilmiöt näkyvän ulkopuolella, esim. taivaankappaleiden lähettämä sähkömagneettinen energia, jota ihmissilmä ei havaitse.
- Suorita useita yksinkertaisia kokeita, joilla määritetään säteilyn olemassaolo radioaaltojen, infrapuna-, ultravioletti-, mikroaalto- ja röntgenaallonpituusalueilla.



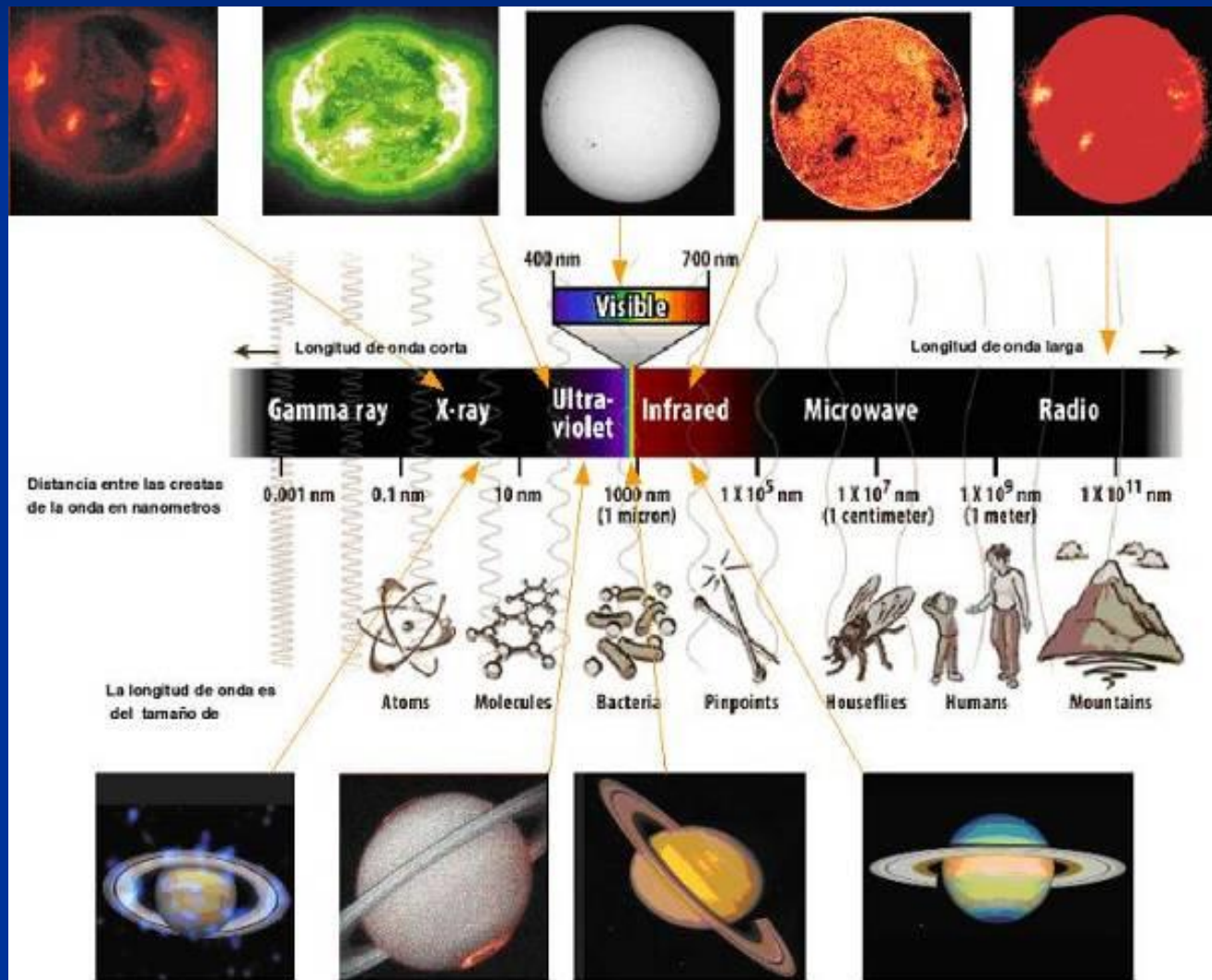
# Esittely

- Vuosisatojen ajan maailmankaikkeutta oli tutkittu vain ihmissilmän havaitsemalla valolla.
- On tietoa, joka tulee muiden aallonpituuksien sähkömagneettisista aalloista, joita silmämme eivät näe.
- Tähtitieteilijät havaitsevat nykyään radiossa, mikroaaltouunissa, infrapuna-, ultravioletti-, röntgen- ja gammasäteilyssä sekä näkyvissä säteissä.

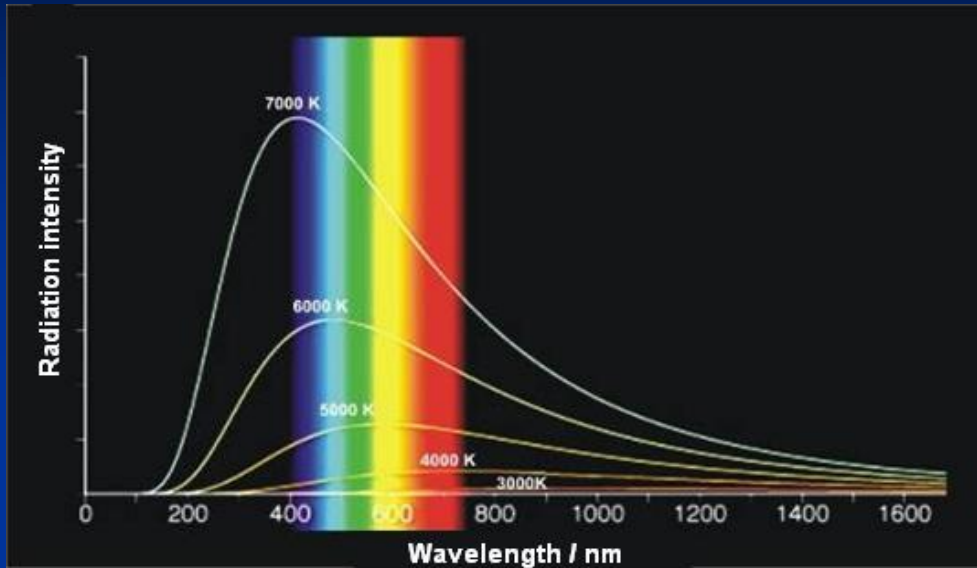


# Sähkömagneettinen spektri

Kaikki sähkömagneettisen säteilyn aallonpituudet.



# Mustavartalosäteily



Tutkimalla kaukaisen esineen säteilyä voimme mitata sen lämpötilan ilman tarvetta mennä sinne. Tämä koskee tähtiä, jotka ovat lähes mustia kappaleita

Mikä tahansa "musta runko", kun lämmitetty säteilee valoa monilla aallonpituuksilla.

On olemassa  $\lambda_{\max}$ , jossa intensiteetti säteilyn on suurin. Tämä  $\lambda_{\max}$  riippuu lämpötilasta T:

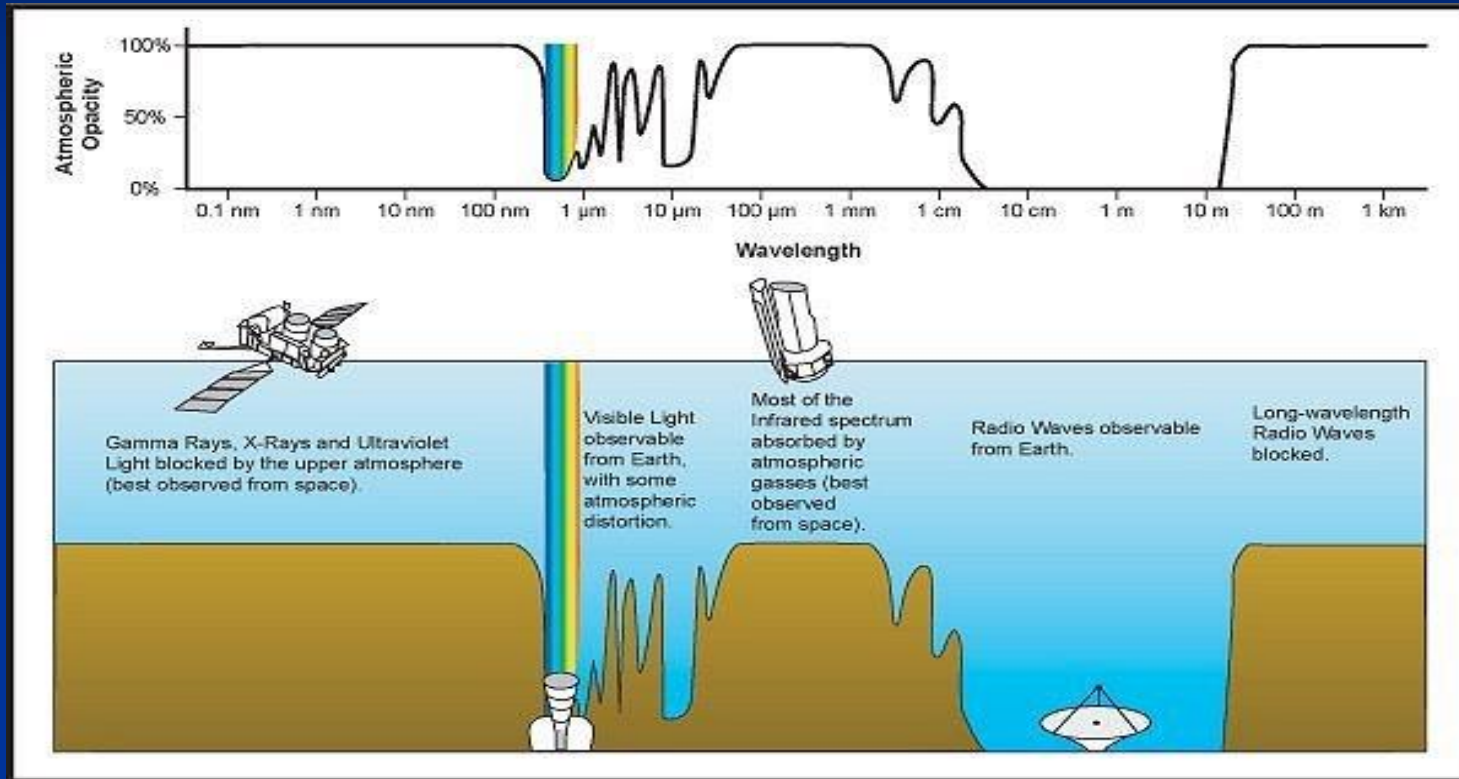
$$\lambda_{\max} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Wienin laki



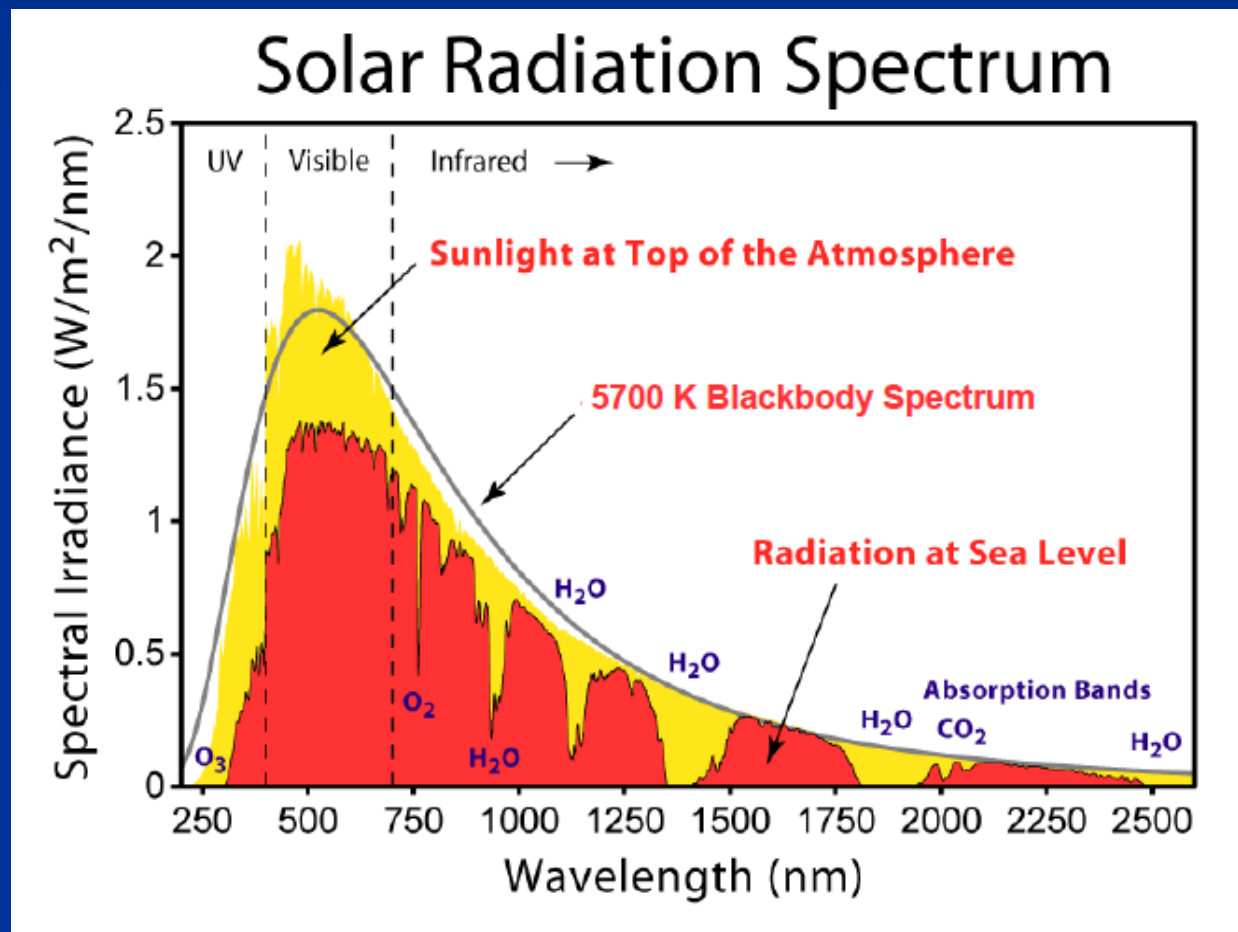
# Auringon säteily

## Ikkunat eri energia-alueille



Maapallon ilmakehä on läpinäkymätön useimmille säteilyn aallonpituuksille. Voimme havaita avaruuden korkeimmat energiat ja alhaiset energiat vaativat erityisiä ilmaisimia.

Kun auringon sähkömagneettinen energia menee ilmakehän läpi, "mustan kehon" säteily muuttuu, mutta  $\lambda_{\max}$ , jolla säteilyvoimakkuus on suurin, pysyy lähes muuttumattomana



Tiedämme, että on olemassa  $\lambda_{\max}$ , jossa säteilyvoimakkuus tai emissio on suurin riippuu lämpötilasta  $T$ , mutta sen ei tarvitse olla näkyvällä alueella spektrissä



Esimerkiksi ihmisen kehon lämpötila on  $T = 273 + 37 = 310$  K, kun se on otettu käyttöön.

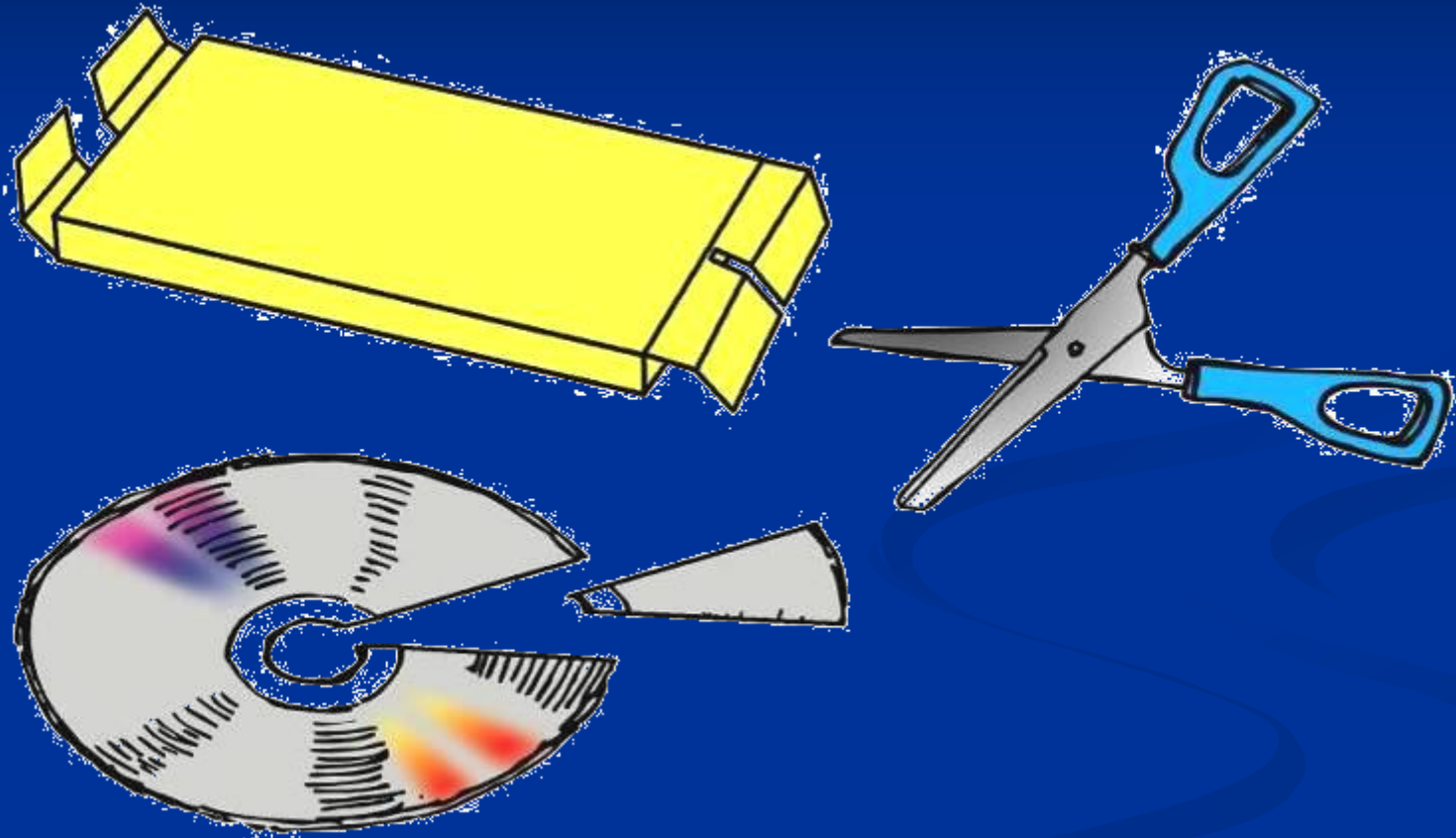
Sitten lähettää maksimi in  $\lambda_{\max} = 9300$  nm.

Yönäkölaitteet käyttävät tätä  $\lambda_{\max}$ ia.

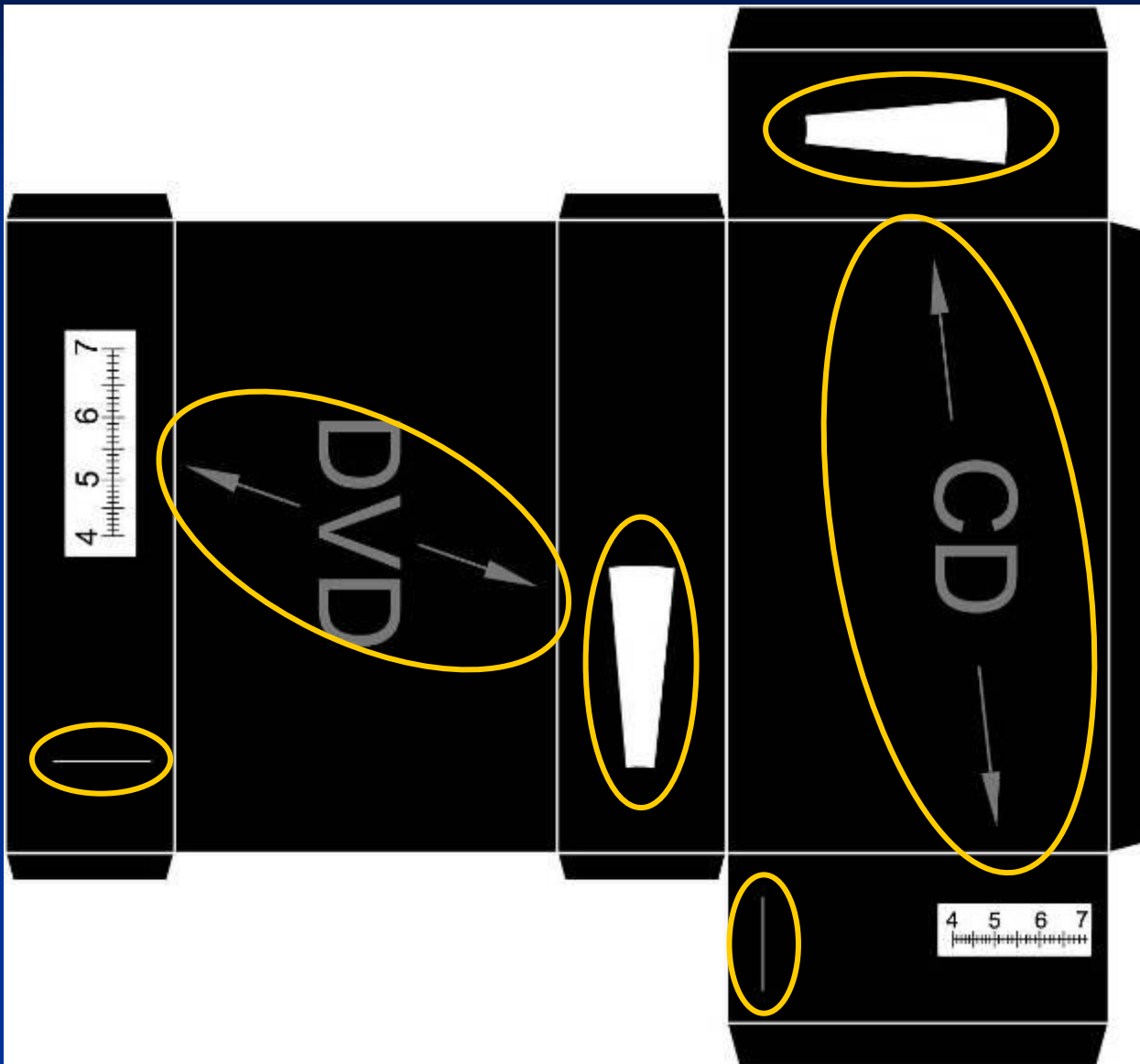




# Toimi 1: Spektrometrin rakentaminen,



# Toimi 1: Spektrometrin rakentaminen,



Sen mukaan,  
mitä käytät,  
DVD-osaa tai  
CD-osaa,  
leikkaat  
mallin  
vastaavat  
osat.

# Toimi 1: Spektrometrin rakentaminen,



Poista CD-levyn metallikerros teipillä tai raapimalla sitä.

**HUOM!** Pinnoite ei kuori valkoisia tai kaupallisia CD-levyjä.

# Toimi 1: Spektrometrin rakentaminen,



Musta pinta  
taittui  
sisäpuolelle.

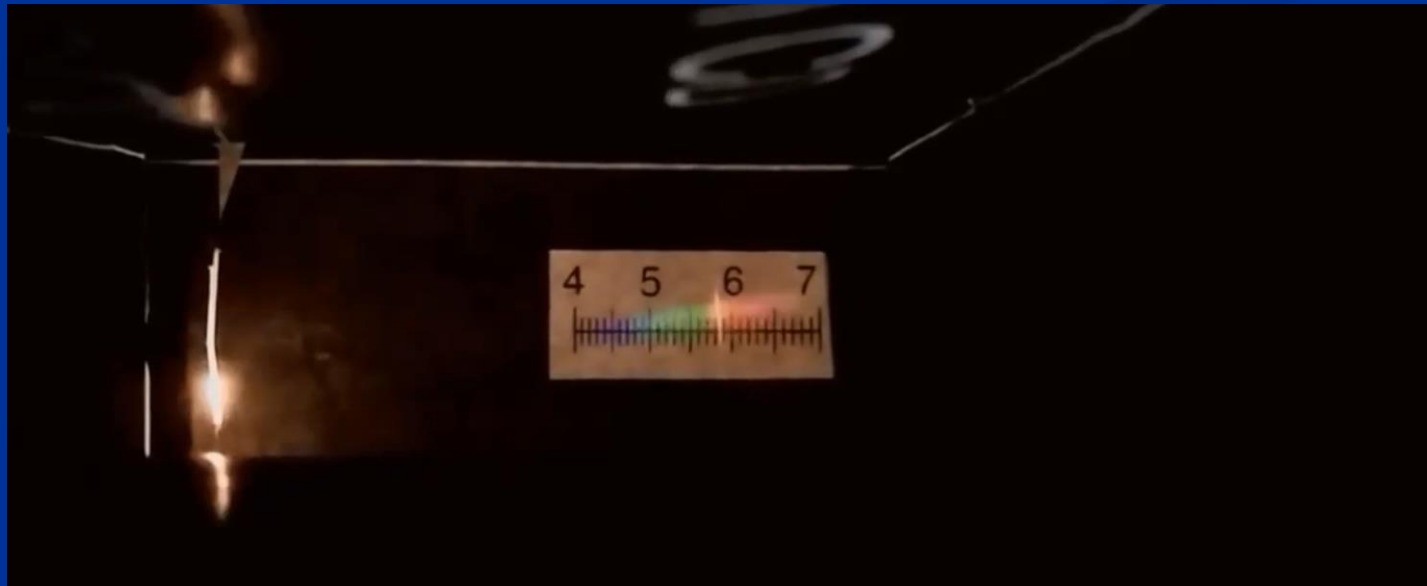


Vertaa  
hehkulamppujen,  
loistelamppujen ja  
katuvalojen  
spektriä.

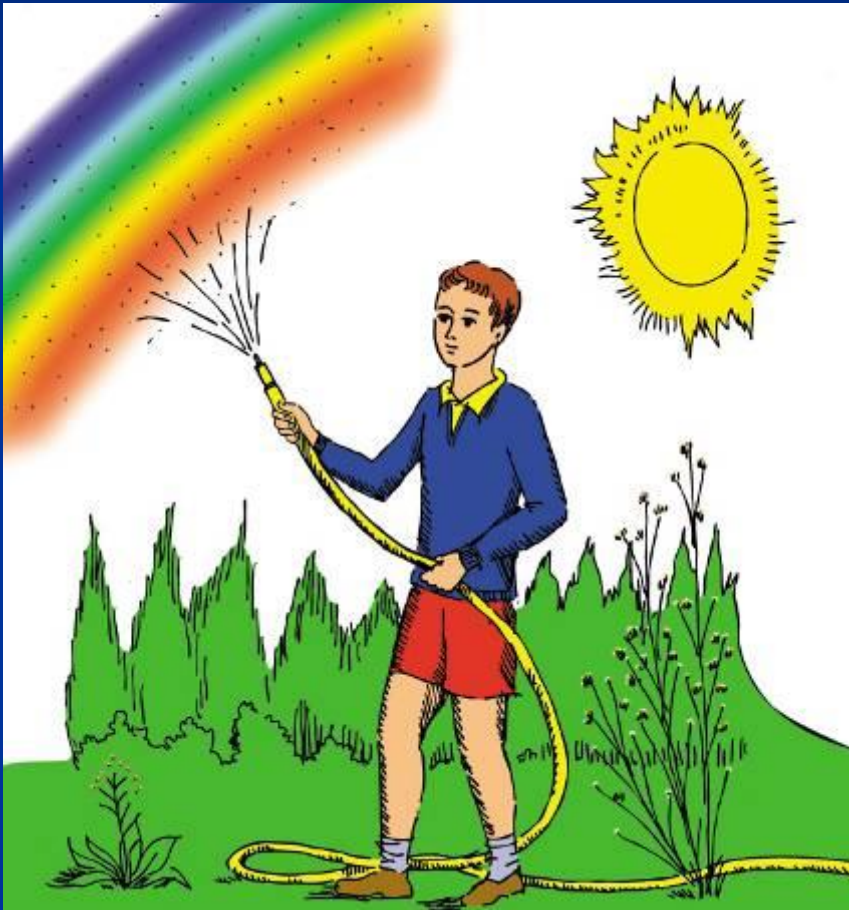


# Aktiviteetti 2: Natriumin linjojen visualisointi

Spektroskopian avulla voimme tietää tähtien ja eksoplaneettojen kemiallisen koostumuksen tutkimalla meille tulevat spektrit. Katsotaanpa esimerkki kynttilästä, jossa kyllästämme sydänlangan hieman yleisellä suolalla (Na Cl) nähdäksemme Natriumin päästörajan, joka vastaa aallonpituutta 589.



# Toimi 3: Auringonvalon hajottaminen vesipisaroilla



Lapset voivat jakaa auringonvalon ja tehdä sateenkaaren.

He tarvitsevat letkun, jossa on hieno suihke. Heidän on saatava selkä Aurinkoon.

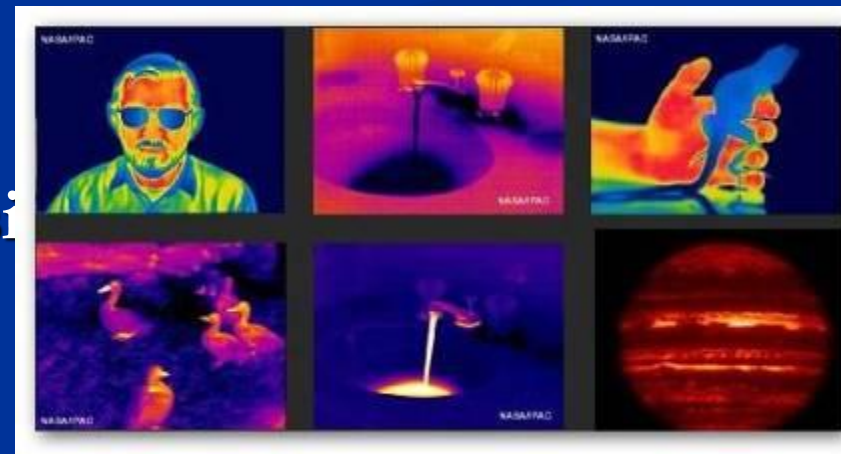
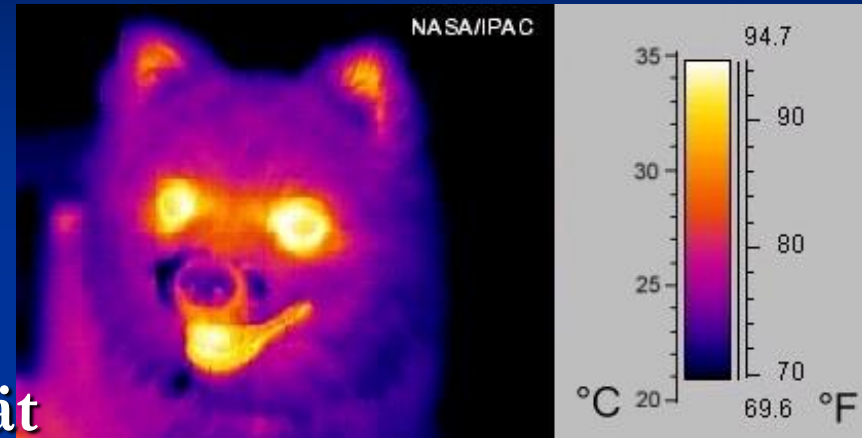
# Muut taajuuden alueet



- On olemassa asia, jonka lämpötila on paljon alhaisempi kuin tähtien lämpötila, esimerkiksi tähtienvälisen materiapilvien.
- Ne eivät säteile näkyvää säteilyä, mutta lähettävät infrapunasäteilyä, mikroaaltoja ja radioaaltoja.
- Säteilyn tyyppi liittyy kohteen sisällä tapahtuviin prosesseihin. Esimerkiksi galaksimme keskellä ovat yksityiskohdat...

# The infrapuna säteily

- William Herschel löysi infrapunanan prisman ja lämpömittarien avulla.
- Se on lämpimien ruumiiden ominaisuus, jopa ne, jotka eivät ole tarpeeksi kuumia lähettämään näkyvää valoa.
- Tämän säteilyn korostamiseksi vahvistamme lämpötilan ja värin vastaavuuden.



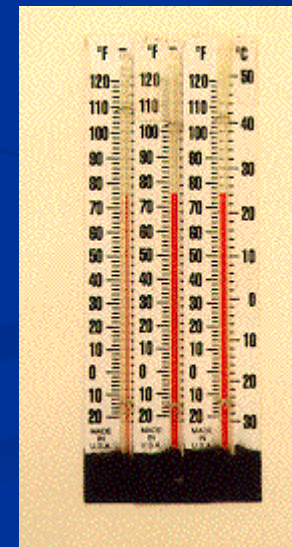
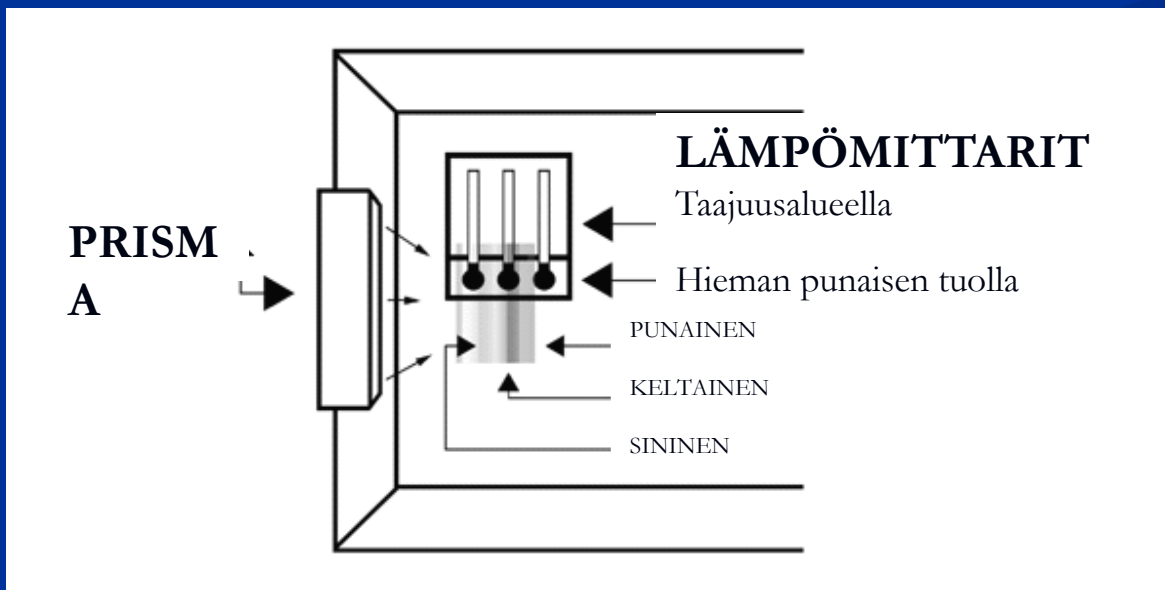
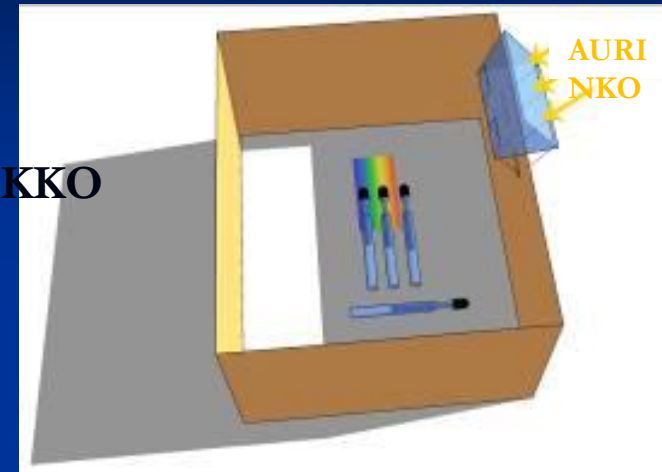
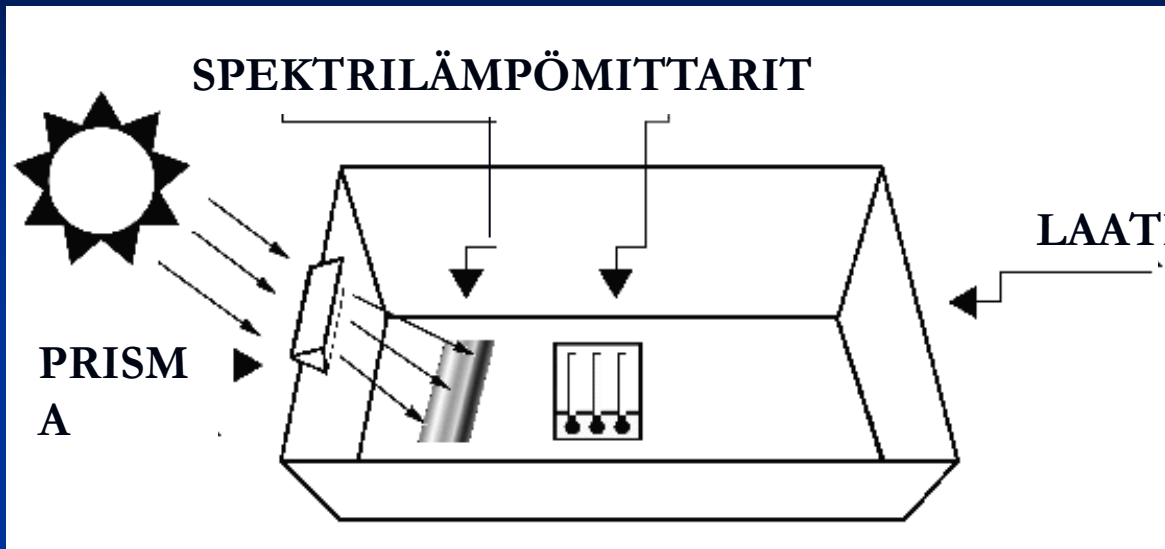


# Toimi 4: Herschel-koe

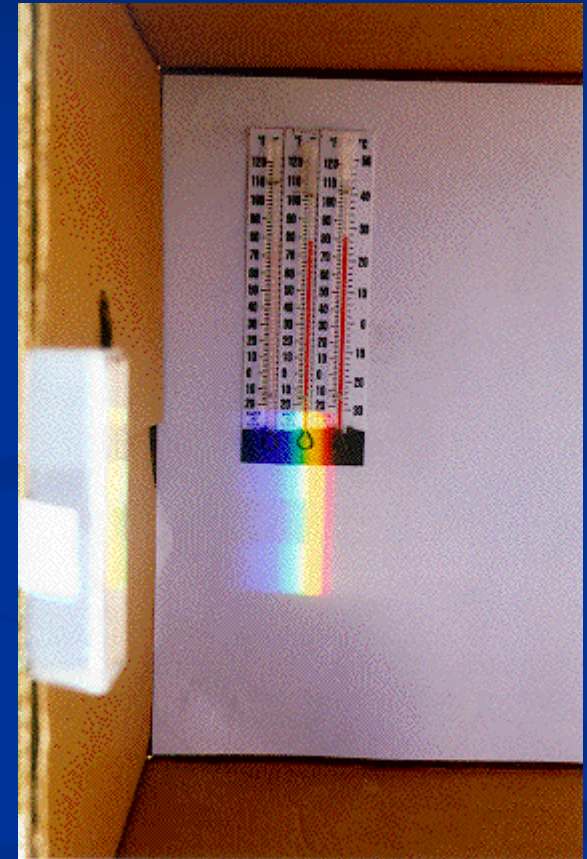
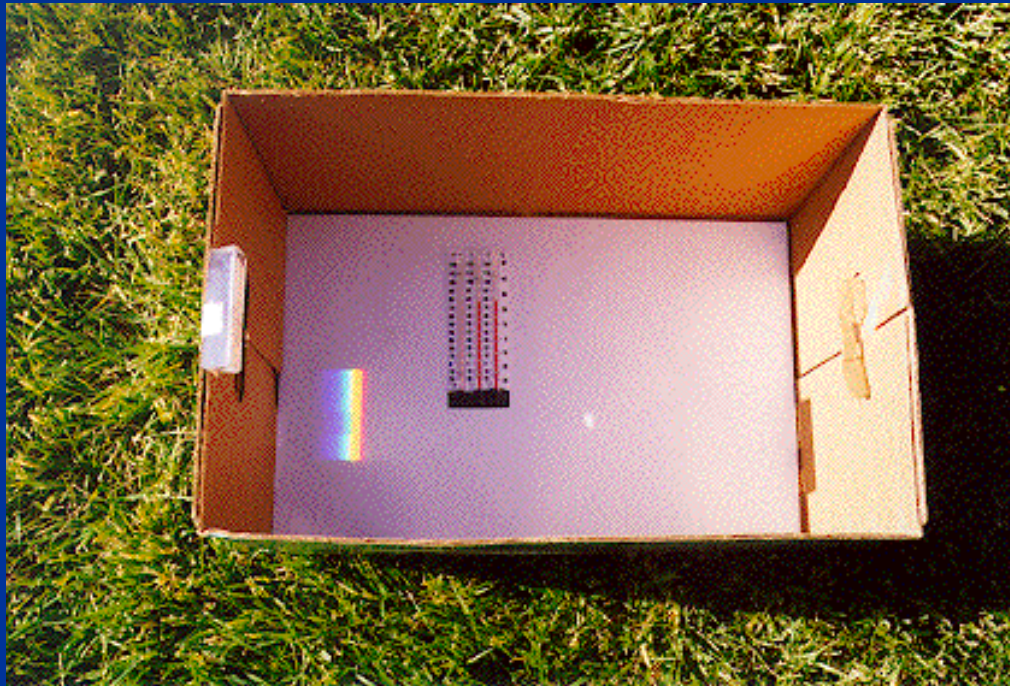


- Vuonna 1800 Herschel löysi infrapunaa auringonvalosta.

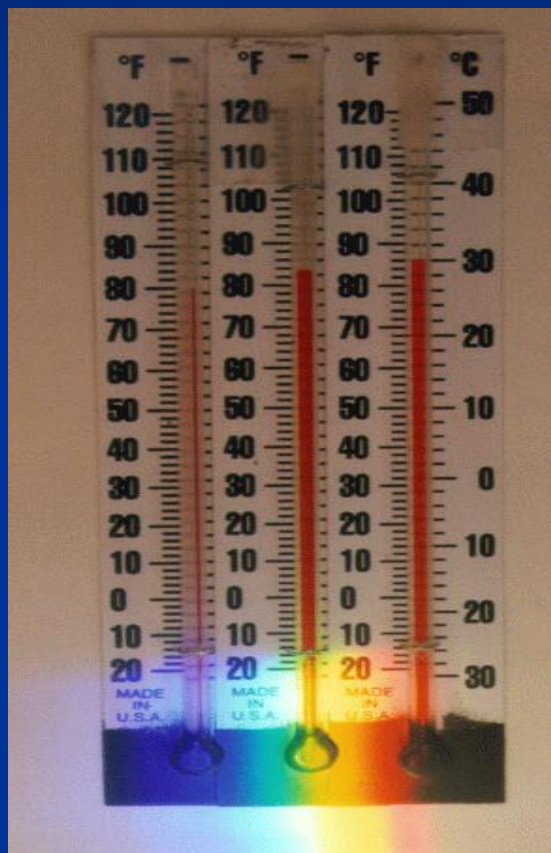
# Toimi 4: Herschel-koe



# Toimi 4: Herschel-koe



# Toimi 4: Herschel-koe



TAULUKKO TIETOJEN KERÄÄMISESTÄ				
	Lämpömittari nro 1 sinisessä	Lämpömittari nro 2 keltaisessa	Lämpömittari nro 3 punaisen takana	Lämpömittari nro 4 varjossa
Jälkeen 1 minuutti				
Jälkeen 2 minuuttia				
Jälkeen 3 minuuttia				
Jälkeen 4 minuuttia				
Jälkeen 5 minuuttia				

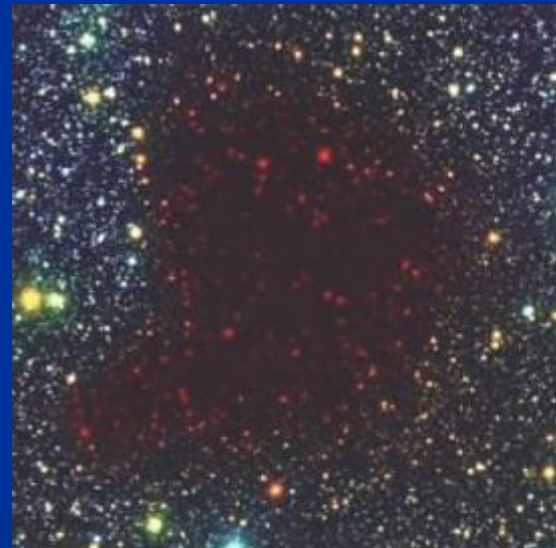
# Toiminto 5: IR-tunnistus puhelimella

- Kaukosäätimet lähettävät infrapunasygnaleja, mutta silmämme eivät näe niitä.
- Monet, mutta eivät kaikki matkapuhelimet kamerat ovat herkkiä IR.



# Infrapunanan voima

- Tähtien välinen pöly imee näkyvää valoa, mutta ei infrapunaa niin paljon.

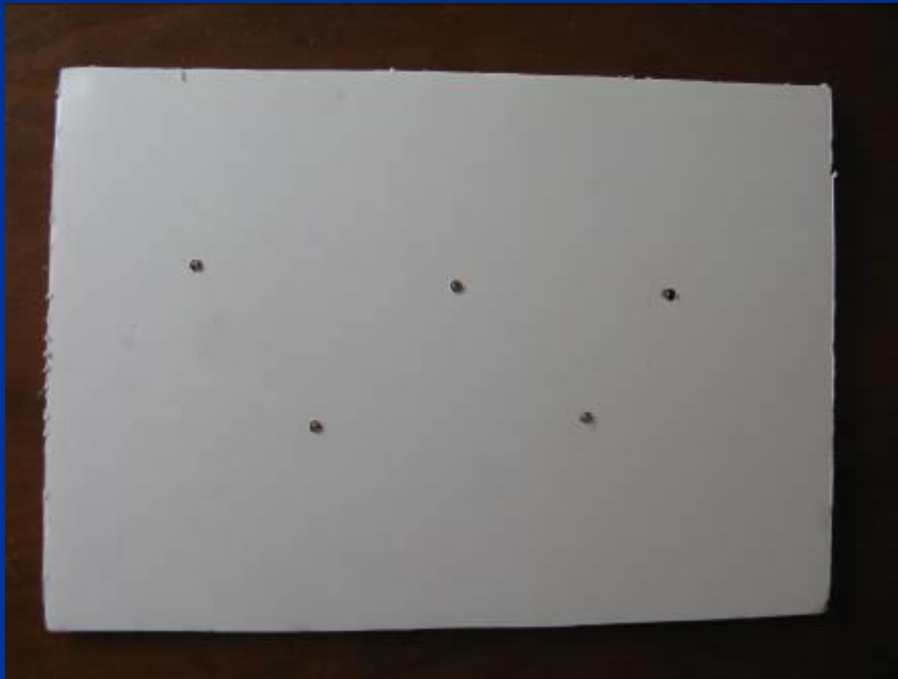


# Toiminto 6: Polttimon IR-valon havaitseminen

- Suurin osa hehkulampun lähettämästä energiasta on näkyvällä alueella, mutta se lähettää myös infrapuna-aallon, joka voi tunkeutua joihinkin kankaisiin, joita ei voi läpäistä näkyvällä säteilyllä.
- Sama tapahtuu galaktisen pölyn kanssa, joka voidaan havaita sen infrapuna-päästöistä, mutta on läpinäkymätön näkyvällä alueella.



# Toimi 7: Tähdistö IR-LEDeillä



Cassiopeia IR-LEDeillä.

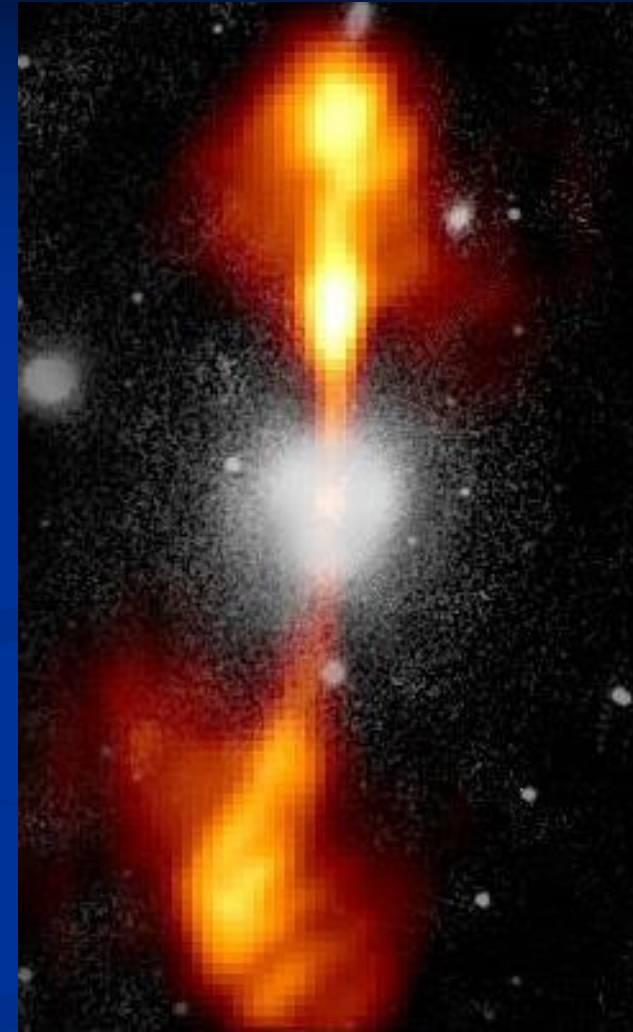
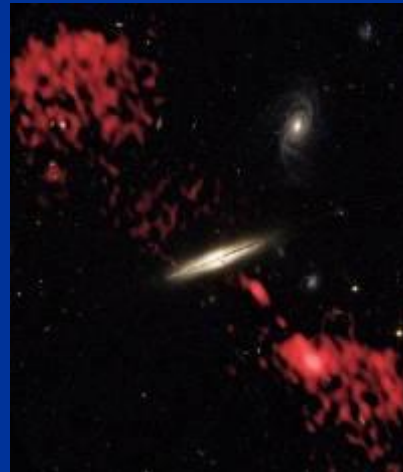


# Toiminto 8: Tähdistö kaukosäätimillä

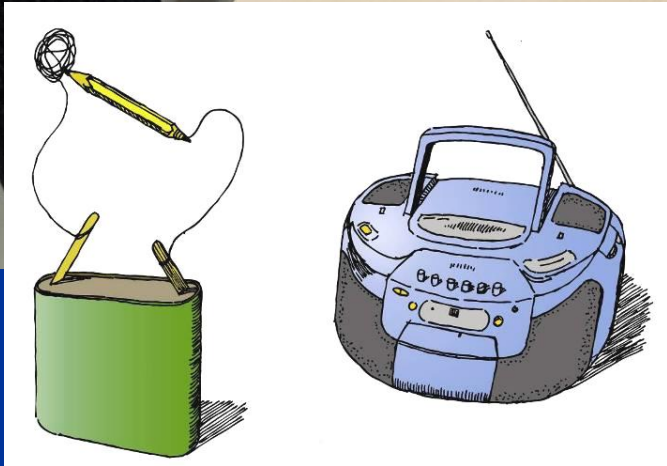
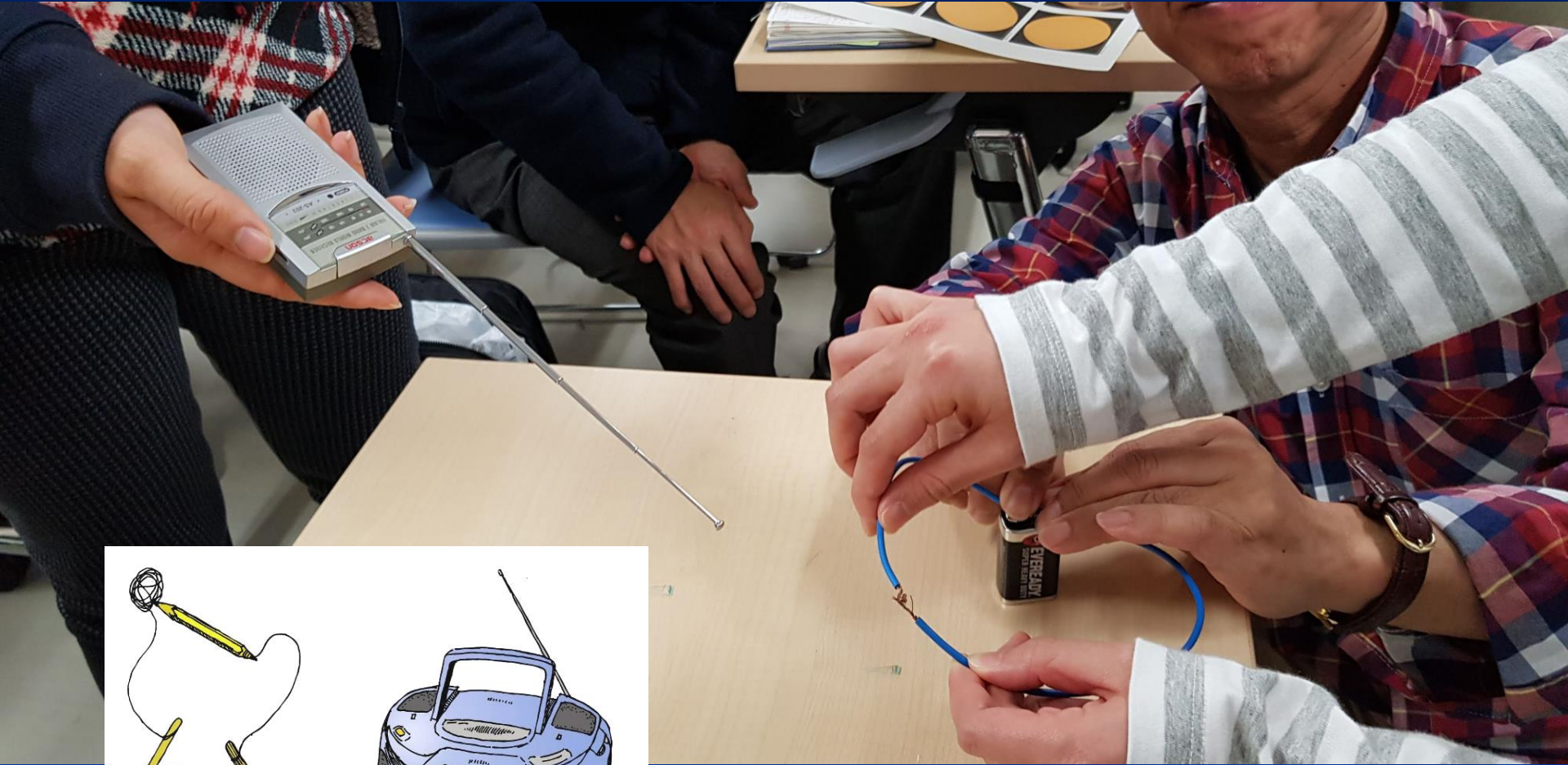


# Radioaaltojen päästö

- EM-säteilyä, jonka aallonpituus vaihtelee metreistä kilometreihin, kutsutaan radioaalloksi.
- Niitä käytetään kaupallisille asemille.
- Radioaallot tulevat myös avaruudesta ja tarjoavat siten tietoa, jota ei voi nähdä muilla



# Toimi 9: Radioaaltojen tuottaminen



# Ultraviolettisäteily

- UV-fotoneilla on suurempi energia kuin näkyvällä valolla. (UV-A-mustaa valoa käytetään kasvien kasvuun)
- UV-C tuhoaa orgaanisten molekyylien väliset kemialliset sidokset. Suurina annoksina UV voi johtaa kuolemaan koko elämän ajan. (UV-C: tä käytetään kirurgiseen materiaalin desinfiointiin)
- UV-C-säteily suodatetaan ilmakehän otsonin avulla. Ilmakehän otsoni muodostuu auringonvalon ja O<sub>2</sub>: n vuorovaikutuksesta, ja se suodattaa lähes kaiken UV-valon mahdollistaen vain elämän kehittymisen.



Johann Ritter löysi  
ultraviolettisäteilyn vuonna  
1801



# Ultraviolettisäteily

- Aurinko säteilee UV-säteilyä, mutta ilmakehämme yläosassa oleva otsonikerros suodattaa suurimman osan siitä; maapallolle saapuva määrä on hyväksi elämälle.
- Tämä säteily saa ihomme ruskettumaan.
- Jos otsonikerros ohenisi, maapallo saisi suurempia annoksia ja ihosyövät lisääntyisivät.



# Ultravioletti valo



Andromeda  
n galaksi  
näkyvässä  
valossa  
(Hubble)



Andromeda  
n galaksi  
UV-valossa  
(Swift)

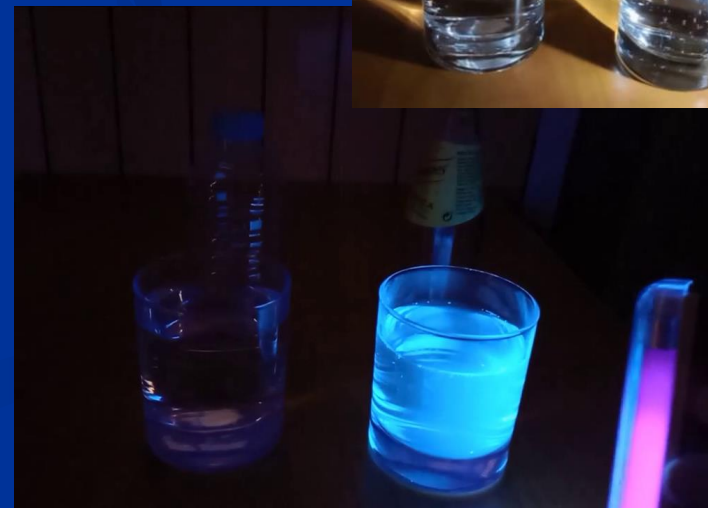
# Aktiivisuus 10: Musta valo (UV)

- On aine, joka lähettää valoa, kun se valaistaan UV. Jos se on FLUORESOIVA, se lähettää valoa vain UV-valon valaisemana.

Lippujen tai passien merkinnät



Toninen vesi, joka sisältää kiniiniä



# Aktiivisuus 11: Musta valo (UV)

- On aine, joka lähettää valoa, kun se valaistaan UV. Jos se on FOSFORECENT, se lähettää näkyvää valoa jonkin aikaa.

Pienet koristelun tähdet



Hätä-julisteet

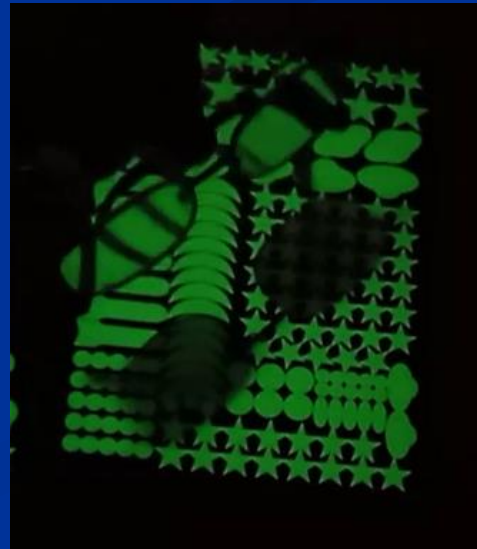
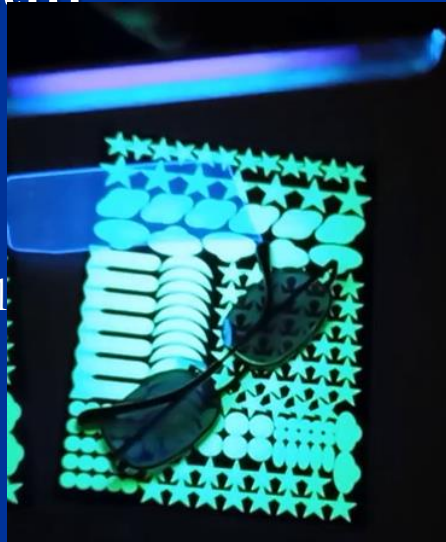




# Aktiivisuus 12: Musta valo (UV)

On olemassa materiaaleja, jotka suodattavat paljon UV-valoa, kuten lasia. Aurinkolasit on valmistettava lasista, ei muovista, suojaamaan verkkokalvoa, joka on epiteelikudos. Jos ne on valmistettu muovista (orgaaninen), niissä on oltava UV-suodatin

Lasit fosforipitoisella materiaalilla, valaistu UV-valolla



Kun poistat lasit, näet, miten ne ovat suodattaneet UV-valoa



# Röntgensäteet

- UV-säteilyä energisempi on röntgensäteily.
- Sitä käytetään röntgenkuvissa ja muissa lääketieteellisissä kuvantamistekniikoissa.



# Röntgensäteet

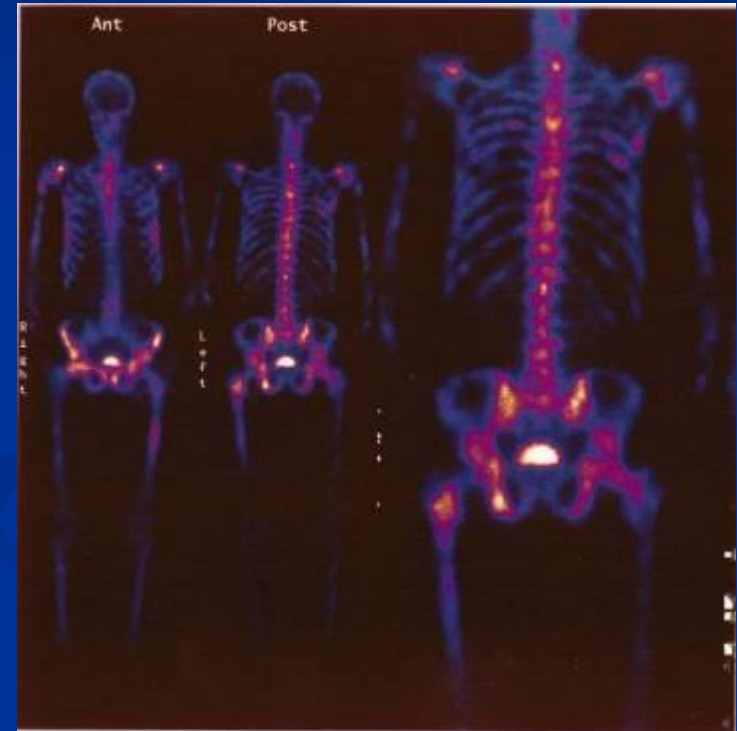
Energisempi kuin UV

- Kosmoksessa röntgensäteily on ominaista korkean energian tapahtumille ja esineille: mustille aukoille, tähtitörmäyksille jne.
- Chandra-avaruusteleskoopin tehtävä on havaita ja seurata tällaisia tapahtumia ja esineitä



# Gammasäteet

- Se on energisin säteily.
- Maapallolla nämä säteet ovat peräisin useimmista radioaktiivisista aineista.
- Röntgenkuvien tavoin molempia käytetään lääketieteessä, kuvantamistutkimuksissa ja hoitomuodoissa esimerkiksi syövän hoitoon.



# Gamma säteet

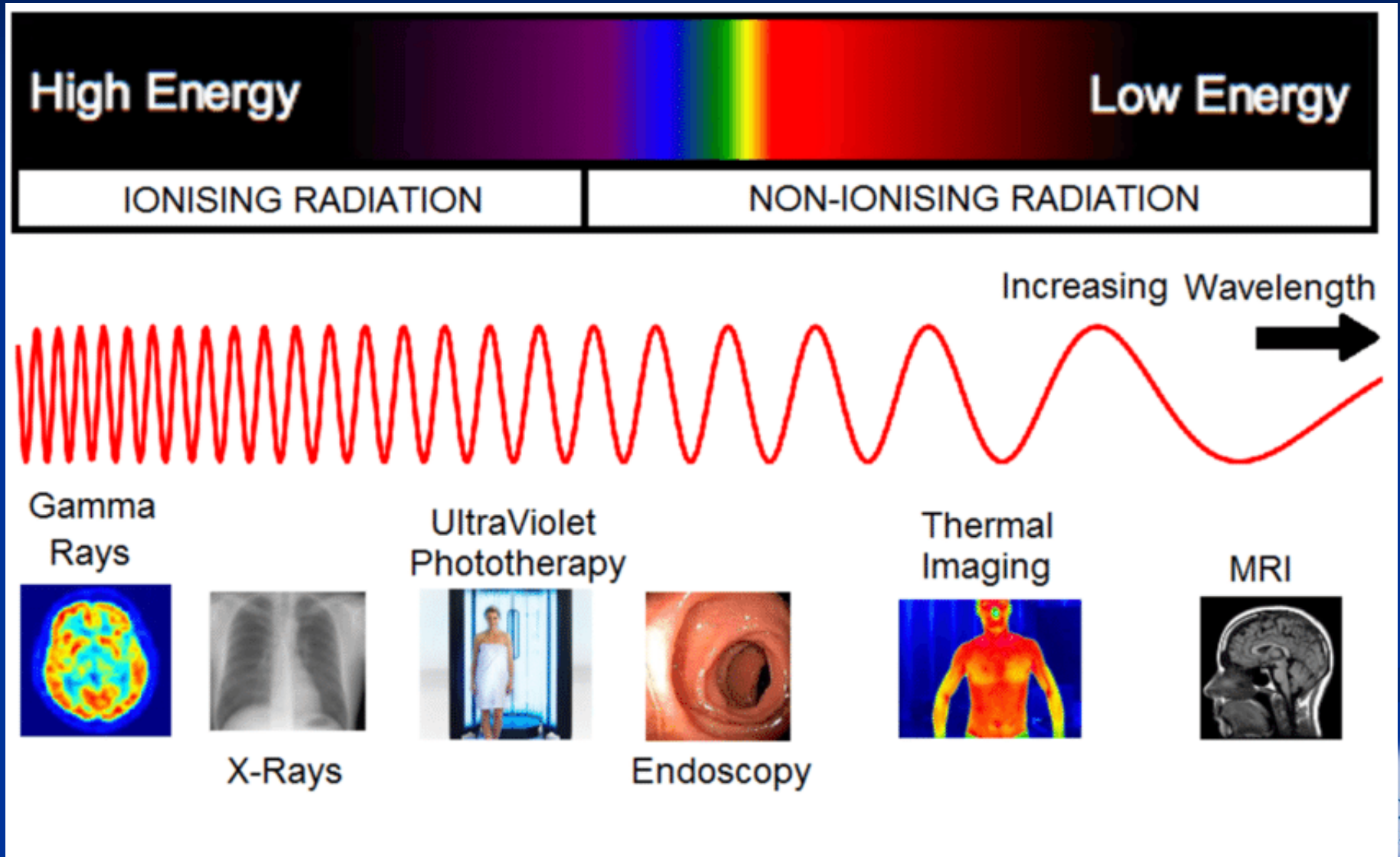
- Gamma säteiden ajoittaiset väkivaltaiset purkaukset eivät ole harvinaisia taivaalla.
- On olemassa erilaisia tyyppejä, jotka kestävät sekunneista tunteihin. Yksi ongelma on määrittellä niiden tarkka sijainti, jotta voidaan tunnistaa, mitkä esineet tuottavat säteilyä.
- Tähtitieteilijät yhdistävät heidät binääritähtien fuusioon, mikä voi johtaa mustan aukon muodostumiseen.



Fermin viisivuotinen näkymä gammataivaalle



# EM-säteilyn käyttö lääketieteessä





Paljon kiitoksia  
huomiostanne!

