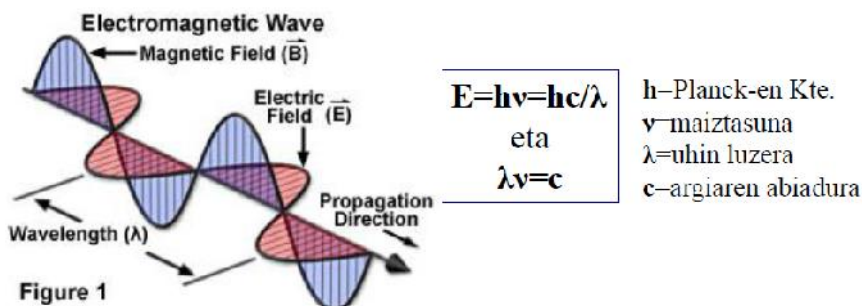
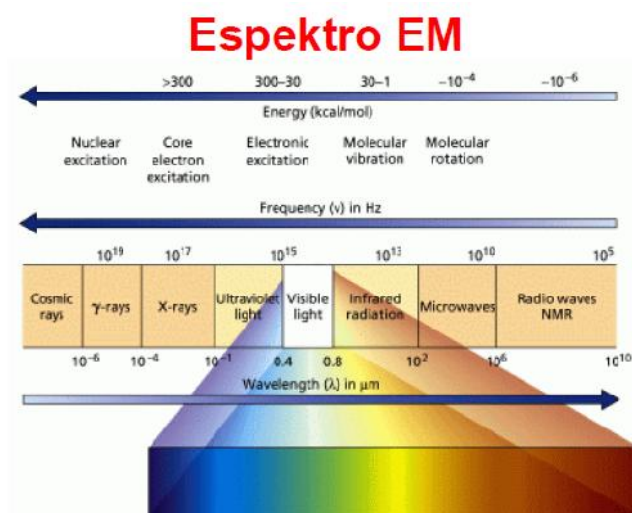


# 0. SARRERA OROKORRA

Argi ikuskorra giza begiak ikusgai duen erradiazio elektromagnetikoa da, zeina osagai elektriko eta magnetikoak dituen uhina den. Osagai hauek plano perpendikularretan hedatzen dira espazioan zehar. Erradiazio hau duen energiaren arabera bereizten da, eta energia hori uhin luzeraren eta maiztasunarekin erlazionatuta dago:

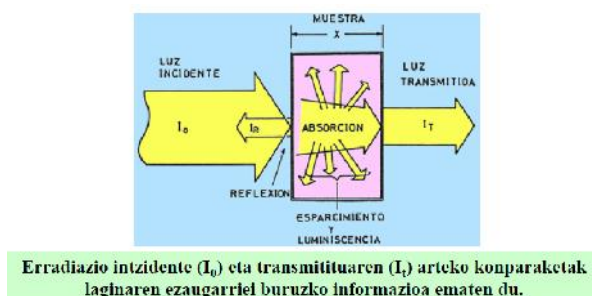


Uhin luzera zenbat eta handiagoa izan erradiazio horren energia baxuagoa izango da eta maiztasuna zenbat eta handiagoa izan, berriz, energia ere handiagoa izango da.



Espektroskopia erradiazio elektromagnetikoaren eta materiaren arteko elkarrekintza aztertzen duen arloa da.

Espektroa argi iturri batek igorritako energiaren uhin luzeraren arabera banaketa da.

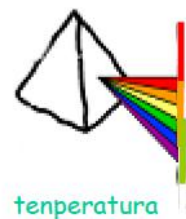


## Espektroskopiaren historia

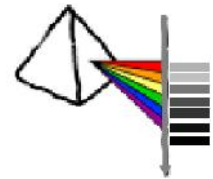
Espektroskopiaren garapena oso garrantzitsua izan da bai mundu mikroskopikoan baita unibertsoa ezagutzeko ere. Esaterako odolean zenbat glukosa edo oxigeno daukagun jakin dezakegu edota NMR bidezko irudiak erabili dira diagnosirako.

Espektroskopia XVII. mendean hasi zen, Newton argiaren oinarritzko naturan zein zen aurkitu zuenean. Isaac Newton izan zen ortzadarra eguzkiaren argi zuriaren banaketaren isla zela esan zuena, 1666an. Koloreen banaketa horri espektro deitu zion, hitz hau erabili zen lehen aldia izanik. Beraz, Newtonek esan zuen eguzkiaren argi zuria kolorez osatuta zegoela, espektroa osatzen duten koloreez alegia. Aurreratzean argia aztertzen jarraitu zuen. Horretarako beirazko prisma bat erabili zuen argia kolore desberdinetan banatzeko eta espektroa pantaila batean jasotzen zuen. Hala, hasi zen espektroskopi-zientzia.

n1800ean, Herschel-ek eguzkiaren argiak ikusgaia ez den beste erradiazioa dagoela frogatu zuen. Berak kolore desberdinen tenperaturak neurtu zituen eta argi gorriak argi moreak baino tenperatura altuagoa zuela konturatu zuen. Gainera, kolore gorritik haratago are tenperatura altuagoa duen erradiazio bat dagoela esan zuen. Hala, aurkitu zuen erradiazio infragorria.



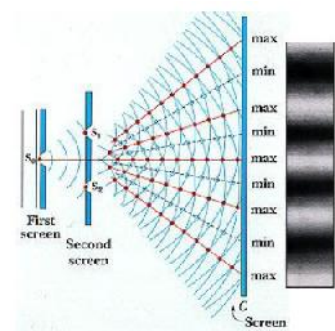
Urtebete beranduago, 1801ean, Ritter-ek argi ultramorea aurkitu zuen. Argazki paperarekin, zilar kloruroarekin eta argiarekin lanean ari zen, izan ere zilar kloruroa erabiltzen da argazki paperetan argiarekin erreakzionatzean prezipitatu eta papera ilundu egiten delako. Hori egiten ari zela, konturatu zuen argazki papera kolore moretik haratago ilundu egin zela, hau da zilar kloruroak zerbaitekin erreakzionatu eta prezipitatu egin zela, erradiazio ultramorearekin alegia.



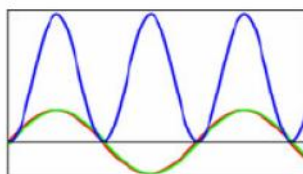
Urte berean, 1801ean, Young-ek argiak uhin izaera zuela esan zuen. Ordura arte argiak izaera korpuskularra zuela uste zen, partikulaz osatuta zegoela. Bere esperimentuan, argi iturri eta pantailaren arteak bi zirrikitu zituen pantaila bat jarri zuen. Argiak izaera korpuskularra izango balu, pantailan bi orban ikusiko lirateke:



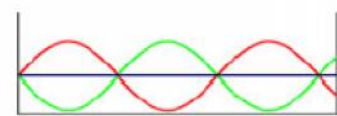
Baina errealitatean ez da hori ikusten: zirrikitu batetik ateratzen diren uhinak beste zirrikitutik ateratzen direnekin elkarrikiten dute, interferentziak sortuz. Interferentzia horiek azaltzeko bide bakarra argiak uhin izaera izan behar duela da.



Interferentzia horiek konstruktiboak (fase berean daude, batukorrak) edo destruktiboak (kontrajarriak) izan daitezke.



Interferentzia konstruktiboak

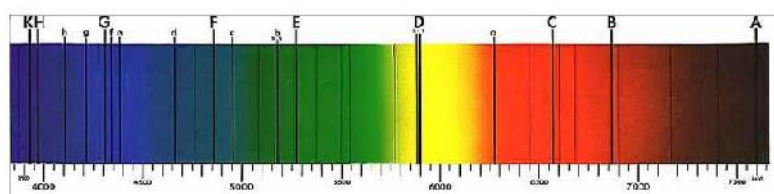


Interferentzia destruktiboak

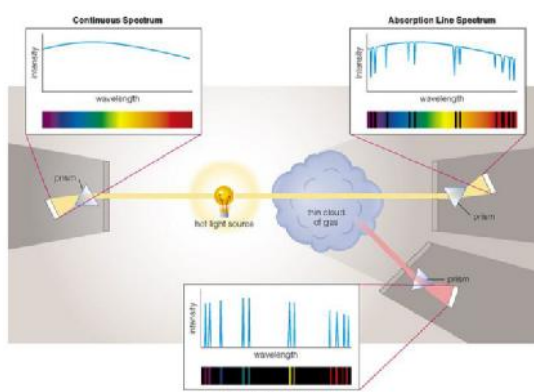
Aurreko orriko adibideetan behatuz, interferentzia destruktiboan ikus daitezke uhin gorria eta berdea kontrako fasean daudela, baten maximoan bestearen minimoa dago. Hortaz, batzean hauen anplitudearen balioa zero izango da.

Interferentzia konstruktiboak maximoak izango dira eta hauek dira txuriak direnak. Interferentzia destruktiboak, berriz, minimoak dira, kolore beltzez agertzen direnak eta hauek ez dute eragiten paperean.

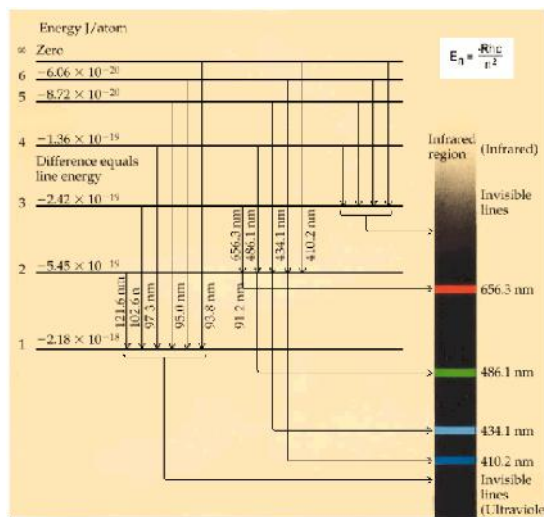
Fraunhofer ikerlaria izan zen espektroskopia kuantitatiboa garatzeko lehen urratsak eman zituen. Konposatu desberdinen espektroak aztertzean tarte beltzak zeudela ohartu zen, hau da espektroa ez dela jarraitua. Prisma desberdinak erabiliz 600 tarte beltz inguru aurkitu zituen. Gerora jakin zen tarte beltz horiek gasek xurgatutako argiari dagozkiela. Atmosferako gasek hainbat maiztasunetako erradiazioa xurgatzen dute eta 600 tarte beltz inguru agertzen dira. Tarte horiei gaur egun “Fraunhofer lerroak” deritze.



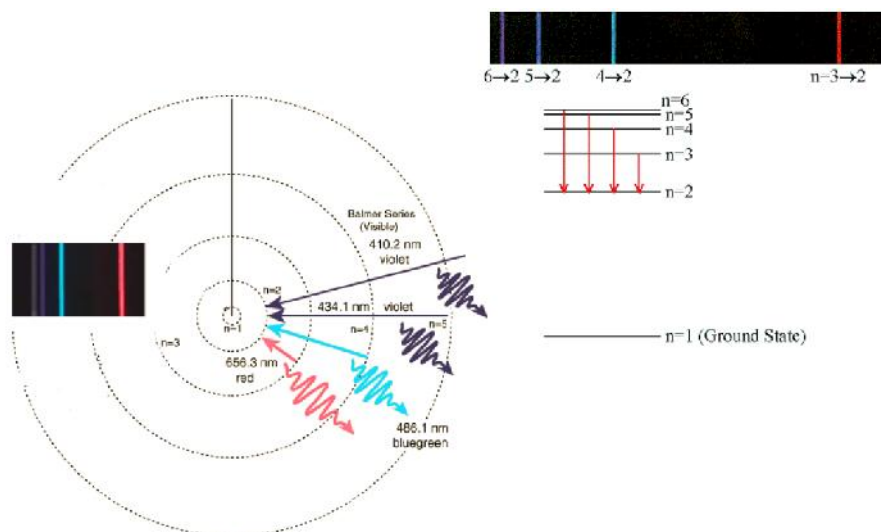
1859an, Kirchhoff-ek elementu edota konposatu bakoitzak berezkoa duen espektroa duela esan zuen. Argi iturriak argi jarraitua igorri eta argiak gas hodei bat zeharkatzen duenean igorritako argiaren espektroan tarte beltzak ageri direla ikus daiteke, eta tarte beltz horiek desberdinak izango dira konposatu desberdinekin. Gainera, igorpen espektroa ere izan dezakete. Hala, substantzia baten espektroak bere konposaketa kimikoari buruzko informazioa ematen du. Hau izan zen espektroskopia zientziaren arlo berriaren hasiera.



1885ean, JJ Balmer-ek hidrogenoaren igorpen espektroa aurkitu zuen. Eta igorpen banda espektral bakoitza trantsizio elektronikoak direla esan zuen. Trantsizio hauek elektroien jauziei dagokie, zeinak energia maila batetik bestera mugitzean (kitzikatuak izan eta gero erlaxatzean) hauen energiaren arabera uhin luzera desberdineko argia igorriko duten. Igorritako fotoiak energia desberdina izango du trantsizio elektronikoaren arabera, eta beraz kolore desberdineko argia igorriko du. Gaur egun, hidrogenoaren igorpen espektroa “Balmeren seriea” bezala ezagutzen da eta formula batez kalkulatu daiteke.



Elektroien jauzia zenbat eta handiago izan, elektroiak orduan eta energia gehiago izango du eta beraz igorriko duen argia energia handiagokoa eta beraz, uhin luzera txikiagokoa izango da.



Annie Jump Cannon-ek izarrak klasifikatu zituen euren igorpen espektroaren arabera. Izar-espektroen argazkiak aztertu zituen eta izarrak beraien espektroaren arabera sailkatu zituen. Espektroskopia aurrerapausa garrantzitsua izan zen astronomiarentzat, izan ere espektroak behatuz izarren konposizioa ezagutu daiteke, astrokimikari hasiera emanez.

Max Planck-ek molekula batek erradiazio energia xurgatu edo igorri dezakeela esan zuen eta xurgatutako edo igorritako energia kantitate horri "kuantu" deitu zion. Kuantu (fotoia azken finean) baten energia erradiazioaren maiztasunaren menpe dago:

$$E_{\text{fotoi}} = h \cdot \nu$$

$h$  = Planck-en konstantea =  $6.6262 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

$\nu$  = maiztasuna

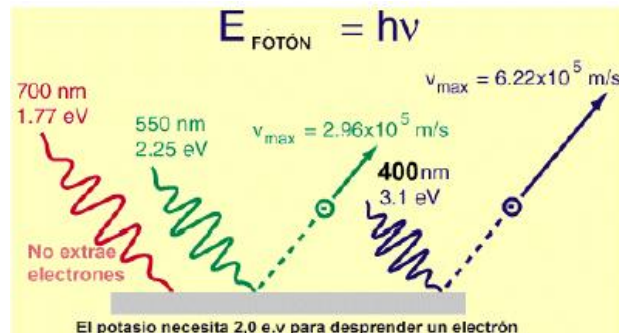
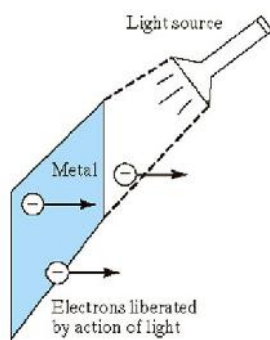
$c$  = argiaren abiadura =  $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\nu = c/\lambda$$

$\lambda$  handia bada ( $\nu$  baxua)  $E$  txikia izango da.

$\lambda$  txikia bada ( $\nu$  altua)  $E$  handia izango da.

Albert Einstein-ek, 1905ean, efektu fotoelektrikoa deskribatu zuen. Efektu hau metal bat argiztatzean honek elektroiak askatzean datza. Argi ultramorearekin elektroiak errazago askatzen direla konturatu zen eta erradiazio infragorriekin ez direla askatzen. Substantzia bakoitzak elektroiak askatzeko energia minimo bat beharko du, fotoi eran, elektroia xaflatik alde egiteko beharrezkoa izango den energia hain zuzen.

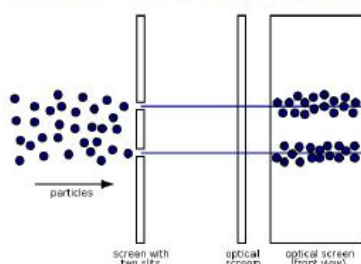


Halaber, argiaren intentsitatea igoz gero, intentsitatea segundoko iristen diren fotoi kopurua izanik, askatutako elektroien kopurua handiagoa izango da fotoi batek elektroia bat askatzeko energia izango duelako, baina, abiadura berdinean askatuko dira. Elektroien abiadura handitzeko, energia handiagoko argiarekin argiztatu beharko da metala, hala, argiaren energia elektroien energia zinetiko bilakatuko da eta beraz, abiadura handituko da. Einstein-ek argiaren izaera korpuskularra defenditzen zuen.

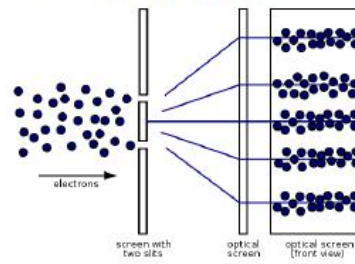
1913an, Bohr-ek hidrogenoaren egitura atomikoa azaldu zuen: elektroiak nukleoaren inguruan orbita diskretu eta zirkularretan mugitzen direla eta elektroiak orbita batetik bestera mugitzean argia igortzen dutela esan zuen, JJ Balmer-ek esan zuenarekin bat etorritik. Elektroien egoera egonkorrean daudenean ez da argirik igorriko, baina elektroia egoera kitzikatu batetik maila energetiko baxuagoko orbital batera pasatzea argia igorriko da. Eredu honek, banda espektralaren arteko energia maila eta erradiazio elektromagnetikoaren maiztasuna uztartzen zituen.

Baina, elektroiak uhin ala partikula izaera dute? Bada, izaera duala dute, uhin eta partikula izaera baitute, erradiazio elektromagnetikoa bezala. Elektroien portaera aztertzeko, Young-ek egindako esperimentu bera burutu zen eta lortutako emaitzetan interferentziak zeudela ikusi zen:

**Partikulak bezala jokatu balute:**



**Benetan gertatzen dena:**



Mekanika kuantikoa 1926 eta 1927an proposatu zen Erwin Schrodinger eta Werner Heisenberg-en eskutik. Mekanika kuantikoak elektroiei bat leku konkretu batean egoteko probabilitatea ematen du.

1926an Schrodinger-ek uhin funtzioa proposatu zuen. Elektroiei ekuazio diferentzial moduan deskribatu zituen, Schrodinger-en ekuazioaren bidez. Ekuazio honen soluzio posibleei uhin funtzio esaten zaie, oszilakorrak direlako. Uhin funtzioaren karratuak elektroien posizioaren probabilitateak adierazten ditu, probabilitate horiek "orbitalak" izango direlarik.

1927an, Heisenbergekin ziurgabetasunaren printzipioa proposatu zuen: ezinezkoa da partikula baten kokapena (posizioa) eta mugimendua (momentu lineala) ezagutzea aldi berean, posizioa badakigu ez dugu ziurtasunez honen momentu lineala jakingo eta alderantziz.

