

I.3. A kvantumosság megjelenése a fizikában

Három meghatározó kísérleti eredmény:

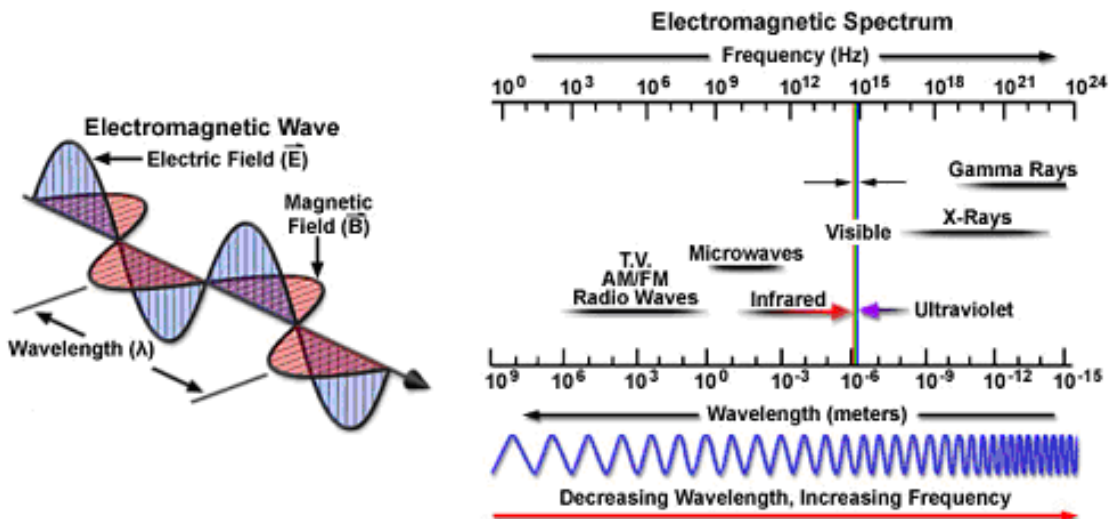
I.3.1. A H-atom színképe (Balmer-képlet, 1885)

<http://csep10.phys.utk.edu/astr162/lect/light/absorption.html>

Bevezetés:

a) A fényvel kapcsolatos alapfogalmak

Fény: az *elektromágneses sugárzás* egy tartománya



Elektr. és mágn. térerő Az el.mágn. sugárzás tartományai
(Megjegyezni: a sorrendet, és : látható fény 400 – 800nm)

Alapfogalmak. λ : hullámhossz [m], ill. nm, Å, stb.;

ν : frekvencia [1/s]; (periódusidő: $\tau = 1/\nu$)

ν^* : hullámszám $1/\lambda$ [1/m], inkább: $1/\text{cm}$ (cm^{-1});

c : fénysebesség [m/s] 3×10^{10} cm/s

Összefüggés : $\nu = c/\lambda$; $\nu = c\nu^*$

transzverzális hullám: a haladás irányára \perp rezeg csak.

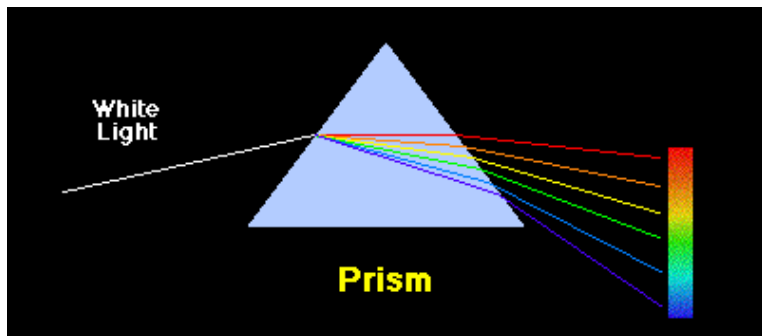
polarizáció: egy síkban rezeg csak a hullám (pl. lézer)

b) Mi a spektroszkópia?

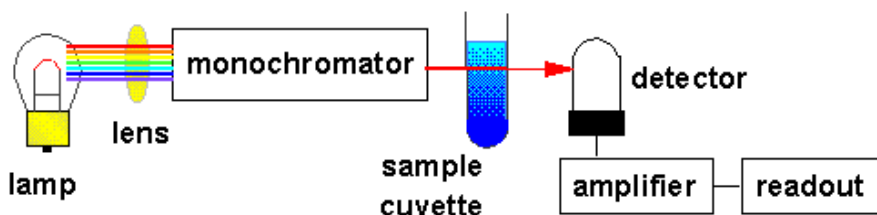
Az anyagok fényt nyelnek el (abszorpció), ill. bocsátanak ki (emisszió).

Az, hogy az (összetett) fény komponensei közül melyeket, milyen mértékben nyel el (ill. bocsát ki) egy anyag, nagyon jellemző az adott anyagra.

A fény komponensekre bontásának legegyszerűbb módja: prizma (gyakorlat ma inkább: optikai rács)



Egy („egysugaras”) spektrométer elvi vázlatja:

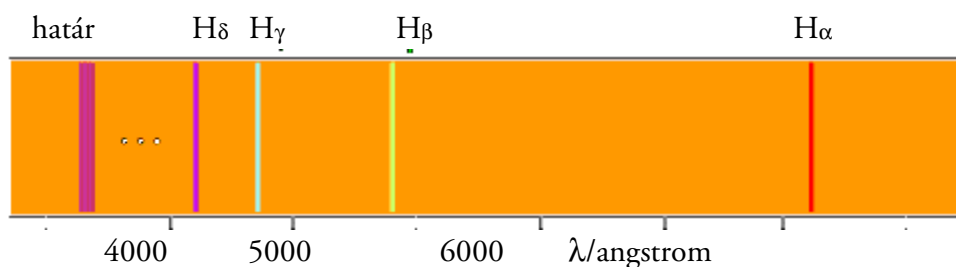


Az atomos hidrogén spektruma (Angstrom) és a Balmer-képlet (1885)

A látható fény tartományában Angstrom 4 vonalat észlelt:

410 nm, 434 nm, 486 nm, and 656 nm.

sorozat



Balmer szerint ezekre egyszerű képlet adható:

$$\text{A Balmer-képlet: } 1/\lambda = \text{const. } (1/2^2 - 1/n^2)$$

ahol $n = 3, 4, 5, 6$

2011/3

<http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/webdocs/Electrons/Balmer-Formula.html>

Történet:.. Balmer was nearly 60 years old and taught mathematics and calligraphy at a high school for girls ... Balmer was devoted to numerology and was interested in things like how many sheep were in a flock or..He had reconstructed the design of the Temple given in Chapters 40-43 of the Book of Ezekiel in the Bible. ... One day, as it happened, Balmer complained to a friend he had „run out of things to do.” The friend replied: „Well, you are interested in numbers, why don't you see what you can make of this set of numbers that come from the spectrum of hydrogen?” (In 1871 Ångström had measured the wavelengths of the four lines in the visible spectrum of the hydrogen atom.) ... Balmer published his work in two papers, both published in 1885. The first, titled 'Notiz über die Spektrallinien des Wasserstoff,'...)

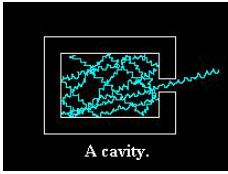
A mai, általánosabb forma:

$$1/\lambda = R (1/n_1^2 - 1/n_2^2)$$

R - Rydberg-állandó = 109678 cm⁻¹

I.3.2. A feketetest sugárzása

Black-body radiation. *When an object is heated, it emits radiation consisting of electromagnetic waves with a broad range of frequencies. The intensity varies with the frequency of the radiation. As the temperature increases the dominant frequency increases. A **black body** is a body that completely absorbs all the electromagnetic radiation falling on it. Inside a cavity, e.g. a closed heated oven, the radiation is continuously being absorbed and reemitted by the walls. A small opening in the cavity will act as a source of radiation. It will give off radiation characteristic of a black body.*



Under equilibrium conditions, the radiation depends only on the temperature.

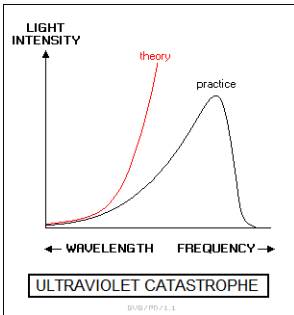
A sugárzás frekvenciaeloszlása a klasszikus fizika szerint NEM értelmezhető!!

Planck, 1900: kísérlettel egyezés csak akkor van, ha feltesszük: a falat alkotó oszcillátorok energiája **hν** kvantumokból áll.

(Ő maga is nagyon bizonytalan, hogy mit jelenthet ez. ..

[Képletben: ϵ_ν (átlag) = $\{h\nu \exp(-h\nu/kT) + 2h\nu \exp(-2h\nu/kT) + 3h\nu \exp(-3h\nu/kT) + \dots\} / \{1 + \exp(-h\nu/kT) + \exp(-2h\nu/kT) + \exp(-3h\nu/kT) + \dots\} = h\nu / (\exp(+h\nu/kT) - 1)$] részletek pl. J. Norwood, Századunk fizikája, Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1981., 74-

86. o. Fotoelektromosság (alább) is jó ott.



I.3.3. A fotoelektromos effektus.

Kísérlet: Philipp Lenard ('Lénárd Fülöp, magyar Nobel-díjas' ?!

Vákuumcsőben (ma: TV-képcső) elektronok kilépése \Rightarrow áram; bizonyos frekvencia alatt (piros fény) nincs áram, akármilyen erős a megvilágítás. Hullám esetén ez teljesen érthetetlen.

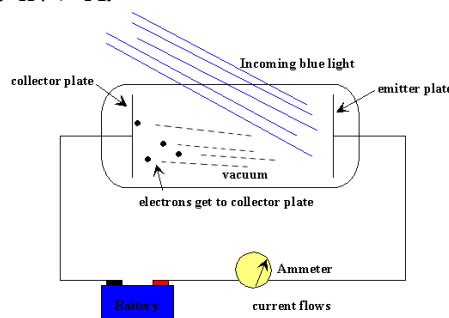
Einstein, 1905: használjuk fel Planck „kvantumjait”.

A foton energiája legyen kvantált: **E = hν**

A kilépő elektron mozgási energiája ekkor:

$$E_{kin} = h\nu - A; \quad \text{ahol } A: \text{ kilépési munka.}$$

Az elektron csak akkor tud kilépni, ha $h\nu > A$.



Megj.: később látni fogjuk, az **E = hν** összefüggésen alapul az egész, modern **spektroszkópia!**