

# 18. tétel: Az anyag kettős természete

## A fény hullámtermészete:

- A fény hullámtermészetét az interferencia, fényelhajlás, és a polarizáció jelensége bizonyítja (hullámtulajdonságok)
  - **interferencia:** az a jelenség, amelynél a hullámok találkozásából származó eredő hullámkép erősítésekből és gyengítésekből áll.
    - Pl. a szappanhártyán vagy az olajfolton látható színes csíkok a fényinterferencia következményei.
  - **elhajlás:** a hullám terjedési irányának változása, ha valamilyen akadály áll a hullám útjában.
    - Amennyiben ez az akadály egy optikai rács, a rács lehetővé teszi a fény hullámhosszának mérését, és alkalmazható színek előállítására.
  - **polarizáció:** a tranzverzális hullámokban, több síkban is terjedhetnek rezgések.
    - Ha egy ilyen hullámot keskeny résen bocsátunk át, a résből csak olyan hullámok lépnek ki, amelyek rezgésiránya párhuzamos a rés irányával.
    - Alkalmazása: polárszűrők (fényképezőgép, napszemüveg-tükröző felületek zavart fényének kiszűrése)

## A fény részecsketermészete:

- Részecsketermészetét az bizonyítja, hogy hat rá a gravitáció.

## Fényelektromos jelenség:

- A különböző fémekből megfelelő megvilágítás hatására elektronok lépnek ki.
- Ez a **fotoeffektus**.
- A fény képes elvégezni az elektronok kilépési munkáját, ami által létrejöhet a jelenség, azonban ezt nem a megvilágítás erőssége, hanem a megvilágító fény frekvenciája határozza meg.
- Tehát a kilépő elektronok sebessége csak a megvilágító fény frekvenciájától és a fém anyagára jellemző kilépési munkától függ.
- A fotoeffektus csak akkor jöhet létre, ha a fény frekvenciája nagyobb egy küszöbnél, a határfrekvenciánál.
- A fényelektromos jelenség magyarázatára Albert Einstein kidolgozta a fény fotonelméletét.
- Abból a feltevésből indult ki, hogy a fény elemi, oszthatatlan energiacsomagként (részecskéként, amit fotonnak nevezett el,  $E=h \cdot f$  energiaadagokkal ( $h$ =Planck állandó)) viselkedik akkor, ha a fém felületén elnyelődik.
- Ez a  $h \cdot f$  energiaadag fedezi az elektron kilépési munkáját (a fennmaradó rész mozgási energia formájában marad meg).
  - **Alkalmazása:** riasztóberendezések, automatikus berendezések (aut. bekapcsolódó világítás, ajtók, felvonók zárását ellenőrző biztonsági berendezések...), napelem (félvezető anyagból készült fényelektromos érzékelő, melyben fény hatására feszültség keletkezik, és áram indukálódik.)
  - Fényelektromos egyenlet:  $h \cdot f = W_{ki} + \frac{1}{2} m \cdot v^2$

## Albert Einstein munkássága: (1879.Németo.-1955 USA)

- Német fizikus, a modern elméleti fizika egyik megalapozója.
- 1905-ben megalkotta a speciális, majd 1916-ban az általános relativitáselméletet.
- Jelentőset alkotott a kvantummechanika területén: ő vezette be a fénykvantumok fogalmát, és megadta a fényelektromos-jelenség elméleti magyarázatát.
- Brown-mozgással kapcsolatos tanulmányai bizonyították az atomok létezésére.
- A Bose-Einstein eloszlás, mint azóta kiderült, a bozonok (pl. a fotonok) eloszlását írja le.
- 1921-ben megkapta a fizikai Nobel-díjat.

- A **fotocella** működése a fotoeffektuson alapul.
  - A fotokatódba becsapódó foton a fotokatódból egy elektront üt ki.
  - A kiütött elektronok a pozitívan töltött anód felé repülnek tova és az így keletkezett áramot mérjük.
  - A fotokatódot érő beeső fotonok fluxusa arányos a mért árammal.
  - Fotocella előnyei: olcsó, egyszerű és - ami a legfontosabb – lineáris karakterisztikájú.
  - Azonban alacsony az érzékenysége, külső áramra van szüksége és különböző fotokatódoknak különböző az átviteli karakterisztikájuk (más hullámhosszú fotonokra más az áram/beeső foton fluxus arány.)
  - **A foton** tehát az elektromágneses sugárzás elemi részecskéje.
    - Energiája a Plank-állandó és az elektromágneses hullám frekvenciájának szorzata:  

$$h \cdot f = m \cdot c^2$$
Tömege (nyugalmi tömege nulla):  $m = (h \cdot f) / (c^2)$
    - A foton sebessége  $c$  (fénysebesség), tehát a lendülete:  $I = m \cdot c = h \cdot f / c$

A fizikában **hullám-részecske kettősségnek** nevezzük azt a koncepciót, hogy a fény és az anyag mutat mind hullám-, mind részecsketulajdonságokat. Ez a kvantummechanika egyik központi fogalma.

### **Louis-Victor de Broglie:**

- Megfogalmazta a de Broglie hipotézist (de Broglie féle hullámhossz) amiben azt állította, hogy minden anyagnak van hullámtermészete.
- Összefüggésbe hozta a  $\lambda$  hullámhosszat a  $p$  impulzussal.
- Szigorúan vett tudományos munkáján túl Louis de Broglie gondolkodott és írt a tudományfilozófiáról, beleértve a modern tudományos felfedezések értékét. Louis de Broglie így egy új területet teremtett a fizikában, a hullámmechanikát, egyesítve a fény és az anyag fizikáját.
- Ezért 1929-ben fizikai Nobel-díjban részesült.
- Ezen munkájának alkalmazásai közé tartozott az elektronmikroszkóp kifejlesztése, ami sokkal jobb felbontással rendelkezik, mint az optikai mikroszkóp, köszönhetően az elektronnak a fotonéhoz képest rövidebb hullámhosszának.

### **Anyaghullám:**

- Anyagi részecskékhez rendelhető hullám.
- Először amerikai fizikusok mutatták ki az anyaghullámokat kísérletileg: nagy sebességgel repülő elektronok találkozásakor interferencia jön létre, az interferenciakép koncentrikus gyűrűkből áll.
- Egy részecske anyaghullámának hossza annál kisebb, minél nagyobb a részecske sebessége és tömege.