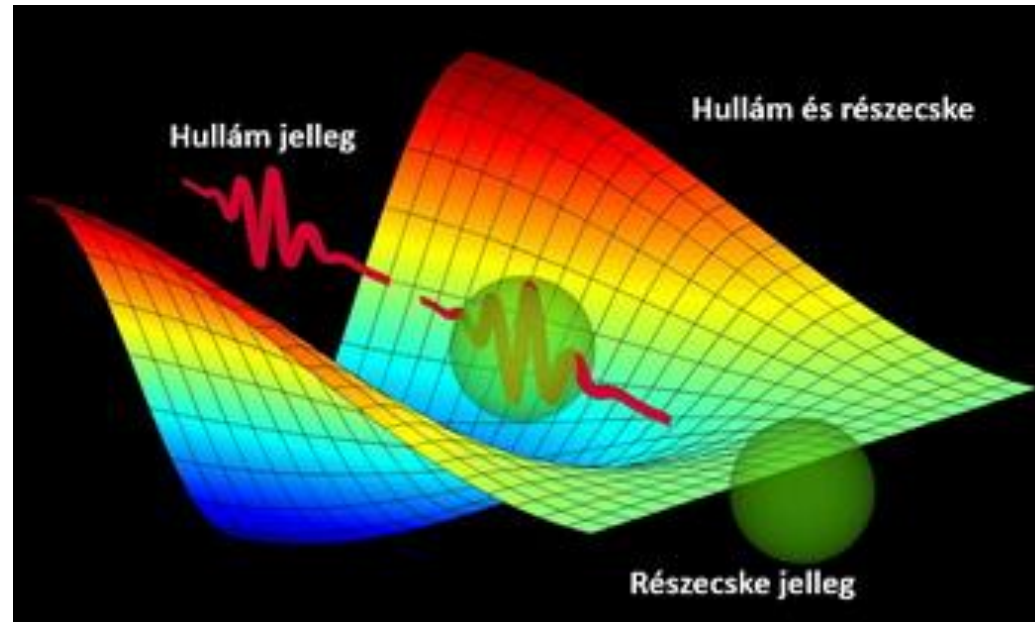
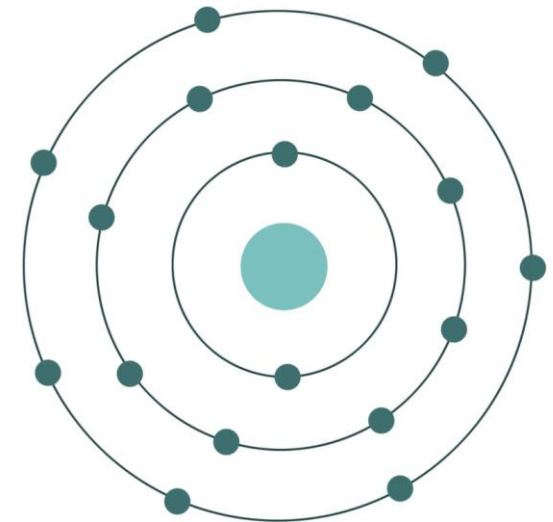
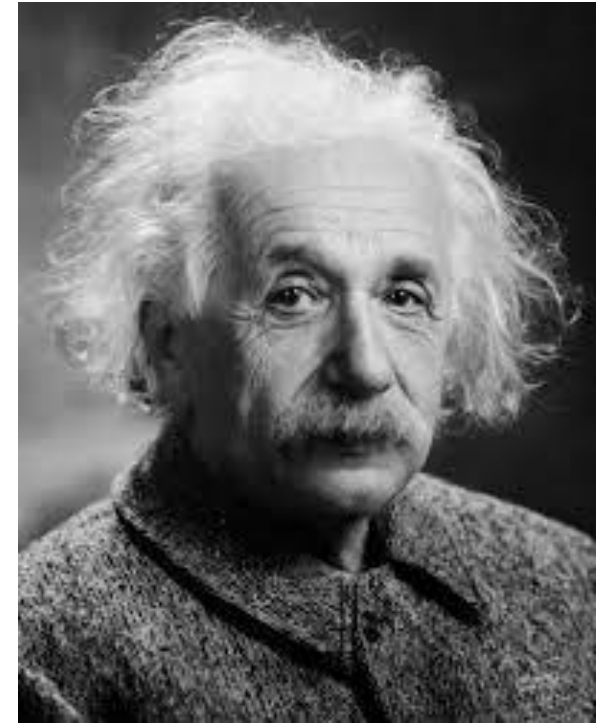


Az elektron kettős természeté, a kvantummechanika kialakulása



Az előző részek tartalmából:

- Foton kettős természetének felfedezése
- Bohr atommodellje



Louis De Broglie anyaghullám-hipotézise

- Vizsgáljuk a foton lendületét:

$$m * c^2 = h * f$$

$$p = m * c = \frac{h * f}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

- Kettős természet kiterjesztése más részecskékre is



Kis számolás

- 1kg-os test 1m/s-mal halad. Mekkora a hullámhossza?

$$p = m * v = 1kg * 1m/s = 1kg * m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,626 * 10^{-34} J * s}{1kg * m/s} = 6,626 * 10^{-34} m$$



- Makroszkópikus világban nincs jelentősége, érzékelhetetlen.

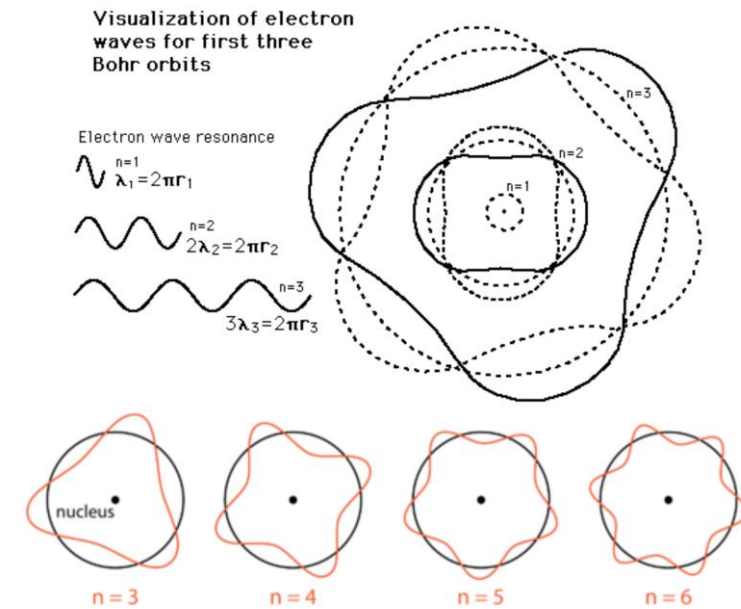
Anyaghullám összeegyeztetése a Bohr- modellel

- Bohr 3. axiómája: Elektronpályák csak ott lehetségesek, ahol teljesül a következő feltétel: (n egy természetes szám)

$$m * v * r = n * \frac{h}{2\pi}$$
$$p = m * v$$
$$2\pi * r = n * \frac{h}{m * v} = n * \frac{h}{p} = n * \lambda$$

↓

- Csak állóhullám létrejötténél van elektronpálya

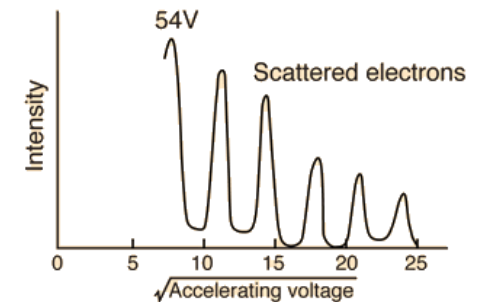
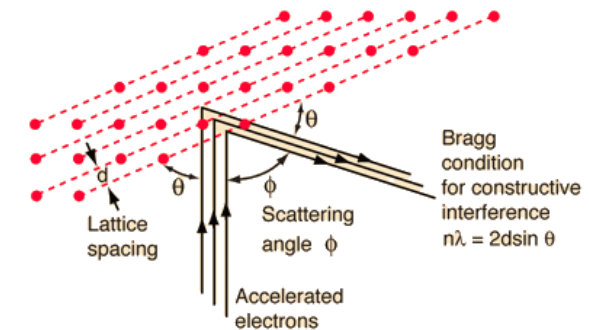
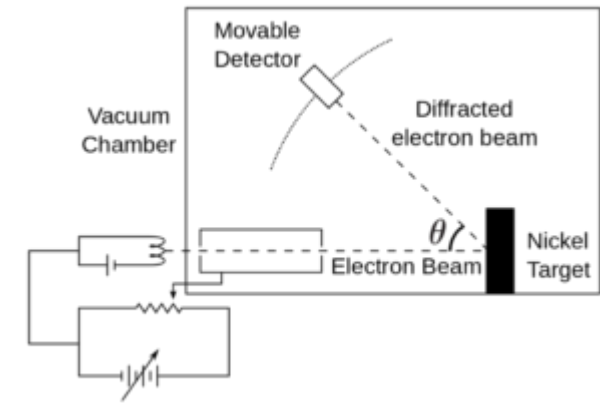


Davisson és Germer kísérlete

- Nikkelfelület bombázása elektronokkal
- Határozott csúcsok a visszavert elektronnyaláb képében



- Interferencia képe \rightarrow hullámtermészet kimutatása



Kísérlet működése, matematikája

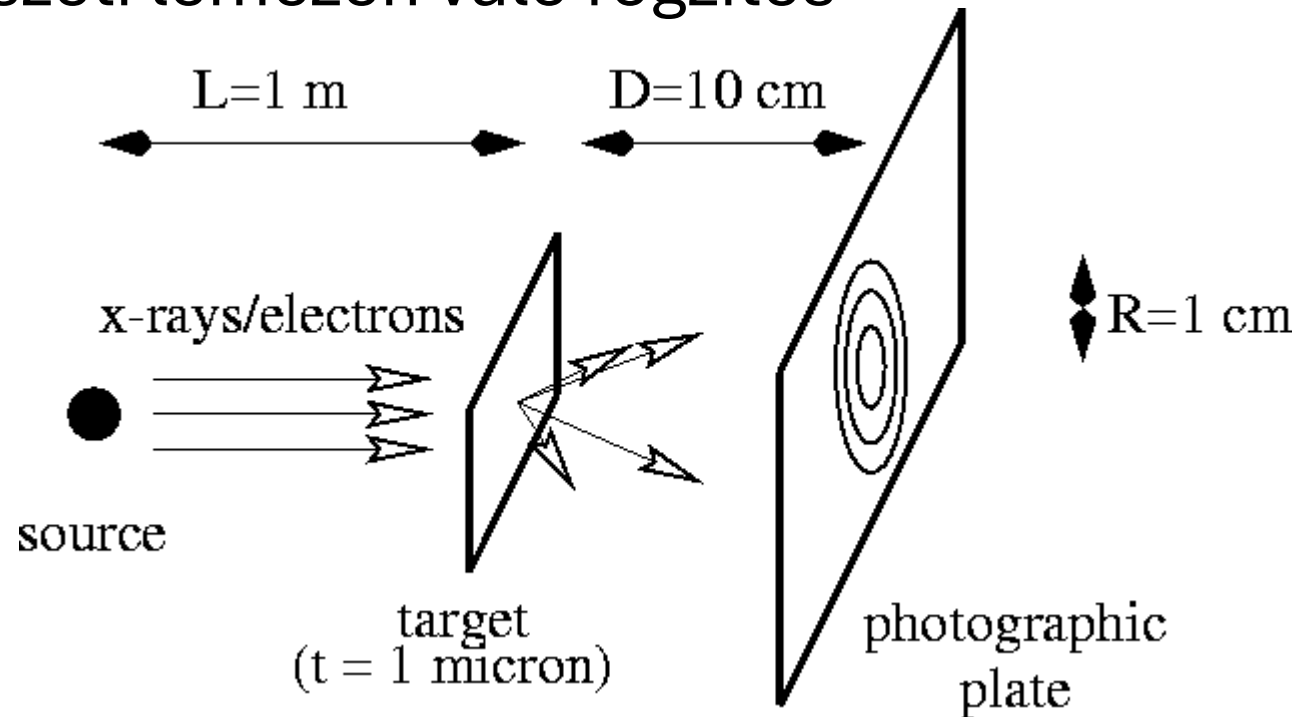
- Legélesebb maximum 54 V feszültségnél, 50°-os visszaverődésnél
- Erősítés feltétele: $\Delta s = k * \lambda = d * \sin \alpha$
 - d a rácsállandó, esetünkben a nikkel atomjai közti táv (0,216 nm)
 - Legerősebb erősítési hellyel számolva k=1

$$\lambda = \frac{d * \sin \alpha}{k} = \sin 50^\circ * 0.216 \text{ nm} = 0,165 \text{ nm}$$

- Az elektron az U gyorsítófeszültség hatására tesz szert a lendületére:
 - Munkatételt alkalmazva: $\frac{1}{2} m * v^2 = U * e = \frac{p^2}{2m} \longrightarrow p = \sqrt{2m * U * e}$
 - De Broglie összefüggése: $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m * U * e}} = \frac{1,228 \text{ nm}}{\sqrt{54}} = 0,167 \text{ nm}$

G.P. Thomson kísérlete

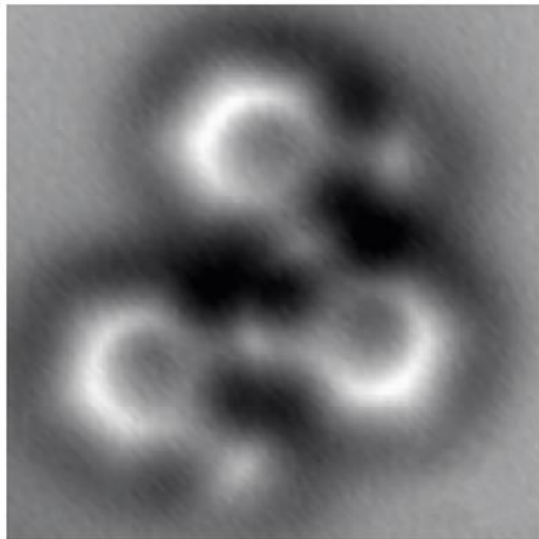
- Első tudatosan tervezett elektronfrekvencia-kísérlet
- Elektronok lövése egy $3 \cdot 10^{-8}$ nm vastag celluloidrétegre
- Fényképezési lemezen való rögzítés



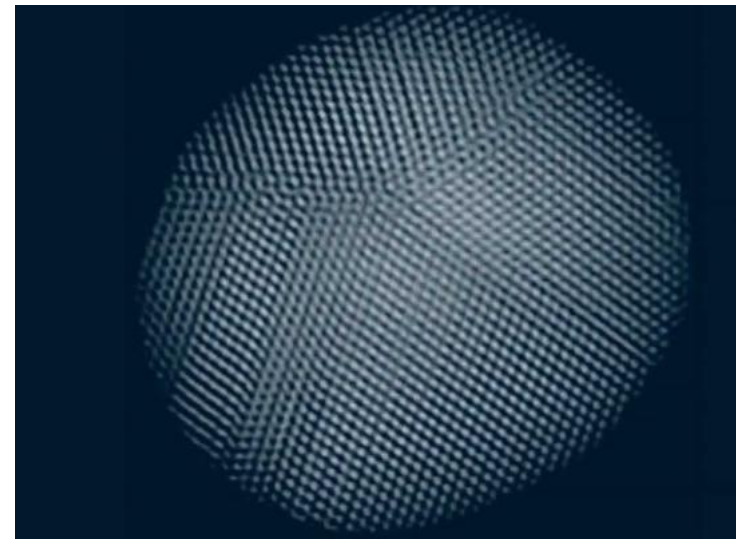
Elektron kettős természetének gyakorlati felhasználása:

Elektronmikroszkóp

- Már kis gyorsítófeszültség mellett is kis hullámhossz
- ↓
- Csak nagyon kicsi tárgy esetén lesz az elhajlás zavaró
- ↓
- Nagyobb felbontás érhető el, mint egy fénymikroszkópnál



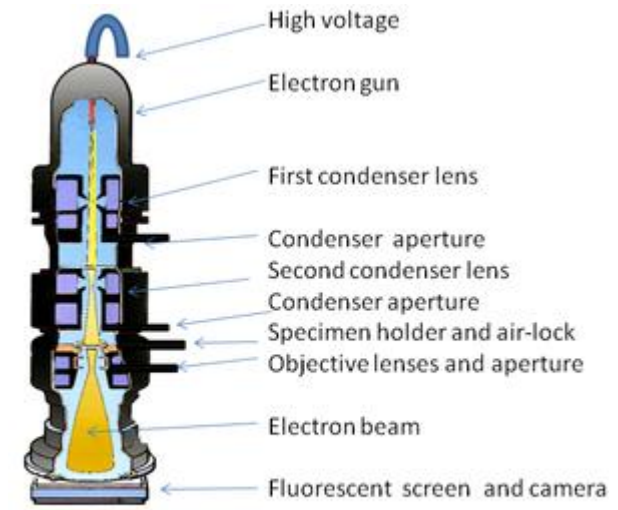
Kép egy molekuláról



Kép atomokról

Elektronmikroszkóp működése

- Elektronágyú
- ↓
- Katód-anód (gyorsító)
- ↓
- Elektromágneses lencsék
- ↓
- Minta
- ↓
- Elektromágneses lencsék
- ↓
- Ernyő
- ↓
- Vákumpumpák(10^{-5} – 10^{-8} Pa)

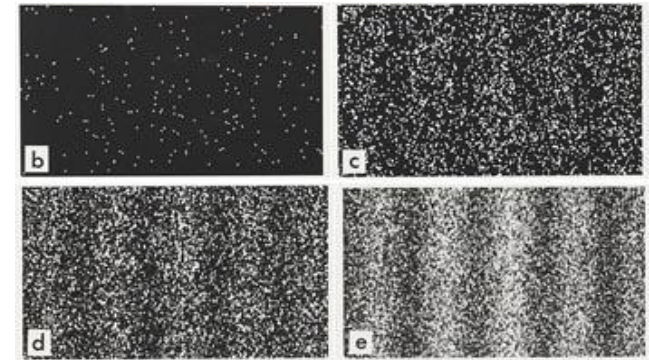
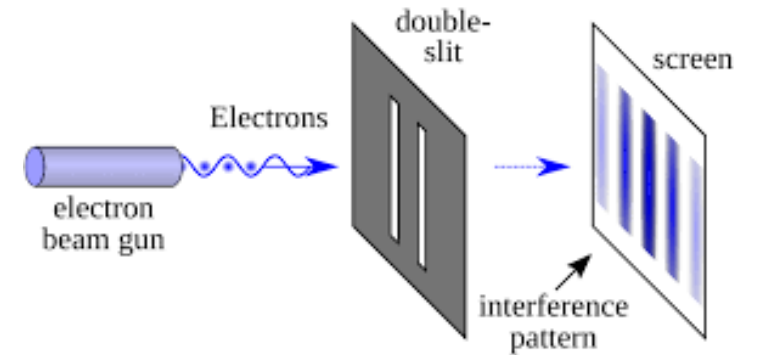


Transmission Electron Microscope



Kétréses interferenciakísérlet

- Young által elvégzett kísérlet az alapja
- Elektronnyalábbal is működik
- Kis intenzitás \rightarrow egyszerre csak egy elektron van a készülékben
 - Interferenciakép ugyanúgy megjelenik
- Detektorok elhelyezése a rések mellé
 - Interferenciakép megszűnik
- Hullám-részecske tulajdonság egymástól elválaszthatatlan



Kvantummechanikai atommodell



- Heisenberg és Schrödinger atommodellje
 - Elektron nem szigorú pályán kering
 - Elektront egy állapot(vagy hullám-)függvénnyel jellemzi
 - Egy elektromos térben keringő elektron megtalálási valószínűségét adja meg egyes térrészekben
 - Bohr féle pályák a legvalószínűbb tartózkodási helyek
- Atomba zárt elektron állóhullámszerű pályákat alkothat
 - A pályákat a kvantumszámok jellemzik
 - Minden pályához egyértelmű energia van rendelve

Heisenberg-féle határozatlansági reláció

- Egy részecske helyét és lendületét nem tudjuk egyszerre megmérni
- Δx a hely megadásának bizonytalansága,
 Δp a lendület megadásának bizonytalansága

$$\Delta x * \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

Kis számolás

- 1kg-os test sebességét 0.01 m/s os pontossággal meghatározzuk. Mekkora ekkor a hely mérésének pontosságának határa?

$$\Delta x * \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \qquad \Delta x \geq \frac{h}{4\pi * \Delta p} \approx 5,27 * 10^{-33}m$$

Tehát a makroszpikus világban nincs jelentősége

- Egy elektron egy $5 * 10^{-10}m$ nagyságrendű molekulába van bezárva. Mekkora a sebességének bizonytalansága? ($m_e = 9,1 * 10^{-31}kg$)

$$\Delta p \geq \frac{h}{4\pi * \Delta x} \qquad \Delta p = m * \Delta v \qquad \Delta v = \frac{h}{4\pi * \Delta x * m} \approx 1,159 * 10^5 m/s$$

A mikroszkopikus világban komoly jelentősége van a relációnak

Az állapotfüggvény

- A hullám-részecske kettősség egységes leírása

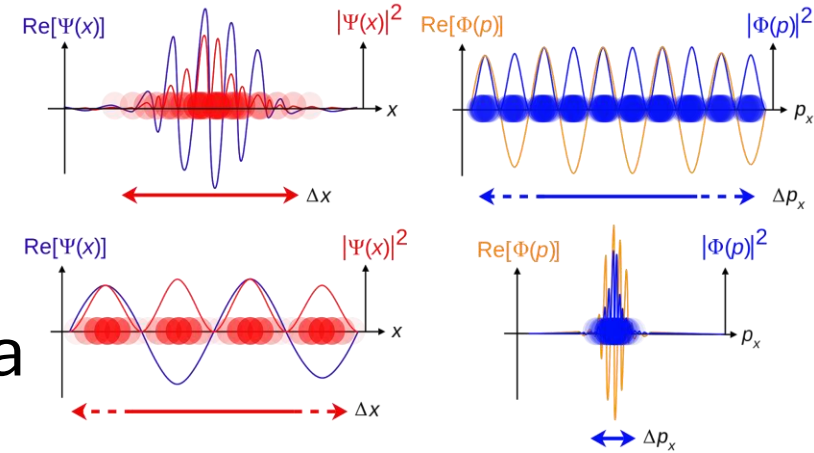
- Hely megadása:

- x tengely mentén a $\Psi(x)$ függvény írja le

- Lendüle megadása

- $p = m * v$

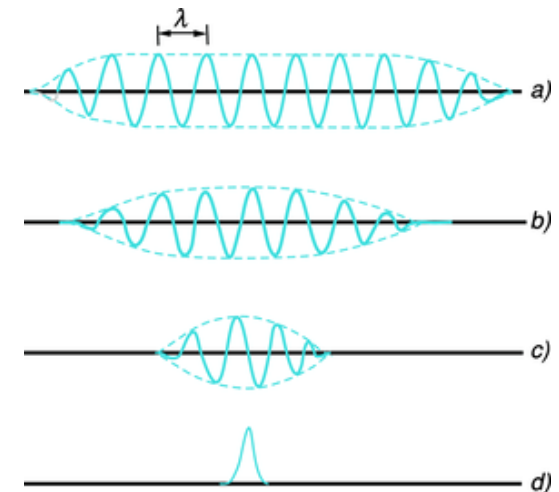
$\lambda = \frac{h}{m * v}$ hullámhosszú, végtelen szinuszos függvény



↓
Ellentmond azzal, hogy a részecske kiterjedése véges

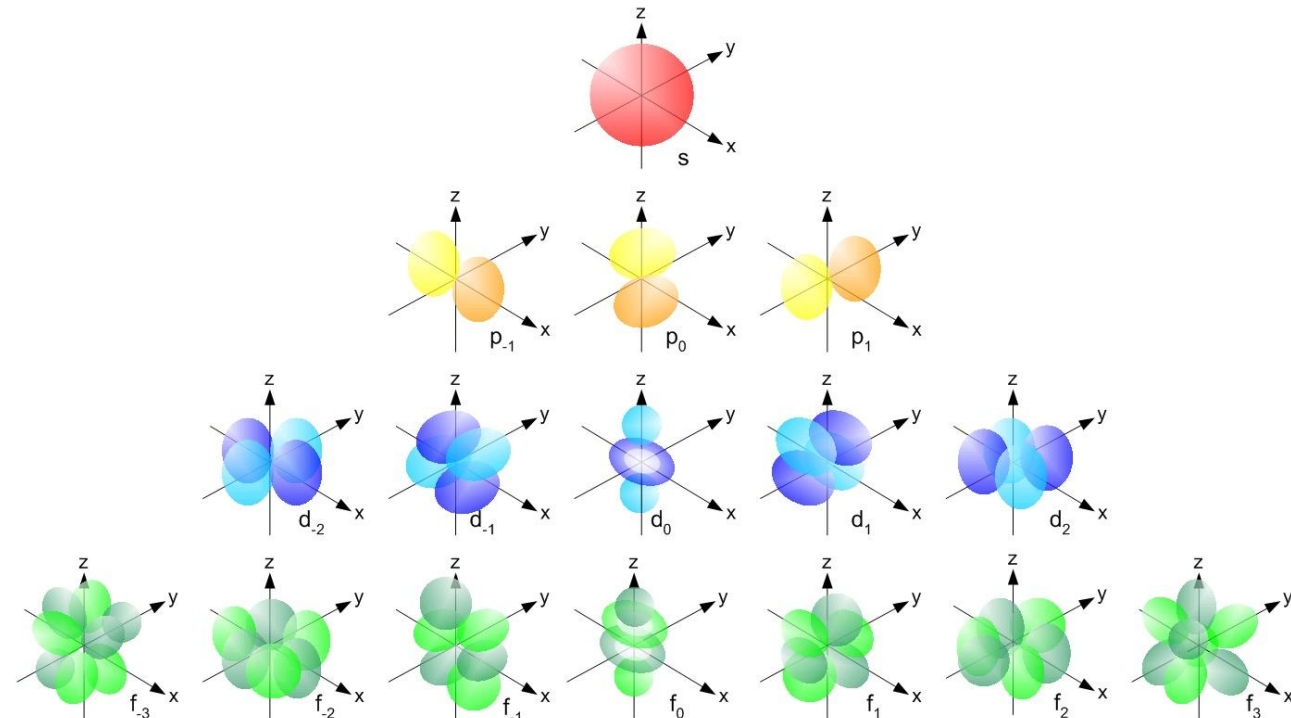
- Hullámcsomag

- Hely és a lendület egyidelyű jellemzése
 - A két függvény „szuperpozíciója”



A kvantumszámok

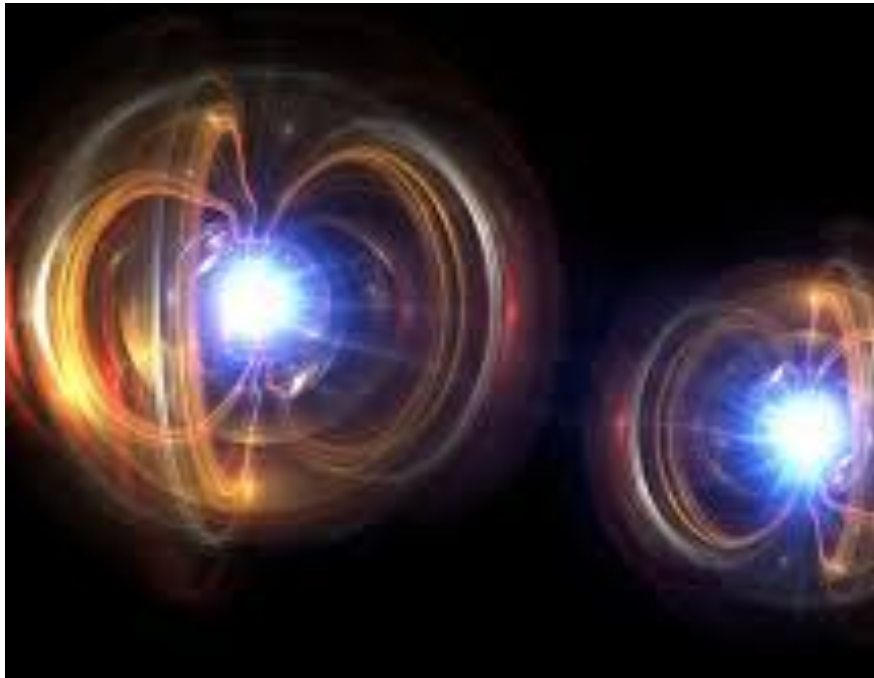
- Elektronok atompályái (nagy az „elektron valószínűsége”) ➔ térrész
- Térészeket kvantumszámok jellemzik
 - Főkvantumszámok
 - Magtól való távolság
 - Jele: n (1-7)
 - Mellékvantumszámok
 - Elektronpálya alakját jellemzi
 - Jele: l (0-($n-1$)) betűjelölések: s;p;d;f
 - Mágneses kvantumszámok
 - Atompályák alakjának irányultsága
 - Jele: m ((- l)- l)
 - Spinkvantumszám
 - Elektron saját mágneses sajátossága
 - Jele: m_s ($-\frac{1}{2}$ vagy $\frac{1}{2}$)



A periódusos rendszer

- Elemek rendezve vannak
 - A rendszámuk (protonszámuk)
 - Elektronszerkezetük
 - Kéimiai tulajdonságaik alapján
- Azonos főkvantumszámú pályák egy *elektronhéjat* alkotnak
 - Azonos mellékvantumszámú pályák egy *alhéjat* alkotnak
 - Héjak: K=1 (s); L=2 (2s, 2p) ; M=3(3s; 3p; 3d) ; N=4 (4s;4p;4d;4f)
- 1. periódus: 2db elem (H; He) csak az s pálya (K héj)
- 2;3. Periódus: 8db elem (3. periódusban a 3d pályák nem telítődnek fel)
- 4-7periódus: 18 db elem
- Feltöltődési sorrend: 1s, 2s, 2p, 3s, 2d, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p

Group→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓Period																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	* 72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	* * 104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				* 58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				* 90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	



Köszönöm a figyelmet