
Általános kémia

Standard modell

Alapvető részecskék (6 kvark és 6 lepton és ezek antirészecskéi)

	Kvarkok	Q/e	Leptonok	Q/e
1. generáció	<i>d</i> (down)	-1/3	elektron	-1
	<i>u</i> (up)	+2/3	elektron neutrínó	0
2. generáció	<i>s</i> (strange)	-1/3	müion	-1
	<i>c</i> (charme)	+2/3	müion neutrínó	0
3. generáció	<i>b</i> (bottom)	-1/3	tau	-1
	<i>t</i> (top)	+2/3	tau neutrínó	0

Standard modell

Alapvető kölcsönhatások

kölcsönhatás	kölcsönható részecskék	
erős	kvarkok	
elektromágneses	elektromos töltések	$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
gyenge	leptonok és hadronok	
gravitációs	minden részecske	$F_g = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$

Standard modell

Alapvető kölcsönhatások

kölcsönhatás	relatív erősség	hatótávolság	közvetítő részecske
erős	1	$\approx 10^{-15}$	gluon g
elektromágneses	10^{-2}	∞	foton γ
gyenge	10^{-14}	$\approx 10^{-18}$	bozonok W^{\pm}, Z^0
gravitációs	10^{-38}	∞	graviton

Nukleonok

	proton	neutron
	{u,u,d}	{d,u,d}
tömeg (kg)	$1,672 \times 10^{-27}$	$1,675 \times 10^{-27}$
töltés (C)	$+1,602 \times 10^{-19}$	0
spin (\hbar)	1/2	1/2
mágneses momentum	$+2,793 \times \mu_K$ (<i>NMR</i>)	$-1,913 \times \mu_K$

Nukleonok

	proton	neutron
	{u,u,d}	{d,u,d}
tömeg (kg)	$1,672 \times 10^{-27}$	$1,675 \times 10^{-27}$
töltés (C)	$+1,602 \times 10^{-19}$	0
spin (\hbar)	1/2	1/2
mágneses momentum (NMR)	$+2,793 \times \mu_K$	$-1,913 \times \mu_K$

$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ β^- -bomlás

A szabad neutron élettartama ≈ 889 s)

$p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$ β^+ -bomlás (pozitron emisszió)

(A szabad proton élettartama $\geq 10^{31}$ év)

Az atommag

- Az atommag protonokból és neutronokból épül fel amelyeket az erős kölcsönhatás tart össze.

Az atommag

- Az atommag protonokból és neutronokból épül fel amelyeket az erős kölcsönhatás tart össze.
- Az **izotópok** olyan magok amelyekben megegyezik a protonok száma, de a neutronok száma különbözik. A **radioaktív izotópok** nemstabil magok, amelyek radioaktív sugárzás kibocsájtásával bomlanak el.

Pl. a $^{12}_6\text{C}$ és a $^{13}_6\text{C}$ stabil, a $^{14}_6\text{C}$ radioaktív izotóp.

Az atommag

- Az atommag protonokból és neutronokból épül fel amelyeket az erős kölcsönhatás tart össze.
- Az **izotópok** olyan magok amelyekben megegyezik a protonok száma, de a neutronok száma különbözik. A **radioaktív izotópok** nemstabil magok, amelyek radioaktív sugárzás kibocsájtásával bomlanak el.
Pl. a $^{12}_6\text{C}$ és a $^{13}_6\text{C}$ stabil, a $^{14}_6\text{C}$ radioaktív izotóp.
- A különböző elemekben az atommag sűrűsége közelítőleg megegyezik: $2,4 \times 10^{24} \text{ g/cm}^3$.

Az atommag

- Az atommag protonokból és neutronokból épül fel amelyeket az erős kölcsönhatás tart össze.
- Az **izotópok** olyan magok amelyekben megegyezik a protonok száma, de a neutronok száma különbözik. A **radioaktív izotópok** nemstabil magok, amelyek radioaktív sugárzás kibocsájtásával bomlanak el.

Pl. a $^{12}_6\text{C}$ és a $^{13}_6\text{C}$ stabil, a $^{14}_6\text{C}$ radioaktív izotóp.

- A különböző elemekben az atommag sűrűsége közelítőleg megegyezik: $2,4 \times 10^{24} \text{ g/cm}^3$.
- Az atommag kötési energiája kiszámítható a tömeg-deffektus alapján: $B = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{mag}) \cdot c^2$

Az atommag kötési energiája

- $^{35}_{17}\text{Cl}$: 17 proton, 17 elektron és 18 neutron.
protonok: $17 \times 1,0073 \text{ amu} = 17,124 \text{ amu}$,
elektronok: $17 \times 0,00054858 \text{ amu} = 0,0093 \text{ amu}$,
neutronok: $18 \times 1,0087 \text{ amu} = 18,157 \text{ amu}$

Az atommag kötési energiája

- $^{35}_{17}\text{Cl}$: 17 proton, 17 elektron és 18 neutron.
protonok: $17 \times 1,0073 \text{ amu} = 17,124 \text{ amu}$,
elektronok: $17 \times 0,00054858 \text{ amu} = 0,0093 \text{ amu}$,
neutronok: $18 \times 1,0087 \text{ amu} = 18,157 \text{ amu}$
- számolt tömeg: 35,290 amu, mért érték: 34,9689,
 $\Delta m = 0,321 \text{ amu}$ vagy g/mol

Az atommag kötési energiája

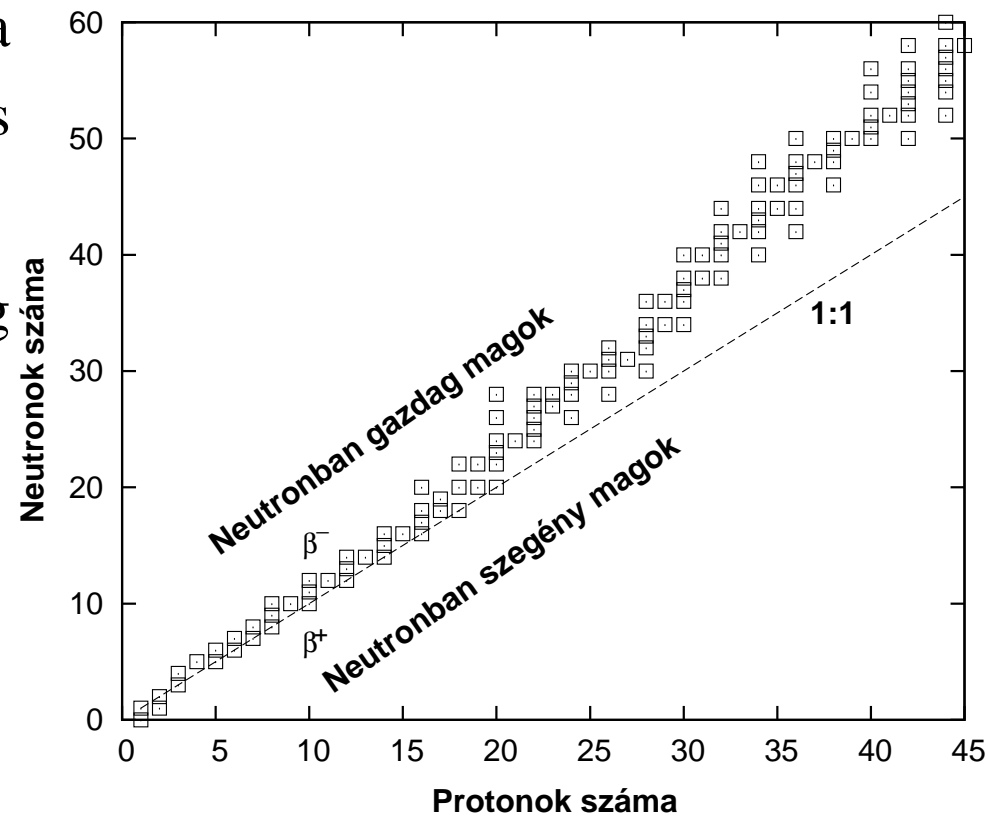
- ${}^{35}_{17}\text{Cl}$: 17 proton, 17 elektron és 18 neutron.
protonok: $17 \times 1,0073 \text{ amu} = 17,124 \text{ amu}$,
elektronok: $17 \times 0,00054858 \text{ amu} = 0,0093 \text{ amu}$,
neutronok: $18 \times 1,0087 \text{ amu} = 18,157 \text{ amu}$
- számolt tömeg: 35,290 amu, mért érték: 34,9689,
 $\Delta m = 0,321 \text{ amu}$ vagy g/mol
- $BE = \Delta m \times c^2 = 3,21 \times 10^{-4} \text{ kg/mol} \times (3,00 \times 10^8 \text{ m/s})^2 =$
 $2,89 \times 10^{13} \text{ J/mol } {}^{35}_{17}\text{Cl}$ atom

Az atommag

Kis rendszámú elemek stabil izotópjai-ban a protonok és neutronok számának aránya közel 1:1.

A legtöbb természetes atommagban a protonok és/vagy a neutronok száma is páros.

83-as rendszám felett minden atommag radiokatív.



Radioaktivitás

- α -sugárzás: elsősorban a „nehéz” ($N > 80$) magokra jellemző

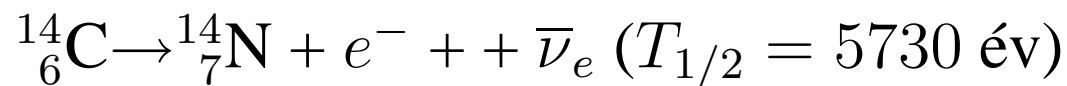


Radioaktivitás

- α -sugárzás: elsősorban a „nehéz” ($N > 80$) magokra jellemző

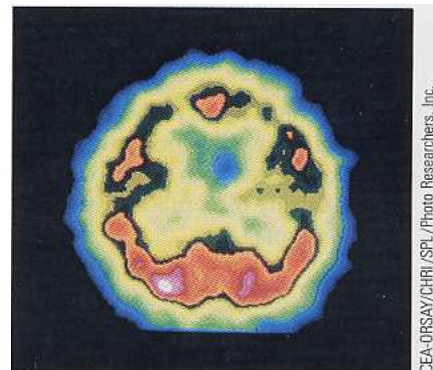


- β^- -sugárzás: elsősorban a neutronban gazdag magokra jellemző



Radioaktivitás

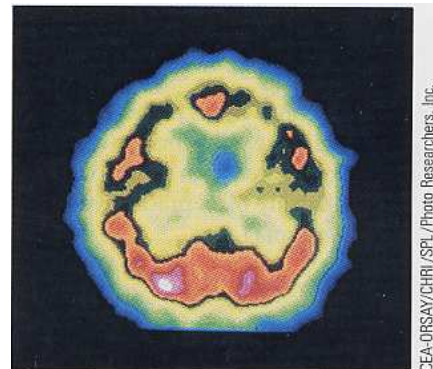
- α -sugárzás: elsősorban a „nehéz” ($N > 80$) magokra jellemző
$${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$$
- β^- -sugárzás: elsősorban a neutronban gazdag magokra jellemző
$${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e \quad (T_{1/2} = 5730 \text{ év})$$
- β^+ -sugárzás: elsősorban a neutronban szegény magokra jellemző
$${}^{15}_8\text{O} \rightarrow {}^{15}_7\text{N} + e^+ + \nu_e$$



Positron emission tomography (PET) allows mapping of tissues. This PET scan shows the distribution of radioactive glucose in a healthy human brain.

Radioaktivitás

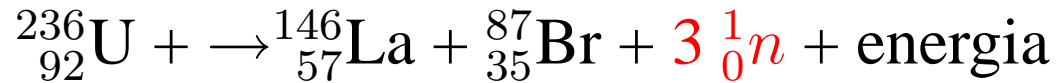
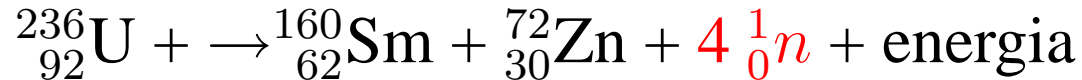
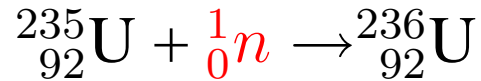
- α -sugárzás: elsősorban a „nehéz” ($N > 80$) magokra jellemző
$${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + {}^4_2\text{He}$$
- β^- -sugárzás: elsősorban a neutronban gazdag magokra jellemző
$${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e \quad (T_{1/2} = 5730 \text{ év})$$
- β^+ -sugárzás: elsősorban a neutronban szegény magokra jellemző
$${}^{15}_8\text{O} \rightarrow {}^{15}_7\text{N} + e^+ + \nu_e$$
- γ -sugárzás: $X^* \rightarrow X + \gamma$



Positron emission tomography (PET) allows mapping of tissues. This PET scan shows the distribution of radioactive glucose in a healthy human brain.

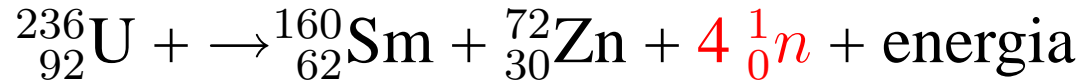
Maghasadás, magfúzió

● Maghasadás:

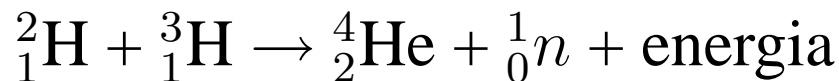


Maghasadás, magfúzió

● Maghasadás:

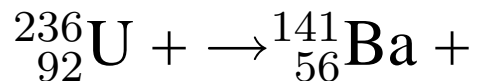
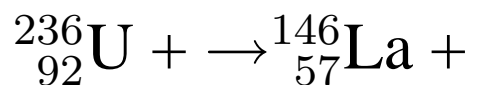
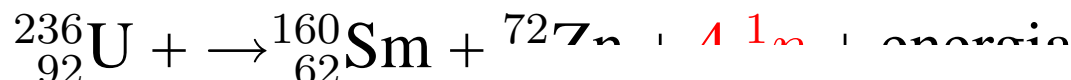
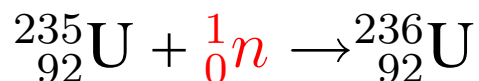


● Magfúzió:

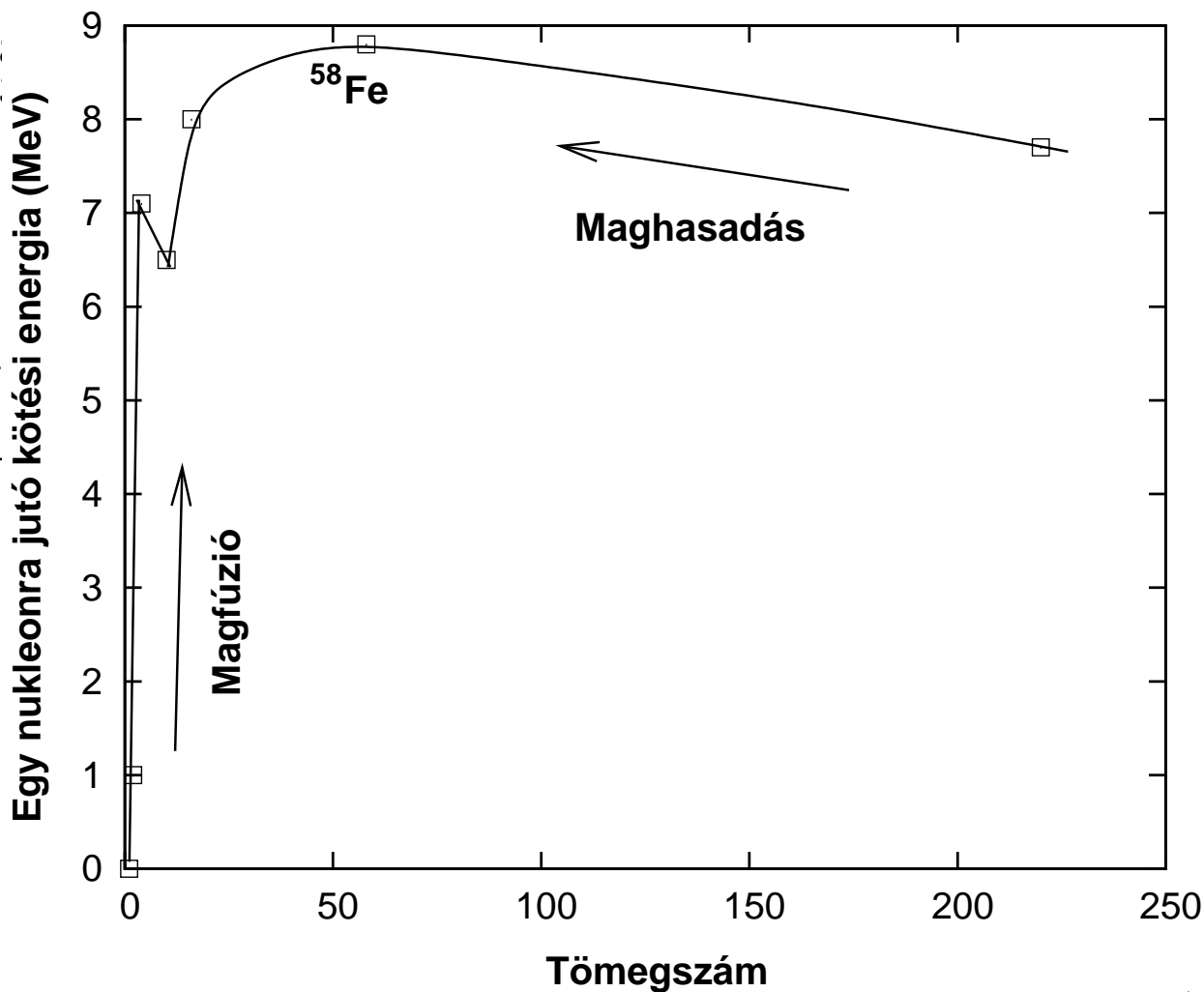
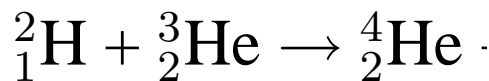
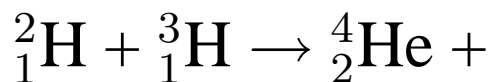


Maghasadás, magfúzió

● Maghasadás:



● Magfúzió:



Előzmények

- Az elektron felfedezése: J. J. Thomson, 1897 (töltés/tömegarány)

Előzmények

- Az elektron felfedezése: J. J. Thomson, 1897 (töltés/tömegarány)
- Millikan olajcsepp kísérlete, 1909

$$F_g = F_e$$

$$m \cdot g = E \cdot Q$$

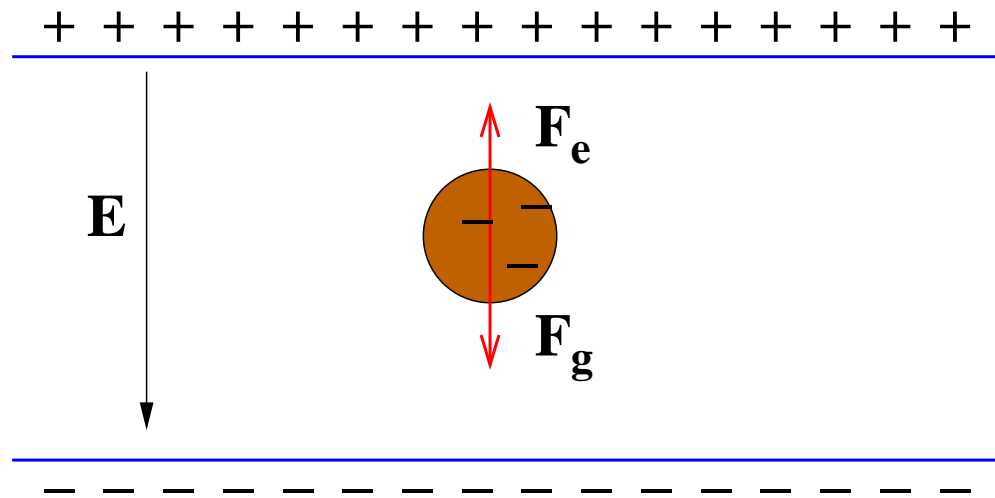
$$Q = \frac{m \cdot g}{E}$$

$$m = \frac{4}{3} \cdot r^3 \cdot \pi \cdot \rho$$

$$E = \frac{V}{d}$$

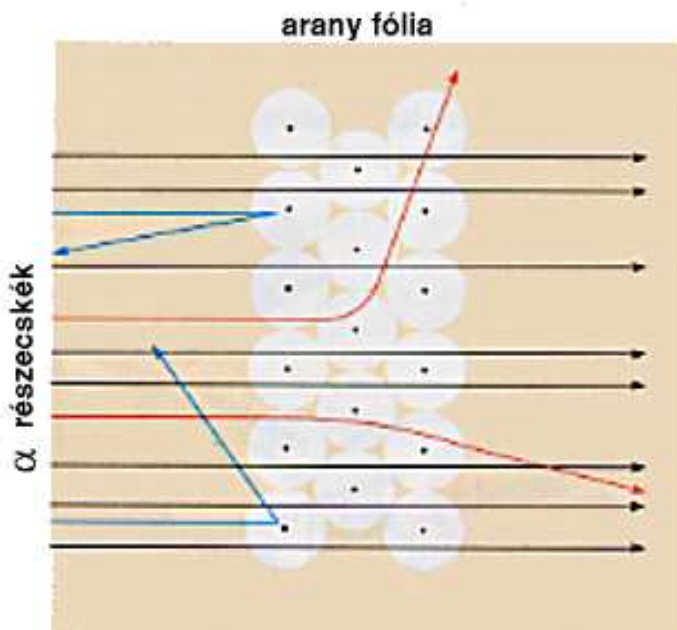
$$Q = n \cdot e$$

$$n = 1, 2, 3 \dots$$



Előzmények

- Az elektron felfedezése: J. J. Thomson, 1897 (töltés/tömegarány)
- Millikan olajcsepp kísérlete, 1909 (az elektron töltése)
- Rutherford α -szórási kísérlete, 1909



Előzmények

- Az elektron felfedezése: J. J. Thomson, 1897 (töltés/tömegarány)
- Millikan olajcsepp kísérlete, 1909 (az elektron töltése)
- Rutherford α -szórási kísérlete, 1909. (az atomban a pozitív töltés kis helyen koncentrálódik, amelyet egy relative nagy elektronburok vesz körül)
- A proton felfedezése: E. Rutherford és J. Chadwick, 1919
- A neutron felfedezése: J. Chadwick, 1932

Előzmények

- M. Planck kvantum hipotézise:

$$E = h\nu, \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

Előzmények

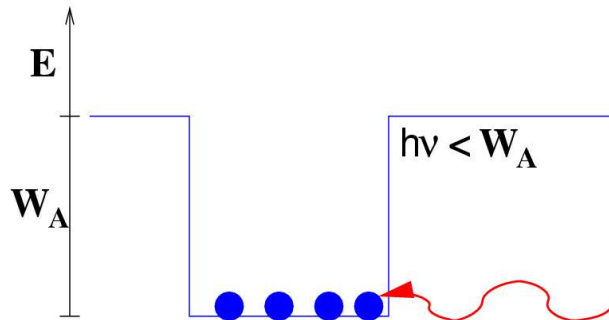
- M. Planck kvantum hipotézise:

$$E = h\nu, \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

- Fotoelektromos effektus

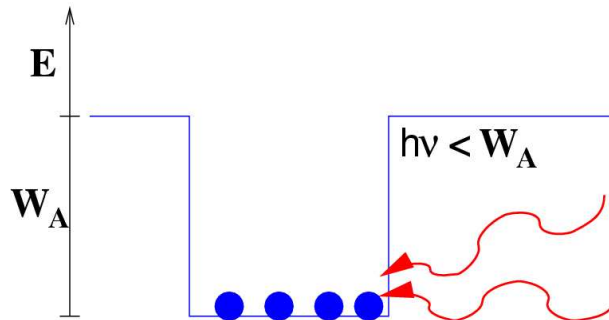
Előzmények

- Fotoelektromos effektus
 - Elektronok csak megfelelő hullámhosszúságú fény hatására lépnek ki, függetlenül a megvilágítás erősségétől és időtartamától. A hullámhossz határértéke fémről févre változik.
 - A kilépő elektronok száma nem függ a hullámhossztól csak az intenzitástól, ha az előző pont szerinti határértéknél rövidebb hullámhosszú fényt használunk.



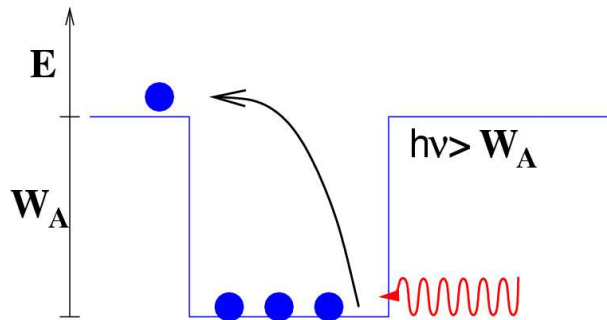
Előzmények

- Fotoelektromos effektus
 - Elektronok csak megfelelő hullámhosszúságú fény hatására lépnek ki, függetlenül a megvilágítás erősségétől és időtartamától. A hullámhossz határértéke fémről févre változik.
 - A kilépő elektronok száma nem függ a hullámhossztól csak az intenzitástól, ha az előző pont szerinti határértéknél rövidebb hullámhosszú fényt használunk.



Előzmények

- Fotoelektromos effektus
 - Elektronok csak megfelelő hullámhosszúságú fény hatására lépnek ki, függetlenül a megvilágítás erősségétől és időtartamától. A hullámhossz határértéke fémről févre változik.
 - A kilépő elektronok száma nem függ a hullámhossztól csak az intenzitástól, ha az előző pont szerinti határértéknél rövidebb hullámhosszú fényt használunk.

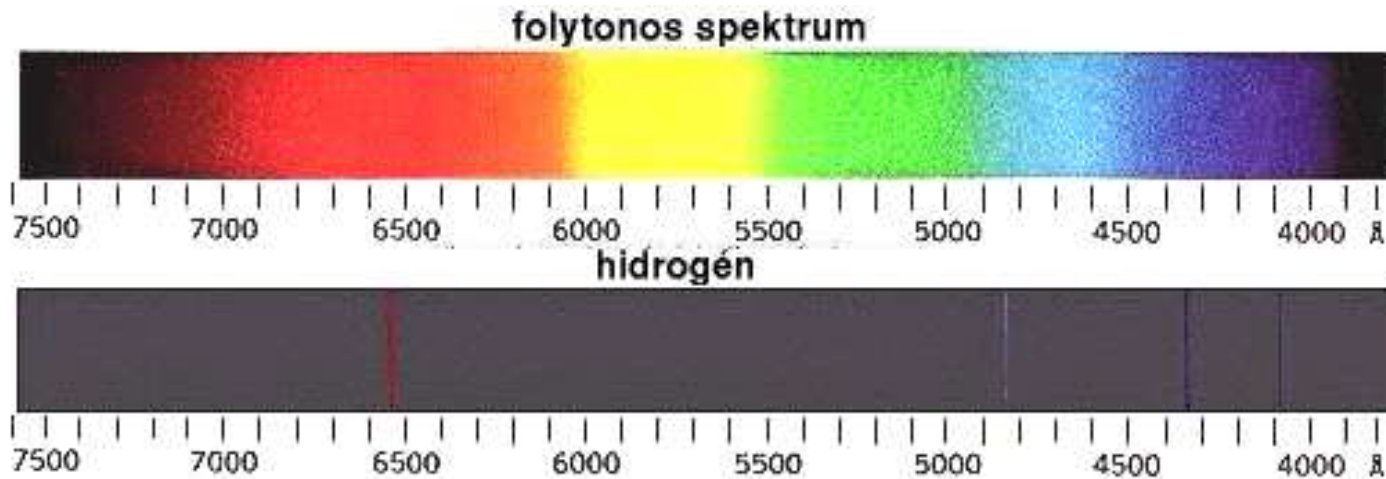


Előzmények

- M. Planck kvantum hipotézise:

$$E = h\nu, \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

- Fotoelektromos effektus
- A hidrogén vonalas színe



Előzmények

- M. Planck kvantum hipotézise:

$$E = h\nu, \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

- Fotoelektromos effektus
- A hidrogén vonalas színeképe

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

R : Rydberg állandó

Az elektron hullámmtermészete

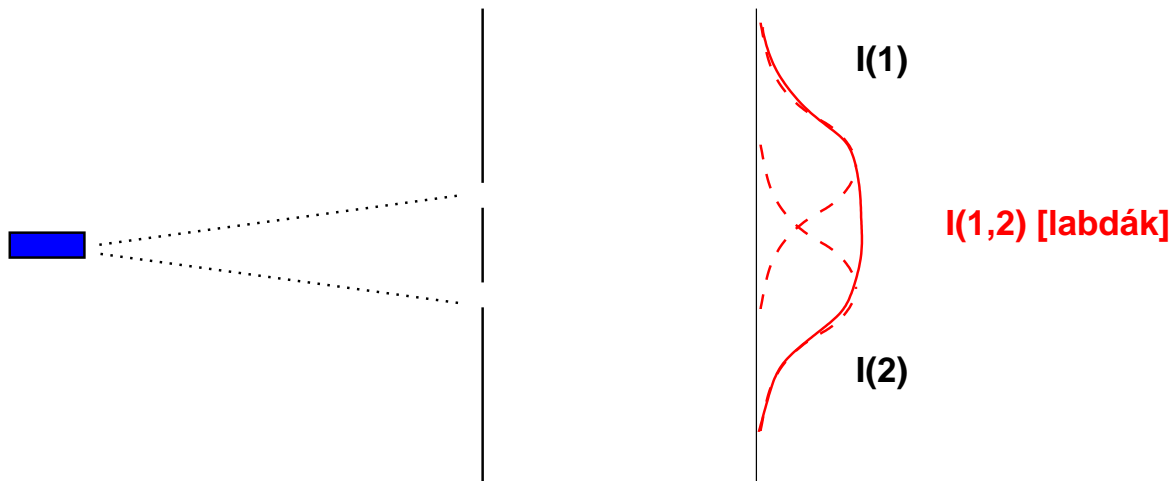
- A fény (az elektromágneses sugárzás) az energiáját csomagokban hordozza (fotoelektromos effektus).
- Louis de Broglie sejtése szerint minden részecskéhez rendelhető egy hullámhossz: $\lambda = h/mv$.

Egy elektron hullámhossza, amelyet 1 V feszültséggel gyorsítottunk fel, $1,23 \times 10^{-9}$ m, míg egy golfabdáé ($v = 25$ m/s) $5,8 \times 10^{-34}$ m. A golfabda esetében ez nem nyilvánul meg semmilyen megfigyelhető módon, míg egy kristályrácon elektronnyalábot bocsájtva át interferencia kialakulását észlelehetjük.

Kvantummechanikai leírás

Az elektron hullámmtermészete

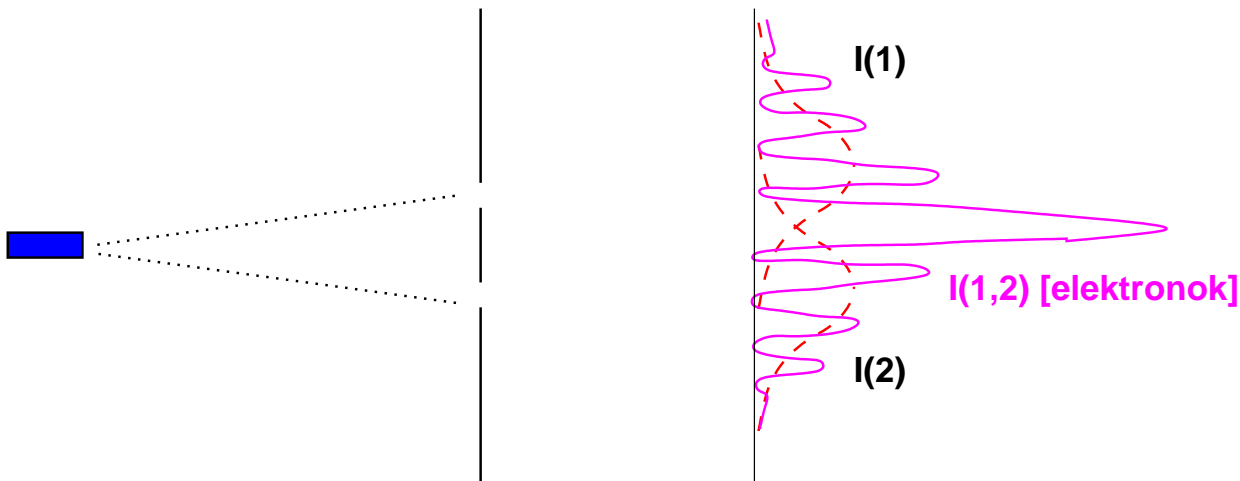
- A fény (az elektromágneses sugárzás) az energiáját csomagokban hordozza (fotoelektromos effektus).
- Louis de Broglie sejtése szerint minden részecskéhez rendelhető egy hullámhossz: $\lambda = h/mv$.



Kvantummechanikai leírás

Az elektron hullámmtermészete

- A fény (az elektromágneses sugárzás) az energiáját csomagokban hordozza (fotoelektromos effektus).
- Louis de Broglie sejtése szerint minden részecskéhez rendelhető egy hullámhossz: $\lambda = h/mv$.



A Heisenberg féle határozatlansági reláció

$$\Delta x \times \Delta p \geq \hbar/2$$

A Heisenberg féle határozatlansági reláció

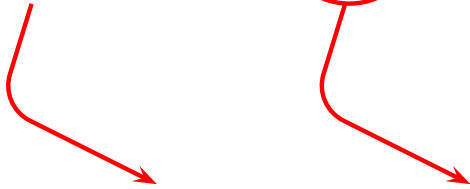
$$\Delta x \times \Delta p \geq \hbar/2$$



a helyzet illetve az impulzus meghatározásának bizonytalansága

A Heisenberg féle határozatlansági reláció

$$\Delta x \times \Delta p \geq \hbar/2$$

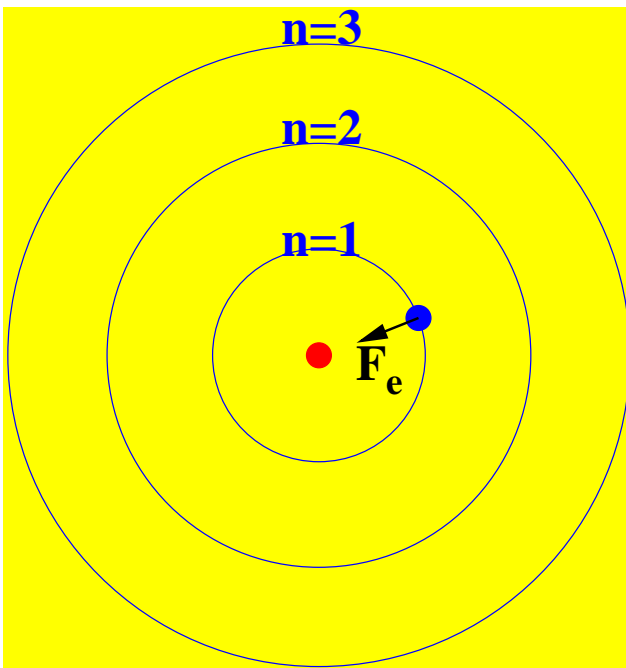


a helyzet illetve az impulzus meghatározásának bizonytalansága

- A kvantummechanikában a pálya fogalma elveszti értelmét.
- A mérés során a mérőeszköz mindig befolyásolja az eredményt.

Bohr modell

I. posztulátum Az atomon belül léteznek olyan stacionárius pályák, amelyeken mozogva az elektron nem bocsájt ki elektromágneses sugarzást.

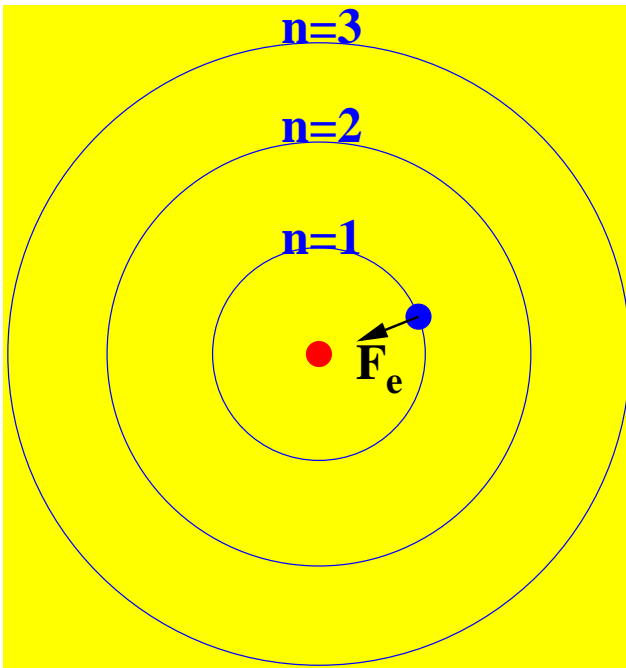


$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$$

Coulomb erő = centripetális erő (hidrogén atom)

Bohr modell

II. posztulátum Az elektron impulzusmomentuma a stacionárus pályakon csak \hbar egész számú többszöröse lehet.

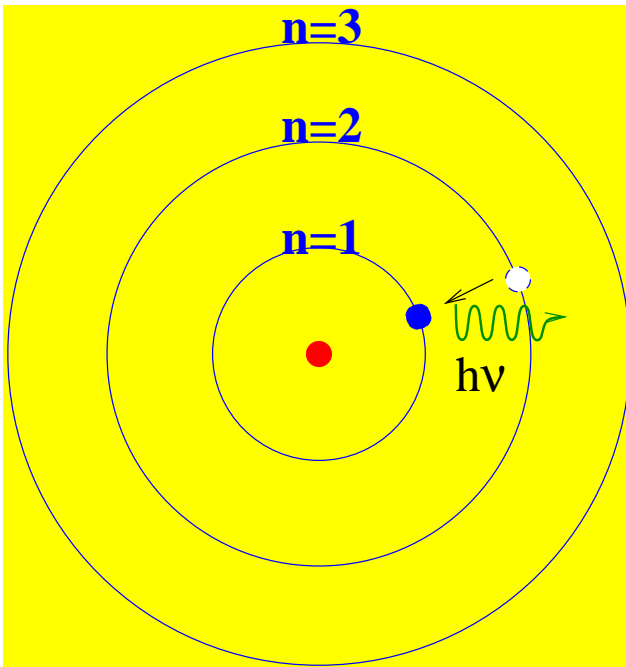


$$l = m_e \cdot v_n \cdot r_n = n \cdot \hbar$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Bohr modell

III. posztulátum Az atom elektromágneses sugárzást bocsájt ki amikor az elektron egy n_2 pályáról egy n_1 pályára ugrik ($n_2 > n_1$).



$$h\nu = E_{n_2} - E_{n_1}$$

Bohr modell

Eredmények:

Az elektronpályák sugara a hidrogénatomban:

$$r_n = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{m_e^2} n^2$$

$$r_n = a_0 n^2$$

$$a_0 = 0,53 \times 10^{-10} \text{m}$$

Az alapállapotú hidrogén atom sugara $0,46 \times 10^{-10} \text{m}$.

Bohr modell

Eredmények:

Az elektronpályák energiája a hidrogénatomban:

$$E_n = -\frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$E_n = 2,18 \times 10^{-18} \text{J} \cdot \frac{1}{n^2}$$

A hidrogén spektrum vonalainak hullámhossza:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Bohr modell

Eredmények:

Az elektronpályák energiája a hidrogénatomban:

$$E_n = -\frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$E_n = 2,18 \times 10^{-18} \text{J} \cdot \frac{1}{n^2}$$

A hidrogén spektrum vonalainak hullámhossza:

Rydberg állandó

$$\frac{1}{\lambda} = \left(\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \right) \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Bohr modell

Hiányosságok, problémák:

- Csak egyelektronos rendszerek (H atom, He^+ , Li^{2+}) leírására alkalmas.
- Nem tudja megmagyarázni a spektrumok finomszerkezetét illetve a vonalak mágneses térben való felhasadását.
- Az atomot síkbeli alakzatként írja le.