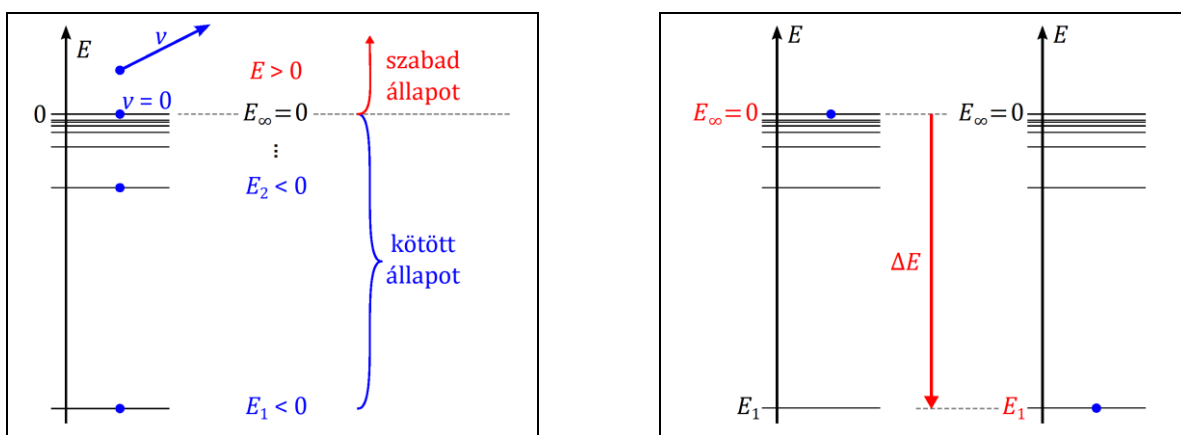


◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

Az elektron energiája a hidrogénatomban

Alapállapotban a hidrogénatom elektronját az atommag által kifejtett elektromos vonzás a mag környezetében tartja. Ütközés vagy fotonelnyelés következtében az elektron gerjesztett, azaz nagyobb energiájú állapotba kerül. Elegendő energia felvételével az elektron ki is szabadulhat az atommag kötéséből. Az atomból kiszakított (nyugvó) szabad elektron energiáját célszerű nullának választani. Az elektron kötött állapotból szabad állapotba csak energiafelvétellel juthat, tehát a kötött állapotú elektron energiája negatív.



Láttuk, hogy a hidrogénatom elektronja csak jól meghatározott energiájú állapotokban lehet. Ezek az energiaértékek a fénykibocsátás folyamatának és a különféle színeképvonal-sorozatok ismeretében meghatározhatók.

Az alapállapotú elektron energiája annak a folyamatnak az alapján határozható meg, amelynek során egy nyugvó, szabad elektron alapállapotba kerül. A fénykibocsátás és fényelnyelés című fejezet (1) összefüggése alapján ilyenkor:

$$E_i - E_j = h \cdot \frac{c}{\lambda}.$$

Most $E_i = 0$, mert az elektron kezdetben nyugvó, szabad állapotban volt, továbbá $E_j = E_1$ mert a végállapot az alapállapot, ezért

$$0 - E_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda}.$$

Átrendezve:

$$E_1 = -h \cdot c \cdot \frac{1}{\lambda} \quad (1)$$

Mivel ebben a folyamatban a kezdeti és a végállapot között a legnagyobb az energiakülönbség, a kisugárzott foton energiája is ebben a folyamatban lesz a legnagyobb. Ilyenkor a hidrogénatom a lehető legrövidebb hullámhosszúságú (ultraibolya) fényt sugározza ki. A Lyman-sorozatra vonatkozó

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

összefüggés szerint a hullámhossz akkor minimális, ha az n értéke olyan nagy, hogy

$$\frac{1}{n^2} \approx 0.$$

Ekkor a hullámhossz reciproka a Lyman-sorozatra vonatkozó képlet alapján:

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot (1 - 0) = R.$$

Ezt az (1) képletbe helyettesítve:

$$E_1 = -h \cdot c \cdot \frac{1}{\lambda} = -h \cdot c \cdot R.$$

E három állandó értékét behelyettesítve:

$$E_1 = -h \cdot c \cdot R = -6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,0968 \cdot 10^7 \frac{1}{\text{m}} \approx -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}.$$

Eszerint a hidrogénatom elektronjának energiája alapállapotban:

$$E_1 \approx -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}.$$

Az első gerjesztett állapot energiája ehhez hasonlóan határozható meg:

$$0 - E_2 = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

A hullámhossz reciproka a Balmer-sorozatra vonatkozó képlet alapján most:

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - 0 \right) = R \cdot \frac{1}{4}.$$

Ennek megfelelően:

$$E_2 = -h \cdot c \cdot \frac{1}{\lambda} = -h \cdot c \cdot R \cdot \frac{1}{4}.$$

Látható, hogy ez éppen az alapállapotú elektron energiájának negyede, azaz

$$E_2 = \frac{E_1}{4}.$$

Behelyettesítve:

$$E_2 = \frac{E_1}{4} = \frac{-2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{4} \approx -0,545 \cdot 10^{-18} \text{ J}.$$

A fentiekhez hasonlóan látható be, hogy a hidrogénatom további lehetséges energiaszintjei:

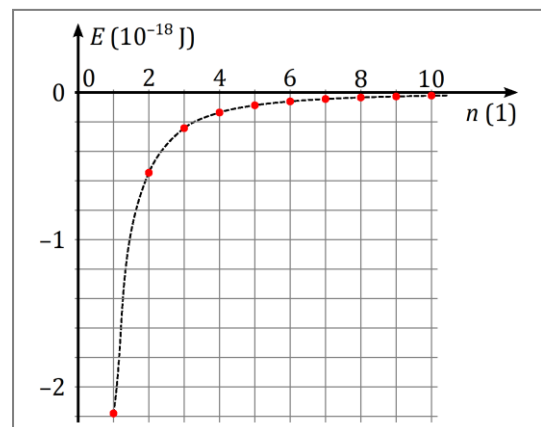
$$E_3 = \frac{E_1}{9}; \quad E_4 = \frac{E_1}{16}; \quad E_5 = \frac{E_1}{25} \quad \text{stb.}$$

Ezek egyetlen képletbe is összefoglalhatók. *A hidrogénatom egy tetszőleges állapotban levő elektronjának energiája:*

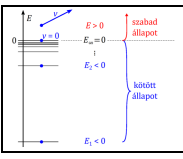
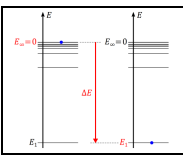
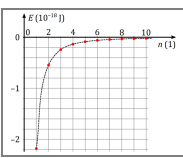
$$E_n = \frac{E_1}{n^2}.$$

Ebben a képletben E_1 a hidrogénatom alapállapotú elektronjának az energiáját jelöli. (Az előzőek alapján $E_1 \approx -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$.) A képletben szereplő n az adott állapotra jellemző pozitív természetes szám ($n = 1; 2; 3; 4$ stb.), amelyet *főkvantumszámnak* nevezünk.

A főkvantumszám ismeretében a hidrogén elektronjának energiája a fenti képletből meghatározható. A grafikon az így kiszámított energiát ábrázolja a főkvantumszám függvényeként. (Ezen is megfigyelhető, hogy az n növekedésekor az energia is növekszik, miközben nullához közelít, azaz az elektron egyre közelebb kerül a szabad állapothoz.)



Képek jegyzéke

	<p>Az elektron kötött és szabad állapota</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0688.svg</p>
	<p>Rajz az alapállapotban lévő elektron energiájának kiszámításához</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0689.svg</p>
	<p>A hidrogénatom elektronjának energia-főkvantumszám grafikonja</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0690.svg</p>

Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.