

2020. 04.08

Számítások a Bohr-féle atommodell alapján

MA DG 2020

A hidrogénatom atompályáinak sugarai Bohr-féle atommodell alapján

Az a hidrogénatom legbelső Bohr-pályájának a sugara r_1 , melynek közelítő értéke:

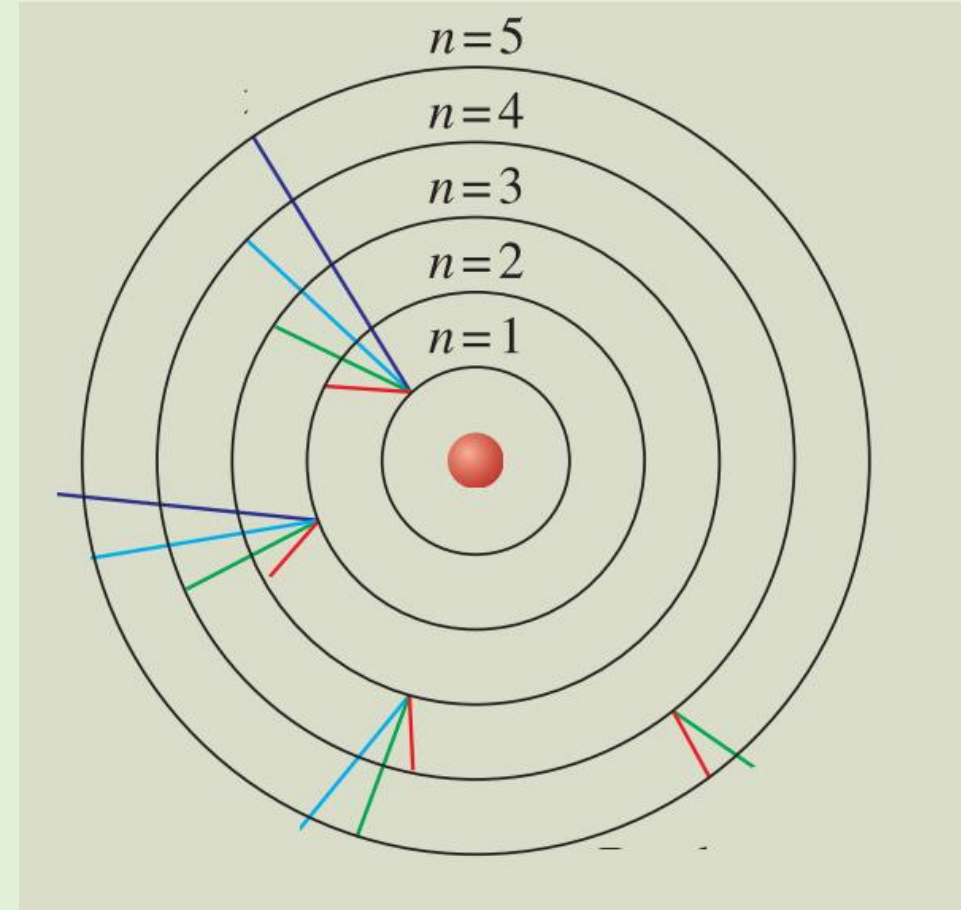
$$r_1 \approx 0,05 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Bohr feltevéséből levezethető, hogy a stacionárius pályák sugarai az

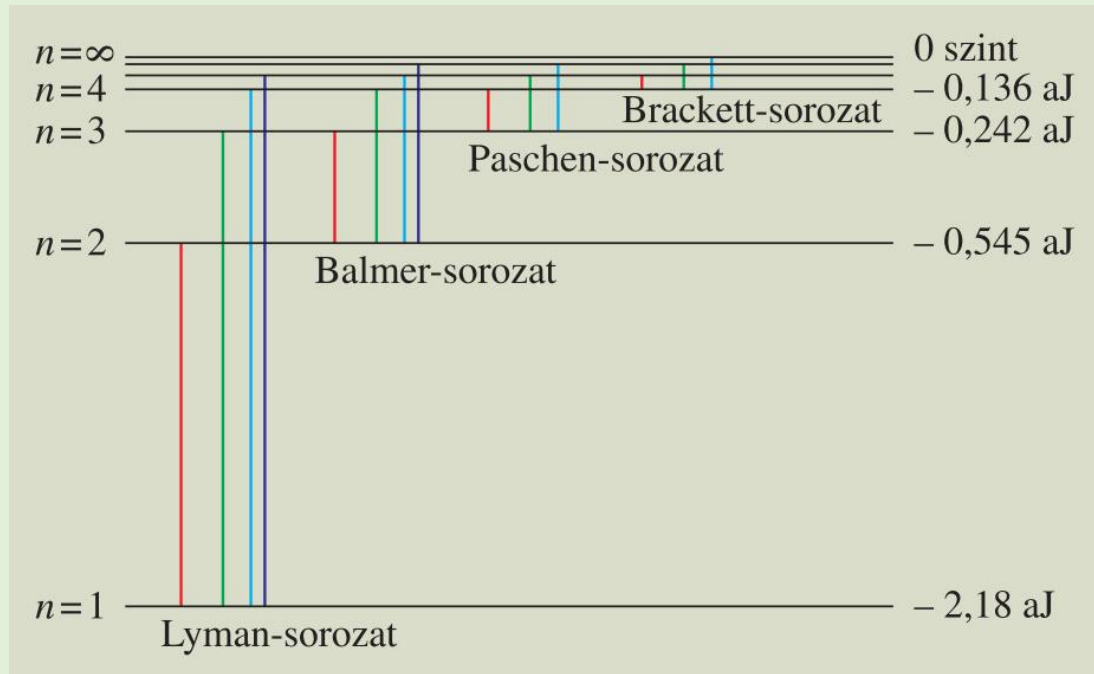
$$r_n = r_1 \cdot n^2$$

Ahol az $n=1, 2, 3, \dots$ egész számok a főkvantumszámok.

Pl. az 5. pálya sugara: $r_5 = r_1 \cdot 5^2 = 125 \cdot 10^{-11} \text{ m}$



A hidrogénatomban keringő elektron lehetséges energiaértékei a Bohr-féle atommodell alapján



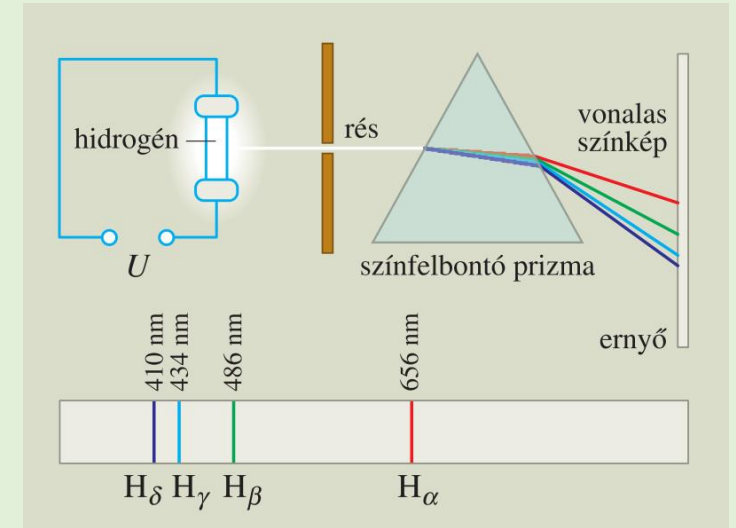
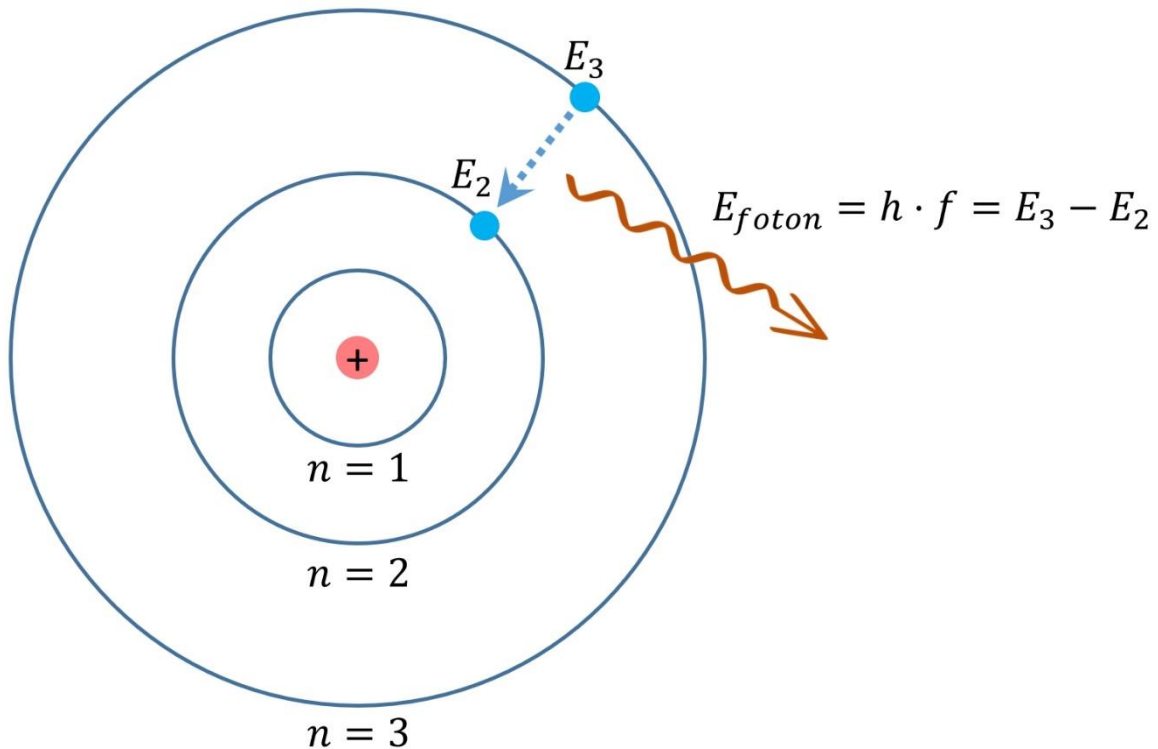
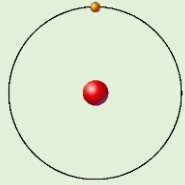
$$E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J} = -2,18 \text{ aJ (attojule)}$$

a legbelső pályán keringő elektron energiája.

Az elektron „kötött állapotban” (gödörben) van, ezért negatív az energiája.

Az egyes elektronpályákhoz tartozó lehetséges kvantált energiaértékek az $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ energiaképlet alapján kiszámíthatók. Az így nyert értékeket energiaszinteknek vagy **energianívóknak** nevezzük.

Hidrogénatom vonalas színeképének létrejötte



Ha az elektron a legbelső pályán kering, akkor a rendszer **alapállapotban** van.

Ha más pályára kerül az elektron, akkor **gerjesztett atomokról** beszélünk.

A hidrogénatom **vonalas színeképének létrejötte** az energiaszintek közötti elektronátmenetekkel értelmezhető.

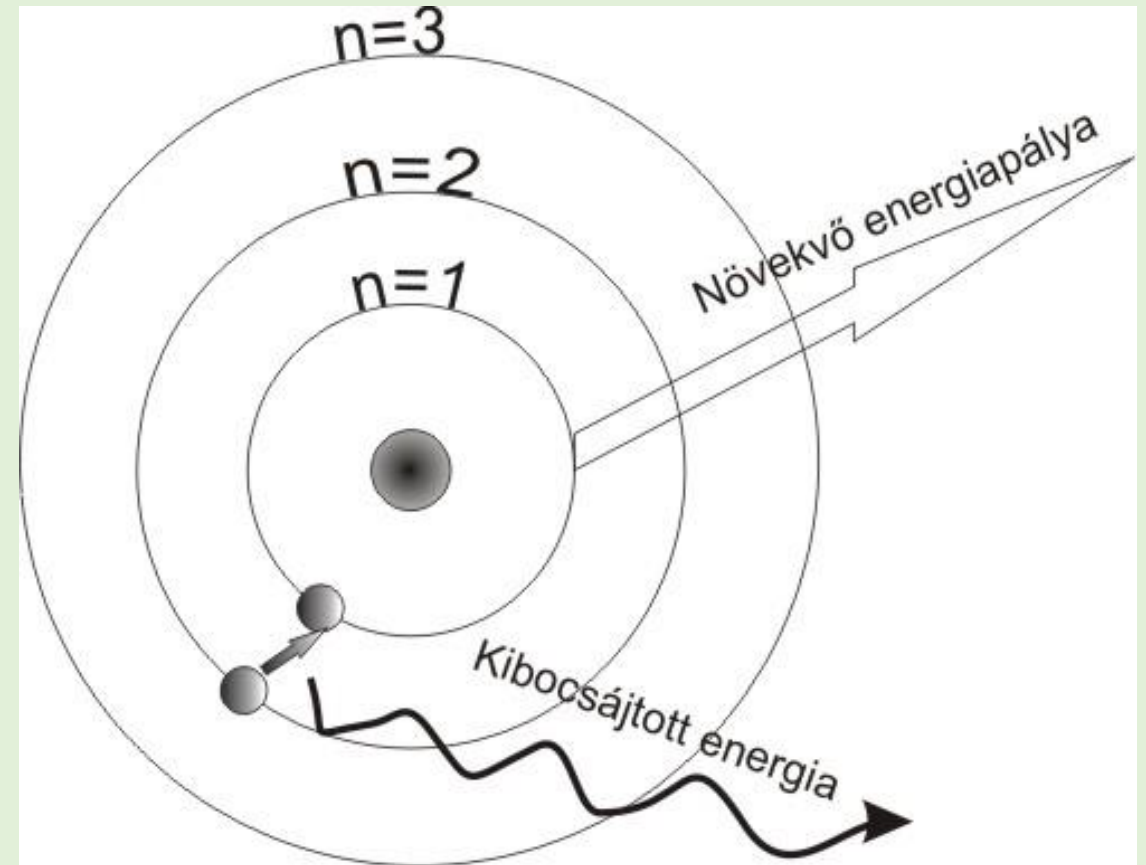
A $h \cdot f = E_m - E_n$ frekvenciafeltétel felhasználásával **két energiaszint közötti különbség** alapján a színeképvonalak frekvenciája kiszámítható.

Feladat

A hidrogénatom az első gerjesztett állapotából ($n=2$) alapállapotba ($n=1$) kerül.

Számítsuk ki a kibocsátott fénykvantum

- a) energiáját
- b) frekvenciáját
- c) hullámhosszát.



Megoldás

Adatok:

$$E_1 = -2,18 \cdot 10^{-18} J$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

$$\underline{n = 1, n = 2}$$

a) $\varepsilon = ?$

b) $f = ?$

c) $\lambda = ?$

Képlet:

$$E_n = \frac{-2,18 \text{ aJ}}{n^2}$$

$$\varepsilon = h \cdot f$$

$$c = f \cdot \lambda$$

a)

$$E_2 = \frac{-2,18 \text{ aJ}}{2^2} = -0,545 \text{ aJ}$$

A kibocsátott foton energiáját a két pályához tartozó energia különbsége adja:

$$h \cdot f = E_2 - E_1$$

$$h \cdot f = -0,545 \text{ aJ} - (-2,18 \text{ aJ}) = 1,635 \text{ aJ} = \mathbf{1,635 \cdot 10^{-18} J}$$

$$\text{b) } f = \frac{\varepsilon}{h} = \frac{1,635 \cdot 10^{-18} J}{6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s} = \mathbf{2,47 \cdot 10^{15} \frac{1}{s}}$$

$$\text{c) } \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{2,47 \cdot 10^{15} \frac{1}{s}} = 1,211 \cdot 10^{-7} m = \mathbf{121 \text{ nm}} \text{ (UV tartomány)}$$

