

◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A gázok vonalas színe

A színek című fejezetben láttuk, hogy a gázok emissziós és abszorpciós színe is vonalas színkép. Ez azt jelenti, hogy a gázok által kibocsátott fényben csak néhány színárnyalat fordul elő, illetve a gáz csak ezeket a színárnyalatokat képes elnyelni. Ezekhez a színekhez egy-egy pontosan meghatározott hullámhossz tartozik.

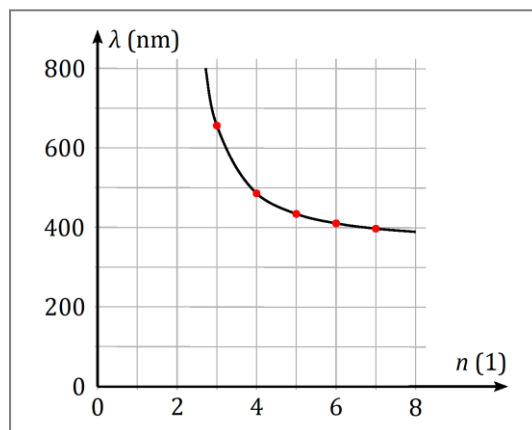
Mérések szerint a hidrogén által kisugárzott fény látható tartományba eső összetevőinek hullámhossza vákuumban:

Összetevő	α	β	γ	δ	ϵ
λ (nm)	656,4	486,3	434,2	410,3	397,1

Ellenőrizhető, hogy ezek a hullámhosszak megegyeznek a

$$\lambda = 364,7 \text{ nm} \cdot \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad (1)$$

képletből az $n = 3; 4; 5; 6; 7$ adatokkal számítható értékekkel. Ha koordináta-rendszerben ábrázoljuk a képletnek megfelelő függvénygörbét és a mért hullámhosszakot, akkor az egyezés jól látható. A hullámhosszakot megadó (1) összefüggést *Balmer-féle képletnek* nevezzük.



A Balmer-képletet átrendezhetjük úgy, hogy az a hullámhossz helyett annak reciprokát adja meg. Ehhez vegyük a Balmer-képlet mindkét oldalának reciprokát:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{364,7 \text{ nm}} \cdot \frac{n^2 - 4}{n^2}$$

A jobb oldalon 4-gyel bővítve:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{4}{364,7 \text{ nm}} \cdot \frac{n^2 - 4}{4 \cdot n^2}$$

Az első tényezőt R -rel jelölve, a második tényezőben pedig az osztást tagonként elvégezve:

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

A $4 = 2^2$ felhasználásával:

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

Az ebben szereplő R együtthatót *Rydberg-féle állandónak* nevezzük, ennek értéke:

$$R = \frac{4}{364,7 \text{ nm}} \approx 1,0968 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}.$$

A hidrogén színeképében a látható tartományon kívül további színeképvonalak is előfordulnak. Ezek hullámhosszára a (2) összefüggéshez hasonló képletek érvényesek. Az egyes összefüggések mellett feltüntettük a színeképvonal-sorozat nevét és felfedezésének évét is:

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{ultraibolya, Lyman-sorozat, 1906.})$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{látható, Balmer-sorozat, 1885.})$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{infravörös, Paschen-sorozat, 1908.})$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{infravörös, Brackett-sorozat, 1922.})$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{infravörös, Pfund-sorozat, 1924.})$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{infravörös, Humphreys-sorozat, 1953.})$$

Ezek az összefüggések egyetlen képletben is összefoglalhatók:

$$\frac{1}{\lambda} = R \cdot \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (\text{ahol } k; n \in \mathbb{N}^+ \text{ és } k < n)$$

Ezt az összefüggést *Rydberg-féle képletnek* nevezzük.

A hidrogén által kibocsátott fény hullámhossza ezek szerint csak jól meghatározott érték lehet. Ennek megfelelően a fény egy-egy fotonja az

$$E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (3)$$

összefüggéssel összhangban szintén csak jól meghatározott energiával rendelkezhet. Az alábbi táblázatban például a Rydberg-képlet és a (3) összefüggés alapján feltüntettük, hogy a hidrogén által kisugárzott látható fény egy-egy fotonjának mekkora az energiája.

Összetevő	α	β	γ	δ	ε
λ (nm)	656,4	486,3	434,2	410,3	397,1
E (J)	$3,03 \cdot 10^{-19}$	$4,09 \cdot 10^{-19}$	$4,58 \cdot 10^{-19}$	$4,85 \cdot 10^{-19}$	$5,01 \cdot 10^{-19}$

Más gázoknál a kibocsátott fény hullámhosszát leíró képletek a Rydberg-képletnél bonyolultabbak. Tudjuk azonban, hogy minden gáz színe vonalas színekép. A (3) összefüggés alapján tehát a kibocsátott fény fotonjainak energiája minden gáznál csak jól meghatározott érték lehet.

Kiegészítések

1. Johann *Balmer* (1825–1898) svájci középiskolai tanár 1885-ben fedezte fel a róla elnevezett képletet.

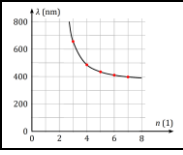




2. Johannes Robert *Rydberg* (1854–1919) svéd fizikus 1890-ben írta át a Balmer-képletet a (2) alakra, továbbá meghatározta a nevét viselő R állandó értékét is. A

később felfedezett további színekvonal-sorozatok képleteit is hasonló alakban írták fel. A Rydberg-képlet ezeket egyetlen összefüggésbe tömöríti.

3. A hidrogén színekében talált sorozatok felfedezői Theodore *Lyman* (1874–1954) amerikai, Friedrich *Paschen* (1865–1947) német, Frederick Sumner *Brackett* (1865–1953) amerikai, August Hermann *Pfund* (1879–1949) amerikai és Curtis Judson *Humphreys* (1898–1986) amerikai fizikusok voltak.

Képek jegyzéke

	Grafikon a Balmer-képlethez © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0680.svg
	Balmer arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balmer.jpeg
	Rydberg arcképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rydberg,_Janne_(foto_Per_Ba_gge;_AFs_Arkiv).jpg

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.