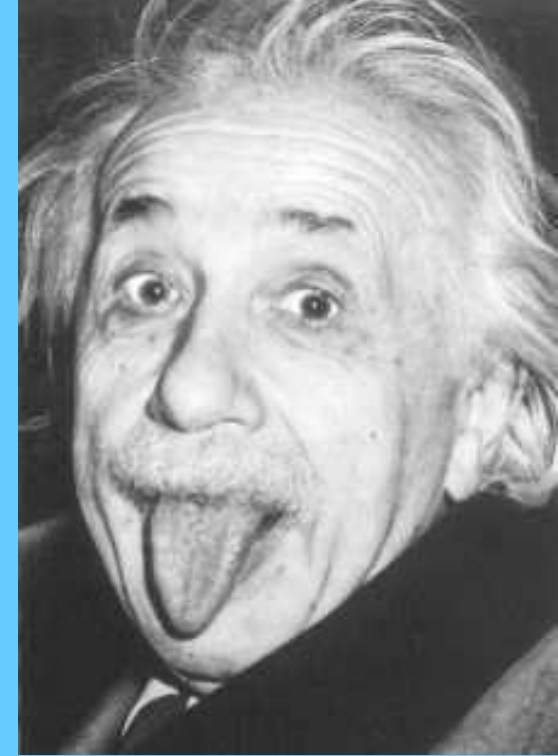
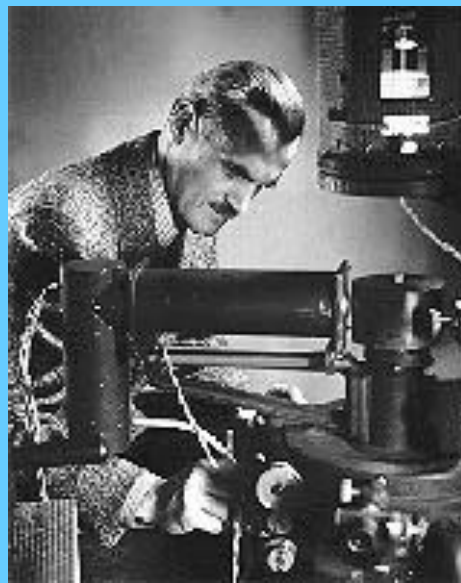
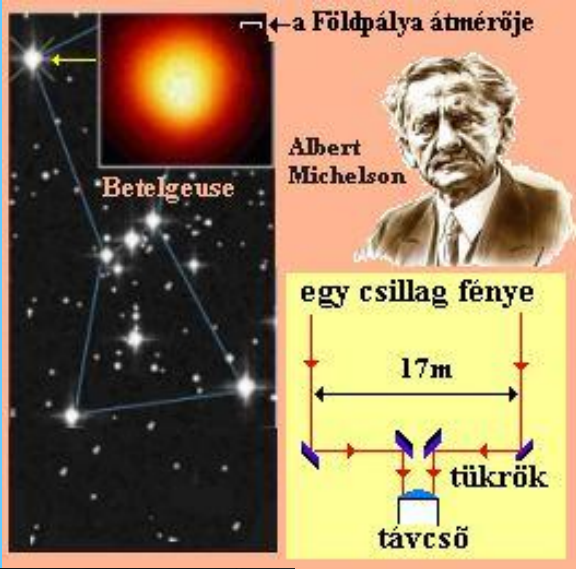
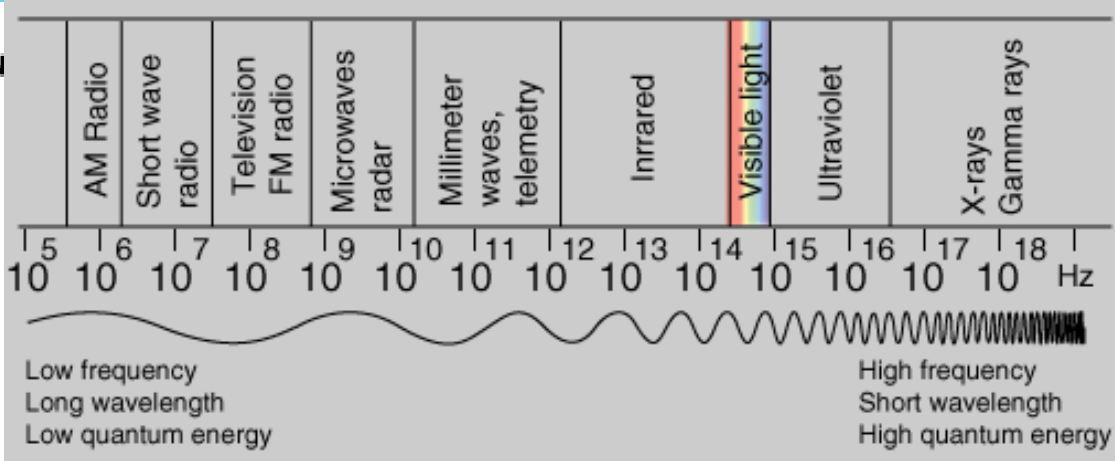
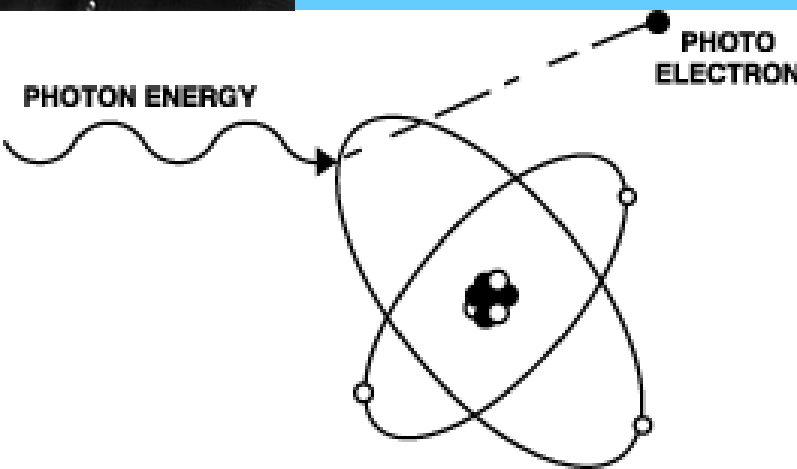


Modern fizika



Modern fizika és csillagászat témakörök

- A modern fizika születése
- Sugárzások és az elektron felfedezése.
- Hőmérsékleti sugárzás problémája
- Atommodellek
- Az elektron hullámtermészete. A kvantummechanikai atommodell, az anyag részecsketermészete
- Az atomok belső szerkezete, kötési energiája, A nukleonok kölcsönhatásai
- A radioaktív sugárzások keletkezése és hatásai. Gyakorlati alkalmazások
- A magenergia felszabadítása. Atomerőművek, villamosenergia-termelése
- Csillagászat és kozmikus fizika

Ebben a tudományágban már szinte mindent felfedeztek!



Philip von Jolly:

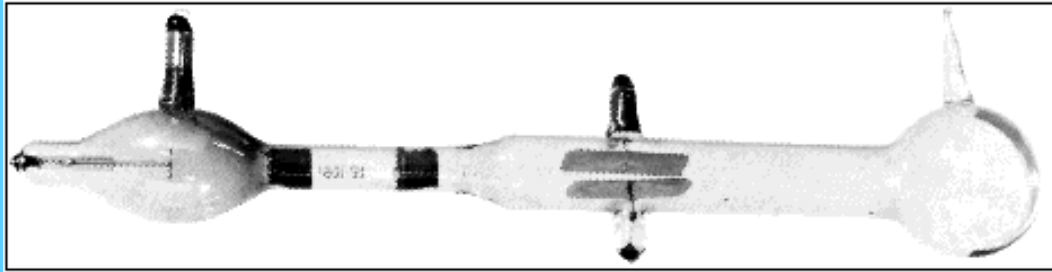
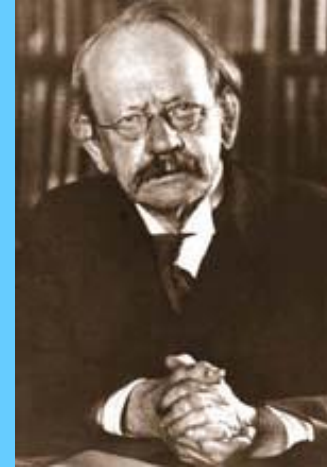
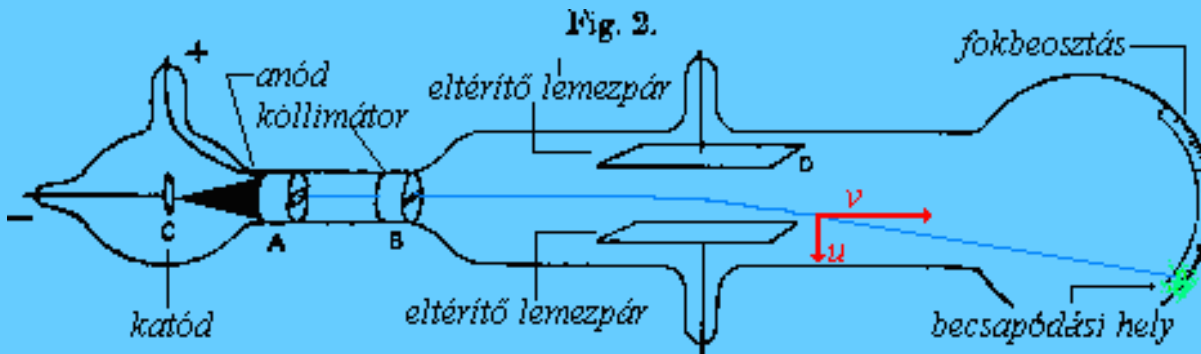
„sondern aufgrund der Annahme, dass die theoretische Physik keine weitreichenden Perspektiven mehr biete.”

"in this field, almost everything is already discovered, and all that remains is to fill a few unimportant holes."

A 1867-ben az érettségi előtt álló Max Plancknak fizikaprofesszora, Philip von Jolly azzal a megjegyzéssel hűtötte az elméleti fizika iránti érdeklődését, hogy **„ebben a tudományágban már szinte mindent felfedeztek, és már csak néhány jelentéktelen lyukat kell betömni”** – az időben sok fizikus gondolta így. Planck szerény maradt: „Nem kergetem azt a vágyat, hogy egy új világot fedezzek fel, **csupán csak a fizikai tudomány meglévő alapjait kívánom megérteni**, talán még jobban elmélyíteni.”[[]

A rejtélyes elektron

Csaknem fél évszázadon keresztül kutatták kiváló fizikusok a katódsugárzás rejtélyét, de a sok nagyszerű eredmény mellé hibás mérések, és főként rossz következtetések is párosultak.



Az ábrán illetve a fényképen látható katódsugárcsővel végezte el Thomson a sorsdöntő méréseit.

A két eltérítés alapján határozta meg J.J. Thomson a sugárzást alkotó részecske (későbbi nevén: elektron) fajlagos töltését (Q/m) 1897-ben.

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e^- = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

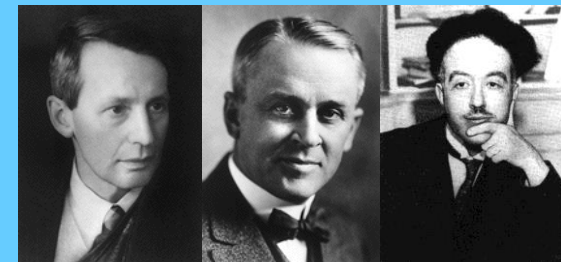
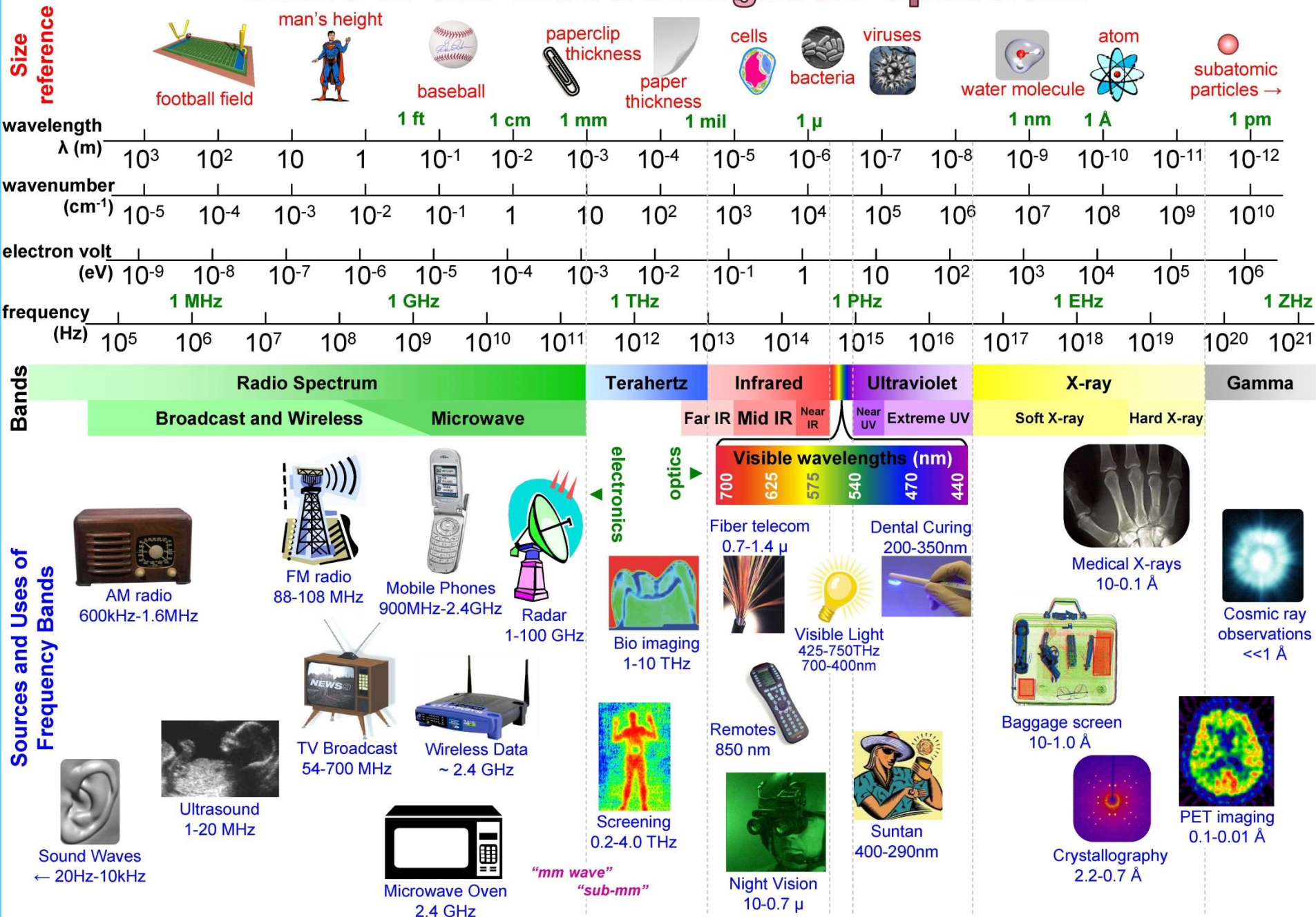


Chart of the Electromagnetic Spectrum



$$\lambda = 3 \times 10^8 / \text{freq} = 1 / (\text{wn} \times 100) = 1.24 \times 10^{-6} / \text{eV}$$

A kvantumfizika születése

Néhány megoldatlan probléma:

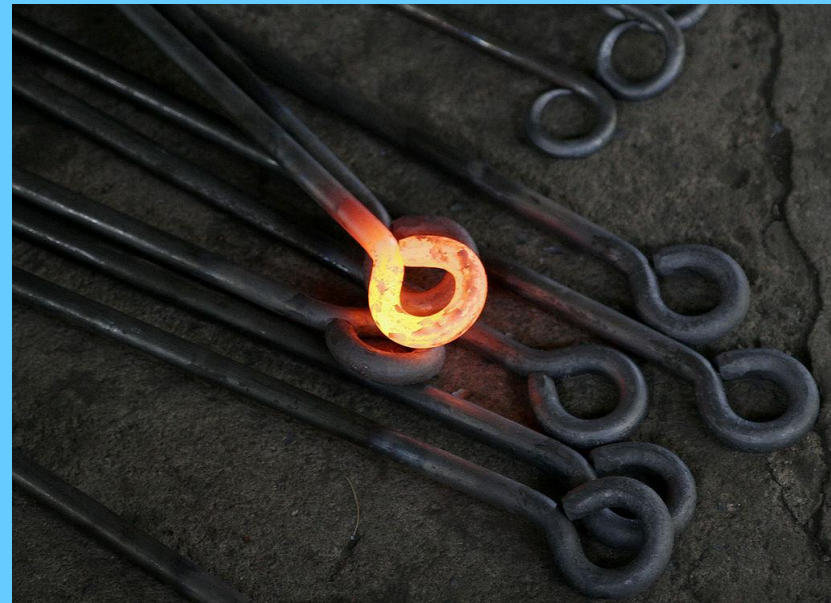
- **Hőmérsékleti sugárzás**
- **Fotoeffektus értelmezése**

Abszolút fekete test

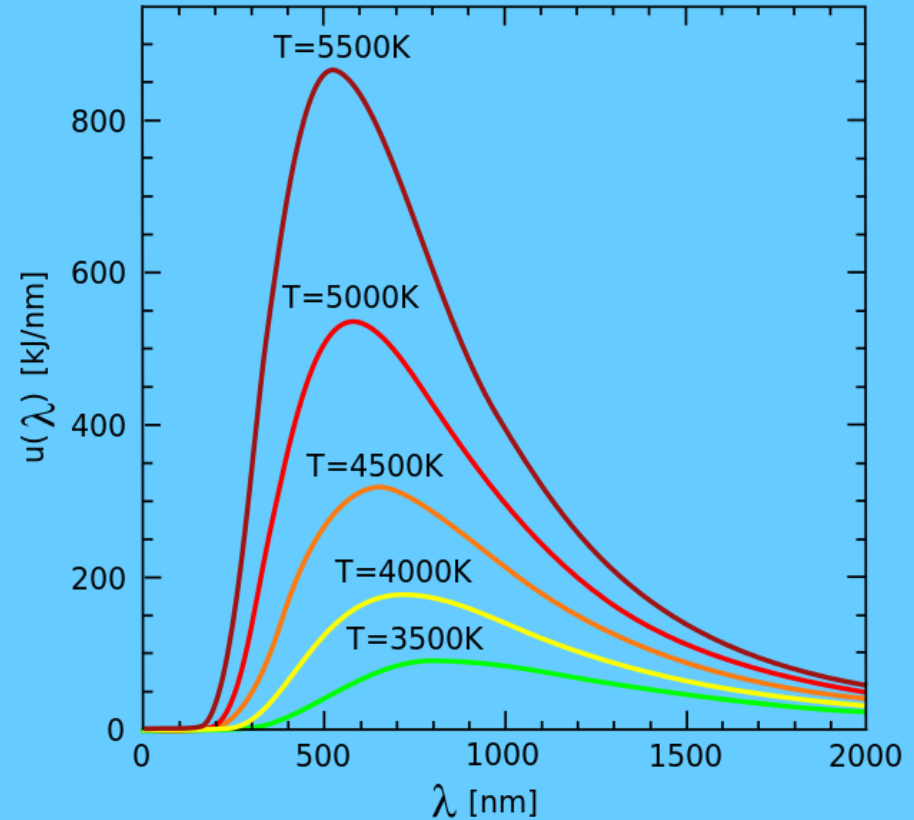
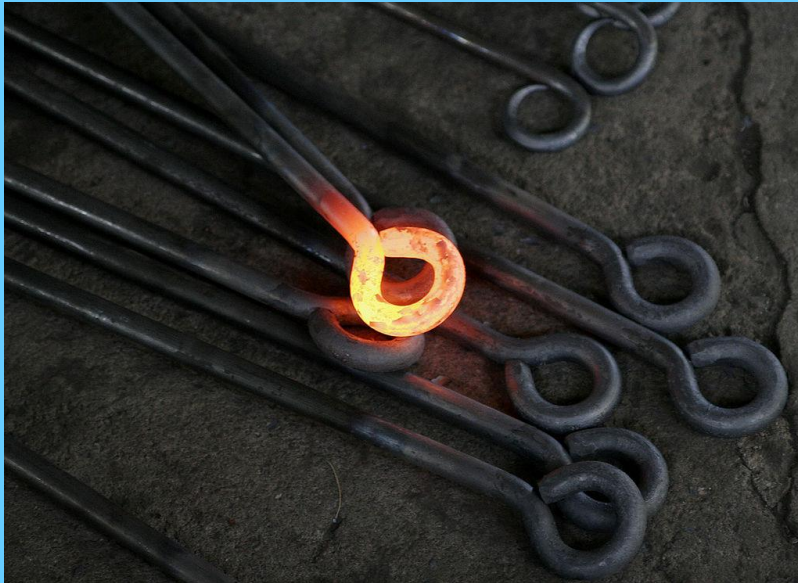
- **Idealizálás:** Abszolút fekete test az, amely bármely hullámhosszúságú ráeső sugárzást teljesen elnyel.
- Kirchhoff (1860): Ha valamely **test egy** meghatározott hullámhosszú sugárzást kibocsát, **ugyanazt el is nyeli.**
- Pl. a nátrium lángja a sárga dominál, ugyanakkor a Na-gőzök a sárga fényt nyelik el.

Hőmérsékleti sugárzás

- **Hőmérsékleti sugárzásnak** nevezzük az anyag hőmozgása miatt kibocsátott elektromágneses sugárzást.
- A testek minden $T > 0$ K hőmérsékleten elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, a környezet hőmérsékletétől függetlenül.
- A sugárzás kibocsátásakor (***emisszó***) lényegében a test belső energiája átalakul elektromágneses energiává, a sugárzás elnyelésekor (***abszorpció***) pedig az elektromágneses energia alakul belső energiává.

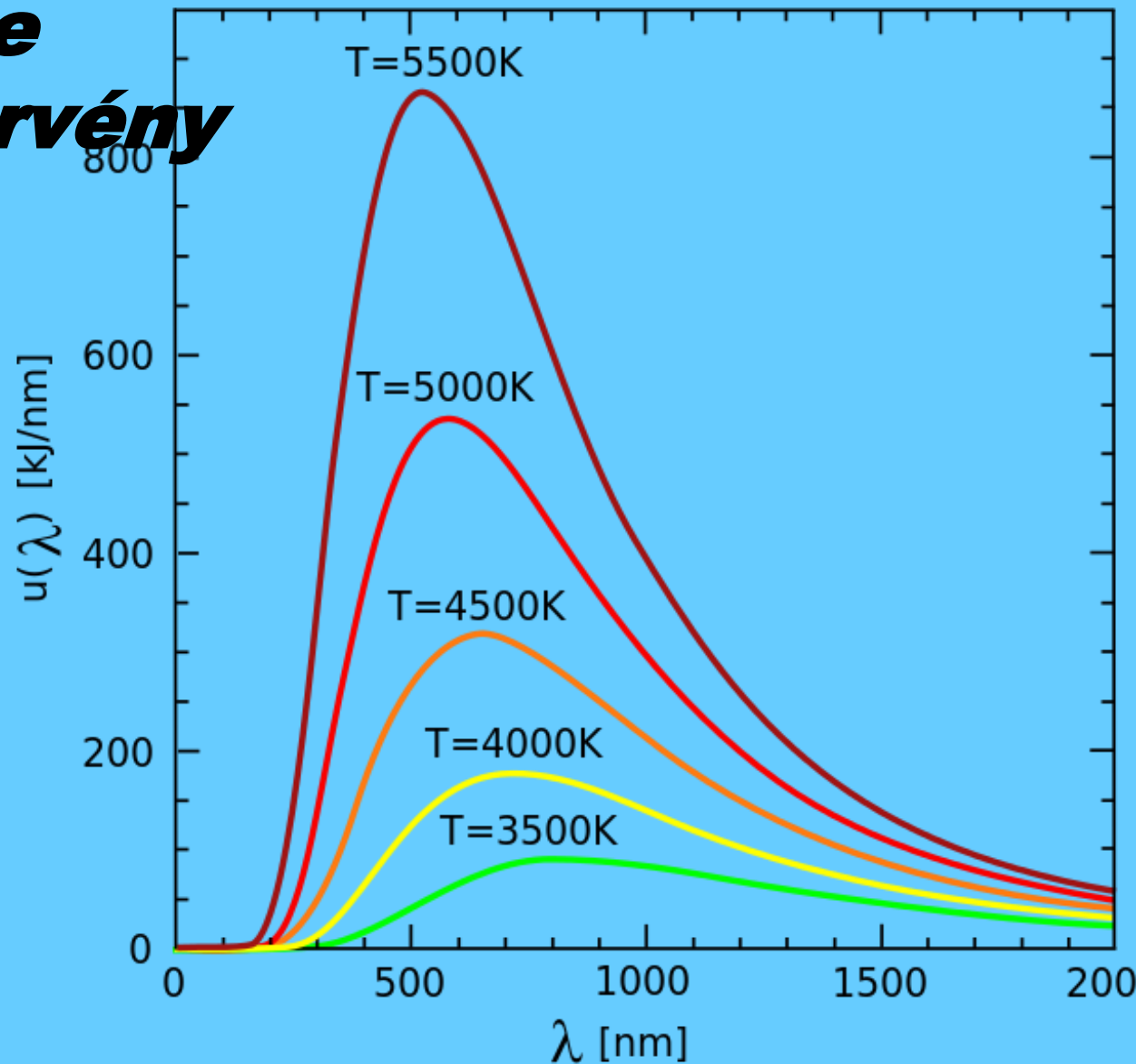


A kohászok az olvadék színéből megtudták állapítani a hőmérsékletét



Wien-féle eltolódási törvény

Animáció



A Wien-féle eltolódási törvény értelmében **a maximális intenzitás hullámhossza** annál kisebb (frekvenciája annál nagyobb), minél nagyobb a sugárzó test hőmérséklete. A látható fény 380 és 750 nm között található.

Stefan-Boltzmann törvény

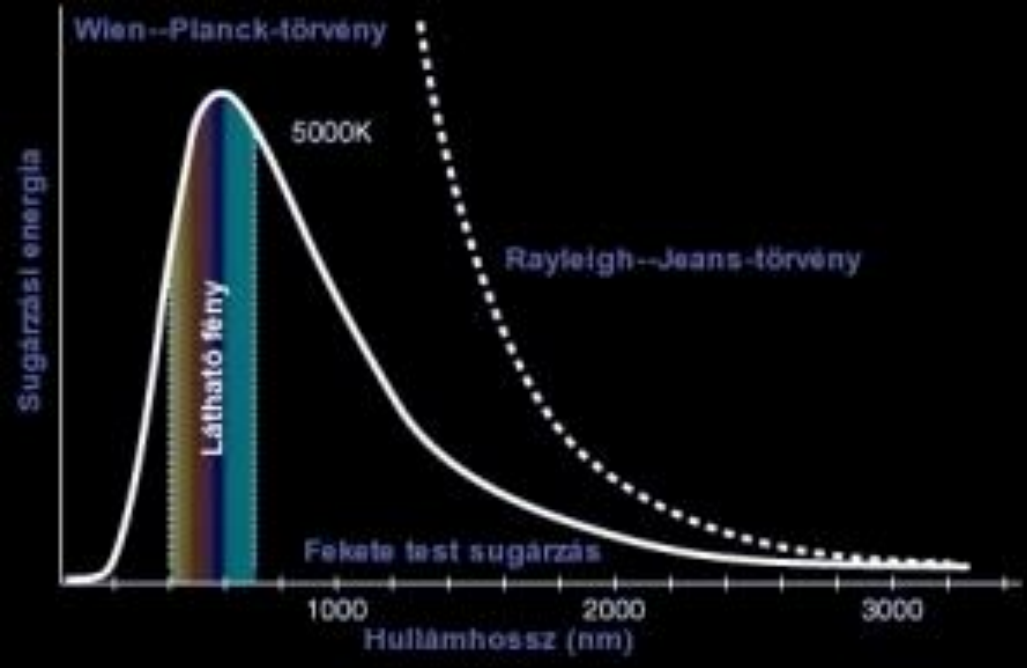
A fekete test sugárzásának törvényszerűségét Joseph Stefan és Ludwig Eduard Boltzmann vizsgálta. 1879-ben felismerték, hogy a fekete test sugárzási teljesítménye (I) a hőmérséklet (T) negyedik hatványával arányos (Stefan--Boltzmann-törvény).

$$E_{\text{teljes}} = \sigma \cdot T^4$$

$$\sigma = 5,672 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

Klasszikus modell a hőmérsékleti sugárzásról

- A molekulák rendezetlen hőmozgásának energiája részben az elektronoknak és az atomoknak adódik át, és így ezeket rendszertelen, **mindenféle frekvenciájú** rezgésekre gerjeszti.
- A rezgő töltések viszont –mint apró oszcillátorok- elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, amelyekben **mindenféle frekvencia** ill. hullámhossz fellép (emisszió)

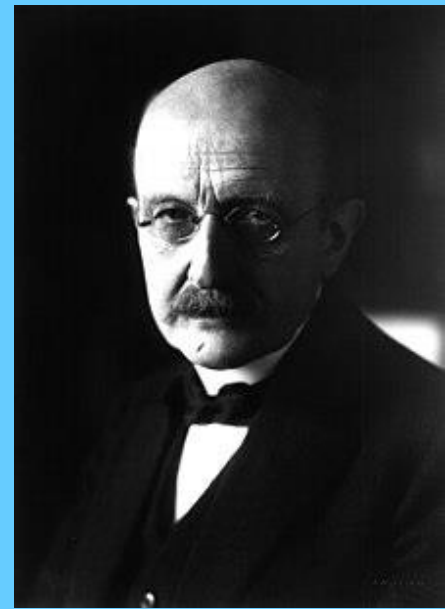


Milyen matematikai összefüggéssel írhatók le a tapasztalt törvényszerűségek?

- 1900-ra a fekete testek sugárzását elméletileg meg tudták magyarázni maximumától kisebb és nagyobb hullámhosszakon. Azonban ehhez két eltérő alapokon nyugvó elmélet kellett. A Wien--Planck-féle elmélet a kis hullámhosszakon, míg a Rayleigh--Jeans-féle a nagy hullámhosszakon tudta megmagyarázni a sugárzás hullámhosszfüggő intenzitáseloszlását. míg a Rayleigh--Jeans-törvény értelmében kicsi hullámhosszakon alakul megfelelően.
- **De mindkét elmélet hibásan írta le a fekete test sugárzás teljes spektrumát (rendre a nagy illetve kis hullámhosszakon).**

Max Planck (1858-1947)

- Sokan próbálták a hőmérsékleti sugárzás tapasztalati törvényeit a klasszikus fizika törvényeivel magyarázni, sikertelenül.
- Max Planck 1900-ban olyan matematikai összefüggést vezetett le, amely **pontosan összhangban volt a tapasztalatokkal.**



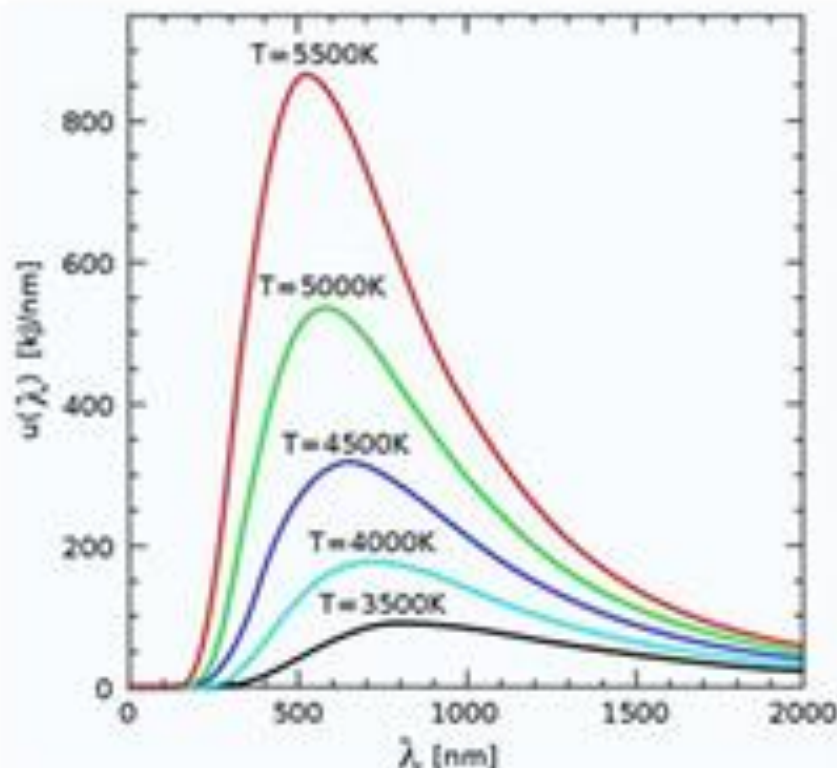
Planck féle sugárzási törvény

Plancknak a sugárzási törvényben állandókat a **k Boltzmann-állandóra**, a **c fénysebességre** valamint

a **h Planck állandó**ra sikerült visszavezetnie.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$E(\lambda, T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(\frac{hc}{k\lambda T}) - 1}$$



Planck's Law

Classical physics (statistical thermodynamics) cannot explain the experimentally observed spectra of radiation.

Classical physics assumed that radiation is emitted continuously by the matter with smooth continuous spectrum of all possible energy levels.

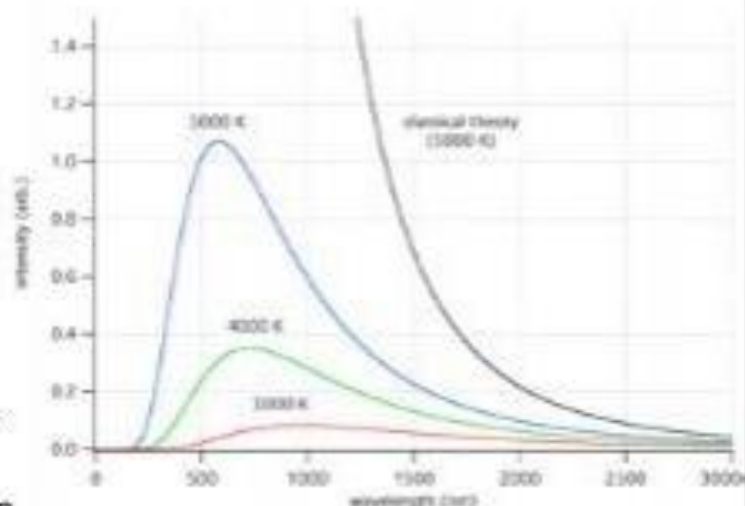
In 1900, Max Planck postulated that the electromagnetic energy is emitted not continuously (like by vibrating oscillators), but by discrete portions or quanta. Quantum mechanics was born! Planck's Law states that

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda T}} - 1}$$

where $h=6.62 \times 10^{-34}$ Js is the Planck's constant.

Light is emitted in quanta and can be considered not only as a wave-like entity but also as a particle, or photon, with the energy given by the Planck-Einstein relation

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



Matematikai ügyeskedés?

Nem!



Planck's Constant

$$h = \frac{32\pi\rho K_e^{11} A_l^7 c O_e}{9\lambda_l^3} g_\lambda$$


Planck kvantumhipotézisét eleinte matematikai ügyeskedésnek tekintették. Átütő sikert az hozott, hogy segítségével egy másik XIX. sz. végi probléma, a fotoeffektus ellentmondására is magyarázatot lehetett adni

Planck: A sugárzás kvantumos

- Plancknak olyan **újszerű elvet** kellett feltételeznie ahhoz, hogy a fekete test sugárzási képletet megkapja, ami akkor még különlegesnek hatott.
- Planck arra az eredményre jutott, hogy **a sugárzási folyamatoknál az energia leadása vagy felvétele nem egyenletesen történik, hanem csak kis adagokban, "kvantumokban" lehetséges.** Ezen kvantumok nagysága az elnyelt vagy kibocsátott sugárzás hullámhosszának és egy univerzális állandónak --- ma ezt Planck-állandónak nevezzük -- a függvénye.
- Azonban a Planck-féle sugárzási törvényt majd húsz évig kétségek kísérték, hiszen a sugárzás kvantumosságának elvét **csak később sikerült**, a kvantummechanika megszületését követően **bizonyítani**.

$$\varepsilon = h \cdot f$$