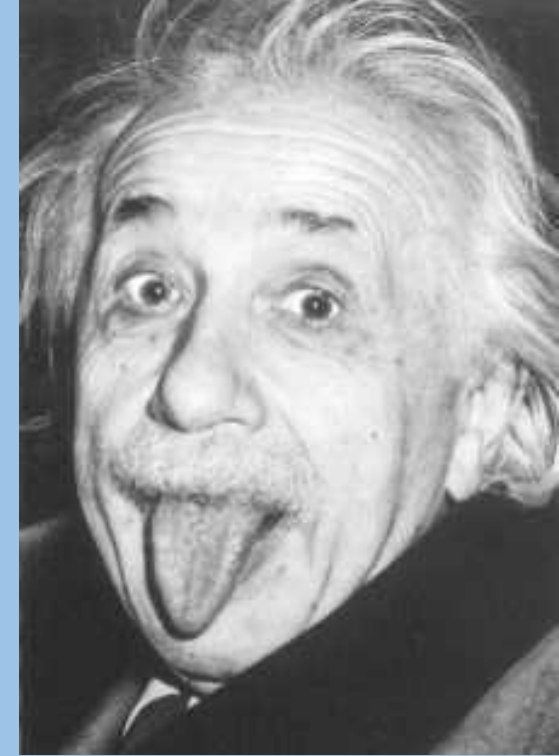
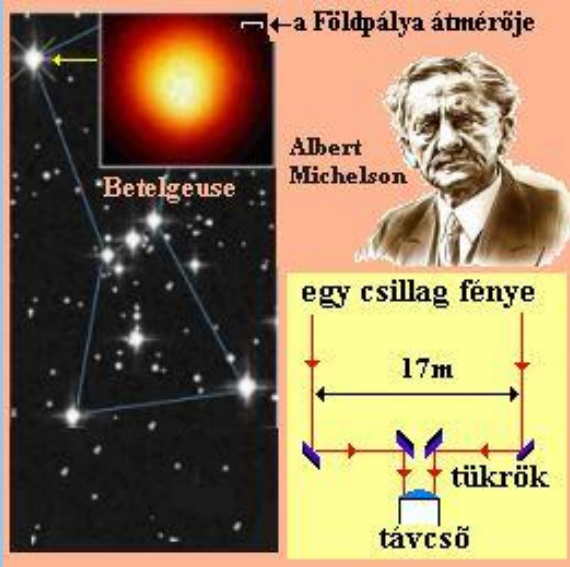
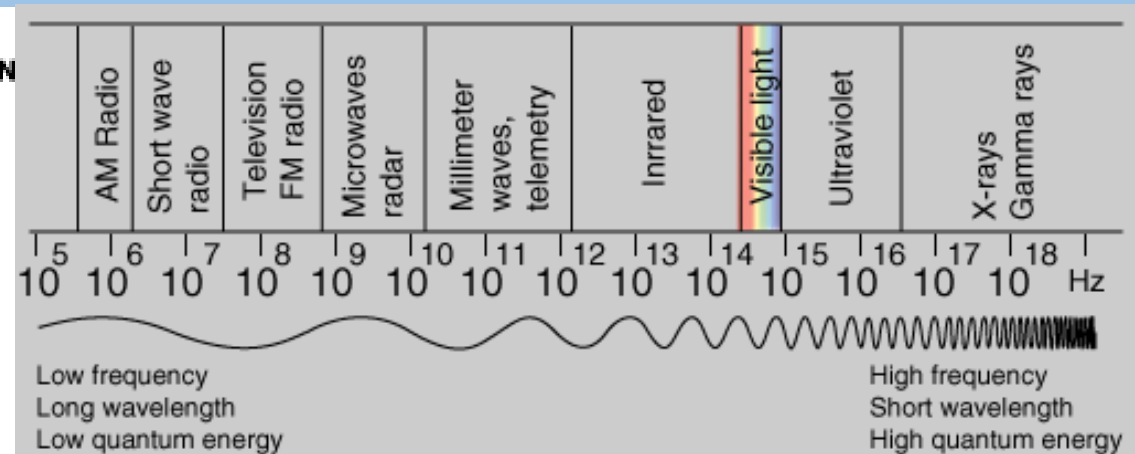
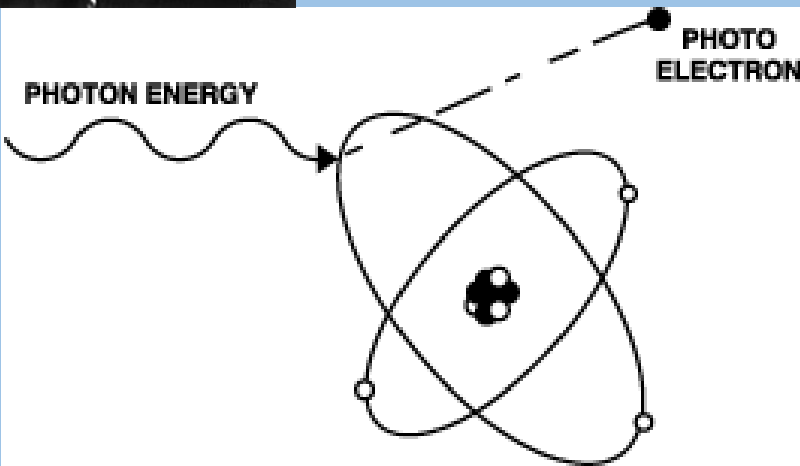


Modern fizika születése



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.“

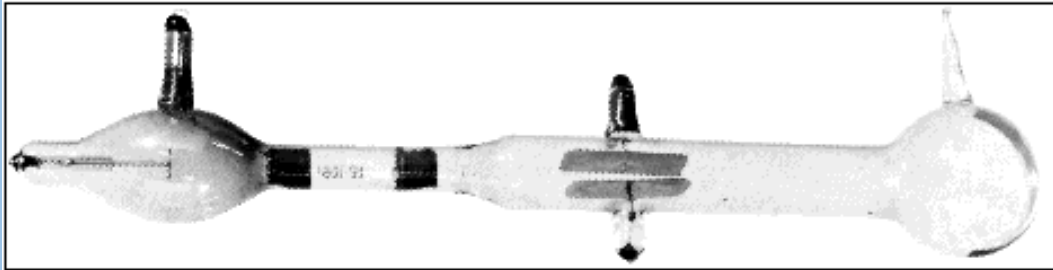
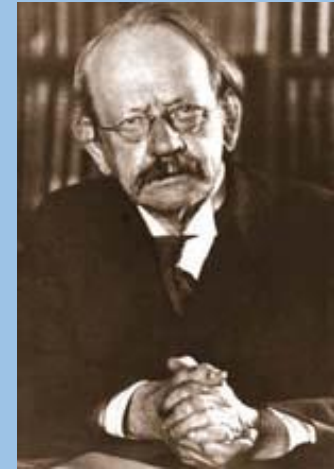
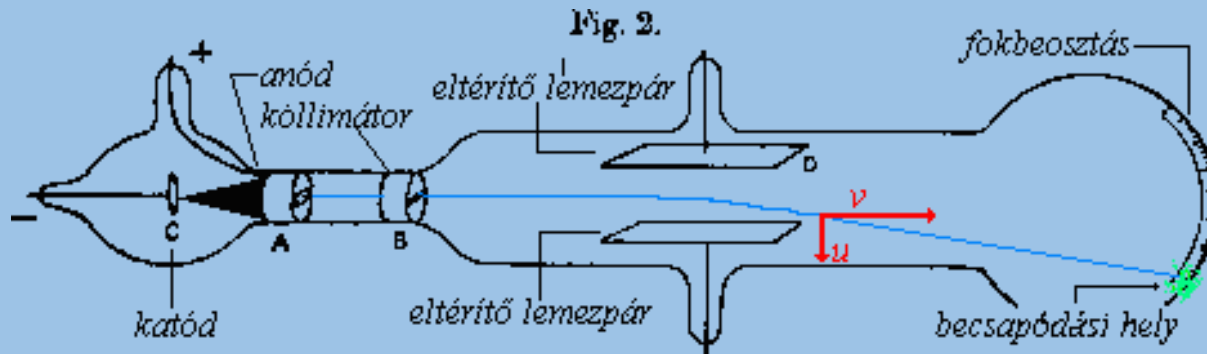
"in this field, almost everything is already discovered, and all that remains is to fill a few unimportant holes."

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.”^[1]

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.

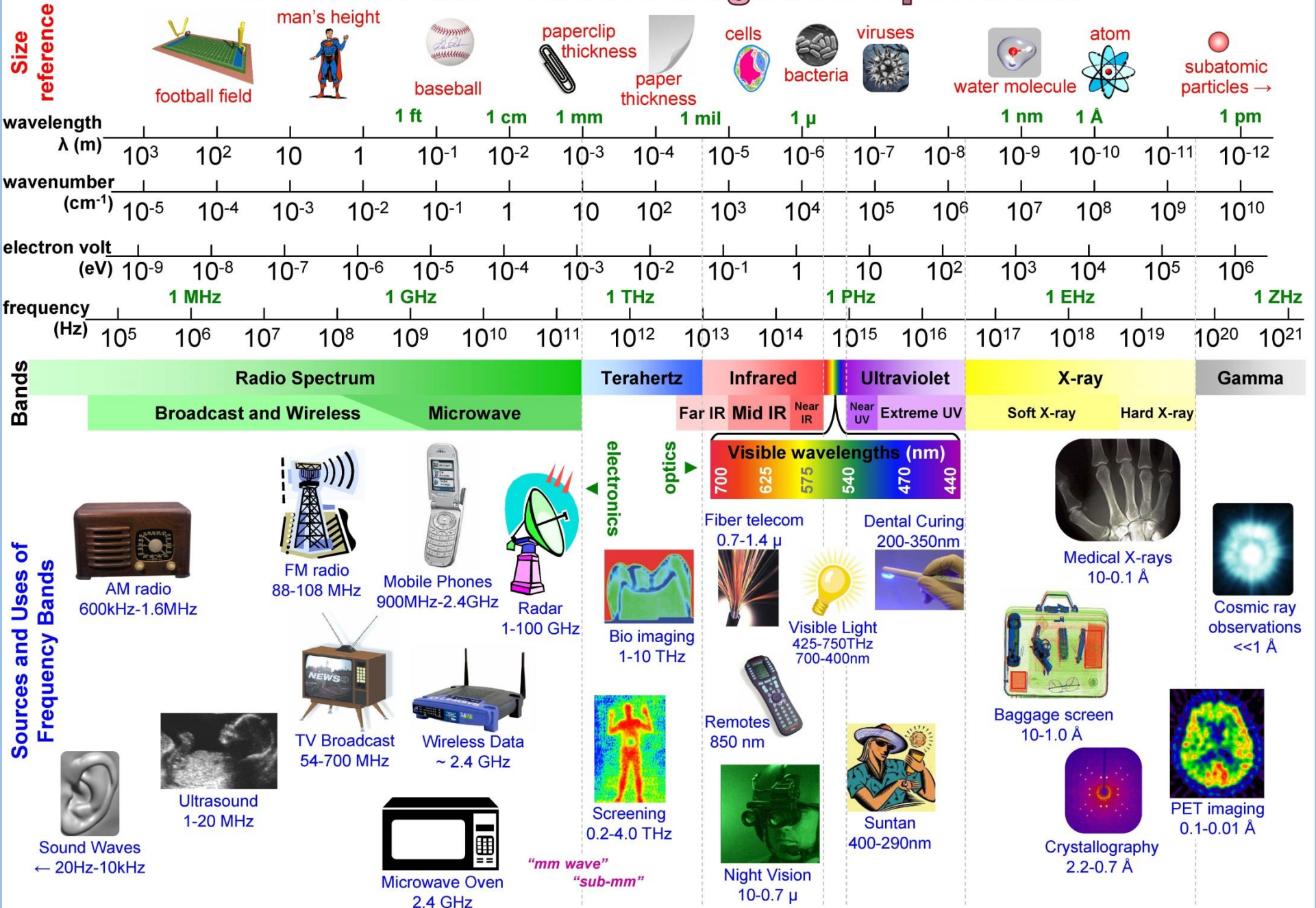
A két eltérítés alapján határozta meg J.J. Thomson a sugárzást alkotó részecske (későbbi nevén: elektron) fajlagos töltését (Q/m) 1897-ben.

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

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



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:

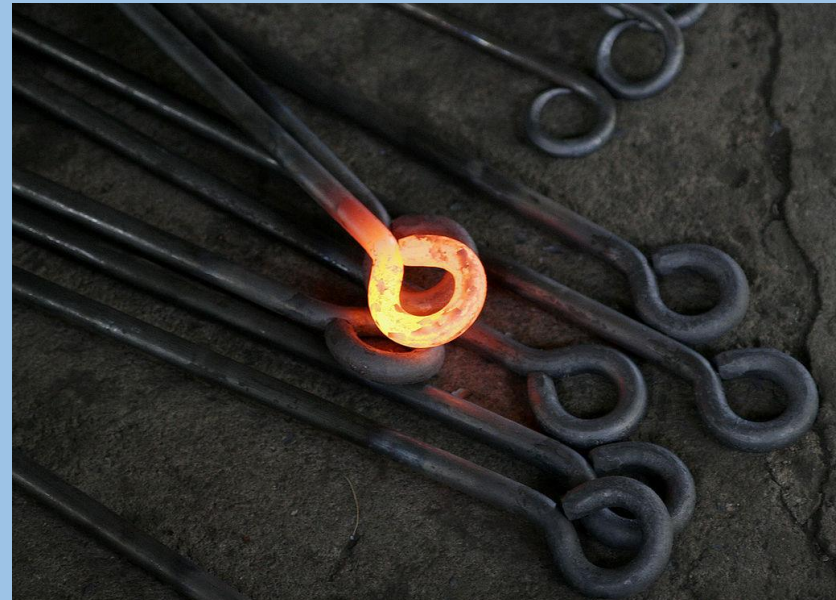
- Hőmérsékleti sugárzás
- Fotoeffektus értelmezése

Abszolút fekete test

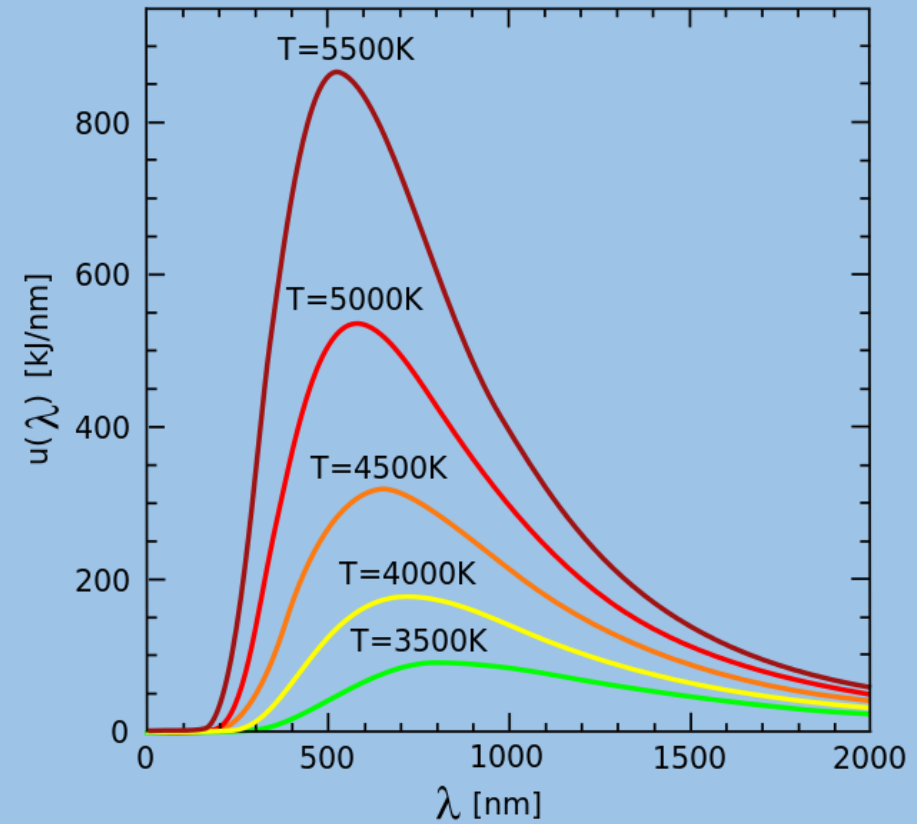
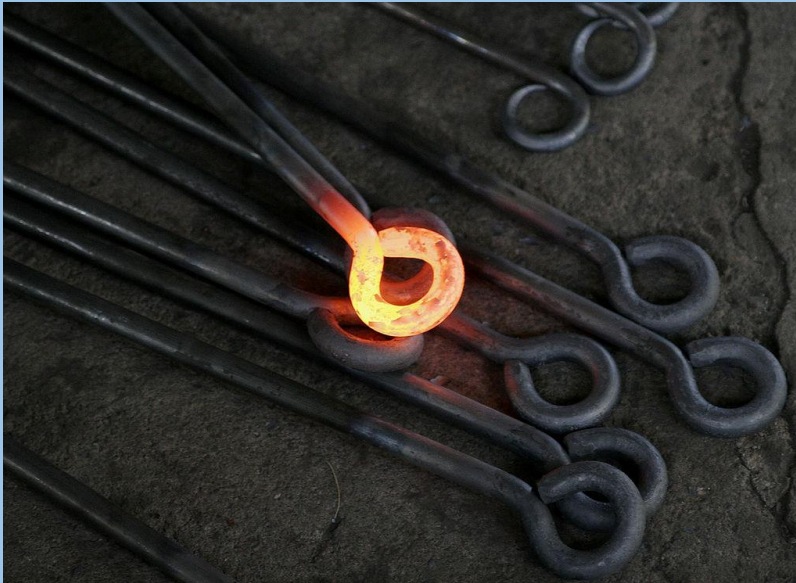
- **Idealizálás:** Abszolút fekete test az, amely bármely **hullámhosszúságú ráeső sugárzást teljesen elnyel.**
- Kirchhoff (1860): Ha valamely **test egy** meghatározott hullámhosszú sugárzást **kibocsát, ugyanazt el is nyeli.**
- Pl. a nátrium lángja a sárga dominál, ugyanakkor a Na-gőzök a sárga fényt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

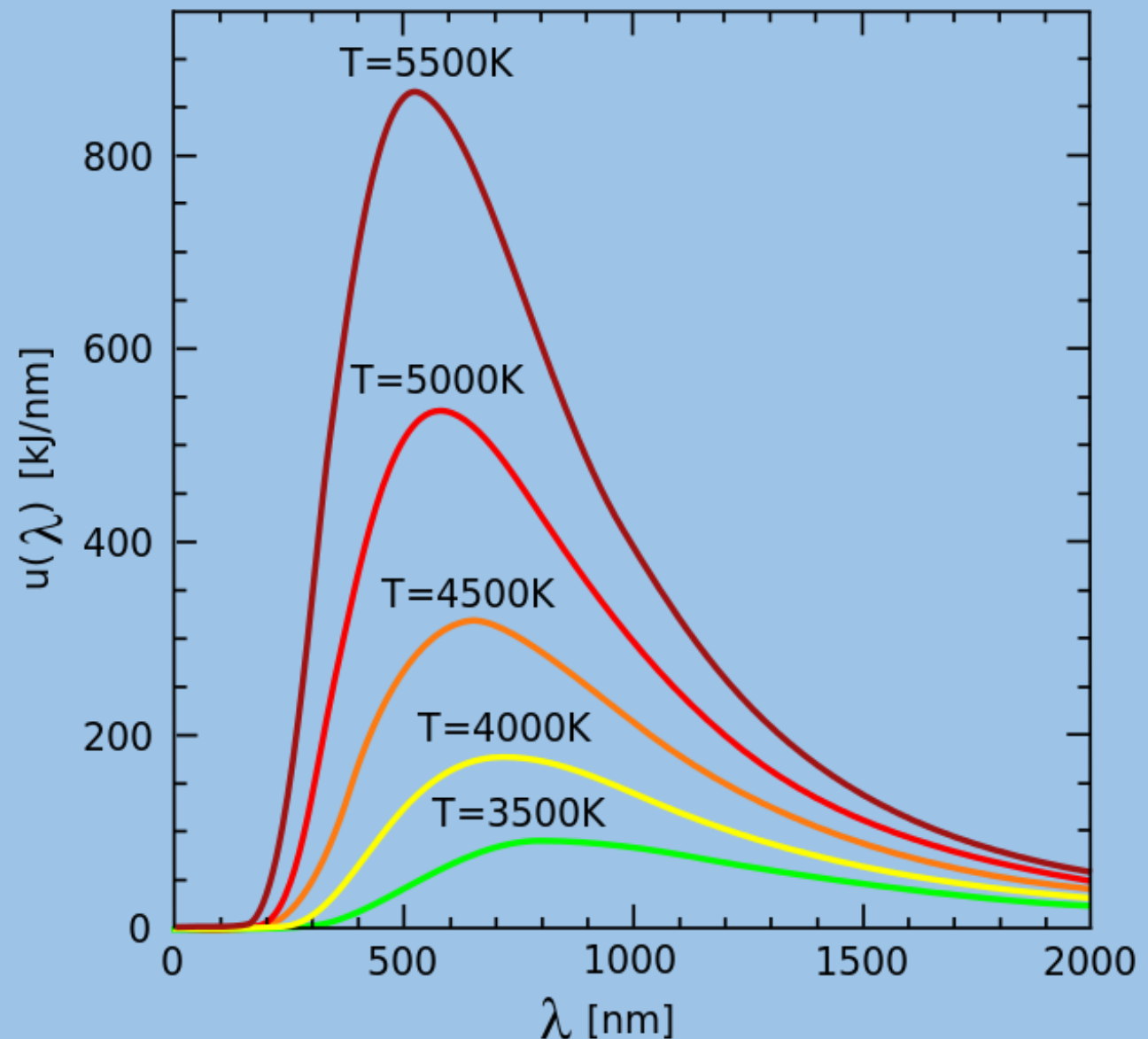


A kohászok az olvadék színéből megtudták állapítani a hőmérsékletét



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.

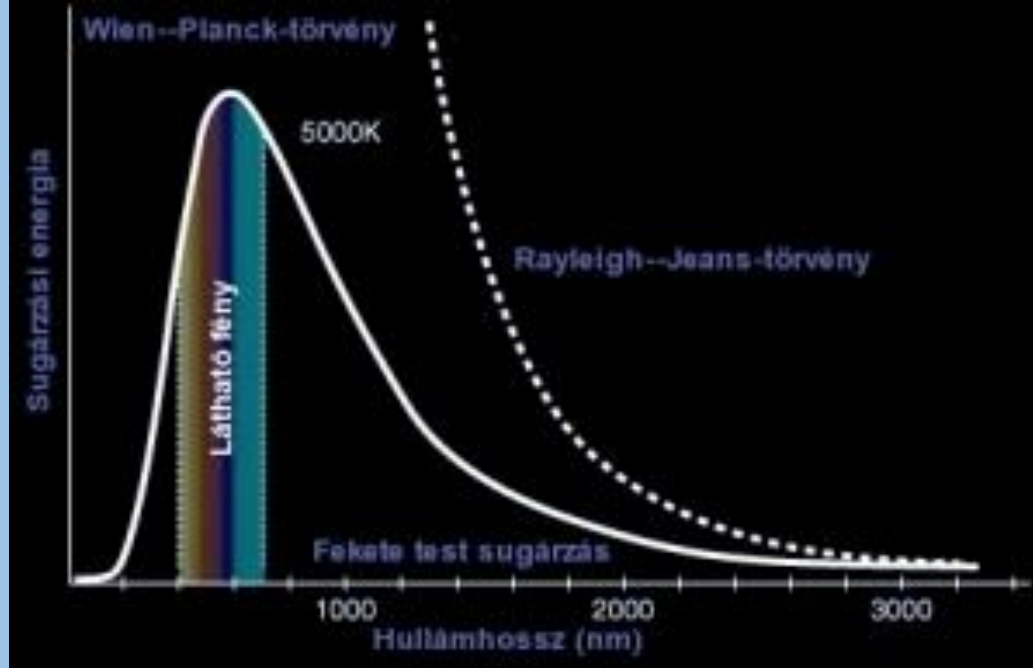
Stefan-Boltzmann törvény

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).

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

Klasszikus modell a hőmérsékleti sugárzásról

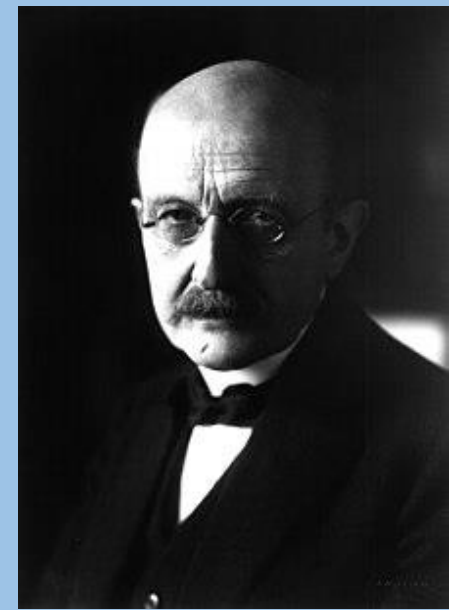
- A molekulák rendezetlen hőmozgásának energiája részben az elektronoknak és az atomoknak adódik át, és így ezeket rendszertelen, **mindenféle frekvenciájú** rezgésekre gerjeszti.
- A rezgő töltések viszont –mint apró oszcillátorok- elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, amelyekben **mindenféle frekvencia**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

$$E_{\lambda} = c_1 \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

Plancknak a sugárzási törvényben szereplő c_1 és c_2 állandókat a k Boltzmann-állandóra, a c fénysebességre valamint a h -ra sikerült visszavezetnie.

Matematikai ügyeskedés? **Nem!**

$$E_{\lambda} = c_1 \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}$$

- **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

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

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.

$$\varepsilon = h \cdot f$$

- Azonban a Planck-féle sugárzási törvényt majd húsz évig kétségek kísérték, hiszen a sugárzás kvantumosságának elvét **csak később sikerült, a kvantummechanika megszületését követően bizonyítani.**