

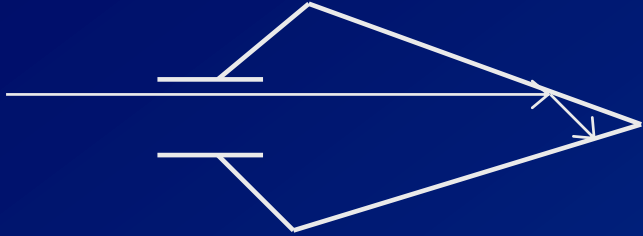
Úvod do kvantové fyziky

Hlavní body – úvod do kvantové fyziky

- Záření absolutně černého tělesa
- Vnější fotoelektrický jev
- Frankův – Hertzův pokus
- Vodíkové spektrum – model atomu
- Rentgenové záření

Záření absolutně černého tělesa

Černé těleso:



Stěny jsou schopny pohltit a uvolnit všechny vlnové délky (rezonátory $0 - \infty$ Hz)

Uvnitř panuje rovnováha mezi absorbovaným a emitovaným zářením

Intenzita vyzařování $H = \frac{P}{S}$ výkon P
z plochy S

1) Ptáme se na $H = f(T)$

Experimentálně
nalézáme:

$H_{celk} = \sigma \cdot T^4$ Stefan-Boltzmannův
zákon

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

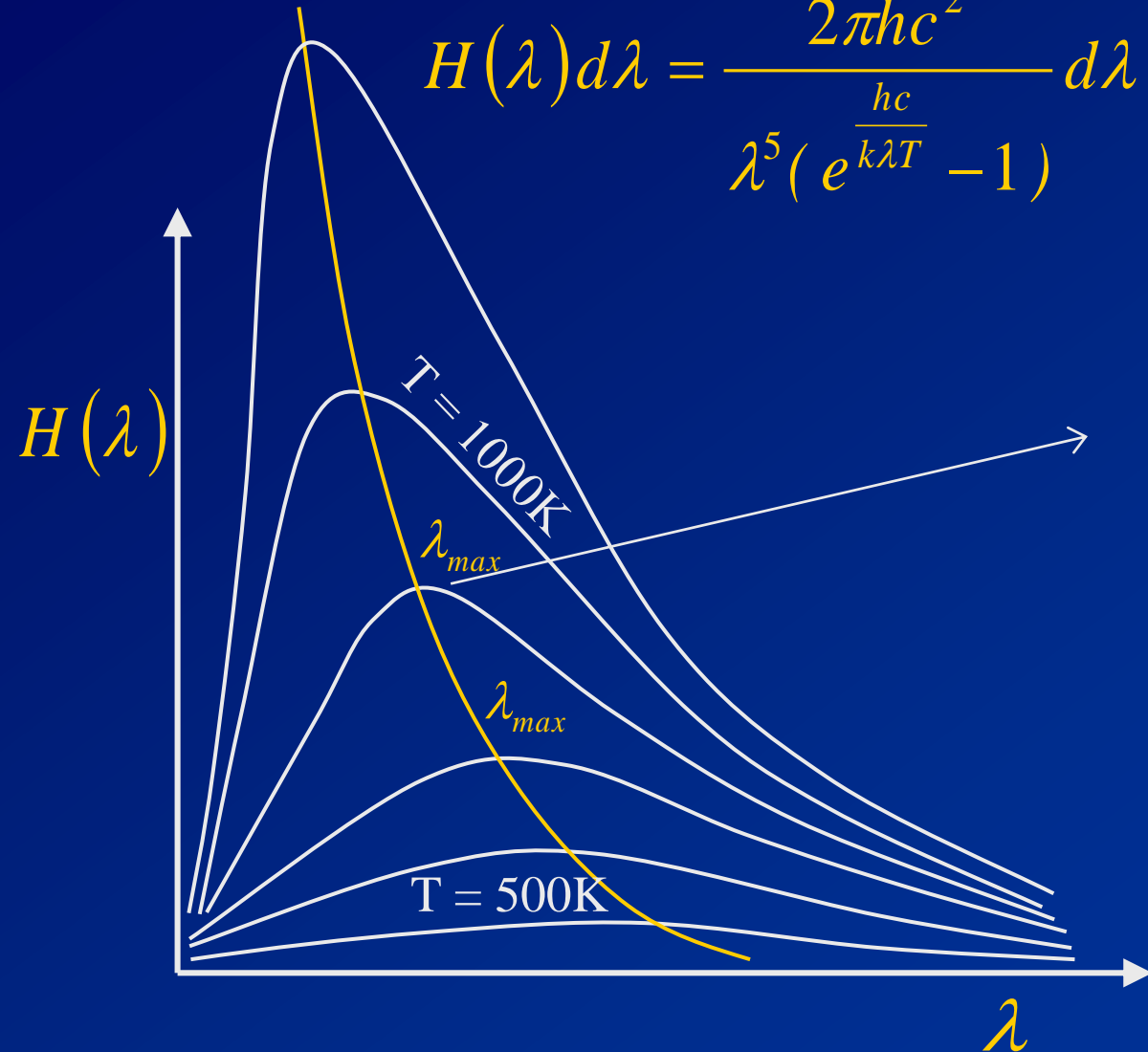
Planckův vyzařovací zákon



2) Ptáme se na $H = f(T, \lambda)$ Planck našel:

$$H(\lambda) d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1 \right)} d\lambda$$

Dává četnost fotonů v daném rozsahu vlnových délek
Srovnej s Maxwellovým rozdělením rychlostí mlul



Wienův zákon

$$\lambda_{max} \cdot T = 0.0029 \text{ m} \cdot \text{K}$$

$$\lambda_{max} \text{ Slunce} = 500 \text{ nm}$$



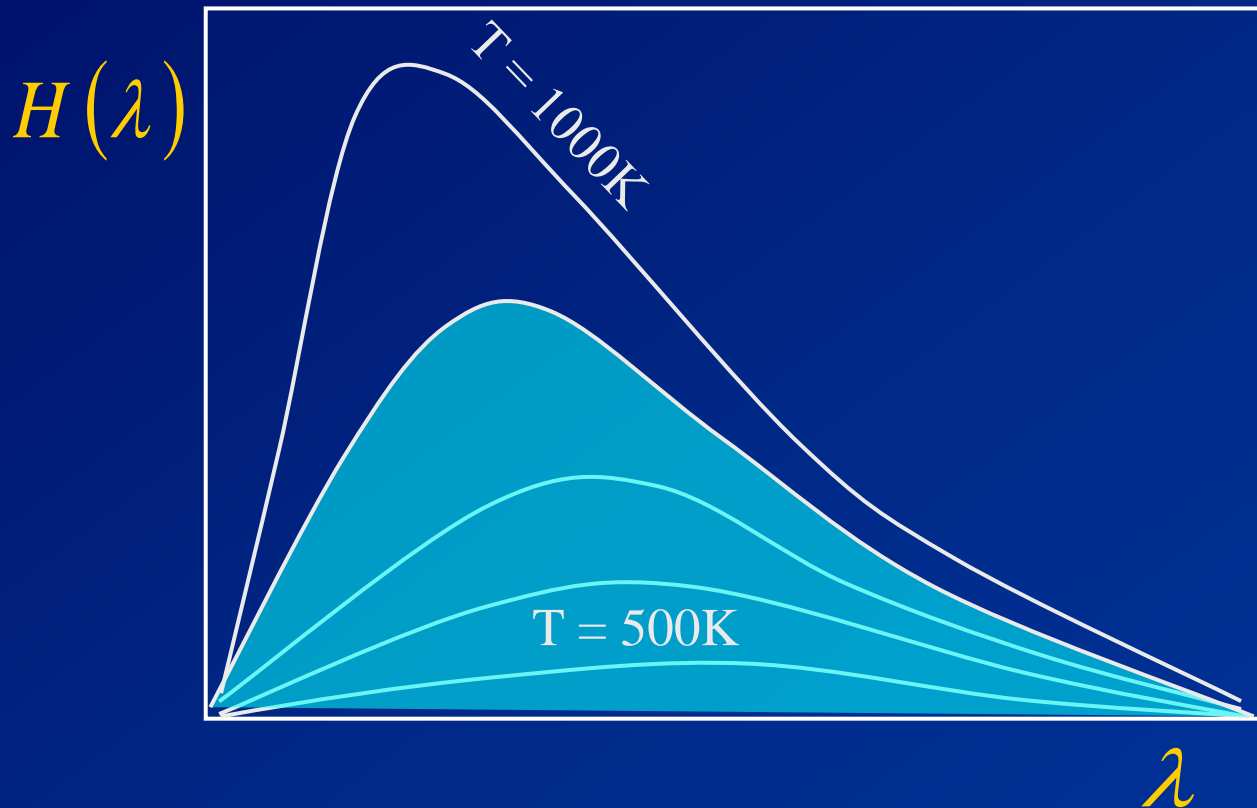
$$T \text{ Slunce} = 5800 \text{ K}$$



Měření teploty

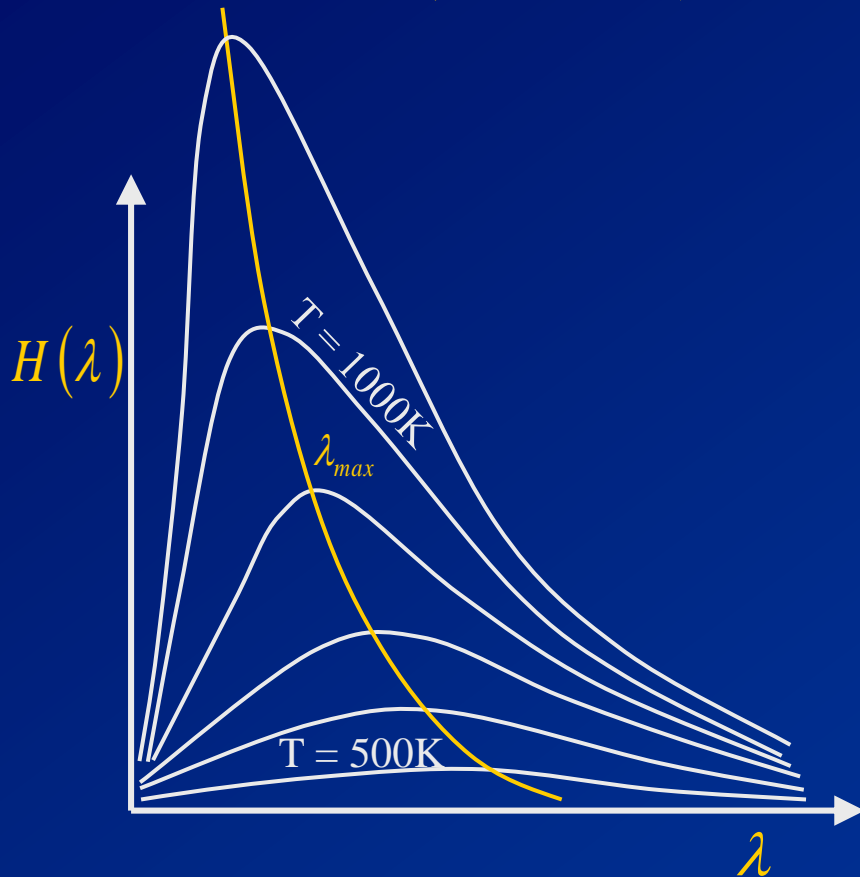
Integrál přes všechny vlnové délky (\approx plocha pod křivkou)
vede k Stefan-Boltzmannovu zákonu

$$H_{celk} = \int H(\lambda) d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1 \right)} d\lambda \quad \Rightarrow \quad H_{celk} = \sigma \cdot T^4$$



Planckův vyzařovací zákon

$$H(\lambda)d\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1)} d\lambda$$



Planckův zákon lze odvodit pouze za předpokladu, že záření je pohlcováno a uvolňováno po kvantech!

První náznak kvantování!

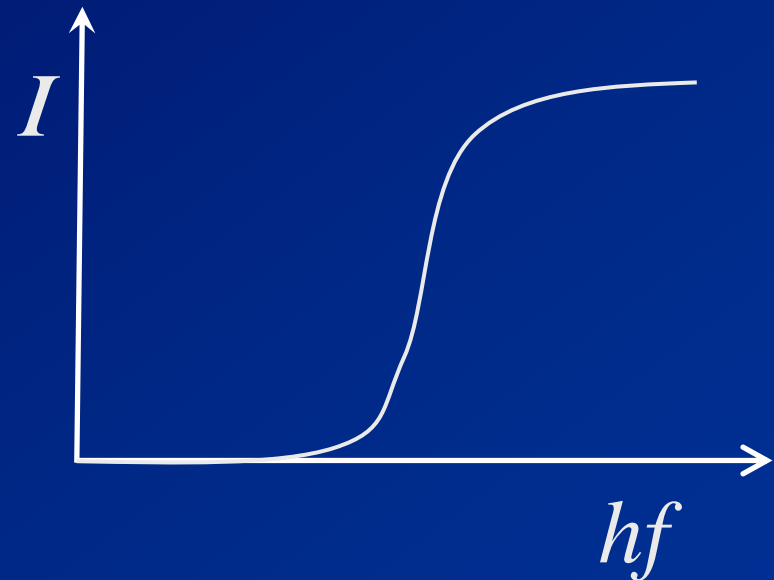
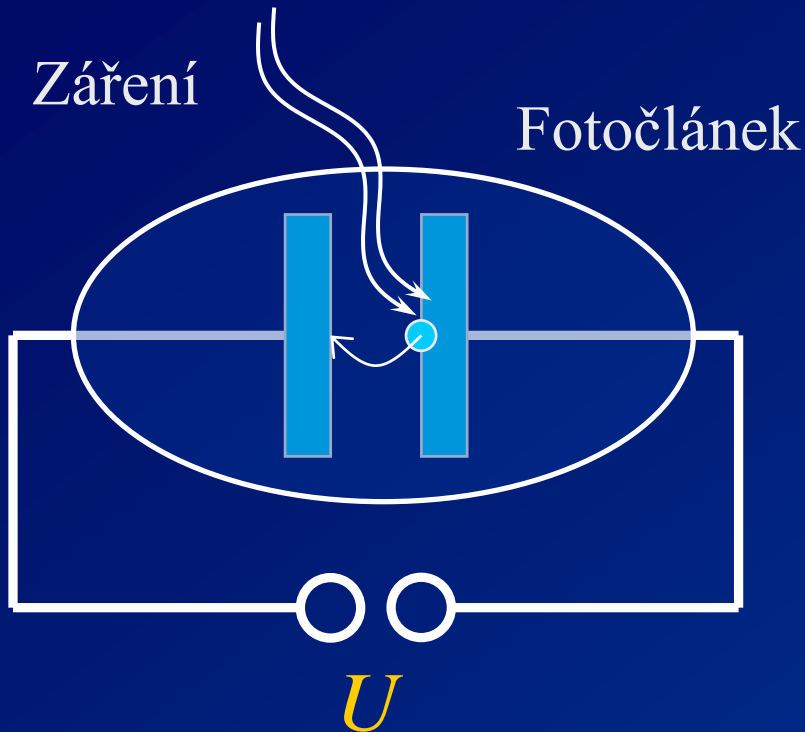
Energie kvanta = fotonu je dána:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Planckova konstanta

Fotoelektrický jev

VIDEO
Photoeffekt



Nezávisle na intenzitě záření (počtu fotonů za čas) proud fotonkou začne probíhat až při určité energii záření

$$E = hf$$

Tato energie je charakteristická pro kov katody =
výstupní práce elektronu z daného kovu

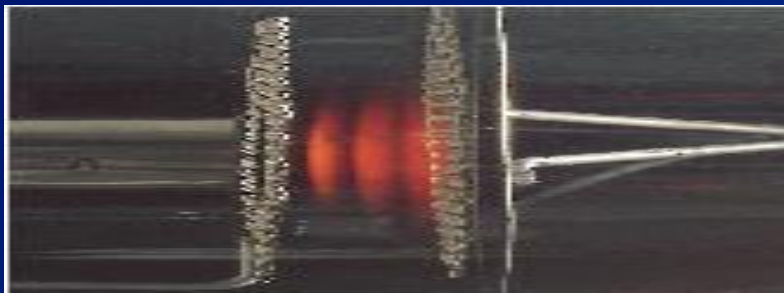
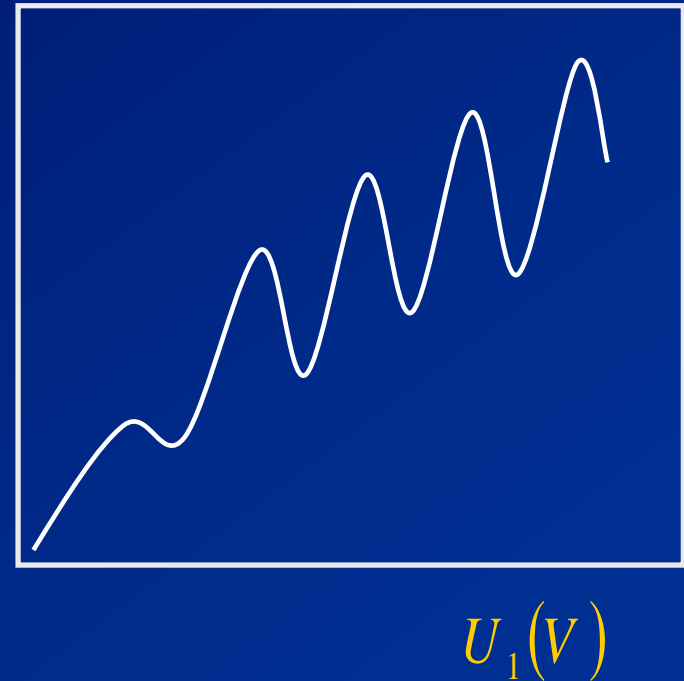
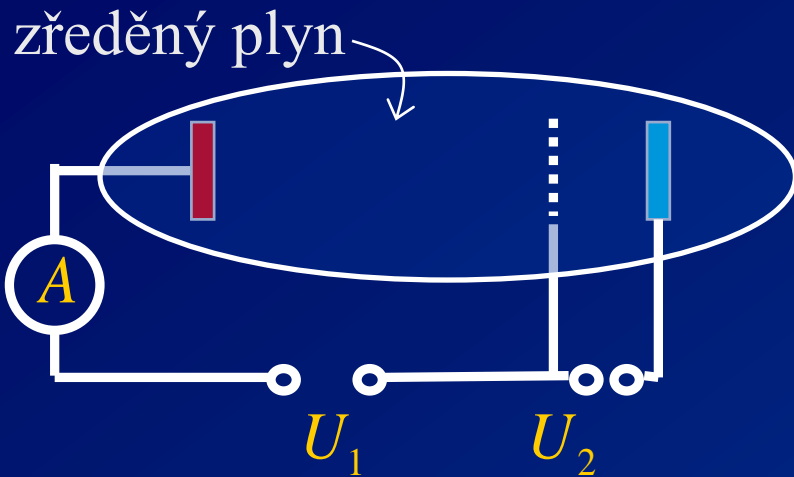
$$E = h \cdot f = U \cdot e$$

Další důkaz kvantování!

Franckův – Hertzův pokus

VIDEO

Franck-Hertz

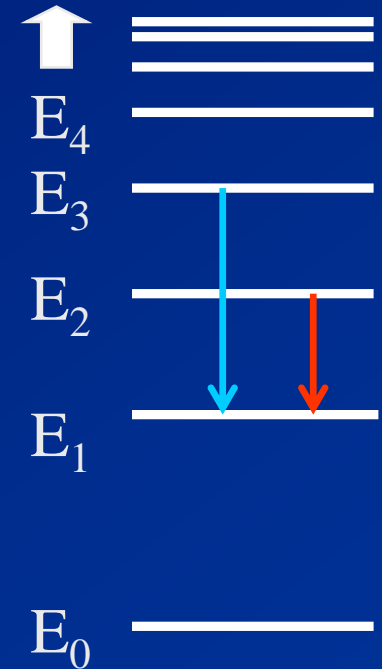
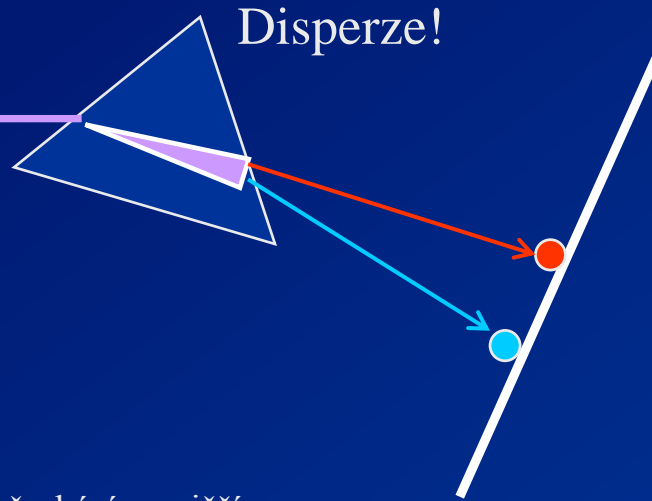
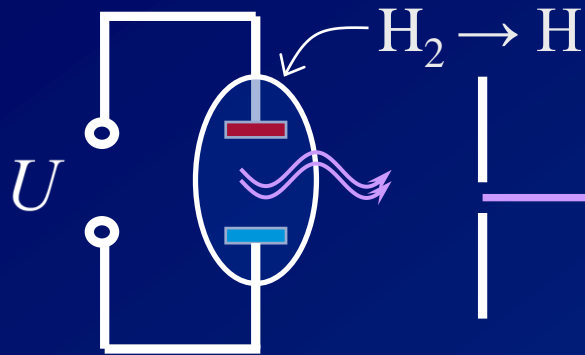


Elektrony uvolněné z anody a urychlené U_1 naráží do atomů. Excitace elektronů v atomech je možná až při určité energii elektronu, tedy i U_1 . Právě v té chvíli nastává pokles proudu, protože elektrony předávají svou energii elektronům v atomech

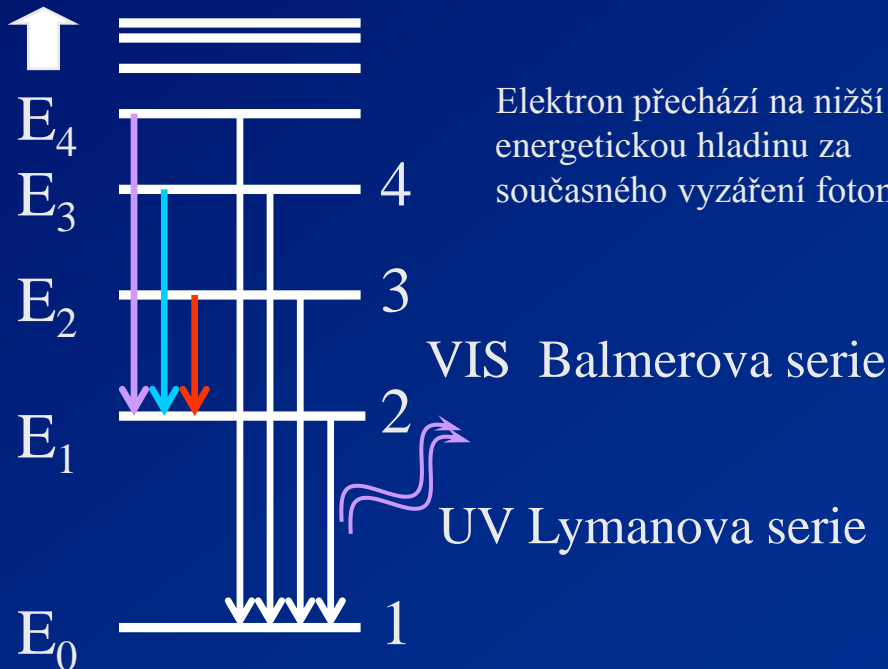
Kvantování energie elektronů v atomech!

Model atomu - vodíkové spektrum

Excitace **valenčních** elektronů



Energetické spektrum vodíku



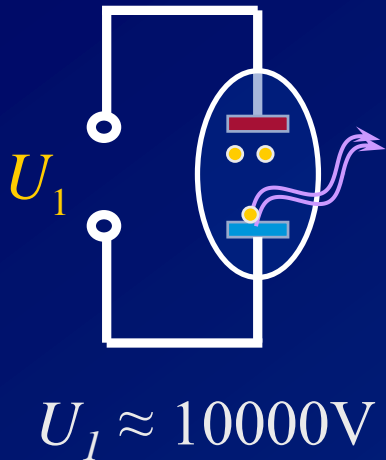
Rydbergův vztah:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$R = 10\,973\,731.6 \text{ m}^{-1}$$

Retgenové záření

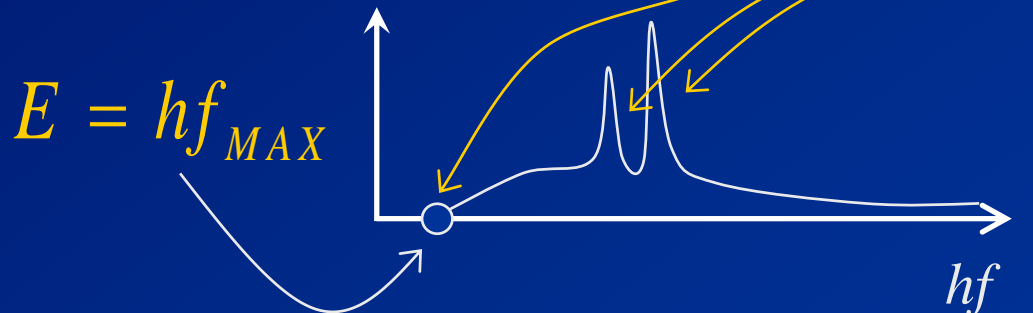
Elektrony uvolněné z katody a urychlené U_1 naráží do anody a svou kinetickou energii z části přemění na záření.



$$E = U \cdot e = \frac{1}{2} m_e v^2 = hf$$

Brzdné záření

Celá energie elektronu se (najednou) přemění na energii fotonů (fotonu)



Charakteristické záření

Energie elektronu se spotřebuje na excitaci **hlubokých** elektronů v atomech anody. Excitovaný atom se vrací na základní energetickou hladinu a vyzařuje CH.Z. Je charakteristické pro daný kov anody! **EDX**