

2. cvičení FOTONY A DE BROGLIEHO VLNY

„... in the case of x-rays one had both waves and corpuscles, then suddenly – it was in the course of summer 1923 – I got the idea that one had to extend the duality to the material particles, especially to electrons.“

Louis de Broglie (1892 – 1987)



- Světelné vlny a fotony
- Elektrony a de Broglieho vlny
- Rozptyl čehokoli na čemkoli

Prostudujte: HRW - kap. 39 *Fotony a de Broglieovy vlny*, čl. 1 až 6, a zodpovězte otázky k této kapitole

Z historie

- ⇒ 1900 *Max Planck*: záření černého tělesa, Planckův vyzařovací zákon
- ⇒ 1905 *Albert Einstein*: kvantování elektromagnetického pole („Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt.“ *Annalen der Physik* **17** (1905), 132-148)
http://physics.fme.vutbr.cz/files/61/fulltext_ID=109924447&PLACEBO=IE.pdf
(o Einsteinovi mnohé viz <http://www.aip.org/history/einstein/>)
- ⇒ 1923 *Arthur Compton*: rozptyl rtg záření – experimentální prokázání hybnosti fotonů
- ⇒ 1924 *Louis de Broglie*: vlny hmoty
- ⇒ 1925 *C. J. Davisson, L. A. Germer*: rozptyl elektronů na površích pevných látek – difrakce pomalých elektronů (10-100 eV)
- ⇒ 1927 *G. P. Thomson*: difrakce rychlých elektronů (50 keV)
- ⇒ 1930 *I. Estermann, O. Stern*: difrakce He, H₂
- ⇒ 1931 *Ernst Ruska*: elektronový mikroskop
- ⇒ 1981 *Gerd Binnig, Heinrich Rohrer*: řádkovací tunelový mikroskop
- ⇒ 1999 *Anton Zeilinger* aj.: difrakce fulerenů

Problém č. 1 Fotoelektrický jev

- HRW - kap. 39: 28 Ú
- HRW - kap. 39: 30 Ú
- Měděnou izolovanou kuličku o poloměru 0,50 cm ozáříme monochromatickým světlem o vlnové délce 0,20 μm. (α) Na jaký potenciál se kulička nabije v důsledku ztráty fotoelektronů? Výstupní práce mědi je 4,74 eV. (β) Kolik fotonů se může maximálně absorbovat? Koncentrace vodivostních elektronů v mědi je $8,42 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$.

Problém č. 2 Fotony mají energii i hybnost

- a) Absorpce fotonu na volném elektronu: HRW - kap. 39: 35 Ú
- b) Rozptyl fotonu: HRW - kap. 39: 36 Ú, 38 Ú

Problém č. 3 De Broglieho vlny (Matter waves)

- a) Davissonův-Germerův experiment
- b) HRW - kap. 39: 52 C
- c) HRW - kap. 39: 58 Ú
- d) HRW - kap. 39: 55 Ú
- e) HRW - kap. 39: 57 Ú
- f) HRW - kap. 39: 62 Ú

Problém č. 4 Elektron jako částice

- a) Objev elektronu – *J. J. Thomson* – 1897 (HRW - čl. 29,3)
- b) Měření elementárního náboje – *R. A. Millikan* (HRW - čl. 23,8)

K objevu elektronu viz. <http://www.aip.org/history/electron/>

Dodatek k 2. cvičení Záření černého tělesa