

Obsah

25 Základní pojmy kvantové fyziky	1
25.1 Planckova kvantová hypotéza	1
25.2 Absolutně černé těleso	1
25.2.1 Wienův posunovací zákon	1
25.3 Fotoelektrický jev	1
25.3.1 Druhy fotoefektu	1
25.4 Comptonův jev	2
25.5 Vlastnosti fotonů	2
25.6 Korpuskulárně vlnový dualismus	3
25.7 Huygensův princip	3
25.7.1 Dvouštěrbínový experiment	3
25.8 Popis částic v mikrosvětě	4
25.8.1 Heisenbergův princip neurčitosti	4
25.8.2 Vlnová funkce	4
25.9 Laser	4

25 Základní pojmy kvantové fyziky

- věda mikrosvětě
- malé rozměry (10^{-9} m, 10^{-24} s)

25.1 Planckova kvantová hypotéza

- záření se šíří nespojitě v **kvantech**
 - nejmenší jednotka energie elmag. záření
- energie kvanta úměrná frekvenci záření $E = hf$
 - Planckova konstanta $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s
- kvantum = **foton** – částice záření – Pojmenováno později Albertem Einsteinem
- energie elmag. záření vždy násobek energie kvanta

25.2 Absolutně černé těleso

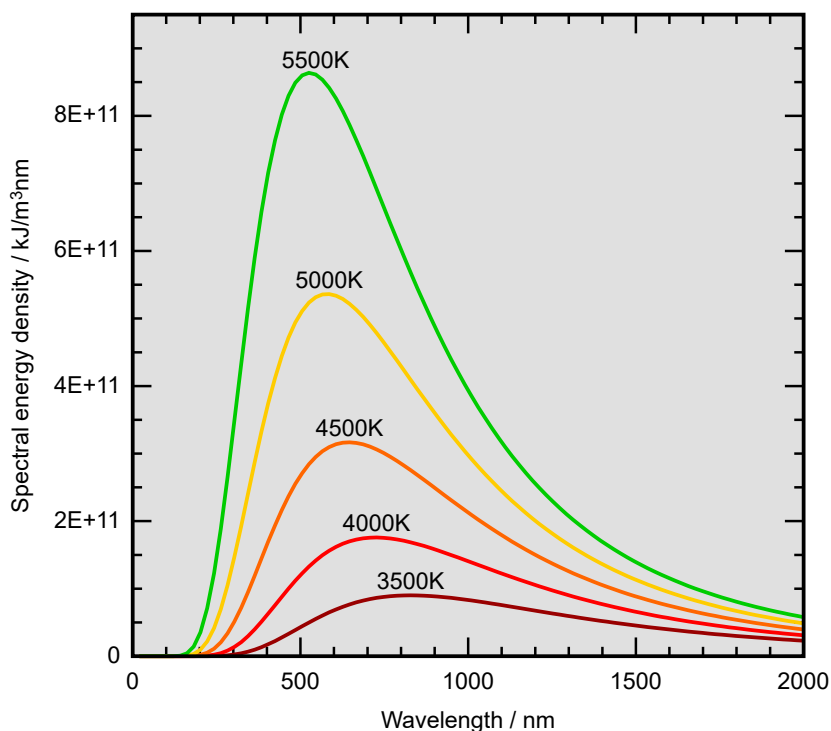
- ideální těleso pohlcující všechny vlnové délky
- ideální zářič, vyzařuje maximální množství energie
 - celková vyzařovaná energie závislá pouze na teplotě tělesa

25.2.1 Wienův posunovací zákon

- „V záření absolutně černého tělesa je maximální energie vyzařovaná na vlnové délce, která se s rostoucí termodynamickou teplotou snižuje“
- čím teplejší těleso, tím více vyzařuje záření o vyšších frekvencích / kratších vlnových délkách
-

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$$

kde $b = 2,898 \text{ mm} \cdot \text{K}$ je Wienova konstanta



Obr. 25.1: Nákres Wienova posunovacího zákona

25.3 Fotoelektrický jev

- elektrony emitované z látky (nejčastěji kovu) v důsledku absorpce elmag. záření
- energie kvanta (fotonu) předána elektronu, přeměna na:
 - vykonání výstupní práce W
 - kinetickou energii elektronu E_k
- mezní frekvence f_0 – nejmenší frekvence potřebná pro uvolnění elektronu
 - $\Rightarrow W = hf_0$
-

$$hf = W + E_k \quad \Rightarrow \quad hf = hf_0 + E_k$$

25.3.1 Druhy fotoefektu

Vnitřní fotoefekt uvolněné elektrony zůstávají uvnitř látky, nekonají výstupní energii W , zůstávají v ní jako vodivostní elektrony

Vnější fotoefekt jev na povrchu látky, elektrony uvolněny do okolí

25.4 Comptonův jev

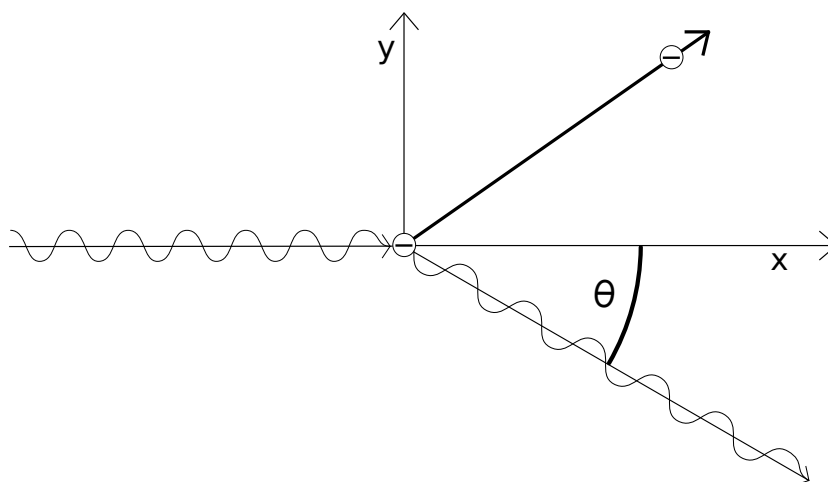
- Arthur Holly Compton, 1923
- elektromagnetická vlna interaguje s atomem
- foton předá atomu část své energie \rightarrow změna vlnové délky záření

25.5 Vlastnosti fotonů

- částice elektromagnetického záření
- pohybují se rychlostí světla $c \doteq 2,998 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- energie:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

- hybnost:



Obr. 25.2: Náčrt Comptonova jevu

– vztah platící díky relativistickému vztahu pro energii $E = mc^2$

$$p = mc = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

25.6 Korpuskulárně vlnový dualismus

- stejně jako vlna na vlastnosti částice, tak částice má vlastnosti vlny
- De Broglie – 1924 – „s každou částicí o hybnosti p je spjata vlnění“ → *de Broglieovy vlny* (*hmotnostní vlny*)

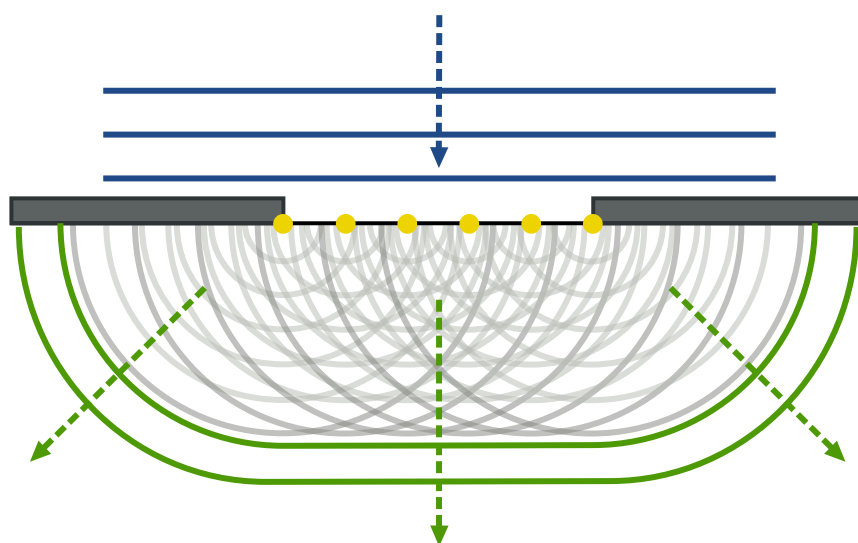
$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

25.7 Huygensův princip

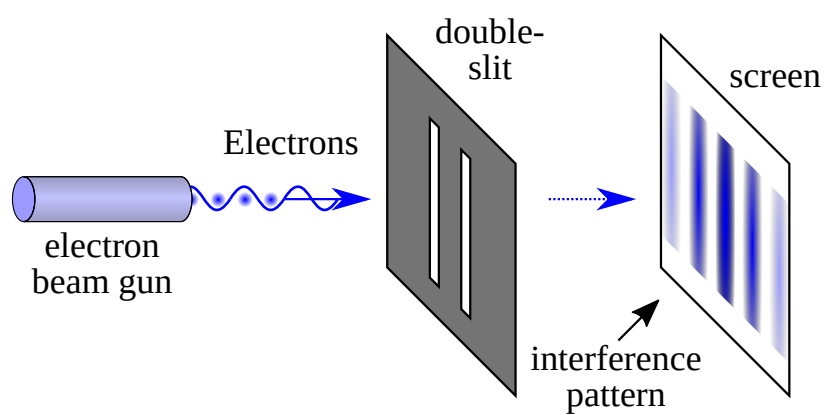
- „Každý bod vlnoplochy, do něhož dospělo vlnění v určitém okamžiku, můžeme pokládat za zdroj elementárního vlnění, které se z něho šíří v elementárních vlnoplochách. Vlnoplocha v dalším časovém okamžiku je vnější obalová plocha všech elementárních vlnoploch“
- vlnoplocha – plocha kmitajících bodů se stejnou fází
- jednotlivé vlnoplochy spolu interferují a vytvářejí vnější vlnoplochu
- jestliže vlna narazí na štěrbinu, bude se štěrbina chovat jako nový zdroj vlny
- viz otázka ??

25.7.1 Dvouštěrbinový experiment

- důkaz dualismu vlna a částic a Huygensova principu
- proud elektronů po průchodu dvěma štěrbinami vykazuje interferenci → elektrony se chovají jako vlna



Obr. 25.3: Heygensův jev u štěrbiny



Obr. 25.4: Dvouštěrbinový experiment

25.8 Popis částic v mikrosvětě

25.8.1 Heisenbergův princip neurčitosti

- čím přesněji znám jednu vlastnost, s tím menší přesností určíme druhou

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta y \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\Delta z \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$$

- Δx – neurčitost polohy
- Δp_x – neurčitost hybnosti
- $\hbar = h/2\pi$ – redukovaná Planckova konstanta

25.8.2 Vlnová funkce

- matematický popis kvantového stavu částice v izolovaném kvantovém systému
-

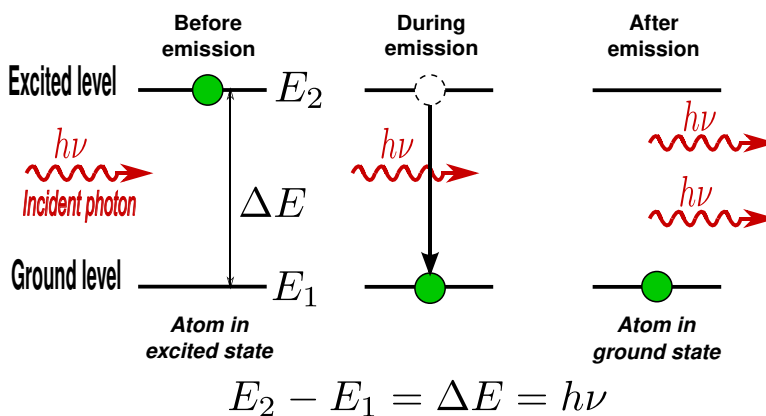
$$\Psi(x, y, z, t)$$

- odvozena ze Schrödingerovy rovnice
- pravděpodobnost naměření částice na daném místě nebo s danou hybností:

$$|\Psi(x, y, z, t)|^2$$

25.9 Laser

- *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*
- monochromatický, koherentní, jednoduše ovladatelný a vysoce zaostřitelný zdroj světla
- atom absorbuje záření, excituje (elektron jde do vyššího energetického stavu / vyšší hladiny), elektron je vyražen z excitované hladiny fotonem, elektron se přesune do nižší hladiny a emituje foton
- využití
 - spektroskopie
 - komunikace (optická internetová vlákna, satelity)
 - řezání, sváření, vypalování
 - lidar, zaměřování cílů, navádění střel



Obr. 25.5: Princip fungování LASERu