

Otázka: Kvantová fyzika

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Denisa

Historie

- Koncem 19. století = byly zkoumány optické jevy, které nelze vysvětlit jen vlnovými vlastnostmi světla - vznikli nové fyzikální teorie, které jsou součástí kvantové fyziky
- **Zakladatel Kvantové teorie = Max Planck**
- V roce 1900 dospěli k závěru, že zářící těleso nevyzařuje svoji energii spojitě, ale po určitých dávkách tzv. kvantech (Planckova kvantová hypotéza). Pro označení této dávky zavedl název kvantum.
- **Dále dospěli k závěru, že kvantum energie závisí na frekvenci záření nebi na vlnové délce**
 - Energie kvanta - $E = h \cdot f$ $h = c/\lambda$
 - f = frekvence záření
 - h = planckova konstanta, **$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$**
- **1905 = A. Einstein vysvětlil zákonitost Fotoelektrického jevu** (viz níže)

Rozdíl

- **Klasická fyzika** = světlo je vlnění
- **Kvantová optika** = světlo má vlastnosti částic, z nichž každá má zcela určitou energii

Fotoelektrický jev

- při nízkých teplotách se uvolňují atomy z kovu
- = jestliže dopadá na povrch světelné záření s dostatečně velkou frekvencí, jsou zcela z povrchu uvolněny elektrony = fotoelektrický jev
- Fotoelektrický jev posuzujeme hlavně u pevných látek
- Rozdělení: Vnější/vnitřní
 - Vnější fotoelektrický jev: elektrony vystupují z povrchu kovu a pohybují se v okolním plynu nebo vakuu
 - Vnitřní fotoelektrický jev: uvolněné elektrony zůstávají uvnitř látky (polovodiče), zvyšuje se vodivost polovodiče
- Některé polovodiče jsou za pokojové teploty nevodivé
 - dopadne-li záření - uvolní se elektrony z atomů - polovodičem prochází proud
 - =užití fotočlánky
- = jestliže f je větší nebo rovno f_0 = fotoelektrický jev = uvolní se elektrony
- = jestliže f je menší než f_0 - neuvolní se elektrony
- Pro každý kov existuje mezní frekvence f_0 , při níž dochází k fotoemisi - je to nejmenší frekvence dopadajícího elektromagnetického záření při němž u dané látky ještě dochází k fotoemisi
- Pokud nastane fotoelektrický jev, potom je elektrický proud (počet emitovaných elektronů) přímoúměrný intenzitě dopadajícího záření
- Energie (a tím i rychlost) emitovaných elektronů je přímoúměrná frekvenci dopadajícího záření, závisí na materiálu katody nezávisí na intenzitě dopadajícího záření

Einsteinova teorie fotoelektrického jevu

- Zdroje energie nevyžadují energii spojitě, ale nespojitě po částech tzv. kvantech
- Kvanty zářivé energie se chovají jako částice záření a šíří se rychlostí světla
- $c = 3 \times 10^8$ m/s -> nazývají se fotony (od roku 1926)

Fotony

- Liší se od látkových částic (elektrony, protony)
- Vždy se šíří rychlostí c (látkové částice $v < c$)

- Jejich energie závisí na frekvenci
- Nemohou existovat v klidu (látkové částice mohou)
- Při fotoelektrickém jevu každý foton předá svou veškerou energii jen jednomu elektronu, a tím zanikne.
- Část této energie elektron spotřebuje na vykonání výstupní práce W_v - to je práce potřebná k uvolnění elektronu z kovu. Zbytek energie využije na zvýšení své kinetické energie.

- $E = W_v + E_k = h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2$
- $E =$ energie fotonu $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg
- $W_v =$ výstupní práce $f = c/\lambda$
- $E_k =$ kinetická energie fotonu $h \cdot c/\lambda = h \cdot c/\lambda_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2$

Einsteinova rovnice

Je-li:

- $h \cdot f < W_v$ FJ nenastane
- $h \cdot f = W_v$ mezní frekvence
- $h \cdot f > W_v$ FJ nastane

Mezní vlnová délka = největší vlnová délka dopadajícího záření při níž u dané látky dochází ještě k fotoemisi λ_0

Energie se v atomové fyzice udává v eV = $1,602 \cdot 10^{-19}$ J

Využití FJ:

- fotočlánky = přímá energie přeměněná ze solární energie na elektrickou
- Fotodioda
- Fototranzistor
- Polovodiče citlivé na světlo

Příklady:

- Výstupní práce elektronu z platiny je $E, 29\text{eV}$. Vypočítejte mezní kmitočet a mezní vlnovou délku, při které nastane FJ
- Výstupní práce elektronu je $2,1\text{eV}$ a vlnová délka dopadajícího záření je $3 \cdot 10^{-7}\text{m}$. určete kinetickou energii uvolněných elektronů
- Srovnajte energie fotonu rádiové vlny délky 50 m , světla o vlnové délce 500nm a rentgenového záření o vlnové délce $1 \cdot 10^{-12}\text{ m}$.

Kvantová teorie

Světlo

- Za určitých okolností se chová jako vlnění
- Za jiných jako proud částic
- Dualismus vlna = částice (neboli vlnově korpuskulární dualismus)

EM záření

- Dlouhé vlnové délky λ fotony mají malou energii $E=h \cdot f = h \cdot c/\lambda$
 - převládá vlnový charakter
- Krátké vlnové délky λ převládá částicový charakter (FJ)

Je foton vlna nebo částice?

- Je to objekt mikrosvěta, který má částicovité a vlnové vlastnosti, ale není ani jedno
- Nemůžeme přesně určit jeho trajektorii, místo dopadu (např. jedoucího auta), můžeme jen pouze určit pravděpodobnost, s níž dopadne na určité místo
- 1924 - Louis de Broglie = pohybující se částice mají vedle částicovité povahy i vlnovou povahu
- Přiřazuje každé částici o hmotnosti m pohybující se rychlostí v vlnovou délku
- $\lambda = h/p = h/m \cdot v$ $p = m \cdot v =$ hybnost

- Důkaz: Američtí vědci Davisson a Germer nechali dopadnout svazek elektronů na monokrystal niklu - nastal ohyb - vytvořil se typický interferenční obraz
- **Elektron není vlna ani částice = objekt mikrosvěta = vlnové a částicové vlastnosti.**