

Charakteristiky optického záření

1. Spektrální charakteristika

- při klasickém pohledu se vychází z popisu elektromagnetického pole jako superpozice harmonických vln. Nejjednodušším řešením Maxwellových rovnic v izotropním prostředí je rovinná harmonická vlna:

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cos(2\pi\nu t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0) \quad ; \quad \vec{H}(\vec{r}, t) = \vec{H}_0 \cos(2\pi\nu t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi_0)$$

$$\vec{E}_0 \cdot \vec{k} = 0 \quad ; \quad \vec{H}_0 = n \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \frac{\vec{k}}{|\vec{k}|} \times \vec{E}_0$$

- primární charakteristikou je frekvence ν , (jednotky Hz)

- v optice historicky první vlnová délka λ , udávající velikost vlnového vektoru

$|\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$. Frekvenci a vlnovou délku spojuje fázová rychlost vlny ν : $\lambda = \frac{\nu}{\nu}$. V optice

se fázová rychlost charakterizuje indexem lomu n : $\nu = \frac{c}{n}$, kde c je rychlost světla ve vakuu. Jednotkou vlnové délky je m (μm , nm).

- především ve vibrační spektroskopii je zvykem používat vlnočet $\tilde{\nu} = 1/\lambda$.

Obecně užívanou jednotkou je cm^{-1} . (V minulosti bylo období, kdy byla snaha jí samostatně definovat jako jednotku Kaiser: $1 \text{ K} = 1 \text{ cm}^{-1}$.)

- v elektronové spektroskopii se zase často používá energie fotonu E_f . Podle známého vztahu je $E_f = h\nu$. Jako jednotka se používá elektronvolt (eV).

2. Charakteristika mohutnosti optického záření

fotometrické veličiny:

- subjektivní (= fotometrické v užším smyslu)
podle vjemu okem, vhodné jen v technických aplikacích
- energetické *podle energie přenášené zářením*
- kvantové *podle počtu fotonů záření*

energetické veličiny:

- (zářivá) energie W , jednotky J (zlomky, násobky)
- (zářivý) tok, výkon $P = \partial W / \partial t$, jednotky W
- objemová hustota (zářivé) energie $w = \partial W / \partial V$
- plošná hustota (zářivého) toku, intenzita $I = \partial P / \partial S$

pro postupnou optickou vlnu v izotropním prostředí platí $w = I n / c$.

rovinná harmonické vlna: intenzita je rovna střední velikosti Poyntingova vektoru:

$$I = \langle \vec{E} \times \vec{H} \rangle = \frac{1}{2} c n \varepsilon_0 |\vec{E}_0|^2$$

kvantové veličiny:

- počet fotonů N_f
- fotonový tok $\Phi = \partial N_f / \partial t$, jednotky s^{-1}
- hustota fotonového toku $J = \partial \Phi / \partial S$

spektrální hustoty (energetických veličin):

jsou nutné v případě, že záření neobsahuje jen jednu frekvenci; určují spektrální

složení Spektrální hustota intenzity: symbolicky $I_\nu(\nu) = \partial I / \partial \nu$; platí $I = \int_0^\infty I_\nu(\nu) d\nu$

Pozor ! Lze zcela analogicky definovat veličinu I_λ , která bude mít stejný název, ale nebude předchozí veličině ani úměrná, protože bude platit $I_\lambda = I_\nu \frac{v^2 n}{c}$.

Přepočítání mezi energetickými a kvantovými veličinami možný jen na úrovni spektrálních hustot (!): $I_\nu = h\nu J_\nu$.

3. Charakteristika polarizačních vlastností záření

ideálně polarizované záření

lineární polarizace - rovina polarizace (obsahuje směr kmitů el. intenzity a šíření)

kruhová polarizace - točivost (levo- nebo pravotočivé)

eliptická polarizace - směr hlavní poloosy, elipticita, točivost

nepolarizované záření

není stabilní směr kmitů elektrické intenzity; důsledek nekoherentního skládání elementárních emisí zdroje

částečně polarizované záření

je určitá preference jistého směru kmitů el. intenzity, lze charakterizovat poměrem složek v tomto směru (I_{\parallel}) a ve směru kolmém (I_{\perp}). Určuje se

polarizační poměr I_{\perp}/I_{\parallel}

stupeň polarizace $(I_{\parallel} - I_{\perp})/(I_{\parallel} + I_{\perp})$

4. Koherenční vlastnosti optického záření

přibližná charakteristika při klasickém popisu

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 \cos(2\pi\nu t - \vec{k} \cdot \vec{r} + \varphi(t)) \quad ; \quad \frac{d\varphi}{dt} \approx 2\pi\nu$$

(podélný) koherenční čas = doba, po které může být posun fáze až π

(podélná) koherenční délka = dráha, kterou za koherenční čas urazí; představuje takový dráhový posun, kdy se ztrácí vzájemná koherence.

Otázka: *Charakteristiky optického záření s ohledem na jednotlivé probírané spektroskopické metody.*