

# Zapiski iz nalog

---

## 1. Osnove optike

---

1.1 dve zrcali pod kotom 90 stopinj - retro odbojnik

1.2 trigonometrijo znas

1.3 hitrost svetlobe

$c_0 = \frac{l}{t}$  hitrost je pot deljeno cas

1.4 Snelov zakon - lomni zakon

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

1.10 Pogoji vpadnega kota za popolni notranji odboj

$$\sin \theta_{1,krit} = \frac{n_2}{n_1}$$

1.12 Fresnelovi formuli za odbojnost:

Transverzalno električno (horizontalno) polarizirane:

$$R_{TE} = \left| \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_2}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2} \right|$$

Transverzalno magnetno (vertikalno) polarizirane

$$R_{TM} = \left| \frac{n_1 \cos \theta_2 - n_2 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1} \right|$$

1.13 Brewsterjev kot

Vpadnem kotu, kjer je odbojnost za TM polarizirano svetlobo enaka 0, pravimo polarizacijski ali Brewsterjev kot.

$$\tan \theta_{1B} = \frac{n_2}{n_1}$$

1.14 Pri Brewsterjevem vpadnem kotu odbiti in prepuščeni žarek oklepata pravi kot.

1.15 Tanka plast olja, katere valovne dolžine se najbolj odbijajo in katere najslabše?

Valovanje vektorjev električne in magnetne poljske jakosti skozi prostor v smeri osi z opisom s kompleksorji:

$$\vec{E} = E_0 e^{-j \frac{2\pi n}{\lambda} z}$$

Imaginarni argument v eksponentu porešavlja sukanje faze, realni argument (v primeru absorbiranega medija - kompleksnega lomnega koeficienta  $n$ ) pa slabljenje polja skozi prostor.

najprej izračunamo fazni zamik žarka. odbita žarka se seštevata.

$$\Delta \phi_{konst.} = m 2\pi$$

$$\Delta \phi_{dest.} = (m + 1/2) 2\pi$$

Fazni zamik polja, ki v mediju prepotuje razdaljo  $d$  je:

$$\phi = \frac{2\pi n}{\lambda} d$$

$\phi_1 = \pi$  ko se odbije se zamakne za  $\pi$

### 1.16 Interferenčna ojačitev

Enačba uklonske mrežice:

$$\sin \phi_m = \frac{m\lambda}{P}$$

### 1.17 Pogoji za prekrivanje rodov:

$$m_1 \lambda_1 = m_2 \lambda_2$$

### 1.18 Perioda uklonske mrežice

$$P = \frac{1mm}{st.rež}$$

Z uklonsko mrežico lahko merimo dokler je  $\sin \phi_1 \leq 1$  sledi  $\lambda \leq P$

## 2. Svetleča dioda

---

2.1 Če dodamo parabolično epoksidno lečo nad LED diode gre več svetlobe lahko ven, ker se ne odbija nazaj.

2.2 iz el. toka izrazimo pretok elektronov.

$$\phi_e = \frac{I}{qA}$$

če poznamo **kvanti izoristek**  $QE_{ext}$

Če vsak deseti rekombinirani elektron prispeva k toku iztopnih fotonov diode  $\rightarrow QE_{ext} = 10\%$

lahko zračunamo **pretok fotonov**

$$\phi_{ph} = QE_{ext} \phi_e$$

Optično moč izračunamo iz pretoka fotonov, energije enega fotona in preseka, skozi katerega potuje snop fotonov.

$$P_{ph} = \phi_{ph} E_{ph} A = QE_{ext} \frac{I}{qA} \frac{hc_0}{\lambda} A = IQE_{ext} \frac{1}{\lambda} \frac{hc_0}{q}$$

2.3 FWHM - full width at Half Maximum je

tipično  $\Delta E_{ph} = 3kT$  kjer je  $k$  Boltzmannova konstanta

$$\Delta \lambda = \frac{\lambda^2}{hc_0} \Delta E_{ph} = \lambda^2 \frac{3kT}{hc_0}$$

2.4 Valovna dolžina iz energijske reže

$$\lambda = \frac{hc_0}{E_g}$$

2.5 Energija sevanja svetlobe, je energijska reža materiala +  $kT$  Boltzmannova konstanta in Temperatura

$$E_{ph} = E_g + kT$$

2.6 podan energy gap  $E_g$ , doliči osrednjo valovno dolžino in pa še FWHM

imamo dva kvantna izkoristka notranji (internal) in zunanji (external)

- Pretok generiranih fotonov v LED:

$$\phi_{ph,int} = QE_{int} \phi_{el} = QE_{int} \frac{I}{qA}$$

torej razmerje el pretoka in pretoka fotonov generiranih je QE interni  
 QE external pa je razmerje med generiranimi fotoni in fotoni ki so prisli ven.

$$\phi_{ph,out} = QR_{out}\phi_{ph,int}$$

sledi

$$\phi_{ph,out} = QE_{out}QE_{int} \frac{l}{qA}$$

svetlobni tok, ki izopa iz LED diode:

$$P_{ph} = \phi_{ph,out} E_{ph} A$$

2.7 Izkoristek sistema optičnega vlakna je razmerje med optično močjo in električno močjo ki se troši na led  $P = UI$

2.8 enako kot 2.7

2.9 Pretok optične moči v stižec z vršnim kotom  $2\theta$ :

$$\phi_{\theta} = 2\pi \int_0^{\theta} P(\theta) \sin \theta \cdot d\theta$$

v enačbo smo ustavili Lamberitanovo kotno sevalno karakteristiko:

$$P(\theta) = P_0 \cos \theta$$

To nism sure: numerična odprtina  $NA = \cos \theta_c$

Izraz za optično moč, ki se sklaplja v optično vlakno:  $P_F = P_{LED} \cdot T \cdot NA^2$  kjer je  $T$  prepustnostni koeficient led diode z vlaknom!

2.10 pretvorba v dBm

$$P[dBm] = 10 \cdot \log\left(\frac{P[W]}{1mW}\right)$$

2.11 napetostni padec na diodi pri znanem toku. podana prevodnost  $g = 50mS$

$$U_F = \frac{I_F}{g} + U_k$$

napetost na omejitelnem upor

$$U_R = U_{DD} - U_F$$

Lahko zračunamo R, nato +- 10% nov R in nato nazaj max in min tok.

2.12 imamo podano diferencialno upornost

zračunamo lahko  $U_k$

$$U_0 = U_k + rI_0$$

in iz tega zračunamo novi R da bo tekel novi tok 30mA

$$R = \frac{U_{DD} - U_k}{I_F} - r$$

2.13 glej 2.12

2.14 tokovni vir **poglej si!**

## 3. Laser

---

3.1 izkoristek - razmerje moči

3.2 Gostota svetlobnega pretoka:

$$J_{ph} = \frac{P_{ph}}{A}$$

Pretok fotonov:

$$\phi_{ph} = \frac{J_{ph}}{E_{ph}}$$

$$E_{ph} = \frac{hc_0}{\lambda}$$

3.3 Diferencialni izkoristek - razmerje spremembe v optični moči glede na spremembo v napajalnem toku.

$$\eta_d \approx \frac{\Delta P_{ph}}{\Delta I}$$

3.4 pragovni tok  $I_{th}$

$$\eta_d = \frac{P_{ph}}{I - I_{th}}$$

dobimo vn tok, nato nov pragovni tok lahko zračunamo pri drugim temp. in nato nazaj po isti enačbi nov  $P_{ph}$

3.5 če dolžina resonatorja predstavlja celi večkratnik (rodno število  $m$ ) potem se laser ojača po principu konstruktivne interference.

V resonatorju se vzdržuje stojni val vpet med obe zrcal resonančne votline.

Pogoj za obstoj rodov v resonatorju laserja: ( $L$  je dolžina resonatorja)

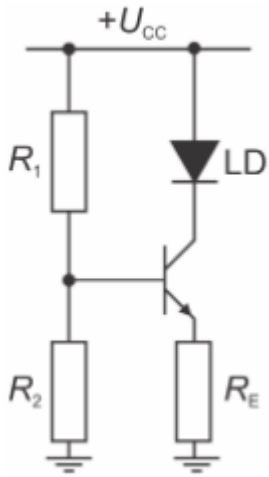
$$L = m \frac{\lambda}{2n}$$

razmik  $\delta\lambda$  med posameznimi rodovi, ki lahko obstajajo v resonatorju.

$$\delta\lambda \approx \frac{\lambda^2}{L2n}$$

3.6 zgronja enačba

### 3.7 current source



$$I_{LD} = I_C \approx I_E = \frac{U_{RE}}{R_E} = \frac{U_{R2} - U_{BE0}}{R_E} = \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{CC} - U_{BE0}}{R_E}$$

sevalna moč je:

$$P_{ph} = \eta_D (I - I_{th})$$

## 4. Fotodetektor

---