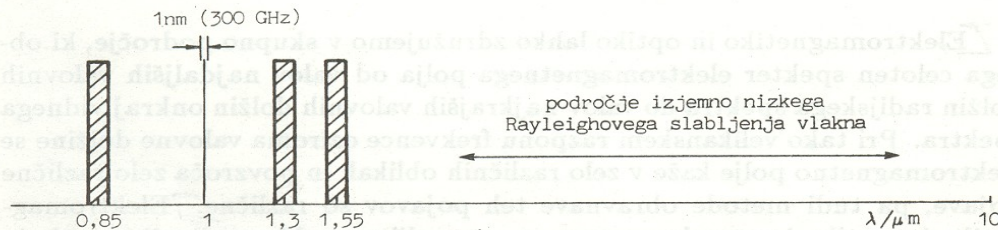


MATERIALI V ELEKTROTEHNIKI

1. Optične komunikacije-splošno

spekter: Svetloba je EM valovanje v mm valovnem področju: $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ do $8 \times 10^{18} \text{ Hz}$. Vidni del obsega oktavno valovno območje v razmerju 1 :2 med vijolično $\lambda = 0,38 \text{ mm}$ in rdečo $\lambda = 0,76 \text{ mm}$. V svetlobni spekter štejemo še nevidno infrardečo in ultravijolično svetlobo. Optične komunikacije uporabljajo posamezna okna v bližnjem infrardečem področju $\lambda = 0,85 \text{ mm}$, $1,3$ in $1,55 \text{ mm}$.



Sl. 1.1. Spekter optičnih komunikacij. Sedaj uporabljanim spektralnim oknom v bližnjem infrardečem področju bodo morebiti sledila nova okna v daljnem infrardečem področju do $\lambda = 10 \mu\text{m}$.

lastnosti: Radijskemu in optičnemu spektru je skupna EM narava polja (Maxwellove enačbe). Različnost izhaja iz razlike v valovni. Pomembna razlika je velikanska frekvenčna širina Δf , ki je vsebovana v že tako ozkem pasu λ .

$$\Delta f = -\frac{c}{\lambda^2} \Delta \lambda \text{ (GHz)}$$

2. tehnične posebnosti optičnih komunikacij

Širok frekvenčni pas: omogoča uvedbo mnogo-kanalnih govornih, slikovnih ter informacijskih sistemov z analogno in digitalno modulacijo

Nizko slabljenje: enorodovno optično vlakno im zelo nizko slabljenje $0,15\text{-}0,2 \text{ dB/km}$ pri $\lambda = 1,55 \text{ mm}$. To omogoča premoščanje med-repetitorske razdalje do 100 ali 200 km

Nizka raven motenj in visoka kakovost prenosa: vlakno ni galvanjsko vezano, ne sprejema potencialnih radio-frekvenčnih in drugih motenj in ni občutljivo na poškodbe z EM impulzi. Razmerje signal/motnja je ugodnejše kot v radijskih prenosnih sistemih

Ekonomičnost materialov, proizvodnje in vzdrževanja: majhna teža in velikost ter neprevodnost vlakna

Velika razvojna pričakovanja: EM in kvantni pojavi v optičnem delu spektra so raznoliki in mnogi pojavi v elktrooptiki, magnetooptiki, akustooptiki in nelinearni optiki se lahko izkoristijo v praksi

25. Lastnosti valovodnih rodov

EM vodnik je poljubna snovna struktura, kateri parametri so v vzdolžni smeri konstantni, v prečni smeri imajo snovni parametri diskontinuiteto .

Valovodi so npr.: kovinska cev, dialektrična palica ali meja med dvema dialektrikoma
valovodi so elektro -magnetni vodniki za mikrovalove
svetlovodi so v optiki svetlobni vodniki

EM polja, ki se širijo po valovodu ali svetlovodu imenujemo valovodni načini ali valovodni rodovi. V fizikalnem pomenu je rod samostojno in nedeljivo EM polje, ki se nemoteno in neodvisno širi v vzdolžni smeri s svojo lastno hitrostjo. Valovodne rodove razpoznavamo po značilni porazdelitvi polja v prečnem prerezu. Polje je v prečni smeri prostorsko omejeno in utesnenje v obliki stojnega vala, v vzdolžni smeri pa se širi v obliki neomejenega potujočega vala. Valovode imenujemo enorodovne, kadar je njihova snovno-geometrijska struktura taka, da se le med vsemi rodovi najpomembnejši osnovni (dominantni) rod.

26. Popolni notranji odboj

Popolni notranji odboj na meji dveh dielektrikov brez izgub omogoča, da je polje ujeta v notranjosti vodnika. Je izjemno pomemben za širjenje EM polja po dielektričnih vodnikih.

Mejna vrednost vpadnega kota pri katero doseže lomni kot mejno vrednost 90 stopinj je dana z enačbo

Lomljeni žarek zdrsi ob mejni ravnini in ne prodira v zgornjo snov. Ko vpadni kot še nekoliko povečamo se žarek obrne navzdol in ostaja ujet v spodnji snovi

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

$$\sin \theta_{\text{mejni}} = \frac{n_2}{n_1}$$

V spodnjem polprostoru interferirata vpadni in odbiti val - vzpostavlja se potujoči val v smeri osi z, ki ima eksponentno upadajoče (evanescentno) polje v smeri osi x. Ta val je omejen na tanko mejno plast

27. Valovanje v optičnem vlaknu

Po letu 1966, ko sta Kao in Hockham ugotovila, da mora optično vlakno primerno za komunikacijo, imeti slabljenje pod 20dB/km se je začela razvijati teorija in tehnologija različnih izvedb optičnega vlakna. Leta 1970 so še znižali slabljenje enorodovnega vlakna v bližnjem infrardečem območju $\lambda=0,8\text{mm}$ pod vrednostjo 20 dB/km. V kratkem obdobju po tem letu so dosegli teoretično mejo slabljenja v kremenovem SiO₂ vlaknu - 0,2 dB/km pri $\lambda=1,55\text{mm}$

Enorodovno vlakno je postalo ključni element optičnega komunikacijskega sistema, ker je primerno za prenos množne informacij na velike razdalje

Vlakno je dielektrični valovod. Če vlakno vodi svetlobo ga imenujemo svetlovod.

29. Dvoplastno in večplastno vlakno

Dvoplastno, troplastno vlakno in večplastno vlakno so svetlovodi, sestavljeni iz valjastih dielektričnih plasti nekoliko različnega lomnega količnika. Lomni količnik plasti je lahko konstanten (vlakno stopničastega lomnega lika) ali spremenljiv (gradientno vlakno).

Najpogosteje se uporablja dvoplastno vlakno.

30. Standardne izmere nekaterih vlaken v mikrometrih

Za široko porabo so najpomembnejša mnogorodovna gradientna vlakna 50/125 in enorodovno stopničasto ali gradientno vlakno (9/125, 50/125, 62.5/125, 100/140)

8. Spektralna svetlost

Je svetlost telesa določena na enoto spektra.

$$B_{\lambda} = \frac{dB}{d\lambda}$$

$$B_f = \frac{dB}{df}$$

14. Koherenca

Monokromatsko polje vsebuje eno samo frekvenco in ima v vsaki točki prostora natančno določeno fazo, ki je časovno stalna.

Polje je polikromatsko, če vsebuje ožji ali širši spekter frekvenc. Termično sevanje obsega celoten EM spekter, vidna svetloba majhen del spektra, umetni optični viri imajo le tisočinko širine optičnega spektra. Te vire imenujemo kvazimonokromatske.

dva vira imenujemo koherentna, če nihata z enako frekvenco in časovno nespremenljivo fazno razliko. Koherentni viri so vzbujeni s skupnim generatorjem.

Dva vira sta nekoherentna, če sta med seboj popolnoma neodvisna in sta zato časovni odvisnosti vzbujanja popolnoma nepovezani in neusklajeni.

Resnični optični viri so v splošnem delno koherentni. Lahko rečemo, da je za registracijo interference potrebna vsaj delna koherenca polj. Nekoherentna polja med seboj ne interferirajo.

41. Laser

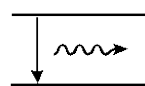
Je izvor elektromagnetnega valovanja. Laser je vir svetlobe, ki daje močan, ozek in enobarven curek koherentne svetlobe in je okrajšava za Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, pomeni torej ojačevanje svetlobe s stimulirano emisijo sevanja. V splošnem je sestavljen iz treh delov: medija, ki generira svetlobo, napajalnega sistema, s katerim poskrbimo za vzbujanje atomov, ki mu sledi sevanje, in resonatorja, ki curek natančno usmeri.

38.39.40. Pojav pri prehodih med različnimi stanji atomov

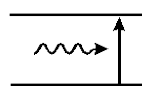
Spotana emisija

Absorpcija

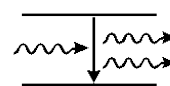
Stimulirana emisija



spontana emisija



absorpcija



stimulirana emisija

Samo fotoni z določenimi frekvencami (oz. valovnimi dolžinami) lahko sodelujejo pri teh pojavih.

Frekvenca fotona je določena z enačbo $h\nu = E_2 - E_1$, kjer je h Planckova konstanta, ν frekvenca atoma, E_2 in E_1 pa energiji stanj atoma

15. Polarizacija

EM polje je vektorsko polje. Komponente vektorja polja so v določenem medsebojnem amplitudnem i faznem razmerju. Od tega razmerja je odvisno, kako se med

visokofrekvenčno periodo spreminjata v splošnem primeru smer in velikost vektorja električnega polja. Vektorsko stanje el. magnetnega polja opredeljujemo kot polarizacijo. Popolnoma koherentno polje ima natančno določeno polarizacijo. Le-ta je v splošnem primeru eliptična, kar pomeni, da konica vektorja el. polja oriše tekom visokofrekvenčne periode elipso.

Delno koherentno polje ima delno določeno polarizacijo. Polarizacijske parametre utemeljimo na gostoti moči s koherentno matriko.

32. Borhov model atoma

Elektron se v vodikovem atomu ne more gibati okoli jedra po katerem koli tiru, ampak samo po tiru z enim od določenih radijev. Če se giblje po takšnem tiru, elektron NE SEVA! Elektron seva samo, ko preide z večjega tira na manjši! Atom pri prehodu z večjega tira na manjši tir izseva natanko en foton. Elektron ima najnižjo energijo, ko je najbližje jedru. Takrat je v osnovnem stanju in ima energijo E_0 . Za vodikov atom je ta vrednost $E_0 = -13,6 \text{ eV}$

33. Borhov model atoma za vodikov atom

Elektron predstavljen kot točkasti naboj se giblje v krogelno simetričnem potencialu pozitivnega vodikovega jedra. Prvi tir je najbližji jedru. El. potencialna energija je negativna ker je pri neskončno oddaljenem elektronu nič. Zmanjšuje se če se približujemo jedru. Če želimo el. odtrgati od jedra moramo dovesti toliko energije koliko znaša vezalna energija. Vezalna energija je tem večja, čim bližje jedru je el.

34. Valovni model atoma

V določenih stacionarnih stanjih el. ne seva EM valov. Kako se el. obnašajo v teh stanjih ne vemo. Vemo le, da je energija el. stalna če je v stacionarnem stanju. Valovni model atoma popisuje gibanje el. z valovno funkcijo. Najverjetnejša lega el. se ujema s polmerom ustreznega tira. V okolici jedra je El. potencialno polje, ki ga predstavljamo kot potencialni lonec. Vsaki lupini (K, L, M, N) pripadajo določena energijska stanja, ki tvorijo podlupine. K lupina ima 2 podlupini, L ima 8 in M 18 podlupin

36. Kvantna števila

n -določa povprečno oddaljenost el. od jedra

l -popisuje obliko tirnice el. (manjšemu l ustreza bolj sploščena tirnica)

m -predstavlja nagnjenost ravnine tirnice glede na izbrano smer (npr. tokovnica zunanega magnetnega polja)

s -popisuje smer in velikost el. spina (vrtenje el. okoli lastne težiščne osi)

37. ELEKTRONSKA SLIKA PERIODNEGA SISTEMA KEMIČNIH ELEMENTOV

To je uspelo Dimitrij-u Mendeljejev-u.

Atome je uredil po naraščajoči relativni atomski masi in združil tudi po sorodnih kemijskih lastnostih. Nekatera mesta so ostala nezapolnjena. Na teh mestih je napovedal še takrat neznane elemente in tudi predvideval njihove lastnosti. V tem je tudi bil čar Mendeljejeve preglednice - napovedala je nekaj novega in preverljivega.

Danes to preglednico poznamo kot PERIODNI SISTEM ELEMENTOV.

3.SVETLOBNI TOK

Je moč v W , ki jo sevajoči vir oddaja v ves prostor okolice v vsem spektru. Včasih je $dp/d\lambda$ spektralni svetlobni tok, ki ga sevajoči vir seva v valovni ali frekvenčni enoti spektra.

4.OSVETLJENOST

Je površinska enota vpadnega svetlobnega toka v Wm^{-2} . Odvisna je od lege točke v svetlobnem polju, dane s krajevnim vektorjem r . $S=dP/dA$

5.SEVALNOST

Je v vse smeri sevalni svetlobni tok na enoto površine sevajočega telesa v Wm^{-2} . Odvisna je od lege točke na sevajočem telesu, dane s krajevnim vektorjem $M=dP/Da$.

6.SVETILNOST

Je moč na enoto prostorskega kota, ki jo sevajoče telo seva v vsem spektru v določeni smeri prostora. Speminja se s smerjo. $I=dP/d\Omega$

7.SVETLOST

Je svetilnost na enoto ploskve sevajočega telesa pravokotno na smer širjenja. Odvisna je od smeri v prostoru. $B=dP/d\Omega*dA$.

9.SKUPNA ODDALJENOST IN SPREJEMNA MOČ

Je elementarna moč, ki jo telo seva v prostorski kot v vsem spektru.

10.LAMBERTOV VIR

Je idealno difuzni vir, ki ima v vseh smereh enako svetlost, zato je potrebno, da se svetilnost vira spreminja tako, kot se spreminja projekcija sevajoče ploskve na smer v prostor.

11.PLANCKOV ZAKON SEVANJA ČRNEGA TELESA

Povezuje spektralno svetlost z temperaturo in valovno dolžino: z rastočo temperaturo se svetlost dviguje, z rastočo frekvenco pa dosega ekstrem, ki je znan kot wienov zakon premika

12.RAYLEGH-JENSOV (NIZKOFREKVENČNI) PRIBLIŽEK PLAN. ZAKONA
 $f \ll kT/h$ Uporabljamo ga pri obravnavi šumov v radijski komunikaciji.

13.WIENOV PRIBLIŽEK PLANCK.ZAKONA

$f \gg kT/h$, naglo vpada z λ . Pri kratkih valovih spektra termičnega sevanja telesa na običajnih temperaturah grugotnega pomena.

17.KOHERENTNI SPREJEM NEKOHERENTNEGA SEVANJA

Značilna je nekoherentna superpozicija polja pri sprejemu. Gostota moči je porazdeljena med obema ortogonalnima komponentama, sprejemamo pa le eno izmed njiju.

19.KVANTNI ZNAČAJ SVETLOBE

Svetlobo lahko izrazimo z valom ki ima f in λ , in se pojavi kot lom, odboj, uklon, ter kot energijski paket ki ima energijo in gibalno količino in se pojavi kot izmenjava energije in impulza, sevanje absorpcija.

20.ZRNATI (kvantni šum)

Je posledica kvantiziranja energije, ker ta povzroča fluktuacijo. Ker kvant energije $E=h*f$ narašča s f postane ta vrsta šuma neprijetna pri VF.

21.ENERGIJA IN GIBALNA KOLIČINA

Ima jo kvant in se pojavlja kot izmenjava energije in impulza sevanja in absorpcije.

22.NAČELO NEDOLOČLJIVOSTI

Če želimo natanko določiti smer širjenja vala je lega fotona popolnoma nedoločena. Zgled je ravninski val, ki ima določeno smer širjenja pri pogoju, da je valovna ploskev neskončna ravnina. Če na drugi strani določimo lego je smer širjenja popolnoma nedoločena.

23.TEMELJNE ENAČBE EM POLJA MAXWELLOVE ENAČBE SPLOŠNO

Časovno-Harmonično EM polje predstavimo z vektorjem električne poljske jakosti, kjer sta kompleksna vektorja odvisna od prostorskih koordinat danih s krajevnim vektorjem r . Realni del vektorja ima časovno harmonično odvisnost in pomeni trenutno vrednost el. in mag. poljske jakosti.