

3.10.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

- predavanja odpadla zaradi podelitve indeksov

10.10.2011 predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Osnove elektrotehnike: sila med dvema elektrinama.
2. Elektrostatika: električno polje, pretok, Gaussov zakon.
3. Električna napetost, kapac. kondenzatorja in energija.
4. Snov: rel. dielektričnost in prevodnost, prevodniški tok.
5. Električna prevodnost in upornost, moč na upor.
6. Magnetostatika: Amper-ov zakon, vprašanje smeri polja.
7. Magnetna poljska jakost in gostota magnetnega pretoka.
8. Faraday-ev zakon indukcije, induktivnost in magn. energija.
9. Gradniki električnih vezij, nič-dimenzijska (0-D) naloga.
10. Trakasti dvovod in koaksialni kabel, zanemaritve stresanja.
11. Kapacitivnost in induktivnost trakstega dvovoda.
12. Kapacitivnost in induktivnost koaksialnega kabla.
13. Nadomestno vezje brezizgubnega dvovoda/kabla.
14. Nadomestno vezje resničnega dvovoda/kabla.
15. Nadomestno vezje z mnogimi odseki za porazdeljene veličine.
16. Enačbi za tok in napetost na kratkem brezizgubnem odseku.
17. Limitiranje dolžine odseka, razlike I in U v odvode.
18. Zapis enačb z delnimi odvodi po z in po t .
19. Telegrafski enačbi brezizgubnega voda v časovnem prostoru.
20. Izločanje spremenljivk, valovni enačbi za $u(z,t)$ in $i(y,t)$.
21. Ugibanje rešitve valovne enačbe: $u(t+/-z/v)$ in $i(t+/-z/v)$.
22. Določanje konst. v za trakasti dvovod in koaksialni kabel.
23. Hitrost svetlobe v praznem prostoru.
24. Napredujoči in odbiti val na prenosnem vodu.
25. Zgled rešitve za napredujoči val, zaporedje slikic v času.
26. Zgled rešitve za odbiti val, zaporedje slikic v času.
27. Povezava med tokom in napetostjo za napred. in odbiti val.
28. Definicija in merske enote karakteristične impedance.
29. Zgled karakteristične impedance trakstega dvovoda.
30. Zgled karakteristične impedance koaksialnega kabla.
31. Valovna impedanca praznega prostora in računanje z njo.
32. Potujoča energija napredujočega in odbitega vala.

17.10.2011 predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: telegrafska enačba, rešitev v časovnem prostoru, hitrost in karakteristična impedanca, napredujoči+odbiti val.
2. Napredujoči in odbiti val za enosmerni vir in porabnik.
3. Definicija in izračun odbojnosti bremena.
4. Zgledi Γ : prilagojeno breme, odprte sponke, kratek stik.
5. Zgledi Γ : večji upor in manjši upor, predznak Γ !
6. Omejitev velikosti odbojnosti za pasivno breme.
7. Polnjenje kondenzatorja z napetostnim virom: energija?
8. Napredujoči in odbiti val pri vklopu, breme odprte sponke.
9. Prehodni pojav pri vklopu vira na kapacitivno breme.
10. Zvonjenje: nizkoimpedančni TX, visokoimpedančni RX.
11. Popačenje digitalnega signala na nezaključenem vodu.
12. Preprečevanje popačenja z zaprednim uporom v oddajniku.
13. Preprečevanje popačenja z vzporednim uporom v sprejemniku.
14. Preprečevanje popačenja z zaključitvijo obeh strani.
15. Zgled: RS-232 visokoohmski TX, počasen stopničasti odziv.
16. Zgled: LPT vzporedni kabel, približevanje Zk.
17. Zgled: low-speed in full-speed USB: zaključitev oddajnika.
18. Zgled: Ethernet UTP: zaključitev na obeh straneh.
19. Mostiček za merjenje Γ , neidealna izvor in V-meter.
20. Vozliščne enačbe mostička za računanje Uvoltmetra.

21. Reševanje treh vozliščnih enačb, izločanje spremenljivk.
22. Rešitev: napetost sorazmerna odbojnosti: $U_v = U_g / 8 \cdot \gamma$.
23. Meritev odbojnosti z neidealnim izvorom in voltmetrom.
24. Ponovitev: nadomestno vezje brezizgubnega/izgubnega voda.
25. Modeli izgub v žici (kovini) in dielektriku (izolatorju).
26. Težave enačb za izgubni vod v časovnem prostoru.
27. Zapis izmeničnih veličin s kazalci.
28. Reševanje telegrafske enačbe v frekvenčnem prostoru.
29. Kompleksna odbojnost impedance v frekvenčnem prostoru.
30. Zapis rešitve s fazno konstanto oziroma valovnim številom.
31. Valovna dolžina in njena povezava z valovnim številom.

24.10.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: definicija odbojnosti in računanje z njo v čas. in frekv. prostoru, rešitev valovne enačbe v frekv. prostoru.
2. Odbojnost v frekv. prostoru za pasivno in aktivno breme.
3. Smith-ov diagram odbojnosti za pasivno (in aktivno) breme.
4. Izračun odbojnosti iz admitance in karakteristične Y_k .
5. Invertiranje v Smith-u, značilne točke v Smith-u.
6. Potek faze napredujočega in dobitega vala ter odbojnosti.
7. Preslikava Z bremena na vodu: vrtenje faze odbojnosti.
8. Neposreden izraz za izračun preslikave impedance bremena.
9. Razlaga napetostnega stojnega vala na vodu.
10. Definicija in izračun valovitosti iz odbojnosti bremena.
11. Razlaga tokovnega stojnega vala na vodu.
12. Moči napredujočega vala, odbitega vala in bremena.
13. Logaritemske merske enote za odbojnost in valovitost.
14. Vod z izgubami, model kovine in dielektrika.
15. Kompleksna karakteristična impedance izgubnega voda.
16. Kompleksno valovno število izgubnega voda.
17. Zapis napredujočega in odbitega vala na izgubnem vodu.
18. Slabljenje izgubnega voda (prilagojeno breme) v dB.
19. Preslikava γ na izgubnem vodu, spirala v Smithu.
20. Stojni val na izgubnem vodu, različni min/max,
21. Nedefinirana valovitost na izgubnem vodu.
22. Velikostni razred izgub kovinskih vodov in stekl. vlakna.
23. Praktična meja med bezizgubno in izgubno obravnavo.
24. Brezizgubna in izgubna preslikava impedance v Smith-u.
25. Polvalovni vod preslika impedance bremena v enako Z.
26. Četrtovalovni vod kot invertna impedance bremena okoli Zk.
27. Odprti vod: kondenzator, kratek stik in tuljava v Smith-u.
28. Kratkosklenjeni vod: tuljava, odprte sponke in kondenzator.
29. Kratkosklenjeni/odprti četrtovalovni vod kot vzporedni/zaporedni nihajni krog.
30. Kratkosklenjeni in odprti polvalovni rezonator.
31. Meritev odbojnosti z mostičkom, faza=vektorski voltmeter.
32. Koaksialni protismerni sklopnik, praktične izvedbe.
33. Merilni vod za stojni val na koaksialnem kablu.

31.10.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

- predavanja odpadla zaradi praznika Dan Reformacije

7.11.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: fizikalne veličine v 3D: skalarji in vektorji.
2. Ponovitev: skalarni in vektorski produkt, fizikalnih zgledi.
3. Zahteve za koordinatni sistem: 3D, pravokotni, desnoročni.
4. Izračun skalarnega in vektorskega produkt v pravokotnem KS.
5. Kartezični KS, merske enote, območje koordinat, smerniki.
6. Zgled: koordinate in smerni vektorji zemljepisnega KS.
7. Težave pri izračunu razdalje in goriva v zemljepisnem KS.
8. Definicija Lamé-jevih koeficientov v poljubnem KS.

9. Izračun Lamé-jevih koeficientov v poljubnem KS.
10. Valjni KS, merske enote, območje koordinat, smerniki.
11. Povezava koordinat med valjnim in kartezičnim KS.
12. Izpeljava Lamé-jevih koeficientov v valjnem KS.
13. Krogelni KS, merske enote, območje koordinat, smerniki.
14. Povezava koordinat med krogelnim in kartezičnim KS.
15. Izpeljava Lamé-jevih koeficientov v krogelnem KS.
16. Zgled: dolžine vzporednikov na Zemlji.
17. Valjni eliptični KS: merske enote, območje k., smerniki.
18. Povezava k. med valjnim eliptičnim in kartezičnim KS.
19. Podolgovati krogelni eliptični (prolate) KS, k. osi.
20. Smerniki cigare in povezava koordinat s kartezičnim KS.
21. Sploščeni krogelni eliptični (oblate) KS, k. osi.
22. Smerniki polpeta in povezava koordinat s kartezičnim KS.
23. Skalarne in vektorske funkcije v 3D, različni zapisi.
24. Odvodi skalarnih in vektorskih funkcij v 3D.
25. Definicija smernega odvoda ali gradienta.
26. Računanje električnega polja iz potenciala v statiki.
27. Simbolični vektor Nabla in računanje gradienta z njim.
28. Računanje smernega odvoda v poljubnih koordinatah.
29. Zgled: gradient v valjnih koordinatah.
30. Zgled: gradient v krogelnih koordinatah.
31. (1.) TIHA VAJA IZ ELEKTRODINAMIKE.

14.11.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: koordinatni sistemi: 3D, pravokotni, desnoročni.
2. Ponovitev: izračun E iz V : smerni odvod v krivočrtnih koord.
3. Pretvorba Gauss-ovega zakona v diferencialno obliko.
4. Izračun izvornosti (divergence) v kartezičnih koordinatah.
5. Izvornost v poljubnih krivočrtnih koordinatah, razlaga.
6. Zgled: izvornost v valjnih in krogelnih koordinatah.
7. Pretvorba Amperovega zakona v diferencialno obliko.
8. Izračun vrtničenja (rotorja) v kartezičnih koordinatah.
9. Ponovitev: Stokes-ov izrek.
10. Vrtinčenje v poljubnih koordinatah, razlaga.
11. Zgled: vrtinčenje v valjnih in krogelnih koordinatah.
12. Amperov zakon: prevodniški, konvektivni in poljski tok.
13. Faraday-ev zakon indukcije v elektrotehnikih.
14. Zamenjava integrala in odvoda, nespremenljiva A in normala.
15. Faraday-ev zakon v diferencialni obliki.
16. Zapis treh Maxwell-ovih enačb v diferencialni obliki.
17. Zapis treh Maxwell-ovih enačb s harmonskimi veličinami.
18. Elektrotehnična naloga: izračun EM polja iz izvorov.
19. Sestavljenje diferencialne operacije, Laplace.
20. Izpeljava valovne enačbe za električno polje z izvori.
21. Izpeljava valovne enačbe za magnetno polje z izvori.
22. Ponovitev: skalarni električni potencial v elektrostatiki.
23. Ponovitev: skalarni magnetni potencial v magnetostatiki.
24. Uvedba nove veličine: vektorski potencial, izračun B in E .
25. Izpeljava valovne enačbe za vektorski potencial.
26. Columb-ova/Lorentz-ova izbira za divergenco vek.potenciala.
27. Valovna enačba za skalarni potencial za Lorentz-ovo izbiro.
28. Razlaga pomena valovnih enačb za potenciala.
29. Zgled: izvori in vrtinci potencialnega polja (x,y,z) .
30. Zgled: izvori in vrtinci vrtničnega polja (x,y,z) .
31. Zgled: izvori in vrtinci polja s singularnostjo (ρ, \mathbf{f}_i, z) .

21.11.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: Maxwell v diferencialni obliki.
2. Ponovitev: valovni enačbi za E in H brez izvorov.
3. Ponovitev: vektorski in skalarni potencial.
4. Ponovitev: valovni enačbi za A in V z izvori.
5. Definicija energije v elektrostatiki ($E \cdot D$).

6. Elektrostatična energija iz skalarnega potenciala.
7. Zgled: energija naelektrene kroglice na oba načina.
8. Definicija energije v magnetostatiki (H.B).
9. Magnetostatična energija iz vektorskega potenciala.
10. Poynting-ov izrek o prenosu moči v dinamiki.
11. Definicija Poynting-ovega vektorja in merske enote.
12. Zgled: Poynting-ov vektor Sonca in ogrevanje mačka.
13. Zgled: pritek moči v telo valjastega upora zunaj/znotraj.
14. Zgled: pretok moči v ploščatem dvovodu, izračun moči.
15. Zgled: dva dvovoda eden vrh drugega, nepotrebna kovina.
16. Poynting-ov vektor za trenutne in harmonske veličine.
17. Reševanje valovnih enačb za vektorski/skalarni potencial.
18. Skalarni Green-ov izrek za funkciji U in V .
19. Ploskve in volumni v prostoru za Green-ov izrek.
20. Ugibanje Green-ove funkcije v elektrostatiki, Lapalce.
21. Gradient in Laplace Green-ove funkcije v statiki.
22. Integracija po neskončno veliki in majhni ploskvi.
23. Izraz za računanje skalarnega potenciala, zgled iz OE.
24. Ugibanje Green-ove funkcije v dinamiki, valovna enačba.
25. Gradient in Laplace Green-ove funkcije v dinamiki.
26. Integracija po neskončno veliki in majhni ploskvi.
27. Izraz za računanje skalarnega potenciala v dinamiki.
28. Posplošitev rezultata za poljubne koordinate potenciala.
29. Razvoj valovne enačbe za vektorski potencial v (x,y,z) .
30. Uporaba rešitve skalarnega potenciala za komponente.
31. Zakasneni vektorski potencial v poljubnem KS.

28.11.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: Maxwell v diferencialni obliki.
2. Ponovitev: vektorski in skalarni potencial.
3. Ponovitev: izraza za izračun zakasnenih A in V .
4. Naloga: magnetno in električno polje kratke žice.
5. Poenostavitve: kratka žica glede na razdaljo in λ .
6. Izračun vektorskega potenciala A kratke žice.
7. Pretvorba rezultata v krogelne koordinate.
8. Izračun magnetnega polja preko definicije $B = \text{rot}A$.
9. Ponovitev: izračun $\text{rot}A$ v krivočrtnih koordinatah.
10. Razlaga členov, Biot-Savart in sevanje.
11. Kontinuiteta, elektrine na obeh koncih žice.
12. Izračun električnega polja E preko ME.
13. Pretvorba rezultata za E v funkcijo elektrin Q .
14. Primerjava E s točkastim elektrostatičnim dipolom.
15. Razlaga členov E in H , meja med statiko in sevanjem.
16. Primerjava členov pri 50Hz, 900MHz in svetlobi pri $r = 1\text{m}$.
17. Izračun razdalje, kjer so členi enako veliki.
18. Pomen velikosti členov v nalogah elektrotehnike.
19. Izračun Poynting-ovega vektorja kratke žice.
20. Razlaga sevalnega člena Poynting-ovega vektorja.
21. Nadomestno vezje kratke žice, zahteva za sevalno upornost.
22. Integracija sevalne moči kratke žice po veliki krogli.
23. Izračun sevalne upornosti kratke žice, zapis z λ .
24. Zgled: izmere in frekvenca Teslovega transformatorja.
25. Izračun izgubne upornosti in sevalne upornosti TT .
26. Izračun sevalnega izkoristka Teslovega transformatorja.
27. (2.) TIHA VAJA IZ ELEKTRODINAMIKE.

5.12.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: tokovni element in električni dipol.
2. Ponovitev: točno E in H polje tokovnega elementa.
3. Ponovitev: sevalna upornost in nadomestno vezje TT .
4. Kje se nahaja sevalna upornost v črnem telesu in vesolju?
5. Poenostavitve odvodov za sevano polje pri $r \gg 1/k$.
6. Poenostavljen izračun sevalnega H tokovnega elementa.

7. Poenostavljen izračun sevanega E tokovnega elementa.
8. Lastnosti sevanega polja, nima vzdolžne komponente.
9. Poenostavljene ME za sevanje, pravokotnost E in H.
10. Razmerje in medsebojna faza E in H, TEM val.
11. Ponovitev: TEM val na trakastem vodu, $R_b = Z_k$.
12. Poskus: ni odboja na koncu razširjenega voda.
13. Poskus: ni prenosa pri zaporedni vezavi piramidnih lijakov.
14. Razlaga poskusov s širjenjem vala in bočenjem front.
15. TEM valovodni lijak kot učinkovita antena, $R_s = Z_k$.
16. Ravni in stožčasti koaksialni kabel.
17. Stožčati dvovod: na isti strani in na različnih straneh.
18. Ugibanje rešitve za električno polje v (r, θ, ϕ) .
19. Preverjanje 3.ME, ker v praznem prostoru ni elektrin.
20. Izračun H iz 2.ME, pravokotnost in Z_0 med E in H.
21. Preverjanje 1.ME, kar v praznem prostoru ni tokov.
22. Izračun toka in napetosti na bikoničnem dvovodu.
23. Izračun sevalne upornosti bikonične antene.
24. Praktična izvedba in impedanca discone antene.
25. Izračun medsebojne induktivnosti dveh zank.
26. Poenostavitev numeričnega izračuna s Stokes-ovim izrekom.
26. Sevanje majhne tokovne zanke, zanemaritvi $a \ll r, 1/k$.
27. Poenostavitve za $1/r$ in $\exp(-jkr)$ zaradi zanemaritev.
28. Izračun vektorskega potenciala majhne tokovne zanke.
29. Izračun E iz A brez $\text{grad}V$, ker ni elektrin.
30. Razlaga členov E, dualnost električni/magnetni dipol.
31. Samo predloga za izračun H preko definicij.

12.12.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: valovni enačbi za E in H brez izvorov.
2. Ponovitev: vektorski Laplace v kartezičnih koordinatah.
3. Razstavljanje vektorske valovne enačbe po komponentah.
4. Ponovitev: reševanje skalarne valovne enačbe po koordinatah.
5. Rešitev valovne enačbe za napredujoči in odbiti val.
6. Rešitev valovne enačbe za stojni val.
7. Rešitev valovne enačbe za eksponentno rastoče/usihajoče.
8. Zgled: nefizikalna rešitev z vzdolžnim poljem.
9. Zgled: rešitev s prečnim poljem, izračun H, preveri r_0 in J.
10. Razmerje med E in H fizikalne rešitve, Poynting-ov vektor.
11. Splošna rešitev za potujoči val v (x, y, z) .
12. Preverjanje splošne rešitve, izračun div in rot .
13. Definicija nove veličine: valovni vektor.
14. Izračun div in rot s pomočjo valovnega vektorja.
15. Odnosi med k , E in H, Poynting-ov vektor S potujočega vala.
16. Zgled: izračun frekvence valovanja iz valovnega vektorja.
17. Zgled: izračun smeri pretoka moči iz valovnega vektorja.
18. Zgled: izračun E iz S, manjkata smer in faza.
19. Lom in odboj valovanja na meji dveh različnih snovi.
20. Enakost fazne konstante v smeri meje dveh snovi.
21. Izpeljava enakosti vpadnega in odbojnega kota.
22. Izpeljava Snell-ovega lomnega zakona.
23. Definicija lomnega količnika snovi iz parametrov snovi.
24. Hitrost valovanja, valovno število, valovna dolžina (n).
25. Popolni odboj na meji dveh snovi, kam gre lomljeni žarek?
26. Izpeljava eksponentno usihajočega polja v drugi snovi.
27. Tuneliranje elektromagnetnega valovanja preko redke plasti.
28. (3.) TIHA VAJA IZ ELEKTRODINAMIKE.

19.12.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: rešitev valovne enačbe za E v praznem prostoru.
2. Ponovitev: lastnosti EM polja potujočega vala.
3. Ponovitev: poprava nalog 3. tihe vaje.
4. 1D stojni val v praznem prostoru, vsota dveh potujočih.
5. Magnetno polje in pretok moči 1D stojnega vala.

6. Okovinjnanje ploskev brez tang.E, Fabry-Perot-ov rezonator.
7. Zgled: delovanje in rodovi nihanja HeNe laserja.
8. 2D stojni val v praznem prostoru, vsota štirih potujočih.
9. Okovinjnanje ploskev, TM₀nm votlinski rezonator.
10. Primerjava TM₀₁₁ votline in LC nihajnega kroga.
11. 3D stojni val, višji rodovi v pravokotni votlini.
12. Frekvence rodov v votlini z dielektrikom.
13. Zgled: nastavljivo pasovno sito s štirimi votlinami.
14. Zgled: stojni val v smeri y in potujoči val v smeri z.
15. Pripadajoče magnetno polje, realni in imaginarni del S.
16. Okovinjnanje ploskev, zahteve za pravokotno votlo cev.
17. Razlaga trakastega dvovoda s kovinskimi podporniki.
18. Mejna frekvenca osnovnega rodu iz razlage in iz enačb.
19. Fazna hitrost v kovinskem valovodu, ki je večja od c₀.
20. Projekcija vodene valovne dolžine, večja od lambda₀.
21. Skupinska hitrost v kovinskem valovodu, ki je manjša od c₀.
22. Grafična predstava skupinske hitrosti kot cikcakanje.
23. Izračun mejne frekvence in fazne konstante valovoda.
24. Fazna, skupinska v in lambda-g s frekvenco za razne rodove.
25. Prehod koaks-valovod, razlaga prilagoditve impedanc.
26. Sevanje odprtega konca valovoda, velikost odbojnosti.
27. Piramidni valovodni lijak, fazna napaka in pogoj sevanja.
28. (4.) TIHA VAJA IZ ELEKTRODINAMIKE.

26.12.2011 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

- predavanja odpadla zaradi božičnih praznikov

2.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

- predavanja odpadla zaradi božičnih praznikov

9.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: rešitev valovne enačbe za E brez izvorov.
2. Ponovitev: 1.ME, prevodniški in poljski tok.
3. Vgradnja prevodnosti v kompleksno dielektričnost.
4. Valovna enačba s kompleksno dielektričnostjo po členih.
5. Primerjava velikosti poljskega in prevodniškega člena.
6. Zgled: mejne frekvence za baker, morsko vodo in SiO₂.
7. Rešitev valovne enačbe za dober prevodnik, Beta=Alfa.
8. Fazna konstanta in slabljenje za napredujoči/odbiti val.
9. Zgled: skica usihajočega napredujočega vala.
10. Opis za vmesni primer izgubni dielektrik Beta>Alfa.
11. Definicija vdorne globine valovanja v dober prevodnik.
11. Tabela Alfa in Beta za prevodnik, dielektrik in vmesni.
12. Izračun vdorne globine za dober prevodnik.
13. Zgled: slabljenje radijske zveze s podmornico na f=10kHz.
14. Izračun tabele vdornih globin, različne frekvence, Cu/Fe.
15. Razlaga kožnega pojava na površini okroglega Cu vodnika.
16. Integracija gostote toka v ploskovni tok.
17. Izračun impedance kovinskega vodnika okroglega prereza.
18. Razlaga izgubne upornosti kot kolobar z enakomernim tokom.
19. Primerjava izgubne upornosti za enosmerno in izmenično.
20. Gradnja vodnikov za različne f, srebrenje, hrapavost.
21. Podaljšanje poti zaradi hrapavosti površine, zgled FR4.
22. Koaksialni kabel v dinamiki, porazdelitev I, kožni pojav.
23. Nadomestno vezje kokasialnega kabla s kožnim pojavom.
24. Karakt. impedanca in valovno število izgubnega kabla.
25. Izračun valovnega števila s približki, alfa slabljenja.
26. Izračun izgub koaksialnega kabla v decibelih.
27. Zmanjševanje izgub kabla: dielektrik in geometrija.
28. Iskanje minimuma izgub kot funkcija razmerja oklop/žila.
29. Zgled: izračun izgubne upornosti koaksialnega kabla.

30. Zgled: izračun izgub na enoto dolžine koaksialnega kabla.

11.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

- obisk pospeševalnikov Elettra in Fermi v Bazovici pri Trstu

12.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

Gostujoči profesor Vladimir Petrović:

1. Pogreški pri numeričnem računanju.
2. Postopek končnih razlik v elektromagnetiki.
3. Momentna metoda v elektromagnetiki.

16.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

1. Ponovitev: valovanje v dobrem prevodniku, vdorna globina.
2. Ponovitev: izriv toka na površino, R vodnika za $=$ in izmen.
3. Kvaliteta tuljave za izmenično, frekvenčni potek.
4. Izvedba visokofrekvenčne pletenice in VF navitij.
5. Ponovitev: brezizgubni koaksialni kabel, Zk.
6. Ponovitev: izgube v vodnikih koaksialnega kabla, parametri.
7. Frekvenčni potek izgub v koaksialnem kablu.
8. Visokofrekvenčni model umazanega dielektrika, f.potek izgub.
9. Rodovi v kovinskih valovodih in v koaksialnem kablu.
10. Približen izraz za mejno f višjih rodov v koaksu.
11. Zgled: mejna frekvenca koaksialnega kabla po podatkih.
12. Slabljenje kabla ob mejni frekvenci, rezonančni pojavi.
13. Zgledi rezonanc kotnih konektorjev N in SMA.
14. Zgledi rezonanc slabo privitih konektorjev N in SMA.
15. Primerjava okrogli dvovod/koaks: upornost, Zk, izgube.
16. Porazdelitev toka na trakstem dvovodu brez stresanja.
17. Mikrotraksti vod na tiskanem vezju, hrapavost površin.
18. Zk mikrotrakstega voda brez stresanja, napaka računanja.
19. Zk mikrotrakstega voda po wheeler-ju, zgledi za 50ohm.
20. Višji valovodni rodovi v mikrotrakstem vodu.
21. Točna obravnava: hibridni rodovi v mikrotrakstem vodu.
22. Porazdelitev toka na osamljenem trakstem vodniku.
23. Povečanje izgub mikrotrakstega voda zaradi izriva na rob.
24. Zgled: velikostni razred izgub koaks/mikrostrip pri 1GHz.
25. (5.) TIHA VAJA IZ ELEKTRODINAMIKE.

17.1.2012 - predavanja ELEKTRODINAMIKA (UNI)

Gostujoči profesor Vladimir Petrović:

1. Enoveljavnost rešitve MOM.
2. Splošni postopek MOM, Galerkinov postopek.
3. Postopek FEM, samo splošno.
4. Primerjava MOM/FEM: število enačb, neskončni problem, gostota matrike.

* * *

1. tiha vaja iz ELEKTRODINAMIKE - 07.11.2011

1. Hitrost EM valovanja v koaksialnem kablu znaša $v=2E+8m/s$. Kolikšna je relativna dielektričnost $\epsilon_r=?$ izolacije? ($\mu_r=1$)
- (A) 1.23 (B) 1.50 (C) 2.25 (D) 3.00
2. Dvovod sestavljata bakrena trakova širine $w=15mm$ v zraku. Kolikšen mora biti razmak $d=?$ med njima za $Z_k=50\Omega$?
- (A) 1mm (B) 2mm (C) 3mm (D) 4mm
3. Kabel ima $Z_k=50\Omega$ in kapacitivnost $C/l=1pF/cm$. Kolikšna je hitrost valovanja $v=?$ v takšnem kablu?
- (A) $2E+10cm/s$ (B) $2E+10m/s$ (C) $3E+10cm/s$ (D) $3E+10m/s$
4. Na pravilno zaključeni Ethernet parici ($Z_k=100\Omega$) izmerimo napetost $U=2V$. Kolikšen tok $I=?$ teče po eni žici parice?
- (A) 2mA (B) 5mA (C) 10mA (D) 20mA
5. Če namesto bremena $R=100\Omega$ vzporedno vežemo dva taka enaka upora, odbojnost menja predznak $\Gamma'=-\Gamma$. Koliko je $Z_k=?$
- (A) 50Ω (B) 60Ω (C) 70Ω (D) 80Ω
6. Kolikšno najvišjo napetost $U_{max}?$ mora zdržati breme $R=200ohm$, ki ga preko voda $Z_k=100ohm$ priključimo na napetostni vir $U=12V$?
- (A) 12V (B) 16V (C) 20V (D) 24V
7. Voltmeter mostička za odbojnost kaže $U_v=-3V$ za kratek stik. Koliko je napetost odprtih sponk vira $U_g=?$, ki napaja mostiček?
- (A) 3V (B) 6V (C) 12V (D) 24V
8. Kolikšna je fazna konstanta $\beta=?$ na zračnem dvovodu pri frekvenci $f=15MHz$? (izolator je prazen prostor, $c=3E+8m/s$)
- (A) $18^\circ/m$ (B) $0.314m$ (C) $3.14rd$ (D) $1.57rd/m$
9. Kolikšna je dolžina zračnega dvovoda $l=?$, ki zasuka sliko v Smith-ovem diagramu za $\alpha=120^\circ$ pri $f=500MHz$?
- (A) 5cm (B) 10cm (C) 20cm (D) 40cm
10. Sinusni izmenični vir je priključen preko koaksialnega voda na breme z odbojnostjo $\Gamma=0.6$. Valovitost $\rho=?$ znaša:
- (A) 0.60 (B) 1.60 (C) $4.00rd/m$ (D) 4.00
11. Antena povzroča valovitost $\rho=2$ na vodu. Kolikšna je izguba moči $a=?$ (v dB) glede na brezhibno prilagojeno anteno?
- (A) 0.5dB (B) 1dB (C) 2dB (D) 4dB
12. Breme z $\Gamma=0.20$ je povezano preko izgubnega voda ($a=3dB$) na izvor. Kako veliko odbojnost $|\Gamma|=?$ občuti izvor?
- (A) 0.05 (B) 0.07 (C) 0.10 (D) 0.14

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

2. tiha vaja iz ELEKTRODINAMIKE - 28.11.2011

1. Koaksialni kabel ima žilo premera $2R_z=1\text{mm}$ in oklop z notranjim premerom $2R_o=5\text{mm}$. Dielektrik je polietilen z $\epsilon_r=2.3$. Kolikšen je $Z_k=?$
- (A) 52Ω (B) 64Ω (C) 75Ω (D) 96Ω
2. Breme $R=30\Omega$ povežemo s kablom $Z_k=50\Omega$. Kolikšna mora biti (najkrajša) dolžina kabla, da bo preslikana impedanca bremena Z čisto realna?
- (A) λ (B) $\lambda/2$ (C) $\lambda/4$ (D) $\lambda/8$
3. Kitajski zid poteka na zemljepisnih dolžinah od $\lambda_1=93^\circ$ do $\lambda_2=120^\circ$ in povprečni širini $\phi=40^\circ$. Kolikšna je dolžina zidu $l=?$ brez ovinkov?
- (A) 5500km (B) 3900km (C) 3000km (D) 2300km
4. Točka $r=2\text{m}$, $\theta=\pi/6$ in $\phi=\pi/2$ v krogelnih koordinatah (r,θ,ϕ) ima kartezične koordinate (x,y,z) :
- (A) $(0\text{m},1\text{m},1.73\text{m})$ (B) $(1\text{m},1.73\text{m},0\text{m})$ (C) $(1.73\text{m},0\text{m},1\text{m})$ (D) $(1\text{m},0\text{m},1.73\text{m})$
5. Lamé-jev koeficient h_θ v krogelnih koordinatah (r,θ,ϕ) lahko ima naslednje merske enote (MKSA):
- (A) m/rd (B) $^\circ$ (stopinje) (C) m^2/rd (D) m/rd^2
6. Vektorsko polje $\vec{F}=\vec{I}_\phi C\rho^2$, kjer je C konstanta v valjnih koordinatah (ρ,ϕ,z) , ima naslednje lastnosti:
- (A) izvor(e) (B) vrtinec(e) (C) singularnost (D) nekaj drugega
7. Enosmerno električno polje $\vec{E}=\vec{I}_x Cx$, kjer je $C=10\text{V}/\text{m}^2$ v kartezičnih koordinatah (x,y,z) , poganja prostorska elektrina $\rho=?$
- (A) $8.8\text{pAs}/\text{m}^3$ (B) $88\text{pAs}/\text{m}^3$ (C) $8.8\text{nAs}/\text{m}^2$ (D) 8.8pAs
8. Enosmerno magnetno poljsko jakost $\vec{H}=\vec{I}_\phi C\rho$, kjer je $C=10\text{A}/\text{m}^2$ v valjnih koordinatah (ρ,ϕ,z) , poganja prostorski tok $\vec{J}=?$
- (A) $\vec{I}_\rho 5\text{A}/\text{m}^2$ (B) $\vec{I}_\phi 10\text{A}/\text{m}^2$ (C) $\vec{I}_z 20\text{A}/\text{m}^2$ (D) $\vec{I}_\rho 20\text{A}/\text{m}^3$
9. Vektorski potencial \vec{A} (definicija $\vec{B}=\text{rot}\vec{A}$) ima merske enote (MKSA):
- (A) Vs/m^2 (B) A/m (C) Vs/m (D) As/m^2
10. Gostota pretoka zemeljskega magnetnega polja znaša v naših krajih $|\vec{B}|=47\mu\text{T}$. Kolikšno magnetno energijo $W_m=?$ vsebuje kocka zraka $v=1\text{km}^3$?
- (A) 1.1MW (B) 1.76MWS (C) 2.21J (D) 0.88MJ
11. Zavaljen maček v obliki kosmate črne kroglice ($2R=30\text{cm}$) se greje na zimskem soncu s $\vec{S}=\vec{I}_r 900\text{W}/\text{m}^2$. Kolikšno toplotno moč $P=?$ prejema maček?
- (A) 0.9kW (B) 9W (C) 20W (D) 64W
12. Za funkcijo $G(\vec{r})=Ce^{-jkr}/r$ izračunajte $\Delta G=?$, kjer je C poljubna konstanta v krogelnih koordinatah (r,θ,ϕ) in $k=\omega/c$!
- (A) $-Ck^2e^{-jkr}/r$ (B) $-Ce^{-jkr}/r$ (C) Ck^2e^{-jkr}/r (D) Cke^{-jkr}/r

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

3. tiha vaja iz ELEKTRODINAMIKE - 12.12.2011

1. Kolikšno moč $P=?$ dobimo iz fotovoltaičnih panelov z izkoristkom $\eta=18\%$ na strehi z $A=50\text{m}^2$, ko nanje sveti Sonce s $S=1\text{kw}/\text{m}^2$ pod kotom $\theta=45^\circ$?
- (A) 900W (B) 6.4kw (C) 9kw (D) 50kw
2. Kolikšno je valovno število $k=?$ radijskega signala s frekvenco $f=100\text{MHz}$ v vodi z dielektričnostjo $\epsilon_r=80$? ($c_0=3\cdot 10^8\text{m}/\text{s}$, $\mu_r=1$)
- (A) 2.094rd/m (B) 18.73rd/m (C) 167.5rd/m (D) 2.094m/rd
3. Elektroda je povezana z žico, po kateri teče sinusni tok z amplitudo $I=5\text{A}$ in frekvenco $f=1\text{MHz}$. Kolikšna je max elektrina $Q_{\text{max}}=?$ na elektrodi?
- (A) 0.8nAs (B) 5nAs (C) 0.8 μ As (D) 5 μ As
4. Na kateri razdalji $r=?$ od naprave je statično elektromagnetno polje približno enako veliko kot sevanje? ($c_0=3\cdot 10^8\text{m}/\text{s}$, $\epsilon_r=1$, $\mu_r=1$)
- (A) 2k (B) 6.3/k (C) $\lambda/6.3$ (D) 2λ
5. Kratka paličasta antena ima pri frekvenci $f=4\text{MHz}$ sevalno upornost $R_s=100\text{m}\Omega$. Kolikšno sevalno upornost $R_s'=?$ ima ista antena pri $f'=5\text{MHz}$?
- (A) 64m Ω (B) 80m Ω (C) 125m Ω (D) 156m Ω
6. V vesolju prejema Zemlja $S_z=1.4\text{kw}/\text{m}^2$, Jupiter pa samo $S_j=44\text{W}/\text{m}^2$ sončne svetlobe. Kako daleč je Jupiter $r_j=?$ od Sonca? Zemlja-Sonca $r_z=150\cdot 10^6\text{km}$
- (A) $270\cdot 10^6\text{km}$ (B) $356\cdot 10^6\text{km}$ (C) $475\cdot 10^6\text{km}$ (D) $850\cdot 10^6\text{km}$
7. Daleč od oddajnika ($kr \gg 1$) izmerimo $E=1\text{mV}_{\text{eff}}$ v praznem prostoru ($\epsilon_r=1$, $\mu_r=1$). Kolikšna je magnetna poljska jakost $H=?$ na istem mestu?
- (A) $2.7\mu\text{A}_{\text{eff}}$ (B) $8.3\mu\text{A}_{\text{eff}}$ (C) $159\mu\text{A}_{\text{eff}}$ (D) $6.3\text{mA}_{\text{eff}}$
8. Na koncu nezaključenega trakastega dvovoda (širina trakov w , razmak d) se valovanje odbije nazaj sofazno, odbojnost $\Gamma=1$, ko velja:
- (A) $d \ll \lambda$ (B) $w=\lambda$ (C) $d \gg \lambda$ (D) vedno
9. Discone antena s stožcem ($\theta_s=150^\circ$) pod diskom ($\theta_D=90^\circ$) ima v praznem prostoru ($\epsilon_r=1$, $\mu_r=1$) sevalno upornost $R_s=?$ za visoke frekvence:
- (A) 37 Ω (B) 60 Ω (C) 79 Ω (D) 120 Ω
10. Kolikšna je frekvenca valovanja $f=?$, ki ima v praznem prostoru ($c_0=3\cdot 10^8\text{m}/\text{s}$) valovni vektor $\vec{k}=(\vec{I}_x+\vec{I}_y+\vec{I}_z)\cdot 50\text{rd}/\text{m}$?
- (A) 2.39GHZ (B) 4.14GHZ (C) 8.66GHZ (D) 15GHZ
11. Vektor električnega polja zapišemo z izrazom $\vec{E}=\vec{I}_x\cdot 5\text{V}_{\text{eff}}/\text{m}\cdot e^{-jkz}$. Določite pripadajoči Poynting-ov vektor $\vec{S}=?$ v praznem prostoru!
- (A) $\vec{I}_z\cdot 66\text{mW}/\text{m}^2$ (B) $\vec{I}_y\cdot 33\text{mW}/\text{m}^2$ (C) $\vec{I}_x\cdot 66\text{mW}/\text{m}^2$ (D) $\vec{I}_x\cdot 33\text{mW}/\text{m}^2$
12. Mikrovalovni ferit ima dielektričnost $\epsilon_r=18$ in permeabilnost $\mu_r=2$. Kolikšna je hitrost mikrovalov $c=?$ v takšnem feritu?
- (A) $8.33\cdot 10^6\text{m}/\text{s}$ (B) $2\cdot 10^7\text{m}/\text{s}$ (C) $2\cdot 10^8\text{m}/\text{s}$ (D) $5\cdot 10^7\text{m}/\text{s}$

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

4. tiha vaja iz ELEKTRODINAMIKE - 19.12.2011

1. Hitrost EM valovanja frekvence $f=1.7\text{GHz}$ v neznan snovi znaša $v=2.4E+8\text{m/s}$. Kolikšen je lomni količnik snovi n ? ($c_0=3E+8\text{m/s}$)
- (A) 1.25 (B) 1.56 (C) 2.40 (D) 3.00
2. Za odbojnost Γ pasivnega bremena, ki je priključeno na harmonski izvor z $Z_g=Z_k=50\Omega$ frekvence $f=100\text{MHz}$, velja:
- (A) $-1\leq\Gamma\leq 1$ (B) $\text{Re}(\Gamma)\geq 0$ (C) $|\Gamma|\leq 1$ (D) $|\Gamma|\geq 1$
3. Enosmerno električno polje $\vec{E}=\vec{I}_r\cdot C/r^2$ proizvaja naslednja porazdelitev (vrsta) elektrine v prostoru (kroglne koordinate r,θ,ϕ):
- (A) ρ (prostorska) (B) σ (ploskovna) (C) q (prema) (D) Q (točkasta)
4. Katere od navedenih diferencialnih operacij se NE de izračunati za vektorski potencial \vec{A} ?
- (A) $\text{div}(\vec{A})$ (B) $\text{grad}(\vec{A})$ (C) $\text{rot}(\vec{A})$ (D) $\Delta\vec{A}$
5. Radijski val $f=1\text{MHz}$ ima na veliki razdalji od oddajnika ($r\gg\lambda$) pretok moči $\vec{S}=\vec{I}_r\cdot 1\mu\text{W/m}^2$. Koliko znaša tam valovni vektor \vec{k} ? ($c_0=3E+8\text{m/s}$)
- (A) $\vec{I}_r\cdot 1.2^\circ/\text{m}$ (B) $\vec{I}_\theta\cdot 0.021\text{rd/m}$ (C) $\vec{I}_\phi\cdot 20.9\text{m}$ (D) $\vec{I}_r\cdot 20.9\text{rd/m}$
6. Tuneliranje EM valovanja lahko dobimo na meji treh snovi z lomnimi količniki n_1 (vstop in odboj), n_2 (plast d) in n_3 (izstop), kjer velja:
- (A) $n_1>n_2>n_3$ (B) $n_1<n_2>n_3$ (C) $n_1<n_2<n_3$ (D) $n_1>n_2<n_3$
7. votla kovinska (aluminijasta) cev pravokotnega prereza z notranjimi izmerami $10\text{mm} \times 20\text{mm}$ se obnaša kot valovod z mejno frekvenco f_m ?
- (A) 1.875GHz (B) 3.75GHz (C) 7.5GHz (D) 15GHz
8. Kolikšna je fazna konstanta β ? v votlem kovinskem valovodu z mejno frekvenco $f_m=3\text{GHz}$ za električni signal frekvence $f=4\text{GHz}$?
- (A) 31.4rd/m (B) 55.4rd/m (C) 62.8rd/m (D) 83.8rd/m
9. Kolikšna je najnižja resonanca f ? keramične ploščice ($\epsilon_r=10$) z izmerami $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 3\text{mm}$, če vso površino (šest stranic) posrebrimo?
- (A) 2.12GHz (B) 6.7GHz (C) 9.5GHz (D) 21.2GHz
10. Odprti konec kovinskega valovoda izseva $\eta=90\%$ moči napredujočega vala. Preostala moč se odbije nazaj proti izvoru. Valovitost ρ ? znaša:
- (A) 1.93 (B) 3.16 (C) 10dB (D) 0.316
11. Na katerem rodu TEM_{00m} , m ? niha argonski laser, če ima zelen žarek $\lambda=514\text{nm}$? Lomni količnik razredčenega Ar $n\approx 1$, razdalja med zrcali $l=30\text{cm}$.
- (A) 1 (B) 18 (C) 1167 (D) $1.17E+6$
12. Kolikšna je velikost električne poljske jakosti $|\vec{E}|$? v rdečem laserskem žarku premera $2r=1\text{mm}$ in moči $P=10\text{mW}$ v praznem prostoru?
- (A) 309.8V/m (B) $1549V_{\text{eff}}/\text{m}$ (C) $2191V_{\text{eff}}/\text{m}$ (D) 2191V/m

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

5. tiha vaja iz ELEKTRODINAMIKE - 16.1.2012

1. Svetilo v koordinatnem izhodišču (r, θ, ϕ) seva moč $P=100\text{W}$ enakomerno v vse smeri. Kolikšen je Poynting-ov vektor \vec{S} ? na razdalji $r=1\text{m}$?
- (A) $\vec{I}_r \cdot 12\text{W/m}^2$ (B) $\vec{I}_\phi \cdot 12\text{W/m}^2$ (C) $\vec{I}_\theta \cdot 8\text{W/m}^2$ (D) $\vec{I}_r \cdot 8\text{W/m}^2$
2. Pravokotni kovinski valovod ima mejno frekvenco $f_m=2.2\text{GHz}$ za osnovni rod. Pri kateri frekvenci $f=?$ doseže skupinska hitrost $v_g=0.5c_0$?
- (A) 1.10GHz (B) 1.69GHz (C) 2.54GHz (D) 4.40GHz
3. Če kompleksno valovno število zapišemo v obliki $k=\beta-j\alpha$, za potujoči val v dobrem dielektriku z zanemarljivo majhnimi izgubami ($\gamma \rightarrow 0$) velja:
- (A) $\alpha=0$ (B) $\alpha < \beta$ (C) $\alpha=\beta$ (D) $\alpha > \beta$
4. EM valovanje opišemo z valovnim številom $k=(19-j1)\text{rd/m}$. Kolikšno je upadanje jakosti električnega polja $a_l=?$ (v dB/m) na meter dolžine?
- (A) 4.3dB/m (B) 8.7dB/m (C) 19dB/m (D) 27dB/m
5. Izračunajte vdorno globino $\delta=?$ v kositer (Sn) pri frekvenci $f=1\text{GHz}$! Kositer ni feromagnetik ($\mu_r=1$) in ima prevodnost $\gamma=8.3 \cdot 10^6\text{S/m}$.
- (A) $1\mu\text{m}$ (B) $2.2\mu\text{m}$ (C) $5.5\mu\text{m}$ (D) $13.9\mu\text{m}$
6. Dvovod je načrtovan za $Z_k=100\Omega$ in ima izgubno upornost $R/l=3\Omega/\text{m}$ pri frekvenci $f=100\text{MHz}$. Kolikšne izgube vnaša $l=200\text{m}$ dvovoda?
- (A) 3dB (B) 6.5dB (C) 13dB (D) 26dB
7. Koaksialni kabel z $R_{zile}=2\text{mm}$ in $R_{oklopa}=7\text{mm}$ ter dielektrikom $\epsilon_r=2$ je uporaben do najvišje frekvence (nastop TE_{11}):
- (A) 5.3GHz (B) 7.5GHz (C) 10.6GHz (D) 15GHz
8. Zaradi stresanega EM polja je karakt. impedanca Z_k mikrotrakastega voda v primerjavi s preprostim približkom Z_k' trakastega voda:
- (A) $Z_k < Z_k'$ (B) $Z_k = Z_k'$ (C) $Z_k > Z_k'$ (D) $Z_k = Z_k' \cdot \sqrt{2}$
9. Za učinkovito proizvodnjo sinhrotronske svetlobe v področju rentgenskih žarkov moramo pospešiti elektrone na energijo:
- (A) nekaj keV (B) nekaj MeV (C) nekaj GeV (D) nekaj TeV
10. V visokoenergetskem pospeševalniku pospešujemo naelektrane delce do najvišjih energij z naslednjo vrsto polja:
- (A) enosmerni \vec{B} (B) izmenični \vec{B} (C) enosmerni \vec{E} (D) izmenični \vec{E}
11. 2D elektrostatsko nalogo rešujemo po metodi končnih razlik. Kolikšen je potencial točke $V_0=?$, če ima sosede $V_1=1\text{V}$, $V_2=2\text{V}$, $V_3=3\text{V}$ in $V_4=4\text{V}$?
- (A) 0.00V (B) 2.50V (C) 2.82V (D) 10.00V
12. Pri reševanju 2D elektromagnetne naloge (s prečno izmero d) po metodi momentov narašča število enačb oziroma neznank sorazmerno z:
- (A) d (B) d^2 (C) d^3 (D) \sqrt{d}

Priimek in ime:

Elektronski naslov: