

Primeri izpitnih vprašanj iz EMP, 1. del

1. Zapišite električni potencial in polje točkastega naboja
2. Za porazdelitev gostote dipolnega momenta (vektor polarizacije) \mathbf{P} zapišite pripadajočo gostoto naboja.
3. Zapišite Gaussov izrek v integralni obliki za jakost električnega polja.
4. Zapišite Maxwellovi enačbi za statično električno polje in pokažite, da jima polje točkastega naboja zadošča
5. Zapišite Laplaceovo in Poissonovo enačbo za elektrostatski potencial.
6. Zapišite formalno rešitev Poissonove enačbe s pripadajočo Greenovo funkcijo.
7. Izpeljite Greenovo enačbo (izraz za potencial v notranjosti volumna pri podani gostoti naboja v notranjosti ter potencialu in njegovem normalnem odvodu na površini).
8. Dokažite, da je elektrostatski potencial v notranjosti prostora brez nabojev enoznačno določen z njegovo vrednostjo na mejni ploskvi.
9. Opišite teorem o srednji vrednosti v elektrostatici.
10. Zapišite elektrostatsko energijo porazdelitve nabojev $\rho(r)$ v zunanjem potencialu $\phi(r)$.
11. Elektrostatsko energijo porazdelitve nabojev $\rho(\mathbf{r})$ izrazite (i) z gostoto nabojev, (ii) z gostoto nabojev in potencialom in (iii) z jakostjo polja.
12. Izhajajoč iz izraza za elektrostatsko energijo $W = 1/2 \int \rho \phi d^3\mathbf{r}$ izpeljite izraz za gostoto energije električnega polja.
13. Izhajajoč iz izraza za silo na porazdelitev nabojev $F = \int \rho \mathbf{E} d^3\mathbf{r}$ izpeljite izraz za elektrostatsko silo, izraženo z napetostnim tenzorjem.
14. S pomočjo napetostnega tenzorja izračunajte silo med dvema enakima / nasprotno enakima nabojema.
15. Izpeljite izraz za multipolni razvoj elektrostatskega potenciala znane porazdelitve gostote naboja do dipolnega člena.
16. Zapišite potencial električnega dipola in izračunajte pripadajočo jakost električnega polja.

17. Izpeljite izraz za energijo električnega dipola v električnem polju.
18. Zapišite izraza za silo in navor na dipol v električnem polju.
19. Zapišite izraz za silo med dvema tokovnima zankama poljubne oblike.
20. Zapišite izraz za gostoto statičnega magnetnega polja pri dani porazdelitvi gostote toka (Biot-Savartova enačba).
21. Magnetno cirkulacijo po neki zanki izrazite z gostoto magnetnega polja \mathbf{B} in z vektorskim potencialom \mathbf{A} .
22. Magnetni pretok skozi neko površino izrazite z gostoto magnetnega polja \mathbf{B} in z vektorskim potencialom \mathbf{A} .
23. Zapišite izraz za magnetno silo na dano porazdelitev gostote toka v zunanem polju.
24. Zapišite Maxwellovi enačbi za statično magnetno polje.
25. Iz Maxwellovih enačb izpeljite Kirchhoffovo enačbo (zvezo med \mathbf{j} in \mathbf{A}) ter zapišite njeno rešitev z uporabo Greenove funkcije.
26. Izhajajoč iz Biot-Savartove enačbe izračunajte magnetno polje ravnega tankega vodnika.
27. Zapišite izraz za magnetno energijo porazdelitve tokov (i) izraženo z gostoto toka in vektorskim potencialom (ii) izraženo izključno z gostoto toka in (iii) izraženo z gostoto magnetnega polja.
28. Izpeljite izraz za gostoto energije magnetnega polja
29. Izhajajoč iz izraza za silo na porazdelitev tokov v magnetnem polju izpeljite silo izraženo z napetostnim tenzorjem.
30. S pomočjo napetostnega tenzorja izračunajte silo med vzporednima vodnikoma, po katerih tečeta tokova v isto/nasprotno smer.
31. Izpeljite vektorski potencial lokalizirane porazdelitve tokov v multipolnem razvoju do dipolnega reda.
32. Zapišite vektorski potencial magnetnega dipola in iz njega izračunajte gostoto magnetnega polja.
33. Zapišite izraz za magnetni dipolni moment tokovne zanke.

34. Zapišite izraz za energijo magnetnega dipola v zunanem polju.
35. Zapišite izraz za silo in navor na magnetni dipol v zunanem polju.
36. Zapišite Faradayev zakon indukcije v integralni obliki.
37. Zapišite Maxwellove enačbe v kvazistatičnem približku.
38. Pokažite, da kvazistatične Maxwellove enačbe izpolnjujejo polja, ki jih izrazimo s skalarnim potencialom ϕ in vektorskim potencialom \mathbf{A} .
39. Zapišite Ohmov zakon za gostoto toka.
40. Zapišite zvezo med površinsko gostoto naboja na prevodniku in električnim poljem zunaj njega.
41. Izračunajte Maxwellov relaksacijski čas (karakterističen čas s katerim naboji v prevodniku s prevodnostjo σ_E dosežejo končno porazdelitev).
42. V Drudejevem modelu prevodnika izrazite prevodnost z gostoto nosilcev naboja, njihovo maso in konstanto disipacije.
43. Pri Hallovem pojavu izrazite jakost električnega polja z gostoto toka in amagnetnim poljem.
44. Zapišite izraz za gostoto disipirane moči v prevodniku.
45. Zapišite Maxwellove enačbe in pokažite, da iz njih sledi kontinuitetna enačba (ohranitev naboja).
46. Iz Maxwellovih enačb izpeljite izraz za vdorno globino polja v ohmskem prevodniku (kožni pojav).

Primeri izpitnih vprašanj iz EMP, 2. del

1. Iz Maxwellovih enačb v vakuumu izpeljite Maxwellove enačbe v snovi.
2. Zapišite zvezo med \mathbf{D} , \mathbf{E} in \mathbf{P} .
3. Zapišite zvezo med \mathbf{B} , \mathbf{H} in \mathbf{M} .
4. Zapišite zvezo med gostoto vezanih nabojev in vezanih tokov z polarizacijo in magnetizacijo.
5. Definirajte dielektrično konstanto ϵ in susceptibilnost χ_E .
6. Definirajte magnetno permeabilnost μ in susceptibilnost χ_M .
7. Izpeljite Poyntingov teorem (ohranitveni zakon za energijo) v snovi.
8. Zapišite robne pogoje za polja na meji med dvema medijema, če imamo na mejni ploskvi dodatno površinsko gostoto naboja σ in gostoto površinskega toka \mathbf{K} .
9. Definirajte časovno odvisno dielektrično susceptibilnost $\chi(\tau)$ preko zveze med \mathbf{D} in \mathbf{E} (lahko privzamete prostorsko lokalni odziv).
10. Opišite splošne lastnosti frekvenčno odvisne dielektrične funkcije $\epsilon(\omega)$: simetrije, analitičnost, limita $\omega \rightarrow \infty$.
11. Izpeljite Kramers-Kronigove relacije za dielektrično funkcijo $\epsilon(\omega)$.
12. Izpeljite zvezo med gostoto disipacije energije in dielektrično funkcijo $\epsilon(\omega)$.
13. Izpeljite izraz za frekvenčno odvisno prevodnost $\sigma(\omega)$ v Drudejevem modelu.
14. Izpeljite zvezo med $\epsilon(\omega)$ in $\sigma(\omega)$ v prevodniku.
15. Iz Maxwellovih enačb izpeljite valovni enačbi za električno in magnetno polje v vakuumu.
16. Z lomnim količnikom $n(\omega)$ izrazite fazno in grupno (skupinsko) hitrost EM valovanja.
17. Izpeljite zvezo med električnim in magnetnim poljem v ravnem valu z valovnim vektorjem \mathbf{k} .

18. Zapišite prostorsko in časovno odvisnost električnega polja pri ravnem valovanju z valovnim vektorjem \mathbf{k} za linearno in cirkularno polarizirano valovanje.
19. Izpeljite gostoto energije ter gostoto energijskega toka EM valovanja z valovnim vektorjem \mathbf{k} in amplitudo električnega polja \mathbf{E} .
20. Izrazite polja \mathbf{E} in \mathbf{B} z časovno odvisnima potencialoma.
21. Zapišite umeritveno transformacijo za elektromagnetna potenciala in pokažite, da ne vpliva na polja.
22. Zapišite pogoj za Lorenzovo umeritev in izpeljite Riemann-Lorenzovi enačbi.
23. Zapišite rešitev Riemann-Lorenzovih enačb z Greenovo funkcijo in dokažite, da ji ta zadosti.
24. Zapišite zvezo med vektorjem izvorov in gostotama naboja in toka.
25. Izrazite potenciala z Hertzovim sevalnim potencialom \mathbf{Z} .
26. Izpeljite valovno enačbo za Hertzov sevalni potencial (zvezo med \mathbf{Z} in vektorjem izvorov \mathbf{J}).
27. Zapišite rešitev enačbe za Hertzov sevalni potencial z Greenovo funkcijo.
28. Zapišite Hertzov sevalni potencial v sevalnem približku (za velike razdalje od sevalca)
29. Zapišite Hertzov sevalni potencial za električno dipolno sevanje in iz njega izračunajte polja \mathbf{E} in \mathbf{B} .
30. Izpeljite električno in magnetno polje točkastega naboja, ki se giblje s konstantno hitrostjo v vzdolž osi x (Heavisideova polja).
31. Zapišite Langrangeevo funkcijo za nabit delec v EM polju in pokažite, da njena Euler-Lagrangeeva enačba ustreza Newtonovi enačbi gibanja z Lorentzovo silo.
32. Zapišite Hamiltonovo funkcijo za nabit delec v EM polju in definirajte kanonični impulz.
33. Zapišite Lagrangeevo funkcijo EM polja in pokažite, da njena Euler-Lagrangeeva enačba privede do Riemann-Lorenzovih enačb.

34. Zapišite Lorentzovo transformacijo med inercialnima sistemoma, kjer se sistem S' glede na sistem S giblje s hitrostjo v v smeri x .
35. Iz Lorentzove transformacije izpeljite izraza za prostorski skrček in časovni raztezek.