

Elektromagnetno polje: 2. pisni izpit

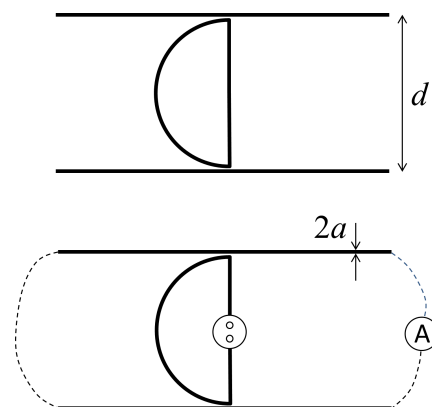
(3. 7. 2015 ob 12:15)

asistent: Martin Klanjšek, telefon: 01 477 3866, email: *martin.klanjsek@ijs.si*

1. naloga

Polkrožni okvir iz tankega vodnika postavimo med dva vzporedna *dolga* tanka ravna vodnika, tako da ravnina okvirja sovпада z ravnino, ki jo definirata vodnika, ravni del okvirja je pravokoten na vodnika, skrajni točki ravnega dela okvirja pa se ravno še ne dotikata vodnikov (glej prvo sliko). Razdalja med dolgima vodnikoma in dolžina ravnega dela okvirja znašata po d .

- Z d izrazi medsebojno induktivnost okvirja in para vodnikov.
- Okvir napajamo z izmeničnim tokom amplitude I_1 . Kakšna je amplituda toka I_2 , ki se inducira v vzporednih vodnikih, če ju *daleč stran* sklenemo (druga slika)? Pri tem delu naloge upoštevaj, da imata vodnika debelino $2a$ in dolžino l , tako da je $a \ll d$ in $l \gg d$. Rezultat za I_2/I_1 izrazi s parametri d , a in l ter ga numerično izvednoti za $l/d = d/a = 10$.



2. naloga

Tanka okrogla plošča je izdelana iz snovi s homogeno konstantno polarizacijo P , katere smer oklepa z ravnino plošče kot α . Pokaži, da je električno polje znotraj plošče tudi homogeno ter izračunaj njegovo velikost in kot, ki ga oklepa z ravnino plošče. Oba rezultata izrazi s podanima parametroma P in α .

3. naloga

Neprevoden polarizabilen valj dolžine l se nahaja v homogenem magnetnem polju gostote B , tako da je os valja vzporedna s smerjo polja. Proti valju vzdolž njegove osi pošljemo linearno polariziran raven elektromagnetni val. Snov, iz katere je valj, obravnavaj kot plazmo s plazemsko frekvenco $\omega_p = \sqrt{ne^2/(m\epsilon_0)}$, kjer je n prostorninska gostota elektronov v plazmi, e je naboj elektrona, m pa njegova masa. Za razliko od običajne plazme, kjer so elektroni skoraj prosti, so v primeru obravnavane snovi elektroni vezani, tako da imajo lastno frekvenco nihanja ω_0 .

- Linearno polariziran elektromagnetni val lahko razstavimo na dve krožno polarizirani komponenti enakih amplitud in nasprotnih sučnosti. Pokaži, da imata dielektrični konstanti za posamezni komponenti naslednjo frekvenčno odvisnost:

$$\epsilon_{\pm} = 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega_0^2 - \omega^2 \pm \omega\omega_B},$$

kjer je $\omega_B = eB/m$ ciklotronska (Larmorjeva) frekvenca.

- b) S pomočjo rezultata pod a) izračunaj, za kolikšen kot se pri prečkanju valja zasuka polarizacija ravnega vala. Pojav imenujemo Faradayev zasuk. Končni rezultat izrazi z ω_p , ω_0 , ω_B in s hitrostjo svetlobe v vakuumu c_0 . Da bo rezultat enostavnejši, lahko predpostaviš, da se dielektrični konstanti pod a) le malo razlikujeta od 1.

Matematični pripomoček:

Rešitve Laplaceove enačbe $\nabla^2 U(r, \varphi) = 0$ v polarnih koordinatah:

$$U(r, \varphi) = A_0 + B_0 \ln r + \sum_{m=1}^{\infty} (A_m r^m + B_m r^{-m}) \cos(m\varphi) + \sum_{m=1}^{\infty} (C_m r^m + D_m r^{-m}) \sin(m\varphi).$$

Čas reševanja: 90 minut.

Dovoljeni pripomočki: podani spisek enačb, matematični priročniki, kalkulator.

Rešitve nalog, ocene ter kraj in čas ogleda kolokvija bodo objavljeni na spletni strani

<http://bit.ly/1tYV4qj>.