

# Elektromagnetno polje: 1. kolokvij

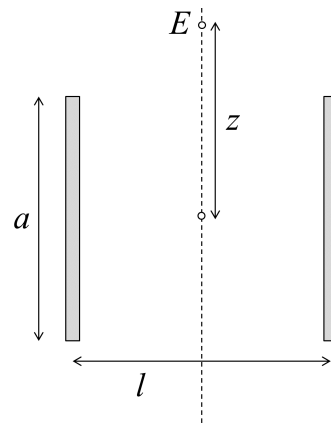
(19. 11. 2014 ob 19:00)

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

## 1. naloga

Dva *dolga* tanka trakova širine  $a$  postavimo vzporedno v medsebojni razdalji  $l$ , tako da sestavljata ploščati kondenzator (glej sliko). Na prvi trak enakomerno nanesemo naboj s površinsko gostoto  $\sigma$ , na drugega pa naboj s površinsko gostoto  $-\sigma$ .

- Določi jakost električnega polja  $E$  v simetrijski ravnini traku, ki je vzporedna s ploščama (na sliki označena s črtkano črto), kot funkcijo oddaljenosti  $z$  od vzdolžne osi kondenzatorja ter podanih parametrov  $a$ ,  $l$  in  $\sigma$ .
- Pod a) dobljeni izraz za  $E(z)$  poenostavi v limiti  $z \gg a$  in skiciraj odvisnost  $E(z)$ .



## 2. naloga

Dolg prevoden valj polmera  $a$  vzdolž osi prepolovimo in polovici staknemo nazaj v valj. Nato valj postavimo v homogeno električno polje jakosti  $E_0$ , tako da je ravnina prereza valja pravokotna na polje. Z  $a$  in  $E_0$  izrazi električno silo na dolžinsko enoto, ki deluje na posamezno polovico valja. Kakšna je smer sile za posamezno polovico valja?

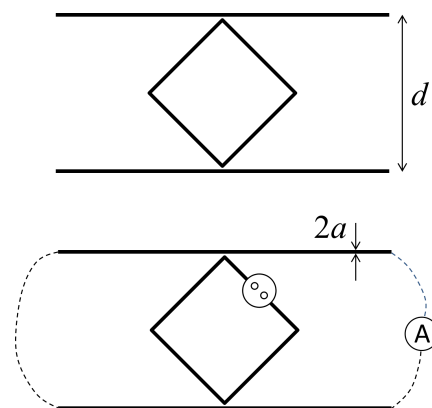
## 3. naloga

Kvadratni okvir iz tankega vodnika postavimo med dva vzporedna *dolga* tanka ravna vodnika, tako da ravnina okvirja sovpada z ravnino, ki jo definirata vodnika, diagonala okvirja je pravokotna na vodnika, skrajni točki okvirja pa se ravno še ne dotikata vodnikov (glej prvo sliko). Razdalja med dolgima vodnikoma in dolžina diagonale okvirja znašata po  $d$ .

- Pokaži, da je medsebojna induktivnost okvirja in para vodnikov

$$L_{12} = \frac{2 \ln 2}{\pi} \mu_0 d.$$

- 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  $l/d = d/a = 10$ .



#### 4. naloga (dodatna)

Izračunaj magnetno silo na kvadratno zanko stranice  $a$  z električnim tokom  $I$ , ki se nahaja v razdalji  $b$  nad veliko ravno površino klasičnega superprevodnika. Ravnina zanke je vzporedna s površino superprevodnika. Klasični superprevodnik je snov, v kateri ne more biti niti električnega niti magnetnega polja, se pa na površini lahko pojavi naboj ali električni tok. Pri izračunu sile se lahko omejiš samo na limitna primeri  $b \ll a$  in  $b \gg a$ . Kakšna je smer sile?

#### Matematična pripomočka:

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

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

Razvoj za  $x > 0$ :

$$\operatorname{arctg}\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{\pi}{2} - x + \dots$$

**Čas reševanja:** 90 minut.

Dovoljeni pripomočki: papir z enačbami, matematični priročniki, kalkulator.

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

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