

## Elektromagnetno polje

### Naloga 1: Električni kvadrupol

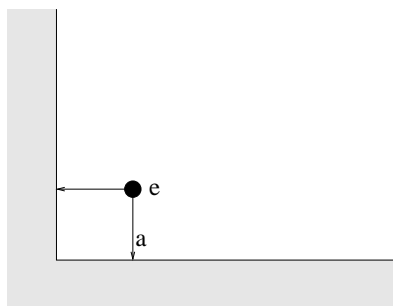
Multipolni razvoj potenciala, ki ga povzroči lokalizirana porazdelitev nabojev, se do kvadrupolnega člena glasi

$$\varphi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{e}{r} + \sum_i p_i \frac{r_i}{r^3} + \frac{1}{2} \sum_{i,j} Q_{ij} \frac{r_i r_j}{r^5} + \dots \right)$$

- a) Pokažite, da za kvadrupolni moment velja

$$Q_{ij} = \int \rho(\vec{s}) [3s_i s_j - \delta_{ij} s^2] d^3\vec{s}$$

- b) Naboj  $e$  naj se nahaja v vogalu med dvema prevodnima ploščama, tako da je od vsake izmed njiju oddaljen za razdaljo  $a$ . Izračunajte kvadrupolni moment nastale porazdelitve nabojev.



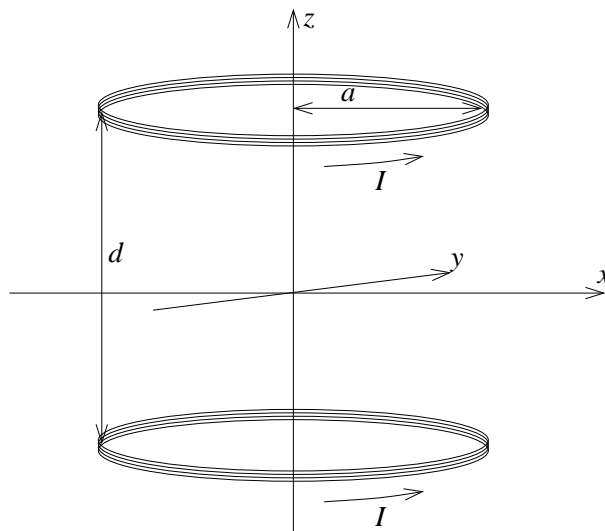
- c) Izračunajte potencial  $\varphi(\vec{r})$  v veliki oddaljenosti,  $r \gg a$ .

### Naloga 2: Magnetni potencial

Neprevodno kroglo z radijem  $a$  po površini enakomerno nabijemo z nabojem z gostoto  $\sigma$ . Kroglo zavrtimo s kotno hitrostjo  $\vec{\omega}$ . Določite magnetni potencial  $\vec{A}$  ter gostoto magnetnega polja  $\vec{B}$ . Kaj pa se zgodi z nabojem, če je krogla prevodna? Kvalitativen odgovor zadošča.

### Naloga 3: Helmholtzovi tuljavi

Helmholtzovi tuljavi sta dve navitji z radijem  $a$  na razdalji  $d$ , po katerih teče tok v vzporedni smeri. Njun namen je doseči v notranjosti kar se da homogeno magnetno polje.



- Utemeljite, zakaj ima magnetno polje v notranjosti lahko le komponenti (v cilindričnih koordinatah)  $B_z$  in  $B_\rho$ , ne pa  $B_\varphi$ .
- Utemeljite, zakaj ima magnetno polje v simetrijski ravnini ( $z = 0$ ) lahko le komponento  $B_z$ .
- Izračunajte drugi odvod  $\frac{\partial^2 B_z}{\partial z^2}$  v točki na sredini med tuljavama. V kakšnem razmerju morata biti  $a$  in  $d$ , da bo drugi odvod nič? Kolikšen je potem  $B_z$  v tej točki?

---

Ob vprašanjih se lahko obrnete na asistenta:

Andrej Vilfan  
Tel.: 477-3874  
[andrej.vilfan@ijs.si](mailto:andrej.vilfan@ijs.si)

Liste z nalogami najdete na spletni strani

<http://svizec.ijs.si/avilfan/emp/>