

**Pitanja za pripremu i zadatci za izradu vježbi iz Praktikumuma iz fizike 2 ili Praktikumuma iz osnova fizike (P(O)F) 2, II, B za profesorske smjerove (osim za smjer prof. kemije!)**

***Opće napomene***

Zadatci nastave u **Praktikumumu iz fizike 2** ili **Praktikumumu iz osnova fizike 2** (oboje skraćeno pisano: **P(O)F) 2, II, B**) za profesorske smjerove određeni su sljedećim ciljevima:

- (i) U okviru izrade laboratorijskih vježbi nastoji se da se provjere važniji zakoni fizike, koje su polaznici prethodno upoznali na predavanjima iz odgovarajućih fizičkih kolegija.
- (ii) Polaznici Praktikumuma bi trebali naučiti principe rada (tj. djelovanje) uređaja koji su im na raspolaganju (tj. dostupni) i osposobiti se za njihovo rukovanje.
- (iii) Polaznici moraju principijelno razumijeti obradu podataka svojih mjerenja, te s tim u svezi i primjenu računala i računalnih programa koji se koriste u obradi podataka.
- (iv) Na temelju dosadašnjeg rada u Praktikumumima može se zaključiti da laboratorijske vježbe dobrim dijelom ispunjavaju svoju namjenu ako služe za ponavljanje i utvrđivanje gradiva s odslušanih i položenih kolegija iz fizike.

Dosadašnje slabosti kolegija, ***prema mišljenju studenata***, svode se na sljedeće:

- (v) Mnogo vremena je bilo utrošeno na pripremu, na izradu vježbi (samo mjerenje) i pisanje Izvješća, a krajnji rezultat u odnosu na znanje koje su stekli bio je mali.
- (vi) Nakon predaje konačnog **Izvješća** o vježbi (referata), a pogotovo tijekom mjerenja vježbe u laboratoriju polaznicima nije bila jasna sveza između teorijskog dijela i eksperimentalnog rada u laboratoriju.
- (vii) Malo su naučili u svezi s rukovanjem i principima rada dostupnih im uređaja i instrumenata, napr. AVO-metara, osciloskopa i dr.

Dosadašnje slabosti kolegija, uočene od strane ***voditelja***, su sljedeće:

- (viii) Slaba ili nedovoljna pripremljenost za rad u praktikumu.
- (ix) Slabo predznanje.

Sljedeće **napomene** odnose se na **Izradu vježbi** navedenih u **Praktikumumu iz (osnova) fizike 2,II i B**

1. Sva direktna (neovisna) mjerenja vrijednosti nepoznatih veličina potrebno je ponoviti više puta i zapisati **bar tri** izmjerene vrijednosti.
2. Grafički prikaz ovisnosti nepoznate veličine  $y_i$  o poznatoj veličini  $x_i$  mora sadržavati **bar pet** parova vrijednosti  $(x,y)_i$ .
3. **Voditelj** Praktikumuma dodjeljuje svakom polazniku odgovarajuće podzadatke pripadne vježbe.
4. **Polaznik** treba usmeno (ili pismeno) odgovoriti na postavljena pitanja od strane voditelja i to prije nego što započne s mjerenjem na zadanoj vježbi.
5. Tijekom svog sljedećeg dolaska polaznik predaje završno **Izvješće** (referat) s podacima mjerenja (koje je potpisano od strane voditelja), kao i s rezultatima dobivenim statističkom analizom (tj. matematičkom obradom) izmjerenih podataka.
6. Polaznik Praktikumuma može naći odgovore na pitanja za pripremu vježbi iz **P(O)F 2, II i B** u udžbeniku «**Osnove fizike**» **I dio i III dio**» (autor: prof. M. Paić), kao i u priručniku «**Riješeni zadaci iz opće fizike**» (Mehanika - Elektricitet i Magnetizam) (ur.: prof. K. Ilakovac), te u drugoj dostupnoj literaturi iz fizike.
7. **Opis vježbi kao i zadatci za izradu vježbi** nalaze se u priručniku: **M. Požek i A.Dulčić: Fizički praktikum I i II** (skraćeno pisano (**FP I i II**)).

## **Naslovi vježbi u P(O)F 2, II i B**

**E1.** Proučavanje: (i) sklopa za regulaciju struje i (ii) sklopa za regulaciju napona pomoću univerzalnog mjernog instrumenta (AVO-metra).

**E2.** (i) Proučavanje RC kruga pomoću osciloskopa i (ii) Proučavanje RL kruga pomoću osciloskopa (za dio vježbe (i) vidi vježbu **E1** u priručniku (**FP I i II**)).

**E3.** Proučavanje RCL kruga pomoću osciloskopa (vidi vježbu **E2** u priručniku (**FP I i II**)).

**E4.** Proučavanje transformatora (vidi vježbu **E3** u priručniku (**FP I i II**)).

**E5.** Mjerenje otpora istosmjernim (Wheastoneovim) mostom, U-I metodom i ommetrom (vidi vježbu **E4** u priručniku (**FP I i II**)).

**E6.** Mjerenje impedancija: (i) zavojnice i (ii) kondenzatora izmjeničnim mostom (vidi vježbu **E5** u priručniku (**FP I i II**)).

**E7.** Proučavanje Faradayovog zakona elektromagnetske indukcije. (vidi vježbu **E6** u priručniku (**FP I i II**)).

**E8.** Proučavanje ponašanja strujne petlje u magnetskom polju (vidi vježbu **E7** u priručniku (**FP I i II**)).

**E9.** Mjerenje ekvipotencijalnih linija i proučavanje silnica električnog polja (vidi vježbu **E8** u priručniku (**FP I i II**)).

## **Pitanja za pripremu vježbi i zadatci za izradu vježbi**

### **Pitanja za pripremu vježbe E1.**

1. Napišite formulu i objasnite Ohmov zakon za istosmjernu struju.
2. Na kojim se sve fizičkim pojavama mogu temeljiti djelovanja električnih mjernih instrumenata (npr. ampermetar: termički, elektromagnetski, elektrodinamički i dr.).
3. Nacrtajte shemu i objasnite na koji se način priključuje ampermetar, a na koji način voltmetar u električni krug.
4. U čemu je razlika u izradi i djelovanju ampermetra od izrade i djelovanja voltmetra?
5. Nacrtajte shemu i objasnite načine na koji se mogu proširiti mjerna područja ampermetra i mjerna područja voltmetra.
6. Objasnite razlike u načinu djelovanja analognog i digitalnog električnog mjernog instrumenta.
7. Objasnite sve moguće načine mjerenja otpora nepoznatog otpornika.
8. Što je grana a što petlja u električnom krugu? Navedite Kirchoffova pravila koja vrijede za električni krug sastavljen s izvorima istosmjerne struje i otpornicima.

### **Zadatci za izradu vježbe E1.**

(i) 1. Upoznajte se s osnovnim karakteristikama: (a) izvora stalnog istosmjernog napona, (b) potenciometra, (c) univerzalnog analognog (ili digitalnog) mjernog instrumenta (AVO metra) i načinima korištenja instrumenta pri mjerenju struje, napona i otpora.

2. Sastavite električni krug sastavljen iz serijskog spoja izvora (a), potenciometra (b) u spoju upotrijebljenog kao promjenljivi otpornik i AVO-metra (c) korištenog za mjerenje jačine istosmjerne struje.

3. Položaj klizača promjenljivog otpornika postavite na najveću vrijednost. Također, odaberite vrstu rada (mjerenje struje) na AVO-metru i postavite najveći mjerni opseg struje na njemu.

4. Uključite izvor struje i započnite mjeriti jačinu struje ( $i_i$ ) za različite položaje klizača promjenljivog otpornika ( $R_i$ ). Zapišite parove vrijednosti ( $R_i, i_i$ ) i prikažite izmjerenu ovisnost grafički.

(ii) 1. Sastavite električni krug sastavljen iz serijskog spoja izvora (a) i potenciometra (b) koji je sada upotrijebljen kao potenciometar. Na izlazne stezaljke potenciometra priključite AVO-metar i odaberite vrstu rada na njemu tako da on može mjeriti napon na stezaljkama potenciometra..

2. Uključite izvor struje i započnite mjeriti napon na stezaljkama ( $u_i$ ) za različite položaje klizača potenciometra ( $R_i$ ). Zapišite parove vrijednosti ( $R_i, u_i$ ) i prikažite izmjerenu ovisnost grafički.

### **Pitanja za pripremu vježbe E2.**

1. Napišite formulu i objasnite Ohmov zakon za električni krug u kome se nalaze izvori izmjenične struje.

2. Da li postoje razlike u djelovanjima katodne cijevi i osciloskopa?

3. Može li se za mjerenje izmjeničnog napona umjesto AVO-metra upotrijebiti osciloskop?

4. Skicirajte osciloskop: navedite osnovne dijelove i objasnite njihovu namjenu.

5. Kakvog je oblika električni signal koji se obično priključuje na horizontalni otklonski sustav osciloskopa? Što je «vremenska baza» i čemu služi?

6. Kakav se sve oblik električnog signala može dobiti iz signal-generatora koji je dostupan na vježbi **E2**?

7. Na koje stezaljke osciloskopa se treba priključiti nepoznati signal da bi na ekranu osciloskopu bio vidljiv njegov oblik?

8. Što je koaksijalni kabel i koji je njegov dio uzemljen. Zašto?

9. (a) Nacrtajte shemu RC kruga na osnovi koje se može promatrati pojave nabijanja i izbijanja kondenzatora. U kojim točkama sheme se spaja osciloskop?

(b) Kakav oblik signala sa izvora (signal-generatora) treba odabrati da bi se osciloskopom promatralo nabijanje ili izbijanja kondenzatora?

(c) Napišite jednadžbu koja opisuje pojavu izbijanja kondenzatora. Koje je je fizikalno značenje vremenske konstante  $\tau(s)$  koja se pojavljuje u tom izrazu. Definirajte vrijeme poluizbijanja  $t_{1/2}$ .

(d) Skicirajte funkciju izbijanja kondenzatora  $U(t)$  i naznačite na slici  $t_{1/2}$ .

(e) Napišite izraz za nabijanje kondenzatora  $U(t)$  i pokažite da je to rješenje diferencijalne jednadžbe koja se dobiva za RC-krug iz II Kirchoffovog pravila.

### **Zadatci za izradu vježbe E2.**

(i) Sklop RC (vidjeti opis vježbe i zadatke navedene pod **E1 u (FP I i II)**). Nabijanje i izbijanje kondenzatora C preko otpornika R.

(ii) Sklop RL (Pitanja za pripremu, opis vježbe i zadatci za izradu su u fazi pripreme i taj dio vježbe se neće za sada izvoditi !).

### **Pitanja za pripremu vježbe E3**

1. Što znate o serijskoj a što o paralelnoj rezonanciji električnog RLC kruga?
2. Usporedite električnu rezonanciju s mehaničkom rezonancijom proučavanom u vježbi M5 rađenom u PF1. Koje fizikalne veličine iz vježbe M5 su ekvivalentne s  $L$ ,  $R$  i  $C$ ?
3. Iz kojeg pravila izvodimo jednadžbu RLC kruga sa vanjskom pobudom. Posljedica kojeg zakona je to pravilo. Napišite jednadžbu, te diferencijalnu jednadžbu koja slijedi iz toga pravila za struju u LRC krugu sa vanjskom pobudom.
4. Što je to vlastita frekvencija titrajnog sustava? Napišite izraz za vlastitu frekvenciju,  $\omega_0$ , serijskog LRC kruga.
5. Ako je vanjska pobuda u serijskom RLC krugu dana funkcijom:  $u_1(t) = U_0 \cos \omega t$  napišite izraze za struju u krugu  $i(t)$ , te za konstante  $I_0$  i  $\varphi$  koje se javljaju u izrazu za  $i(t)$ . (Napomena: u prethodnim izrazima  $I_0$  i  $U_0$  su amplitude titranja - dakle realne veličine!).

### **Zadatci za izradu vježbe E3** (vidjeti opis vježbe i zadatke navedene pod **E2 u (FP I i II)**).

- 1.(a) Sastavite sklop (aparaturu) kao na slici Sl.E2.7. Priključite na jedan kanal osciloskopa napon sa izvora, a na drugi kanal napon sa otpornika. Vodite računa o građi koaksijalnog kabla i ispravnom uzemljenju! Odaberite i postavite napon na izvoru. Mijenjajte frekvenciju signala izvora i odredite maksimalnu amplitudu napona na otporu  $R_R$ ,  $U_{R0MAX}$  (eksperimentalna vrijednost), te odredite rezonantnu frekvenciju  $\nu_0$ . Kada ste to odredili započnite mjerenja amplitude i faze u ovisnosti o frekvenciji od manjih prema većim vrijednostima. Frekvenciju očitavajte na izvoru, a oko rezonantne frekvencije uzmite gušća mjerenja. Da li je za određivanje fazne razlike potrebno staviti određeni preklopnik na područje CALIBRATED? Ucertajte izmjerene veličine u grafove na kojima ste iscrtali teorijske krivulje: Dakle nacrtajte  $U_{R0}/U_0$  kao funkciju  $\log(\omega/\omega_0)$ , te nacrtajte  $\varphi$  kao funkciju  $\log(\omega/\omega_0)$ .]!
  - (b) Odredite faktor dobrote kruga na osnovu: (i) poznatih elemenata kruga; i (ii) iz rezonantne krivulje.
2. Ponovite zadatak pod 1(a) s tom razlikom da promatrate napon najprije na kondenzatoru i zavojnici a zatim samo na kondenzatoru.  
Za to je potrebno izvršiti prespajanje LRC kruga sa slike 7 na sliku 8. Vodite računa o građi koaksijalnog kabla i ispravnom uzemljenju! Nacrtajte  $U_{C0}/U_0$  kao funkciju  $\log(\omega/\omega_0)$ , te nacrtajte  $\varphi_{IC}$  kao funkciju  $\log(\omega/\omega_0)$ . Te eksperimentalne vrijednosti ucrtajte u grafove u kojima ste nacrtali teorijske krivulje.

### **Pitanja za pripremu vježbe E4**

1. Može li se električnim transformatorom povećati ili smanjiti napon izvora istosmjernje struje?
2. Objasnite djelovanje ispravljača izmjenične struje.
- 3.(a) Što je to transformator? Koji zakon objašnjava djelovanje transformatora? Formulirajte taj zakon. Koje su pretpostavke za rad idealnog transformatora? Što je to prazni hod transformatora?  
(b) Navedite definicijsku jednadžbu za samoindukciju  $L$  i navedite nazive i jedinice svih veličina koje se pojavljuju u tom izrazu.  
(c) Napišite izraz za magnetsko polje dugačke zavojnice kojom teče struja  $i$  i ima  $n$  navoja po jedinici dužine. Izvedite izraz za samoindukciju dugačke zavojnice poprečnog presjeka  $A$ .  
(d) Koliki je fazni pomak između napona na stezaljkama i struje koja idealnom zavojnicom teče?  
(e) Zavojnica je spojena na izvor sinusnog signala frekvencije 50 Hz. AVO-metrom izmjeren je napon 2.04 V i struja u krugu 0.122 A. Kolike su pripadne amplitude napona i struje?  
(f) Kolika je samoindukcija pripadne zavojnice u (e) podzadatku ako prepostavimo da je idealna?  
(g) Što i kako bi morali izvršiti dodatno mjerenje da odredimo stvarni induktivitet te zavojnice?
- 4.(a) Napišite i objasnite izraz za omjer transformacije i nacrtajte pripadni fazorski dijagram? Na

osnovu kojeg zakona se izvodi i koja je osnovna pretpostavka prilikom toga izvoda? Kakav je odnos magnetskog toka kroz primar  $\Phi_1$  i toka kroz sekundar  $\Phi_2$ ? Koja je definicijska relacija za tok vektora magnetskog polja  $\Phi$ ?

- (b) Na osnovu zakona sačuvanja energije izvedite izraz za omjer struje kroz sekundar  $i_2$  i struje kroz primar  $i_1$ . Uz koje uvjete relacija (E3.12) prelazi u gore izvedeni izraz, odnosno u relaciju (E3.13).

**Zadatci za izradu vježbe E4** (vidjeti opis vježbe i zadatke navedene pod **E3** u **(FP I i II)**)

Zadaci na stranici 95 (priručnik: **(FP I i II)**), s time da se ne radi podzadatak 1(b), a u podzadatku 2. da se izabere a)  $n_1 = 84$  navoja i  $n_2 = 140$  navoja.

U podzadatku 4. ne treba nacrtati graf  $I_{\text{eff}}$  o  $I_{2\text{eff}}$ , već samo graf  $I_{\text{eff}}^2$  o  $I_{2\text{eff}}^2$  te na temelju njega odgovoriti na zadano pitanje.

Za višu ocjenu potrebno je izraditi i podzadatak 1(b)!

### Pitanja za pripremu vježbe E5

1. Objasnite na koje načine možete izmjeriti vrijednosti otpora nepoznatih otpornika?
2. Navedite izraz i jedinicu za otpornost žičanog otpornika.
3. Navedite i objasnite izraze za ukupni otpor više otpornika koji su spojeni; a) u seriju, b) u paralelu i c) miješano (tj. serijski i paralelno).
3. Nacrtajte shemu Wheatstone-ovog mosta (E4. Sl.1). Što znači uravnoteženje mosta i čime se to postiže?
4. Uz pretpostavku da su granama 1 i 2 Wheatstone-ovog mosta otpornici otpora  $R_1$  i  $R_2$ , a u granama 3 i 4 otpornici otpora  $R_3$  i  $R_4$  izvedite izraz za nepoznati otpor  $R_3$
5. Izvedite izraz za standardnu devijaciju pri određivanju vrijednosti nepoznatog otpornika  $R_3$ .

### Zadatci za izradu vježbe E5

Zadaci na stranici 99 (vidi opis vježbe i zadatke u **E4** priručnika **(FP I i II)**).

Podzadaci: 1, 2 i 3, s time da uzmete samo dva zadana otpornika, te podzadatak 5.

Za višu ocjenu potrebno je izraditi i podzadatak 4!

### Pitanja za pripremu vježbe E6

1. Nacrtajte shemu mosta s izvorom izmjenične struje (**E5. Sl.1**). Što znači uravnoteženje takvog mosta i čime se to postiže?
2. Objasnite što su elektromagneti i gdje se koriste. Što znate o svojstvima feromagnetskih materijala?
3. Objasnite način djelovanja: (i) grafitnog mikrofona i (ii) telefonske slušalice.
4. Izvedite izraz za omjere impedancija u slučaju uravnoteženog mosta (**E5. Sl.2**). Na osnovu kojih pravila se izvodi taj omjer. Posljedice kojih zakona su ta pravila. Na koji način se ostvaruje promjena omjera otpora  $R_1/R_2$ ?
5. Uz pretpostavku da su granama mosta (s izvorom izmjenične struje) otpornici otpora  $R_1$  i  $R_2$ , a u granama 3 i 4 kondenzatori kapaciteta  $C_3$  i  $C_4$  izvedite izraz za nepoznati kapacitet  $C_3$ .
6. Uz pretpostavku da su granama 1 i 2 mosta (s izvorom izmjenične struje) otpornici otpora  $R_1$  i  $R_2$ , a u granama 3 i 4 idealne zavojnice samoindukcija  $L_3$  i  $L_4$  izvedite izraz za nepoznatu samoindukciju  $L_3$ . Od čega se zapravo sastoje impedancije  $Z_3$  i  $Z_4$  u slučaju kada određujemo induktivitet nepoznate realne zavojnice?
7. Izvedite izraz za standardnu devijaciju pri određivanju vrijednosti: (i) nepoznatog kapaciteta  $C_3$  i (ii) nepoznatog induktiviteta  $L_3$ .

**Zadatci za izradu vježbe E6** (vidi opis vježbe i zadatke u **E5** priručnika **(FP I i II)**).

Zadatci na stranici 107. Potrebno je izmjeriti kapacitet bar jednog zadanog kondenzatora i samoindukciju bar jedne zadane zavojnice.

### Pitanja za pripremu vježbe E7

- 1.(a) Napišite Ampere-ov zakon i izvedite izraz za magnetsko polje dugačke zavojnice kojom teče struja  $i$  i ima  $n$  navoja po jedinici dužine.
- (b) Nacrtajte shemu električnog sklopa za proučavanje magnetske indukcije.
- (c) Napišite definicijsku relaciju za magnetski tok i navedite jedinice za: tok, jačinu magnetskog polja i magnetsku indukciju.

- (d) Izvedite izraz za inducirani napon u maloj zavojnici koja ima  $N_z$  navoja i poprečni presjek  $A$ .
- (e) Napišite izraz za koeficijent samoindukcije zavojnice koja je namotana na feromagnetski štap .
2. Napišite jednadžbu Faraday-evog zakona. Koje pravilo je sadržano u predznaku Faraday-evog zakona? Promotrite bakreni prsten iz kojega izlazi južni pol štapičastog permanentnog magneta. (i) Opišite pojave koje se javljaju u prstenu ako se giba: štap i prsten miruje, odnosno prsten i štap miruje. U kojem smjeru (smislu) će teći inducirana struja (skicirajte eksperiment)? (ii) Što će se dogoditi ako prsten ima zračni prorez? (iii) Da li se ista dešava u drvenom prstenu? Da bi odgovorili na to pitanje napišite Faraday-ev zakon u Maxwell-ovoj formulaciji.

**Zadatci za izradu vježbe E7** (vidi opis vježbe i zadatke u E6 priručnika **(FP I i II)**).

Zadatci: **1. i 3.** sa stranice 111. Za višu ocjenu podzadaci **2. i 4.** sa stranice 111.

### Pitanja za pripremu vježbe E8

- 1.(a) Što su Helmholtz-ove zavojnice. Napišite izraz za magnetsko polje Helmholtz-ovih zavojnica. Koji zakon bi mogli primijeniti da izračunamo to polje, odnosno konstantu  $C$  u ovisnosti o broju navoja, polumjerima zavojnica i međusobnoj udaljenosti zavojnica? Napišite izraz za taj zakon!
- (b) Kako možemo doznati da u prostoru postoji magnetsko polje – što ukazuje na prisutnost magnetskog polja? Kojom fizikalnom veličinom opisujemo djelovanje magnetskog polja na magnetski dipolni moment? U kojim jedinicama se mjeri ta fizikalna veličina? Kakvo gibanje izvodi dipolni magnetski moment u homogenom magnetskom polju? Napišite izraz za magnetski dipolni moment strujne petlje. Definirajte smjer tog vektora. Izvedite izraz za zakretni moment strujne petlje u homogenom magnetskom polju. Koliki je kut  $\alpha$  u tome izrazu ako je površina strujne petlje paralelna sa površinama Helmholtz-ovih zavojnica.
2. Napišite izraz za međudjelovanje struje i magnetskog polja! Na osnovu te relacije opišite što će se dogoditi sa strujnom petljom u položaju prikazanom na slici Sl.E7.1, ako struja kroz Helmholtz-ove zavojnice teče u smjeru obrnutom od kazaljke na satu, a u strujnoj petlji tako da je vektor  $m$  usmjeren u desno.

**Zadatci za izradu vježbe E8** (vidi opis vježbe i zadatke u E7 priručnika **(FP I i II)**).

Načinite mjerenja navedena u podzadacima: **1. i 3.**, koji su navedeni na stranici 114.

Za višu ocjenu izraditi podzadatak **2.**

### Pitanja za pripremu vježbe E9

- 1.(a) Što je to električno polje? Definirajte vektor električnog polja i navedite jedinicu. Čime se dokazuje prisutnost elek. polja, a čime prisutnost magnetskog polja u nekom prostoru? Zašto je električno polje unutar metala nula u elektrostatskoj ravnoteži? Pomoću Gauss-ovog zakona za električno polje izvedite izraz za električno polje idealnog pločastog kondenzatora ako je nabijen nabojem  $Q$ , ako je površina svake pločice  $A$  i razmak između ploča  $d$ , te ako je  $\epsilon_r$ -relativna dielektrična konstanta sredstva koje se nalazi između ploča. Izračunajte veličinu toga polja ako je  $Q = 10 \mu\text{C}$ ,  $A = 10 \text{ cm}^2$ ,  $d = 0,5 \text{ mm}$ , te  $\epsilon_r = 2$ . Skicirajte silnice toga električnog polja i pripadne ekvipotencijalne linije. Ako negativno nabijenoj ploči pridružimo potencijal  $0 \text{ V}$ , koliki će potencijal imati ekvipotencijalna linija na sredini između ploča kondenzatora ako je razmak među pločama  $d = 6 \text{ cm}$ , a kolika će biti vrijednost potencijala pozitivno nabijene ploče?
- (b) Napišite definicijsku relaciju za razliku potencijala. Objasnite na osnovu te relacije koliki je kut između silnica i ekvipotencijalnih linija.
2. Skicirajte silnice električnog polja točkastog naboja  $Q$ . Napišite izraz za to polje. Skicirajte linije indukcije magnetskog polja beskonačno dugog vodiča kojim teče struja  $I$  u ravnini okomitoj na taj vodič. Napišite izraz za pripadno magnetsko polje. Koja je osnovna razlika u karakteru silnica u odnosu na linije indukcije. Koji zakon opisuje karakteristike silnica, a koji karakteristike linija magnetske indukcije. Napišite ih u općem obliku u Maxwell-ovoj formulaciji, te ih napišite za slučaj elektrostatičke i magnetostatičke.
3. Napišite Ohm-ov zakon u mikroskopskom obliku i objasnite odnos električnog polja u metalu i

grafitu.

4. Opišite postupak kojim ćete određivati ekvipotencijalne linije. Što mjeri galvanometar i kako ga spajamo u krug elek. struje. Što mora pokazivati galvanometar u ovom eksperimentu? Iz kojeg zakona proizlazi taj zaključak.

Ako umjesto galvanometra koristite voltmetar, što on mora pokazivati?

Razmislite i odgovorite na koji način ćete svakoj ekvipotencijalnoj liniji pridružiti potencijal?

**Zadatci za irzadu vježbe E9** (vidi opis vježbe i zadatke u **E8** priručnika **(FP I i II)**)

1. Odredite ekvipotencijalne linije bar za jednu od zadanih konfiguracija elektroda. Koristite milimetarski papir i u njega uredno unosite točke koje odgovaraju ekvipotencijalnim linijama sa procjenjenim koordinatama. Pridružite vrijednosti potencijale svakoj od izmjerenih ekvipotencijalnih linija.
2. Na istoj slici prikažite i silnice pripadnog električnog polja.