

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE

3. SKUPINA ZADATAKA

ŠKOLSKA GODINA 2024./2025.

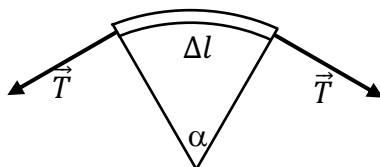
VAŽNO: Tijekom ispita učenici se ne smiju koristiti nikakvim pisanim materijalom (knjigama, bilježnicama, formulama...). Za pisanje treba se koristiti kemijskom olovkom ili nalivperom. Učenici pri ruci ne smiju imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

Zadatak 1. (10 bodova)

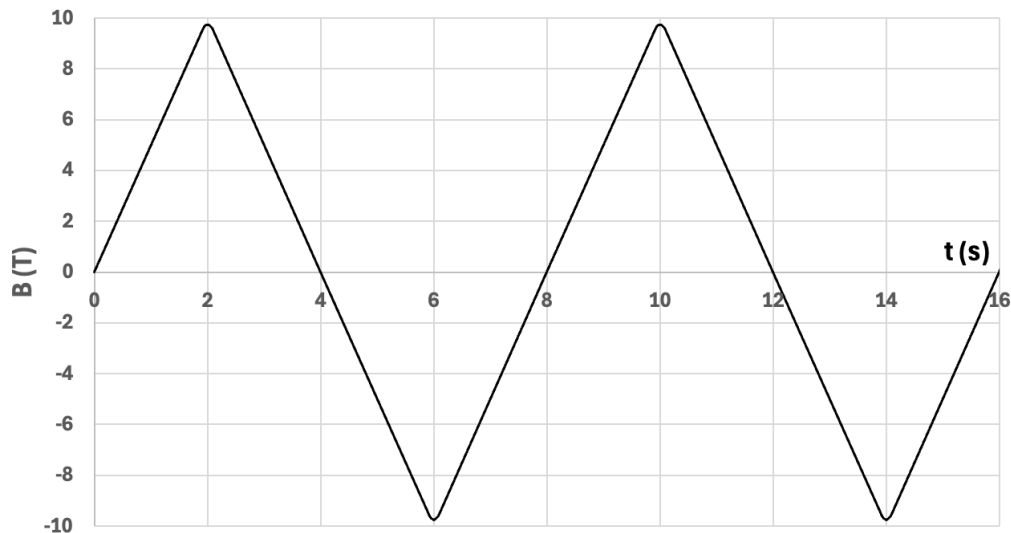
Električni generatori služe proizvodnji električne energije iz mehaničke, a sastoje se od zavojnice uronjene u promjenjivo magnetsko polje. Zavojnica (solenoid) pritom se napreže, zbog čega može doći do pucanja vodiča u njoj. Zavojnica je promjera 20 cm, a sastoji se od jednog sloja čvrsto namotanih bakrenih vodiča (žica) koji se međusobno dodiruju. Vodič zavojnice promjera je 1 mm, a električna otpornost bakra $1.68 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. Sila napetosti pri kojoj neki materijal puca mjeri se tlačnim naprezanjem, odnosno silom napetosti po jedinici površine poprečnog presjeka pri kojoj će vodič puknuti, a koji za bakar iznosi 200 MPa. Magnetsko polje uvijek je usmjereno paralelno s osi zavojnice, a njegova promjena u vremenu prikazana je na slici dolje.

- Odredite najveću struju u zavojnici koja bi potekla kada bismo krajeve zavojnice kratko spojili.
- Odredite silu napetosti u bakrenom vodiču zavojnice pod a).

Uputa: Do sile napetosti dolazi zbog djelovanja Lorentzove sile na vodič. Sila napetosti uvijek je paralelna s vodičem. Promotrite djelovanje Lorentzove sile na segment vodiča duljine luka l koji razapinje kut α kako biste odredili silu napetosti. Promatrajte napetost za male kutove i male duljine luka te uzmite u obzir da je $\sin \alpha \approx \alpha$ za male kutove α



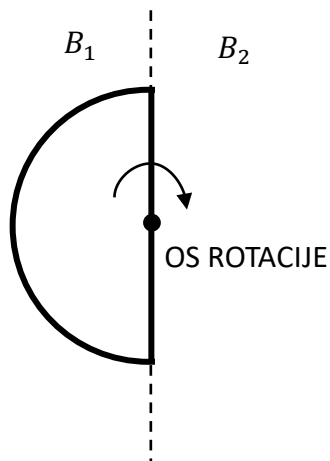
- Odredite najveću silu napetosti u bakrenom vodiču pri kojoj će vodič puknuti. Hoće li pri navedenim uvjetima doći do pucanja vodiča u zavojnici? Zanimajte sve rubne efekte. Funkcija koja opisuje ovisnost magnetskog polja o vremenu svugdje je glatka. Pretpostavite da se zavojnica nalazi u vakuumu.



Zadatak 2. (10 bodova)

Polukružna vodljiva petlja okreće se oko osi koja je okomita na površinu petlje tako da opisuje kružnicu polumjera r . Petlja rotira konstantnom brzinom s periodom P . Petlja se nalazi u konstantnom magnetskom polju B_1 okomitom na površinu petlje (lijeva strana), te rotacijom ulazi u magnetsko polje B_2 istog smjera, ali tri puta manje jakosti u odnosu na B_1 (vidi sliku).

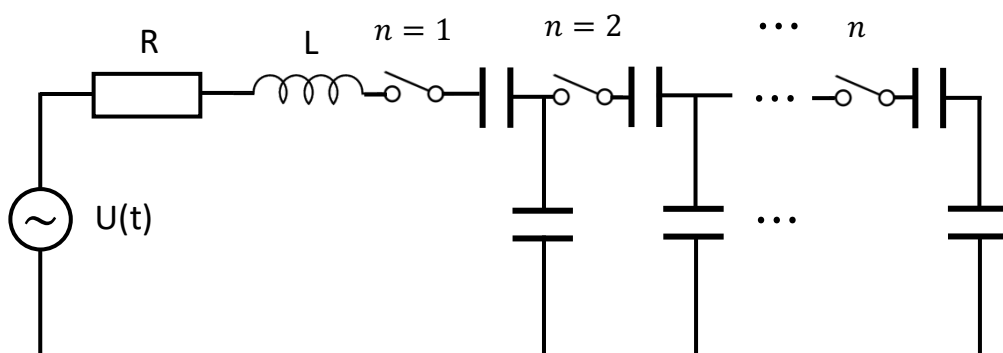
- Odredite izraz za inducirani elektromotorni napon u petlji u ovisnosti o vremenu, magnetskom polju B_1 , polumjeru r i periodu P .
- Nacrtajte graf ovisnosti induciranoeg elektromotornog napona o vremenu u intervalu od početka rotacije petlje do povratka u početni položaj (petlja je rotirala puni krug) ako je petlja radijusa 50 cm i rotira s periodom 0.5 s. Magnetsko polje iznosi $B_1 = 2$ T.



Zadatak 3. (10 bodova)

Serijski krug RLC spojen je na izvor izmjeničnog napona $U(t)$ kako je prikazano na donjoj slici. Svi su kondenzatori istog kapaciteta koji iznosi $50 \mu\text{F}$. Omski otpor iznosi 60Ω , dok je induktivitet zavojnice 330 mH .

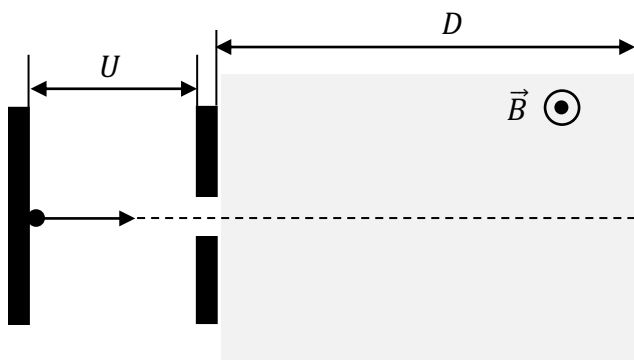
- U kapacitivnom dijelu kruga spojeni su kondenzatori u nizu s n sklopki kako je prikazano na slici. Usporedite ukupni kapacitet kapacitivnog dijela kruga u slučajevima kada prvo zatvorimo sklopku $n = 1$, zatim i sklopku $n = 2$, pa $n = 3$ i na kraju sklopku $n = 4$. U kojim je slučajevima međusobna razlika kapaciteta manja od 1 %?
- Za $n = 3$ zatvorenih sklopki, odredite impedanciju cijelog sklopa RLC ako je sklop spojen na izvor izmjeničnog napona frekvencije 100 Hz .
- Za $n = 3$ zatvorenih sklopki odredite rezonantnu frekvenciju sklopa.



Zadatak 4. (10 bodova)

Maseni spektrometar jest uređaj koji s pomoću magnetskog polja može razdvojiti čestice u ovisnosti o omjeru njihove mase i naboja. Nabijena se čestica prvo ubrzava iz stanja mirovanja u homogenom električnom polju s razlikom potencijala $U = 1000 \text{ V}$, nakon čega uleti u prostor u kojemu djeluje magnetsko polje. Magnetsko polje okomito je na upadni smjer brzine čestice te izlazi iz površine papira. Takvo magnetsko polje uzrokuje otklon nabijene čestice. Magnetsko polje naizmjenice se pali i gasi, i to tako da se upali u trenutku ulaska čestice u magnetsko polje. Upaljeno magnetsko polje uvijek je istog iznosa $B = 1 \text{ mT}$ i smjera. Polje je upaljeno $t_0 = 1 \mu\text{s}$, jednako dugo koliko je ugašeno. Česticu možemo detektirati kada udari u fluorescentni zastor postavljen okomito na smjer upadne čestice na udaljenosti $D = 1.5 \text{ m}$. Odredite mjesto udara protona u zastor u odnosu na mjesto udara kada bi magnetsko polje bilo u potpunosti isključeno.

UPUTE: Prvo izračunajte položaj protona kada je po prvi put upaljeno magnetsko polje. Ako proton nije udario u zaslon u trenutku kada se polje ugasilo, izračunajte položaj protona u intervalu s ugašenim poljem i provjerite je li dosegao zaslon. Ako nije, izračunajte položaj protona u intervalu s ponovno upaljenim poljem, provjerite je li udarilo u zaslon itd., sve dok proton ne dosegne zaslon.

**Zadatak 5. (10 bodova)**

Hidrometar je jednostavan uređaj za mjerenje gustoće tekućina. Sastoji se od uske cilindrične cijevi polumjera $r = 4 \text{ mm}$ potpuno ispunjene tekućinom mase $m = 10 \text{ g}$. U ravnotežnom stanju cijev je uronjena u tekućinu i miruje u uspravnom položaju. Dužina cilindrične cijevi od $l = 30 \text{ cm}$ dovoljno je velika da se jedan dio uvijek nalazi ispod, a drugi dio iznad površine tekućine. Ako malo pomaknemo cijev vertikalno prema dolje, njezin će položaj početi oscilirati. Ako ste izmjerili period oscilacija $T = 0.9 \text{ s}$, odredite gustoću tekućine. Zanimarite viskoznost tekućine.