

Županijsko natjecanje iz fizike 2025./2026.

Srednje škole – 3. skupina

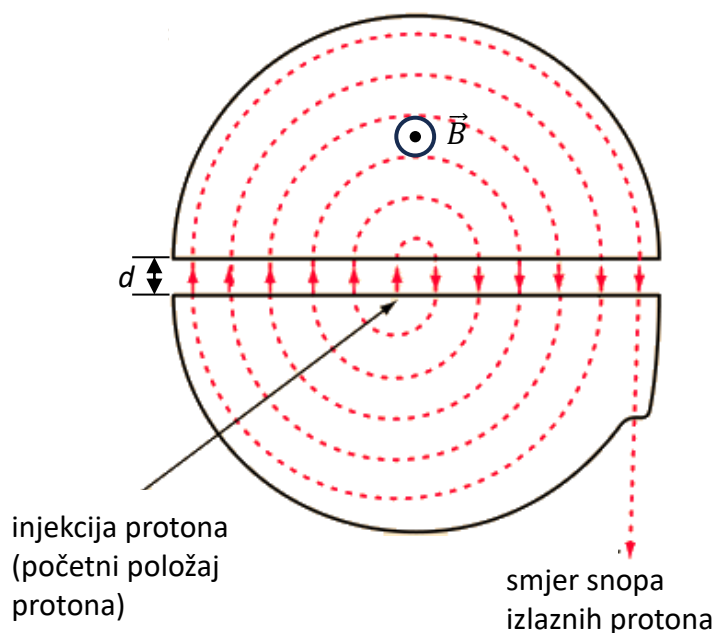
VAŽNO: Tijekom ispita učenici se ne smiju koristiti nikakvim pisanim materijalom (knjigama, bilježnicama, formulama i dr.). Za pisanje treba se koristiti kemijskom olovkom ili naličperom. Učenici pri ruci ne smiju imati mobitel ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.

1. zadatak (10 bodova)

Ciklotron je uređaj koji se u fizici često upotrebljava za ubrzanje nabijenih čestica poput protona pomoću električnog i magnetskog polja. Sastoji se od dviju polukružnih polutki u kojima djeluje homogeno magnetsko polje i prostora između polutki u kojemu djeluje samo homogeno električno polje (vidi sliku). Magnetsko polje u polutkama okomito je na ravninu polutki i na smjer gibanja nabijene čestice. Električno polje između polutki paralelno je sa smjerom gibanja nabijene čestice kada ona uleti u prostor s električnim poljem (smjer električnog polja prikazan je na slici dolje).

Proton ulijeće u ciklotron bez početne brzine u prostor s električnim poljem kako je prikazano na slici. U polutkama polumjera $R = 1$ m magnetsko je polje $B = 0.1$ T. Razmak između polutki iznosi $d = 5$ cm, dok je električno polje $E = 2$ kV/m. Zanimarite relativističke efekte.

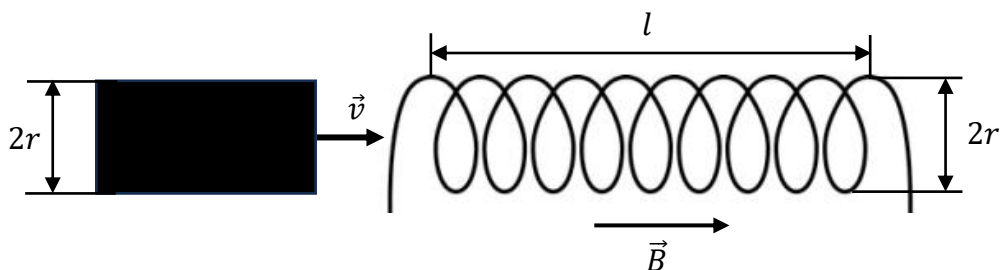
- Koliko iznosi energija protona nakon što izleti iz ciklotrona?
- Koliko krugova proton napravi prije nego što napusti ciklotron?
- Koliko iznosi srednja brzina protona u prvom krugu i koliko vremena protonu treba za prvi krug?



2. zadatak (10 bodova)

Idealna zavojnica polumjera $r = 10\text{ cm}$ i duljine 1 m sastoji se od 500 zavoja u jednom sloju. Zavojnica se nalazi u homogenom paralelnom magnetskom polju $B = 0.1\text{ T}$ usmjerenom uzduž osi zavojnice (vidi sliku). U zavojnicu započinjemo uvlačiti feromagnetsku jezgru u obliku cilindra duljine 50 cm te istog polumjera kao što je polumjer zavojnice. Feromagnetnu jezgru relativne permeabilnosti $\mu_r = 100$ uvlačimo konstantnom brzinom 0.1 m/s u smjeru paralelnom s osi zavojnice. Zanemarite rubne efekte. Pretpostavite da je magnetsko polje jezgre prisutno samo u jezgri i da iščezava izvan jezgre, te je unutar jezgre svugdje homogeno i paralelno s vanjskim poljem.

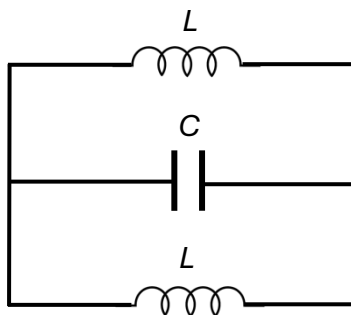
- Koliki se napon inducira u zavojnici u prvoj sekundi uvlačenja jezgre?
- Nacrtajte graf ovisnosti napona o vremenu za prvih 15 s (jezgru ste cijelu provukli kroz zavojnicu).



3. zadatak (10 bodova)

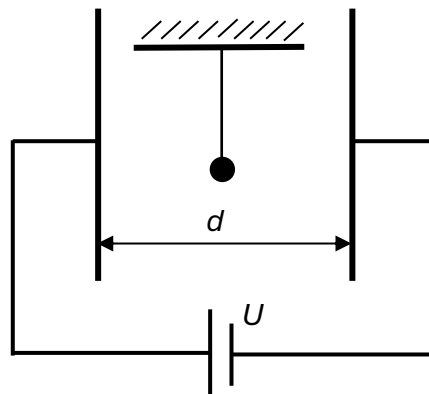
Kondenzator $C = 1.5\text{ }\mu\text{F}$ nabijemo vanjskim izvorom na napon $U_0 = 10\text{ V}$ i zatim ga priključimo u trenutku $t = 0$ u idealni LC električni titrajni krug na slici. Prikazane su zavojnice jednake, a svaka je induktiviteta $L = 120\text{ mH}$.

- Kojom frekvencijom titra ovaj LC krug?
- Nakon koliko će se vremena kondenzator isprazniti?
- U kojemu će trenutku struja kroz zavojnice biti maksimalna i koliko ta struja iznosi?
- Koliko iznosi maksimalna energija magnetskog polja svake zavojnice?



4. zadatak (10 bodova)

Kuglica mase 20 g obješena je o nit nepoznate duljine i njiše se kao matematičko njihalo. Takvo matematičko njihalo nalazi se između dviju suprotno nabijenih paralelnih metalnih ploča razmaknutih 10 cm i spojenih na neki napon U . Dok je napon isključen, kuglica se njiše s periodom 0.9 s. Kada uključimo napon 10 V, period se skрати za 0.05 s. Odredite naboj na kuglici. Za dobiveni naboj i pri uključenom naponu odredite za koji će se ravnotežni kut otkloniti kuglica kada se ne njiše.



5. zadatak (10 bodova)

Na primar transformatora spojen je izvor napona gradske mreže ($U_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$). Na sekundar transformatora serijski su spojeni zavojnica induktiviteta $L = 30 \text{ mH}$ i otpornik trošila $R = 500 \Omega$. Za potpun opis realnog transformatora pretpostavite da je na primar transformatora serijski spojen otpornik $R_1 = 130 \Omega$ koji odgovara otporu žica primarnog navoja (uključujući i ekvivalentne gubitke u željeznoj jezgri), dok je na sekundar serijski spojen otpornik $R_2 = 20 \Omega$ koji odgovara otporu žica u sekundaru. Primar transformatora čini 2000 zavoja, a sekundar ima 500 zavoja. Pretpostavite da su svi otpori i reaktancije takve da su svi naponi i struje, i na primaru i na sekundaru, iste faze.

Koliko iznosi unutarnji otpor spojene zavojnice ako se na otporniku trošila troši $P = 5.5 \text{ W}$ snage?

Konstante:

$$m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$