

Ispit Vol. 6

"Alles ist relativische"

– A. Einstein

1. *Balistika.* HMS *Rodney* gađa bojni brod *Bismarck* iz topova, naravno s ciljem da ga pogodi.

(a) ako je udaljenost brodova $L = 6$ nm, nađi kut pod kojim mora pucati *Rodney* ako je izlazna brzina granata 500 m/s. Nađi oba moguća rješenja. Nautička milja je 1852 m. (3 boda)

(b) Izračunaj kut pucanja, ako se *Bismarck* giba pravocrtno i jednoliko brzinom od 15 čvorova u odnosu na *Rodney*. Čvor je nm/h. (4 boda)

(c) *Rodney* ne zna točnu udaljenost do *Bismarcka*, ali ispaljuje granatu pod kutem od 27° , brzinom od 500 m/s koja pada 200 m ispred *Bismarcka*. Pod kojim kutem mora ispaliti iduću da bi pogodio? Relativna brzina je zanemariva. (4 boda)

Ukupno: 11 bodova

2. *Centrifuga.* Neodgovorni kemičar Ruben uništava laboratorijsku centrifugu koristeći ju na prevelikom broju okretaja. U ovom zadatku ćemo mu pomoći predvidjeti što se događa centrifugi u takvom slučaju.

(a) ako se centrifuga vrti s $\omega/2\pi = 10000$ okretaja u minuti, nađi centrifugalnu akceleraciju na dnu epruvete koja je od osi rotacije udaljena $L = 7$ cm. Izrazi ju preko akceleracije sile teže $g = 10$ m/s². Riješi za općeniti L i skiciraj ovisnost akceleracije o L . (4 boda)

(b) ako epruveta slobodno visi na zglobu koji rotira (slika), skiciraj sile na epruvetu (u sustavu epruvete) i nađi kut koji zatvara s (vertikalnom) osi rotacije. (3 boda)

(c) kako se promijeni kut ako se u epruveti nalazi uzorak volumena 1 mL i gustoće 1.6 g/cm³? epruveta je homogeni valjak mase $m = 3$ g i polumjera $R = 5$ mm. (4 boda)

(d) Izračunaj silu koja djeluje uzduž epruvete, za iste uvjete kao (c). Ako je modul pucanja stakla $Y = 3$ GPa, upotrijebi izračunatu silu i nađi kutnu brzinu pri kojoj puca epruveta, ako je poprečni presjek njene stjenke jednak 3 mm². (3 boda)

Ukupno: 14 bodova

3. *Tastatura.* Ako se niste nikad pitali kako radi tastatura kompjutera, sad je čas. Svaka tipka se sastoji od dvije metalne ploče i spužve između, koji skupa tvore pločasti kondenzator.

(a) nađi kapacitet tog kondenzatora, ako su ploče kvadrati stranica $a = 1$ cm, udaljenost između ploča iznosi $D_0 = 5$ mm, a dielektrična konstanta spužve je $\epsilon_r = 3$. (2 boda)

(b) ako je kondenzator spojen u LC krug sa zavojnicom induktiviteta $2 \mu\text{H}$, nađi rezonantnu frekvenciju tog kruga. (2 boda)

(c) Kad je tipka pritisnuta, udaljenost ploča se promijeni na $D = 2$ mm, a dielektrična konstanta postane $\epsilon_r = 5$ (jer spužva biva stisnuta). Nađi frekvenciju LC kruga kad je tipka pritisnuta. (3 boda)

(d) Nađi energiju koji treba uložiti za jedno pritiskanje tipke, ako je napon na kondenzatoru konstantan. Koliko bi brzo trebalo stiskati tipke laptopa da bi radio samo na tu energiju, ako mu treba 25 W? (4 boda)

Ukupno: 11 bodova

4. *Sinkrotron.* Za ubrzavanje nabijenih čestica do velikih energija upotrebljava se uređaj zvan sinkrotron, unutar kojeg čestice kruže u magnetskom polju. Zamislite dakle snop elektrona koji se gibaju kroz sinkrotronsku cijev polumjera $R = 5$ km (slika).

(a) ako je brzina elektrona približno c , koliko mora elektrona biti u cijevi da bi struja bila 10 mA? (4 boda)

(b) elektroni se nalaze u homogenom magnetskom polju. Skiciraj silu na elektron i odredi smjer polja potreban da bi elektron išao po kružnici. (2 boda)

(c) nađi iznos polja koji održava elektron na kružnici radiusa R , ako je brzina elektrona v . Pretpostavi $v \ll c$. (3 boda)

Elektrone ubrzava malo područje s električnim poljem (slika), koje im u svakom krugu periodički diže energiju.

(d) elektron ulijeće u područje električnog polja, duljine $L = 2$ m, s početnom brzinom $v_0 = 15$ km/s. Nađi izlaznu brzinu, ako je jakost električnog polja $E = 200$ kV/m (3 boda)

(e) koliko treba povećati magnetsko polje nakon ubrzavanja iz (d) da bi elektron ostao na kružnici istog radiusa? (2 boda)

Ukupno: 14 bodova