

Ispit Vol. 3

"Eli, Eli, lama sabachthani?"

– I. Nazarećanin

1. *El Kondor pasa.* Ptica Kondor mase $m = 11$ kg leti iznad južnih Kordiljera i ugleda ljamu mase $M = 50$ kg.

(a) Skiciraj sile na kondora dok se obrušava i napiši uvjet da mu brzina bude konstantna. (2 boda)

(b) Ako je sila otpora zraka jednaka $\frac{1}{2}\rho_{zrak}C_Dv^2$, uz gustoću zraka 1.4 kg/m³ i koeficijent otpora $C_D = 0.8$ m², nađi brzinu obrušavanja kondora v . (2 boda)

(c) Kondor zgrabi ljamu i uzlijeće. Koristeći zakon očuvanja impulsa, nađi masu zraka koju krila kondora moraju gurati prema dolje u sekundi da bi se kondor s ljamom dizao u zrak brzinom $v/10$. (3 boda)

(d) Koliku snagu pri tome razvija kondor? (2 boda)

(e) U datom trenutku je kondoru previše i ispusti ljamu. Nađi brzinu kondora i ljame netom nakon ispuštanja. (3 boda)

Ukupno: 12 bodova

2. *Jupiter.* U ovom zadatku igrat ćemo se planetologa, i pokušati saznati što više o svojstvima i unutrašnjoj građi najvećeg planeta Sunčevog sustava.

(a) Promatranjem Jupiterovog satelita Ganimeda ustanovljeno je da je njegov orbitalni period 7.15 dana, a udaljenost od Jupitera $1.07 \cdot 10^6$ km. Skiciraj sile na Ganimed koji kruži oko Jupitera, napiši uvjet ravnoteže i pomoću njega nađi masu Jupitera. (5 bodova)

(b) Ako je polumjer Jupitera 69900 km, izračunaj njegovu srednju gustoću. (2 boda)

(c) Nađi bezdimenzionalni moment inercije Jupitera $\tilde{I} = I/MR^2$ pod pretpostavkom da je planet homogena kugla. (1 bod)

(d) Izmjerena vrijednost \tilde{I} je 0.254. Ako pretpostavimo da planet ima stjenovitu jezgru gustoće $\rho_{jez} = 5$ g/cm³ i plašt gustoće ρ_{pla} , koristeći podatke o srednjoj gustoći i \tilde{I} nađi ρ_{pla} i polumjer stjenovite jezgre. (5 bodova)

Ukupno: 13 bodova

3. *Susceptometar.* Kako izmjeriti magnetski odziv nekog materijala? postoji mnogo načina, a jednim od zgodnijih ćemo se baviti u ovom zadatku. Zamislite dakle jednu veliku i dugačku zavojnicu s N_0 namotaja u kojoj se nalaze dvije manje (i jednake - slika). Kroz vanjsku zavojnicu teče struja $I = I_0 \cos \omega t$.

(a) Ako su obje manje zavojnice prazne, skiciraj kako ih treba spojiti međusobno tako da na preostala dva kontakta ukupni inducirani napon bude nula. (3 boda)

(b) U jednu od manjih zavojnica stavimo uzorak susceptibilnosti χ . Napiši ukupni tok magnetskog polja kroz manju zavojnicu, ako je površina njenog presjeka S , a broj namotaja N . (4 boda)

(c) Koliki je inducirani napon (u ovisnosti o vremenu) u zavojnici u kojoj je uzorak? kolika je amplituda ukupnog induciraniog napona na kontaktima iz (a)? (3 boda)

Ukupno: 10 bodova

4. *Geigerov brojač.* Cilj ovog zadatka je proučiti osnovni instrument za mjerenje energije i količine nabijenih čestica (tipično elektrona, protona ili miona) koje žive u nekom dijelu prostora. Geigerovi detektori su toliko osjetljivi da detektiraju pojedinačne čestice! a ovdje ćemo saznati kako.

(a) Neka je u prostoru između dvije paralelne ploče razrijeđeni plin. Nađi električno polje između ploča, ako je njihova udaljenost $D = 2$ mm, a površina $S = 10$ cm². Napon između ploča je 2 kV. (1 bod)

(b) U prostor između ploča ulijeće elektron energije E puno veće od kinetičke energije atoma u plinu. Ako je ionizacijska energija atoma plina jednaka E_0 , koliko maksimalno atoma može ionizirati dani elektron prije nego se zaustavi? (1 bod)

Za tipične energije upadnih elektrona, taj broj je relativno mali (reda 100 do 1000). Međutim, električno polje između ploča, ako je dovoljno jako, može dovesti do efekta tzv. Townsendove lavine.

(c) Neka upadni elektron A ionizira atom plina, stvarajući pozitivni ion i još jedan elektron, B . Ako je srednja udaljenost atoma jednaka l , nađi iznos električnog polja i potrebnog napona između ploča koje ubrza elektron B dovoljno da kad udari u drugi atom plina, i njega ionizira. Elektron B kreće iz mirovanja. (5 bodova)

(d) Od jednog elektrona smo tako dobili dva, od dva četiri i tako dalje – nastala je lavina. Ako je srednja udaljenost $l = 50$ μm a ionizacijska energija 20 eV, nađi broj elektrona koje proizvede upadni elektron energije 2 keV. Pretpostavi da nema 'dvostrukih' sudara i da proces ionizacije počinje na sredini prostora između ploča. (5 bodova)

(e) Ako u detektor ulazi 6000 elektrona energije 2 keV u sekundi, nađi struju koja teče između ploča. (3 boda)

Ukupno: 15 bodova