

Ispit Fizika 2

"Nije dobro"

– Jaran

1. *Uzgon.* U prvom zadatku na ispitu pozabavimo se malo uzgonom. Promotrimo prvo kako se podmornica ponaša u moru.

(a) Pretpostavimo da je podmornica kvadar visine $H = 5$ m, širine $W = 3$ m i duljine $L = 67$ m, težine $M = 800$ t. Izračunaj do koje visine h će podmornica biti uronjena u more. Gustoća morske vode je $\rho_m = 1020$ kg/m³. (3 boda)

(b) Koliko je potrebno povećati masu podmornice (bez promjene volumena) da cijela uroni u more i da ne djeluju nikakve sile na nju (neutralnost)? (3 boda)

(c) Zaronjena podmornica prelazi iz mora u rijeku, tj. iz područja slane vode u područje pitke vode manje gustoće ($\rho = 1000$ kg/m³). Kolika sila djeluje na podmornicu i u kojem smjeru? Koliko vode podmornica treba dodati/izbaciti da ponovno postigne neutralnost? (4 boda)

Ukupno: 10 bodova

2. *Termodinamika željeza.* Dobro vam je poznato da je željezo magnetski ispod određene (takozvane Curie) temperature, T_C . Tema ovog zadatka je prijelaz iz nemagnetične u magnetsku fazu, koji se događa na T_C .

(a) jednačica stanja željeza u blizini T_C može se pisati kao

$$F(M, T) = a(T - T_C)M^2 + bM^4$$

gdje je M magnetizacija, T temperatura a a i b konstante. Nađi magnetizaciju u minimumu slobodne energije za $T > T_C$, ako su $a, b > 0$. (3 boda)

(b) Skiciraj funkciju F u ovisnosti o magnetizaciji, za temperaturu ispod T_C , i nađi magnetizacije u minimumima. Kako izgleda ovisnost $|M|$ o $|T - T_C|$? skiciraj. (4 boda)

Do sada smo radili sa željezom bez prisutnosti vanjskog polja; u vanjskom polju B slobodna energija će imati dodatni član $-MB$.

(c) za $T \gg T_C$, nađi magnetizaciju i odredi susceptibilnost željeza (definiranu s $\chi = M/B$). (2 boda)

(d) kako polje mijenja slobodnu energiju ispod T_C ? skiciraj F . (3 boda)

(e) Pretpostavi da je polje vrlo malo, odnosno da se za magnetizaciju ispod T_C može upotrijebiti izraz iz (b). Nađi razliku energija između stanja s pozitivnom magnetizacijom (u smjeru polja) i negativnom magnetizacijom (u suprotnom smjeru). (3 boda)

Ukupno: 11 bodova

3. *Difrakcija na ultrazvuku.* U ovom zadatku bavit ćemo se vrlo simpatičnom i preciznom metodom određivanja brzine zvuka u nekoj tekućini – difrakcijom svjetla na stojnom valu zvuka.

(a) u čaši se nalazi metanol gustoće 0.8 g/cm^3 i kompresibilnosti 0.82 GPa . Izračunaj brzinu zvuka u metanolu. (2 boda)

(b) kolika mora biti razina metanola u čaši, da bi zvučnik frekvencije 6.6 MHz proizvodio stojne valove u metanolu? Zvučnik je na dnu čaše. (4 boda)

(c) okomito na smjer pružanja stojnog vala pucamo laser, i dolazi do difrakcije zbog promjene indeksa loma u trbusima stojnog vala. Nađi razmak difrakcijskih pruga na zaslonu udaljenom $L = 5 \text{ m}$, ako je valna duljina lasera $\lambda = 633 \text{ nm}$. (4 boda)

Ukupno: 11 bodova

4. *X-ray.* Rendgenske zrake se, među ostalim, koriste i za istraživanje kristalne strukture materijala. Za tu svrhu je potrebno dobiti monokromatski snop – zrake jednake valne duljine. Uređaj za dobivanje rendgenskih zraka je vakuumska cijev koja s jedne strane ima vruću negativno nabijenu katodu koja isijava elektrone. Nasuprot se nalazi pozitivno nabijena anoda od bakra koja privlači elektrone. Razlika napona između anode i katode je $U = 60 \text{ kV}$.

(a) Izračunaj energiju elektrona pri udaru u anodu i izrazi je u eV . (2 boda)

Udarom elektrona u anodu dolazi do rendgenskog zračenja. Spektar tog zračenja je prikazan na slici.

(b) Prvo objasnimo široki kontinuirani dio. Taj dio nastaje zbog tzv. *brehmstrahlung*. Elektroni se u raznim sudarima usporavaju u anodi, a razlika energije prije i poslije sudara se izrači. Zašto postoji najmanja valna duljina tog zračenja, λ_{min} ? Odredi kolika je za ovaj slučaj! (4 boda)

(c) Sada se pozabavimo sa dva vrha, označena K_α i K_β , koji odgovaraju valnim duljinama 139 i 154 pm . Oni nastaju kada upadni elektron izbacuje iz atoma bakra $1s$ elektron. Tada elektroni iz viših p ljuski ($2p$ ili $3p$) padaju na $1s$ mjesto i pritom zrače foton koji nosi razliku energija. Odredi razlike energija koje daju ove vrhove? (3 bodova)

(d) Pretpostavimo da vrijedi Bohrov model atoma. Na kojim valnim duljinama bi očekivali vrhove? Atomski broj bakra je 29 . (4 boda)

(e) Ako vrijedi da samo elektroni s p ljuski mogu doći na $1s$ mjesto, objasni zašto vidimo samo dvije linije u spektru. (2 boda)

Ukupno: 14 bodova