

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2021/2022

Srednje škole - 4. grupa

VAŽNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule...). Za pisanje koristite kemijsku olovku ili nalivperu. Ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje. Dozvoljeno je korištenje kalkulatora.

1. zadatak (10 bodova)

Izračunajte prosječnu temperaturu na Neptunu ako je njegovo ophodno vrijeme 165 godina! Zadani su masa Sunca $M = 1.989 \times 10^{30}$ kg, polumjer Sunca $R = 6.963 \times 10^8$ m, temperatura površine Sunca $T_S = 5778$ K i gravitacijska konstanta $G = 6.674 \times 10^{-11}$ m³kg⁻¹s⁻². Pretpostavite da Neptun i Sunce zrače kao crno tijelo! Uzmite da je orbita Neptuna kružna! Zanimajte utjecaje ostalih nebeskih tijela!

2. zadatak (10 bodova)

Jedna je od metoda za istraživanje kristalnih struktura neutronska difrakcija. Na slici 1. prikazan je dio kristala. Radi jednostavnosti nacrtane su dvije susjedne kristalne ravnine razmaknute za $d = 0.8$ nm, iako postoji N takvih ravnina ($N \gg 1$). Neutronske zrake koje upadaju pod kutem $\theta = 73^\circ$ se elastično raspršuju od atomskih jezgri u kristalu tako da detektor u točki D bilježi interferencijski maksimum prvog reda koji nastaje konstruktivnom interferencijom reflektiranih zraka na N kristalnih ravnina. Izvor i detektor neutrona nalaze se na visini $h = 0.5$ m iznad kristala.

a.) Koliko vremena treba neutronima da dođu od izvora do detektora?

Masa neutrona je $m = 1.675 \times 10^{-27}$ kg, a Planckova konstanta $h = 6.626 \times 10^{-34}$ m²kg⁻¹s.

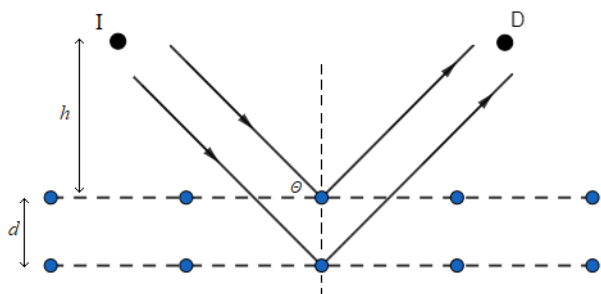
b.) Može se pokazati da je prvi sljedeći interferencijski minimum dan uvjetom:

$$2d \sin \theta_{min} = \lambda + \frac{\lambda}{N},$$

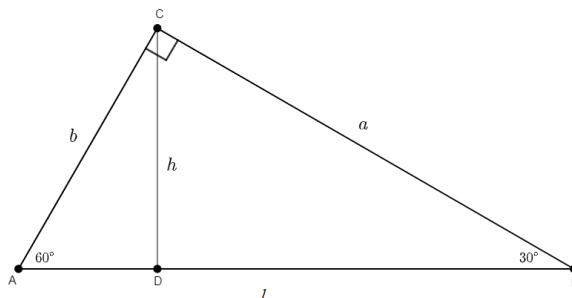
jer tada zrake koje se reflektiraju od ravnina s rednim brojem k i $k + N/2$ destruktivno interferiraju za sve $k < N/2$. Ovo pretpostavlja da je N paran, ali isti uvjet za minimum vrijedi i za neparne N . Ako kristal počnemo sporo rotirati tako da se kut θ povećava (detektor također pomičemo tako da uvijek hvata reflektirane neutrone), i intenzitet reflektiranih neutrona dosegne minimum pri $\theta = 73^\circ 10'$, koliko kristalnih ravnina N sudjeluje u difrakciji?

3. zadatak (11 bodova)

Na slici 2. je dan objekt koji ima oblik pravokutnog trokuta $\triangle ABC$ za promatrača koji se ne giba naspram njega. Neki drugi promatrač giba se u odnosu na trokut (tako da mu je brzina u smjeru pravca paralelnog s hipotenuzom trokuta). Odredite duljine stranica trokuta (a' , b' , l') koje vidi drugi promatrač u ovisnosti o njegovoj brzini naspram trokuta v i duljini hipotenuze l koju vidi prvi promatrač! Za koje brzine drugi promatrač vidi da je trokut jednakokračan?



Slika 1: Atomi (plave točke) posloženi su u N kristalnih ravnina razmaknutih za d . Izvor i detektor neutrona nalaze se na visini h od površine kristala.



Slika 2: Pravokutni trokut kako ga vidi promatrač koji se ne giba naspram njega. Drugi promatrač se giba naspram njega paralelno s hipotenuzom.

4. zadatak (9 bodova)

Predmet se nalazi na udaljenosti 90 cm od zastora. Između zastora i predmeta nalaze se dvije konvergentne leće koje su međusobno razmaknute za malu udaljenost $d = 15$ mm. Takav sustav leća možemo smatrati jednom lećom žarišne daljine:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - d \frac{1}{f_1} \frac{1}{f_2},$$

gdje su f_1 i f_2 žarišne daljine pojedinih leća. Sustav možemo pomicati i time mijenjati njegovu udaljenost od predmeta i zastora. Na zastoru se javlja oštra slika za dvije različite pozicije sustava leća. Odredite žarišnu daljinu sustava ako je jedna od tih slika 4 puta veća od druge! Ako je žarišna daljina prve leće jednaka $f_1 = 30$ cm odredite žarišnu daljinu druge leće!

5. zadatak (10 bodova)

Promatranjem emisijskog spektra Sunca sa Zemlje uočavamo tamne linije na određenim valnim duljinama. One su posljedica apsorpcije zračenja tih valnih duljina u vanjskom plinskom omotaču Sunca. Jedna se takva tamna linija nalazi na otprilike $\lambda = 0.59 \mu\text{m}$. Analiziranjem te iste linije na dva ruba zvijezde koji leže na njezinom ekvatoru uočava se (između lijevog i desnog ruba) razlika od $\Delta\lambda = 8.0$ pm. Odredite period rotacije Sunca (u danima) oko vlastite osi ako je njegov radijus $R = 6.963 \times 10^8$ m! Pretpostavite da Sunčev ekvator nije nagnut u odnosu na ravninu koju zatvara Zemljina orbita! Također zanemarite utjecaj relativne brzine između centra mase Zemlje i centra mase Sunca na pomak u valnoj duljini linije, te rotaciju Zemlje! Uzmite da je brzina svjetlosti $c = 3 \times 10^8$ m/s!