

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

On-line, 28.–29. travnja 2021.

Srednje škole - 4. skupina

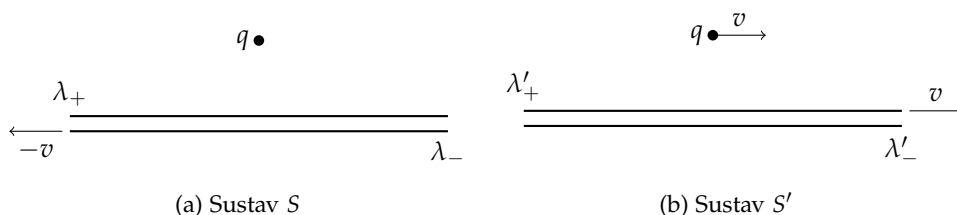
1. Svjetlost koja se sastoji od dvije monokromatske komponente valnih duljina λ i λ' upada okomito na difrakcijsku rešetku konstante $d = 1.7 \mu\text{m}$, te se mjere maksimumi difrakcije (s iste strane središnjeg maksimuma) na pripadnim kutovima α_k i α'_k . Mjerenjima je utvrđeno da vrijedi $\alpha_2 - \alpha'_1 = 8^\circ$, te $\alpha_3 = \alpha'_2$. Iz ovih podataka odredite λ i λ' te sve kutove na kojima se javljaju difrakcijski maksimumi.

[16 BODOVA]

2. Promotrimo jako dugi neutralni ravni vodič koji nosi struju I iz perspektive nekog laboratorijskog sustava S . Takav vodič možemo modelirati kao superpoziciju pozitivno nabijenog pravca homogene linearne gustoće naboja λ_+ koji miruje i negativno nabijenog pravca gustoće $\lambda_- = -\lambda_+$ koji se giba brzinom $-v$ kao na slici i stvara struju $I = -\lambda_-v$. Ako se u blizini takvog vodiča, na udaljenosti d , nalazi mirujući točkasti naboj q , tada su električna i magnetska sila na taj naboj jednake nuli. Međutim, ako istu situaciju pogledamo iz drugog inercijalnog sustava S' u kojem negativno nabijeni pravac miruje, a pozitivno nabijeni pravac i točkasti naboj se gibaju brzinom v udesno, tada, naizgled, na naboj q u gibanju djeluje samo magnetska sila, pa bi se naboj trebao otkloniti od vodiča.

Da biste riješili ovaj paradoks, pretpostavite da je sila na točkasti naboj dana izrazom $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ u svim inercijalnim sustavima, ali da gustoća naboja pravca ovisi o brzini kojom se pravac giba na način $\lambda(v) = \lambda_0 f(v)$, gdje je λ_0 gustoća naboja u sustavu mirovanja. Iz uvjeta da se točkasti naboj ne udaljava od vodiča u oba referentna sustava, odredite oblik funkcije $f(v)$.

Električno polje pravca je $E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$, gdje je λ linearna gustoća naboja, a r udaljenost od pravca.



[20 BODOVA]

3. Elektron se nalazi u $n = 5$ energijskom stanju vodikovog atoma. Odredite na koliko se različitih načina elektron može spustiti u osnovno $n = 1$ stanje. Koliko je različitih valnih duljina fotona moguće opaziti u tom procesu? Odredite im vrijednosti u nanometrima.

Atomski su prijelazi često uvjetovani tzv. izbornim pravilima. Kako bi se promjenio rezultat prvog dijela zadatka, ako elektronski prijelazi između dva stanja $n \rightarrow m$ moraju zadovoljavati izbornu pravilo prema kojem brojevi n i m moraju biti različite parnosti? Energija osnovnog stanja vodikovog atoma iznosi $E = -13.6 \text{ eV}$.

[20 BODOVA]

Okrenite stranicu \longrightarrow

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE

On-line, 28.–29. travnja 2021.

Srednje škole - 4. skupina

4. Banana srednje veličine sadrži $m = 425$ mg kalija, od čega 0.012% u obliku radioaktivnog izotopa vremena poluraspada $T = 1.25 \times 10^9$ godina. Odredite koliko banana čovjek smije pojesti odjednom prije nego osjeti efekte radioaktivnog zračenja. Zračenje aktivnosti $A_0 = 5 \times 10^8$ Bq smatra se opasnim. Molarna masa radioaktivnog izotopa kalija je $M = 40$ g/mol.

[14 BODOVA]

Vrijednosti fizikalnih konstanti:

- brzina svjetlosti: $c = 3.00 \times 10^8$ m/s;
- elementarni naboj: $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C;
- Planckova konstanta: $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s = 4.14×10^{-15} eV s;
- Avogadrova konstanta: $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ mol⁻¹;

VAŽNO: Tijekom ispita ne smijete imati nikakav pisani materijal (knjige, bilježnice, formule). Za pisanje, koristite kemijsku olovku ili nalipero. Pri ruci ne smijete imati mobitele ni druge elektroničke uređaje osim kalkulatora.