

1. kolokvij

KVANTNA FIZIKA

(nastavnički smjerovi)

28. travanj 2016.

Zadaci

1. Procijenite ukupnu snagu zračenja ljudskog tijela, površine 1.8 m^2 , ukoliko pretpostavimo da se ono ponaša poput crnog tijela? Koja je valna duljina fotona iz maksimuma odgovarajuće Planckove krivulje? (Možete li, dakle, reći u kojem području elektromagnetskog spektra ljudska tijela zrače?)
2. Iznos svjetlosti frekvencije $9.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ nailazi na površinu metala s izlaznim radom 2.8 eV i izbacuje elektrone. Odredite
 - a) zaustavni potencijal
 - b) graničnu frekvenciju (frekvenciju praga)
 - c) moguću kinetičku energiju izlaznih elektrona (u eV-ima i Joulima).
3. U Comptonovom raspršenju mirujući elektron, kad ga udari foton energije 0.5 MeV , dobije kinetičku energiju od 0.1 MeV . Odredite valnu duljinu raspršenog fotona i kut raspršenja (u stupnjevima).
4.
 - a) Odredite brzinu protona čija je de Broglieva valna duljina jednaka valnoj duljini X-zrake (rendgenske zrake) od 1 keV . (Uputa: Provjerite da li možete koristiti nerelativističku aproksimaciju.)
 - b) Ako je relativna neodređenost u određivanju valne duljine 0.1% , odredite relativnu neodređenost impulsa, brzine i kinetičke energije.
 - c) Na osnovu gornjih rezultata i Heisenbergove relacije neodređenosti odredite neodređenost u položaju protona.
5.
 - a) U spektru jednostruko ioniziranog helija (He^*) uočena je linija valne duljine 656.5 nm koju interpretiramo kao posljedicu "skoka" elektrona iz stanja s glavnim kvantnim brojem n u stanje s glavnim kvantnim brojem $n'=4$. Koliki je n ?
 - b) Ako zamijenimo elektron s π^- mezonom ($m_\pi = 274m_e$), koja valna duljina će odgovarati prijelazu iz gore izračunatog stanja n u stanje $n'=4$. (Uputa: Uzmite $m_p = 1836m_e$. Koliko u ovom slučaju "griješimo" ako masu m_π zanemarimo u odnosu na masu jezgre?)

Teorija

1. Iz vremenski ovisne Schrödingerove jednađbe, izvedite vremenski neovisnu Schrödingerovu jednađbu pomoću metode separacije varijabli. (Uputa: Pretpostavite da je hamiltonijan/potencijal neovisan o vremenu.)
2.
 - a) Na koji način je zadovoljena Heisenbergova relacija neodređenosti za energiju i vrijeme u kvantnom stanju koje je svojstveno stanje operatora energije? Tj., kolika je neodređenost energije, a kolika neodređenost vremena u takvom stanju?
 - b) Je li takvo stanje stacionarno?
 - c) Ako u času $t_0 = 0$ to kvantno stanje ima valnu funkciju $\varphi_E(x)$, kako valna funkcija glasi u općenitom času t ?
 - d) Koliko u tim časima iznosi gustoća vjerojatnosti nalaženja na položaju x ?
3.
 - a) Izvedite Rayleigh-Jeansonov zakon i Wienovu aproksimaciju kao granične slučajeve Planckovog zakona zračenja.
 - b) U kojim frekventnim područjima vrijedi Rayleigh-Jeansonov zakon, a u kojem Wienova aproksimacija? Skicirajte spektar crnog tijela i označite područje valjanosti Rayleigh-Jeansonovog zakona i Wienove aproksimacije, kao i Planckovog zakona zračenja.

Kornelija Passek-Kumerički