

Završni ispit iz Fizike 2 (30. siječnja 2015.)

Uputa: Odgovore u zadacima 1.1–1.10 treba zaokružiti *na ovom papiru* i potpisati se na njega. Zadaci 1.1–1.10 nose po jedan bod.

- 1.1 Pri Comptonovom raspršenju mirni elektron zbog udara fotona dobije kinetičku energiju. Ona je jednaka (zaokruži dvije točne tvrdnje):
- (a) $E = mv^2/2$,
 - (b) razlici energija fotona prije i poslije sudara, **(T)**
 - (c) razlici relativističkih energija elektrona poslije i prije sudara, **(T)**
 - (d) energiji mirovanja elektrona,
 - (e) ne može se izračunati bez poznavanja brzina prije i poslije sudara.
- 1.2 Do induciranja napona u metalnom štapu (zaokruži jednu točnu tvrdnju):
- (a) dolazi kada se štap giba u električnom polju, okomito na silnice polja,
 - (b) ne dolazi pri gibanju u poljima jer nije zatvoren strujni krug,
 - (c) dolazi kada se štap giba u smjeru magnetskog polja,
 - (d) dolazi kada se štap giba okomito na silnice magnetskog polja, **(T)**
 - (e) dolazi kada štap miruje u magnetskom polju.
- 1.3 Aberacije leće nastaju (zaokruži dvije točne tvrdnje) zbog:
- (a) širokog svjetlosnog snopa koji upada na leću, **(T)**
 - (b) loše poliranosti ploha leće (loš optičar),
 - (c) valne prirode svjetlosti,
 - (d) ovisnosti indeksa loma n leće o valnoj duljini svjetlosti, **(T)**
 - (e) Newtonove korpuskularne teorije svjetlosti.
- 1.4 Comptonova valna duljina elektrona kao fizikalna veličina u procesu raspršenja fotona na elektronu u mirovanju ovisi (zaokruži jednu točnu tvrdnju):
- (a) o Bohrovu polumjeru H -atoma,
 - (b) o veličini kuta raspršenja fotona θ ,
 - (c) o veličini kuta odklona elektrona ϕ u procesu,
 - (d) ima stalnu (konstantnu) vrijednost u procesu, **(T)**
 - (e) ništa od navedenog nije točno.
- 1.5 Youngov uređaj s dvije pukotine obasjan je monokromatskom svjetlošću. Na zastoru udaljenom za D od uređaja pojaviti će se (zaokruži jednu točnu tvrdnju):
- (a) široka svijetla pruga i niz užih svijetlih i tamnih pruga,
 - (b) uska svijetla pruga i niz širokih svijetlih i tamnih pruga,
 - (c) niz ekvidistantnih svijetlih i tamnih pruga čiji razmak ovisi o valnoj duljini svjetlosti, **(T)**
 - (d) niz ekvidistantnih svijetlih i tamnih pruga čiji razmak ne ovisi o D ,
 - (e) ništa od navedenog.

1.6 Električno polje ravnog elektromagnetskog vala je

$$\mathbf{E}[t, z] = (2\mathbf{i} \sin[\omega t + k_z z] + 2\mathbf{j} \sin[\omega t + k_z z]) \text{ V m}^{-1}.$$

Smjer polarizacije vala s x -osi zatvara kut od (zaokruži jednu točnu tvrdnju):

- (a) $\pi/3$
- (b) $\pi/4$ **(T)**
- (c) $\pi/2$
- (d) $\pi/6$
- (e) π

1.7 Dvije čelične kuglice različitih veličina zagrijane su na istu početnu temperaturu koja je veća od temperature okoline i ostavljene su da se hlade termalnim zračenjem. Koristeći Stefan–Boltzmannov zakon te uzimajući u obzir razliku u masama kuglica možemo zaključiti (zaokruži jednu točnu tvrdnju):

- (a) Temperatura veće kuglice će brže opadati od temperature manje kuglice.
- (b) Temperatura veće kuglice će sporije opadati od temperature manje kuglice. **(T)**
- (c) Temperature dviju kuglica će jednako brzo opadati.
- (d) Temperatura kuglica bit će stalna.
- (e) Ništa od navedenog.

1.8 Srednje vrijeme života nekog aktivnog izotopa jednako je (zaokruži jednu točnu tvrdnju):

- (a) polovici vremena unutar kojeg će se sve aktivne jezgre danog uzorka raspasti,
- (b) vremenu unutar kojeg se broj aktivnih jezgara smanji na $1/e$ početnog broja jezgara, **(T)**
- (c) vremenu unutar kojeg broj raspadnutih jezgara dosiže $1/e$ početnog broja aktivnih jezgara,
- (d) vremenu unutar kojeg će se sve jezgre raspasti,
- (e) ničemu od navedenog.

1.9 Princip na kojem se baziraju optička vlakna je (zaokruži jednu točnu tvrdnju):

- (a) lom svjetlosti,
- (b) polarizacija,
- (c) totalna (unutarnja) refleksija, **(T)**
- (d) disperzija,
- (e) ništa od navedenog.

1.10 Polarizacija svjetlosti pokazuje da je svjetlost (zaokruži jednu točnu tvrdnju):

- (a) kvantne prirode,
- (b) longitudinalni val,
- (c) transverzalni val, **(T)**
- (d) elektromagnetsko zračenje,
- (e) ništa od navedenog.

Računski zadaci:

- Z1 Vodič kružnog poprečnog presjeka i polumjera $R = 3 \text{ cm}$ vodi struju čija gustoća linearno raste od osi vodiča, $j(r) = ar$, gdje je $a = 2 \times 10^6 \text{ A m}^{-3}$. Koliki je iznos magnetskog polja u točki koja se nalazi unutar vodiča, na udaljenosti $r = 2 \text{ cm}$ od osi vodiča? (6 bodova)

Rješenje:

Struja koja je sadržana unutar polumjera $r = b = 2 \text{ cm}$ dana je integralom:

$$i_b = \int_0^b J(r) 2\pi r dr = \frac{2\pi ab^3}{3} .$$

Prema Ampèreovom zakonu, kružni integral magnetskog polja određen je strujom sadržanom unutar integracijske krivulje:

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 i_b .$$

Za integracijsku krivulju biramo kružnicu polumjera b

$$B(r = b) \cdot 2\pi b = \mu_0 i_b = \mu_0 \frac{2\pi ab^3}{3} .$$

Slijedi da je magnetsko polje

$$B(r = b) = \frac{\mu_0 ab^2}{3} = 1.005 \cdot 10^{-3} \text{ T} .$$

- Z2 Difrakcijska rešetka ima 600 zareza po cm. Na zastoru udaljenom 3 m od rešetke, u spektru prvog reda, maksimumi koji odgovaraju dvjema bliskim valnim duljinama udaljeni su 1.1 mm. Kolika je razlika među tim valnim duljinama? (Koristiti $\sin \alpha \simeq \alpha \simeq \tan \alpha$, gdje je α kut difrakcije.) (6 bodova)

Rješenje:

$$d = \frac{1 \text{ cm}}{600} = 1,667 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta y = m \frac{D}{d} (\lambda_2 - \lambda_1)$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{d}{D} \Delta y$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 6,112 \text{ nm}$$

- Z3 Uglačana srebrna polukugla polumjera $R = 3 \text{ cm}$ polegnuta je bazom na vodoravni stol. Osvijetljena je paralelnim snopom svjetlosti, kružnog poprečnog presjeka promjera D . Smjer širenja snopa svjetlosti je okomit na bazu polukugle. Koliki mora biti promjer snopa D , da bi se svjetlost na rubovima snopa odbijala u horizontalnom smjeru? (6 bodova)

Rješenje:

Da bi se svjetlost odbila horizontalno, mora činiti kut od 90° sa upadnim smjerom, što znači da čini kut 45° sa smjerom normale na plohu. Iz geometrije slijedi da je promjer snopa

$$D = 2R \sin(45^\circ) = 4.24 \text{ cm} .$$

Z4 Izolirana bakrena sfera radijusa 5 cm, početno nenabijena, osvijetljena je ultraljubičastom svjetlošću valne duljine 200 nm. Izlazni rad za bakar je 4.7 eV. Koliki najveći naboj fotoelektrični efekt inducira na sferi (uzeti u obzir zaustavni napon)? (6 bodova)

Rješenje:

$$k \frac{e Q}{r} = E_k$$

$$E_k = \frac{h c}{\lambda} - W_i$$

$$E_k = \frac{1240 \text{ eV nm}}{200 \text{ nm}} - 4,7 \text{ eV} = 1,5 \text{ eV}$$

$$k \frac{Q}{r} = 1,5 \text{ eV}$$

$$Q = \frac{1,5 \cdot 0,05}{9 \cdot 10^9} \text{ C} = 8,333 \cdot 10^{-12} \text{ C}$$