

## ZAVRŠNI ISPIT IZ FIZIKE 2 18.01.2011.

### TEORIJA:

1.1. Harmonički oscilator otklonjen iz ravnotežnog položaja za  $A$  počinje titrati. Za vrijeme jednog punog titraja on prijeđe put od (zaokružiti točan odgovor):

- a)  $A/2$ .
- b)  $A$ .
- c)  $2A$ .
- d)  $4A$ .

e) Ništa od navedenog.

(1 bod)

1.2. Reducirana duljina fizičkog njihala (zaokružiti 2 točna odgovora)

- a) određuje 2 položaja osi na fizičkom njihalu za koja su periodi međusobno jednaki.
- b) određuje udaljenost osi od težišta oko koje je period minimalan.
- c) daje duljinu matematičkog njihala koje ima period upravo jednak 1 sekundi (sekundno njihalo).
- d) određuje udaljenost centra udara od osi titranja.
- e) određuje udaljenost osi od težišta oko koje fizičko njihalo titra uz period od 1 sekunde.

(1 bod)

1.3. Harmonički val frekvencije  $f$  širi se napetim užetom. Nakon što se uže smiri po njemu se počinje širiti harmonički val frekvencije  $2f$ . Brzina širenja drugog vala u odnosu na brzinu prvog vala je (zaokružiti točan odgovor):

- a) 2 puta veća.
- b) 2 puta manja.
- c) jednaka.
- d) 4 puta manja.
- e) 4 puta veća

(1 bod)

1.4. Promatramo određenu točku na užetu kojim se širi harmonički val poznate amplitude i frekvencije. Minimalna vrijednost snage vala u nekom trenutku za tu točku (zaokružiti točan odgovor):

- a) je 0.
- b) je uvijek pozitivna vrijednost koju je moguće odrediti ovisno o  $t$ .
- c) je uvijek ista vrijednost kao i u ostalim točkama užeta jer se energija kontinuirano prenosi u smjeru širenja vala.
- d) može biti manja od nule jer ovisi o  $\cos$  ili  $\sin$  funkciji.
- e) nije moguće odrediti za fiksnu točku užeta.

(1 bod)

1.5. Ako se iznos magnetskog polja poveća konstantnom brzinom, ono inducira električno polje koje (zaokružiti točan odgovor):

- a) povećava svoj iznos.
- b) smanjuje svoj iznos.
- c) je u smjeru magnetskog polja.
- d) ima stalan iznos.
- e) ništa od navedenog

(1 bod)

2.1. Gaussove aproksimacije (zaokružiti točan odgovor):

- a) omogućavaju proračun širenja svjetlosti u homogenom i izotropnom sredstvu.
- b) omogućavaju konstrukciju slike kod tankih leća i sfernih zrcala.
- c) daju objašnjenje Snellovog zakona loma i zakona refleksije svjetlosti.
- d) predstavljaju relacije između električnog i magnetskog polja u elektromagnetskom valu.

(1 bod)

2.2. U Youngovom pokusu, na zastoru će se smanjiti broj interferentnih pruga po jedinici duljine ako se (zaokružiti 2 točna odgovora):

- a) smanji valna duljina svjetlosti.
- b) smanji udaljenost zastora.
- c) **smanji udaljenost između pukotina.**
- d) cijeli uređaj stavi u vodu.
- e) **smanji frekvencija svjetlosti.** (1 bod)

2.3. Proton i elektron gibaju se tako da su im nerelativističke kinetičke energije jednake. De Broglieva valna duljina protona je (zaokružiti točan odgovor):

- a) veća od valne duljine elektrona.
- b) **manja od valne duljine elektrona.**
- c) jednaka valnoj duljini elektrona.
- d) ponekad manja, a ponekad veća, ovisno o jakosti magnetskog polja. (1 bod)

2.4. Koje od navedenih tvrdnji nisu istinite? U fotoelektričnom efektu (zaokružiti 3 odgovora):

- a) **fotoni se mogu detektirati za bilo koju frekvenciju upadnog zračenja ako je intenzitet upadnog zračenja dovoljno velik.**
- b) maksimalna kinetička energija fotoelektrona obrnuto je proporcionalna valnoj duljini upadnog zračenja.
- c) **s porastom intenziteta upadnog zračenja raste kinetička energija fotoelektrona.**
- d) **izlazni rad ovisi o frekvenciji upadnog zračenja.**
- e) po izlazu iz površine metala fotoelektron može imati kinetičku energiju jednaku 0. (1 bod)

2.5. Kvantizacija energije u Bohrovom modelu atoma je posljedica (zaokružiti točan odgovor):

- a) Planckove kvantizacije zračenja crnog tijela.
- b) diskretnih stacionarnih staza elektrona u atomu.
- c) **kvantizacije kutne količine gibanja.**
- d) očuvanja ukupne energije elektrona u atomu. (1 bod)

3.1. Izvedite izraz za rezultatno električno polje i intenzitet pri interferenciji dva koherentna izvora. Nađite uvjete za minimalni i maksimalni intenzitet (uz crtež i detaljno tumačenje). (2 boda)

3.2. Izvedite izraz za promjenu valne duljine kod Comptonovog raspršenja (uz crtež i detaljno tumačenje). (3 boda)

### ZADACI:

1. Odredite logaritamski dekrement prigušenja harmoničkog titranja točkaste mase ako se nakon 10 titraja ukupna energija smanjila  $e$  puta ( $e$  je prirodna baza logaritma). (5 bodova)

Rješenje:

$$E_0 = eE$$

$$\frac{t = 10T}{\lambda = ?} \quad 10 \text{ titraja}$$

$$\lambda = \delta T, \quad E_0 = \frac{kx_0^2}{2}, \quad E = \frac{kx^2}{2}, \quad x = x_0 e^{-\delta t}$$

$$\frac{E_0}{E} = e \quad \frac{x_0}{x} = e^{1/2} = e^{\delta} = e^{\delta 10T} \quad \delta 10T = 1/2 \quad \lambda = \delta T = 1/20 = 0,05$$

2. Cijev duga 1 m zatvorena je na jednom kraju. Napeta žica je postavljena kraj otvorenog kraja cijevi. Žica je 0,3 m duga, ima masu od 0,01 kg i titra osnovnom frekvencijom. Ona pobuđuje stupac zraka u cijevi na titranje tako da dolazi do rezonancije s osnovnom frekvencijom. Nađite napetost u žici. Za brzinu u zraku uzeti 340 m/s. (5 bodova)

Rješenje:

$$l = 1 \text{ m}$$

$$L = 0,3 \text{ m}$$

$$m = 0,01 \text{ kg}$$

$$v_z = 340 \text{ m/s}$$

$$\text{Osnovna frekvencija} \quad \lambda = 2L$$

$$F = ?$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\mu = m / L$$

$$v = \lambda f$$

$$l = \frac{2k+1}{4} \frac{v_z}{f_k}, k = 0$$

$$l = \frac{1}{4} \frac{v_z}{f_0}$$

$$f = f_0$$

$$F = mL \left( \frac{v_z}{2l} \right)^2 = 86,7 \text{ N}$$

3. Predmet se nalazi 1 m ispred divergentne leće čija je jakost  $J_1 = \frac{1}{f} = -1 \text{ m}^{-1}$ . Iza divergentne leće nalazi se, udaljena 30 cm, konvergentna leća čija je žarišna daljina 40 cm. Odredite gdje je slika i kakva je. (3 boda)

Rješenje:

$$a_1 = 1 \text{ m}$$

$$d = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$J_1 = 1 / f_1 = -1 \text{ m}^{-1}$$

$$f_2 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$b_2 = ?$$

$$J_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1}$$

$$b_1 = -0,5 \text{ m}$$

Virtualna slika, koju daje divergentna leća, je 0,5 m ispred divergentne leće, a ona je predmet za konvergentnu leću i nalazi se na predmetnoj daljini:

$$a_2 = (+0,5 + 0,3) \text{ m}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2}$$

$$b_2 = 0,8 \text{ m}$$

Realna slika je 0,8 m iza konvergentne leće.

4. Plankonveksna leća leži na planparalelnoj ploči i osvijetljena je odozgo natrijevom monokromatskom svjetlošću. Sustav se nalazi u prostoriji ispunjenoj zrakom indeksa loma 1. Prostor između dva stakla je nakon toga ispunjen ugljik tetrakloridom indeksa loma 1,461. Koliki je omjer polumjera  $m$ -tog tamnog prstena prije i poslije ulijevanja tekućine? Indeks loma stakla je veći od indeksa loma ugljik tetraklorida. (3 boda)

Rješenje:

$$n_z = 1$$

$$n = 1,461$$

$m$ -ti tamni prsten

$$r_1 / r_2 = ?$$

Općenito:  $d = \frac{r^2}{2R}$ ,  $r$  – polumjer prstena,  $R$  – polumjer zakrivljenosti plankonveksne leće,  $d$  – debljina sloja sredstva između leće i planparalelne ploče

Destruktivna interferencija – tama:  $d_i = \frac{m \lambda}{2 n}$

$$\text{U zraku: } \frac{r_1^2}{2R} = \frac{m \lambda}{2 n_z} \quad \text{U tekućini: } \frac{r_2^2}{2R} = \frac{m \lambda}{2 n} \quad \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{n}{n_z}} = 1,21$$

5. Foton se raspršio na slobodnom elektronu tako da je promijenio smjer svog gibanja za  $120^\circ$ , a elektron je dobio kinetičku energiju 0,45 MeV. Kolika je energija fotona prije raspršenja? (4 boda)

Rješenje:

$$\theta = 120^\circ$$

$$E_e = 0,45 \text{ MeV}$$

$$E = ?$$

$$E_e = E - E' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'}$$

$$\lambda' = \lambda + \Delta\lambda \quad \Delta\lambda = 2\lambda_c \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad \lambda_c = 2,4263 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\Delta\lambda = 3,63945 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$E_e = E - E' = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda + \Delta\lambda}$$

$$\lambda^2 + \Delta\lambda \cdot \lambda - \frac{hc\Delta\lambda}{E_e} = 0$$

$$\lambda^2 + 3,63945 \cdot 10^{-12} \lambda - 1,00479 \cdot 10^{-23} = 0$$

$$\text{Rezultat s +: } \lambda = 1,83531 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = 1,083 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,68 \text{ MeV}$$