Olimpiada Națională de Fizică
Piatra Neamț, 1998

Ministerul Educației Naționale
Olimpiada Națională de Fizică
Piatra Neamț - 1998

XII

Proba teoretică

I. a) O lentilă groasă, biconvexă, cu razele de curbură egale cu grosimea lentilei ($R_1 = R_2 = d =$ 30 cm) este confecționată din sticlă cu indicele de refracție $n = 1{,}5$. În fața lentilei (în stânga sa) la distanța $p = 120$ cm, perpendicular pe axul optic principal se află un obiect liniar mic. Să se determine natura imaginii în lentilă, locul unde se formează ea, precum și mărirea transversală, dacă lentila se află în aer.

b) Suprafața interioară a unui tub cilindric, deschis la ambele capete, a cărui înălțime este mult mai mare decât diametrul, este argintată de la un capăt până la jumătate din înălțime, cealaltă jumătate fiind înnegrită. Tubul este așezat, cu partea argintată în jos, pe o masă orizontală neagră. Un fotoreceptor punctiform de pe masă, situat pe axul de simetrie al cilindrului, indică iluminarea E_0. Ce iluminare va indica fotoreceptorul dacă tubul se așează cu partea argintată în sus? Masa pe care este pus tubul primește lumină, în mod izotrop, de deasupra sa.

c) O rază de lumină laser, cu $\lambda = 630$ nm, are o divergență $\alpha = 10^{-4}$ radiani. Puterea emisă de laser este $P_0 = 3$ mW. Știind că ochiul uman este în siguranță la fluxuri mai mici decât $n = 100$ fotoni/secundă și că diametrul pupilei oculare este $d = 0{,}5$ cm, să se determine distanța minimă de la care poate fi privită direct raza de lumină laser, fără risc ocular biologic.

Prof. Univ. Dr. FLOREA ULIU - Universitatea Craiova

II. Se demonstrează, în limitele mecanicii clasice, că traiectoria electronului în jurul nucleului atomului de hidrogen este o elipsă, având nucleul în unul din focarele elipsei.

a) Să se determine energia totală a atomului de hidrogen (E) și momentul cinetic orbital al electronului (L) dacă nucleul este considerat fix, iar semiaxele elipsei sunt a și respectiv b. Dintre orbitele cu aceleași semiaxe mari (a), dar cu semiaxele mici $b_1 > b_2 > b_3 ... > b_n$, unde $b_1 = a$, să se identifice orbitele pentru care energia totală și momentul cinetic orbital sunt maxime. Ce interpretare fizică se poate folosi pentru diferențierea acestor substări.

b) Să se identifice și să se justifice calitativ acele sectoare ale traiectoriei pe care mișcarea electronului este accelerată și respectiv încetinită . Să se determine valorile maximă și respectiv minimă ale vitezei electronului pe orbita eliptică, precum și distanțele până la nucleu cărora le corespund aceste viteze. Să se determine perioada T a rotației electronului pe orbita eliptică, știind că $A = LT/2m$, unde $A = \pi ab$ - aria suprafeței elipsei, m - masa electronului. Să se arate că pătratul perioadei de rotație a electronului în jurul nucleului este direct proporțional cu cubul semiaxei mari a elipsei.

c) Să se evalueze, pe baza relațiilor de incertitudine, energia atomului de hidrogen și dimensiunile norului electronic ($2r = 2a$) dacă elipsa degenerează în cerc, în cazul cel mai nefavorabil când $\Delta x = r$ și $\Delta p = p$.

Se cunosc: e - sarcina electrică a electronului, ε_0 - permitivitatea electrică a vidului, h - constanta lui Planck.

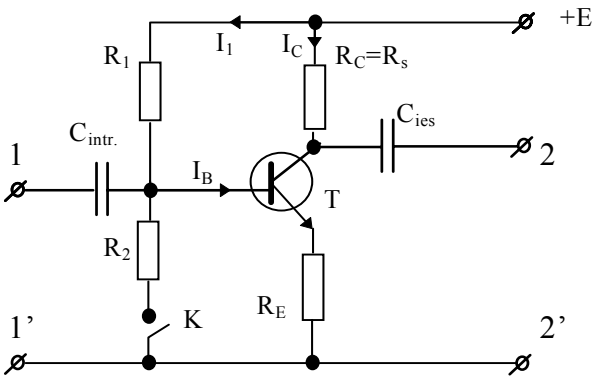
Rezolvarea problemei se va face în varianta nerelativistă.

Prof. MIHAIL SANDU - Călimănești, Prof. OCTAVIAN RUSU - C.N.S.S. București

III. Într-un etaj de amplificare cu tranzistor în montaj E.C. este folosit un tranzistor npn. Pentru polarizarea bazei tranzistorului se foloseşte un divizor de tensiune compus din rezistorii R_1 şi R_2. În lipsa semnalului electric de la bornele de intrare 1 - 1' pentru punctul de funcționare static situat pe porțiunea liniară a caracteristicii de curent $I_c=f(U_{CE})$ se consideră cunoscuți parametrii electrici: I_E=50 mA, I_B=0,1 mA,U_{BE}=0,6 V, R_2=6 KΩ, $R_C=R_s$=1kΩ, E=12 V, r=0, R_E=1Ω.

a) Ce valoare are tensiunea U_{CE} (între colectorul şi emitorul tranzistorului) dacă întrerupătorul K este închis şi ce valoare va avea curentul din bază când K este deschis dacă U_{BE} şi I_E se mențin practic la aceleaşi valori?

b) Dacă se aplică un semnal electric de tensiune $u_i=U\sin\omega t$ la bornele de intrare 1 - 1' ale etajului de amplificare (peste valorile de regim static se suprapune componenta de tensiune variabilă în timp), se cere să se exprime dependența tensiunii de la bornele de ieşire 2 - 2' în funcție de valorile instantanee ale curentului de colector i_C ;



c) Ce fenomene apar în lipsa tensiunii de alimentare E în colectorul tranzistorului care a fost dopat (prin difuzie) de către firma constructoare cu 10^{16} atomi donori pe fiecare centimetru cub în vecinătatea joncțiunii bază - colector, concentrația impurităților donoare crescând liniar cu distanța până la 10^{19} atomi donori/cm^3 la celălalt capăt al colectorului?

Prof. Octavian Rusu - C.N.S.S Bucureşti
Prof. Mihail Sandu - Călimăneşti