Proba teoretică
Clasa a XII-a

1. Fibra optică se prezintă sub forma unui cilindru fabricat dintr-un material transparent, omogen şi izotrop, având indicele de refracţie n_0, învelit la exterior cu un material optic având indicele de refracţie *n*, $n < n_0$ (Fig. 1a). Fibra are lungimea *L* şi se găseşte în aer. Diametrul fibrei este mult mai mare decât lungimea de undă a radiaţiei monocromatice care tranzitează prin ea. Se cunoaşte viteza luminii în vid *c*.

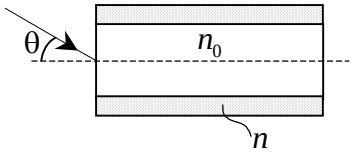

Fig. 1a

a. Determinaţi unghiul de incidenţă maxim (θ_{max}) în centrul bazei cilindrului (Fig. 1a), pentru care lumina ajunge la celălalt capăt al fibrei.
b. Calculaţi cât timp va fi luminat capătul de ieşire al fibrei optice, dacă intrarea în fibră este iluminată un interval de timp foarte scurt.
c. Fibra optică serveşte la transmisia de date codificate binar prin semnale luminoase. De exemplu, bitul „1”, poate corespunde existenţei unui impuls luminos, în timp ce bitul „0” corespunde absenţei impulsului. Dacă la intrare se aplică un semnal luminos de forma prezentată în Fig. 1b, să se calculeze numărul maxim de biţi care pot fi transmişi în fiecare secundă prin fibra optică (*capacitatea de transmisie binară a fibrei*).

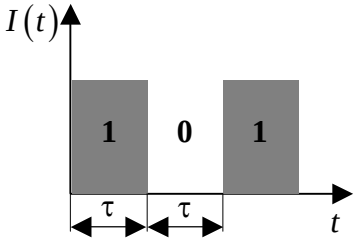

Fig. 1b

Aplicaţie numerică: $n_0 = 1{,}53$; $n = 1{,}51$; $L = 1$ km

Conf. dr. Simion Aştilean – Facultatea de Fizică, Universitatea „Babeş – Bolyai” Cluj-Napoca

2. A. Doi atomi, având masele de repaus m_{01} şi respectiv m_{02}, se deplasează rectiliniu uniform cu vitezele relativiste $\vec{v}_1 = v_{1x}\vec{i}$ şi respectiv $\vec{v}_2 = v_{2x}\vec{i} + v_{2y}\vec{j}$, unde $\vec{i}$ şi $\vec{j}$ sunt versorii sistemului de axe de coordonate *xOy*. Cei doi atomi se ciocnesc şi formează o moleculă. Asimilând molecula cu un punct material, determinaţi masa de repaus şi viteza acesteia. Caz particular: $\vec{v}_2 = -v_{2x}\vec{i}$ şi $m_1 v_{1x}\vec{i} = -m_2 v_{2x}\vec{i}$, în care m_1 şi respectiv m_2 sunt masele de mişcare ale celor doi atomi. Se cunoaşte *c*.

B. Pe o rachetă care se depărtează rectiliniu uniform de Pământ sunt montate două oglinzi plane, paralele (Fig. 2). Distanţa dintre planele celor două oglinzi, măsurată pe rachetă, este ℓ_0. Un semnal electromagnetic cu frecvenţa ν_0 este transmis de la sol spre rachetă şi se reflectă normal pe fiecare oglindă. Se cunoaşte *c*.

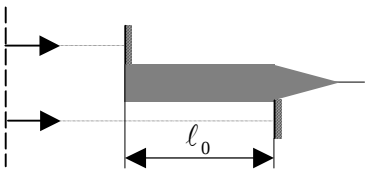

Fig. 2

a. Să se determine viteza rachetei, comparabilă cu viteza luminii, dacă la sol se recepţionează două semnale electromagnetice la un interval Δt (*radiolocaţie relativistă*).
b. Să se determine frecvenţa semnalelor înregistrate la sol.

Conf. dr. Mihail Sandu – Facultatea de Ştiinţe, Universitatea „Lucian Blaga” Sibiu

3. Într-o incintă se află hidrogen atomic. În incintă pătrunde un fascicul de electroni monocinetici având energia E_{C0}.

a. Presupunând atomii de hidrogen din incintă identici şi considerând nucleele fixe şi de masă mult mai mare decât a electronilor, calculaţi energiile cinetice ale electronilor şi frecvenţele radiaţiilor care ies din incintă.
b. Hidrogenul natural este format dintr-un amestec de izotopi: hidrogen uşor sau *protiu* ($A = 1$, $Z = 1$) şi hidrogen greu sau *deuteriu* ($A = 2$, $Z = 1$). Presupunem că în incintă se găseşte

hidrogen natural. Pentru radiațiile care ies din incintă, determinați diferența $\Delta\nu_{D\text{-}H}$ dintre frecvența radiațiilor emise de atomii de hidrogen greu şi frecvența radiațiilor emise de atomii de hidrogen uşor (*deplasarea izotopică a liniilor spectrale*).

c. Hidrogenul din incintă este menținut la temperatura constantă *T*. Datorită agitației termice, radiațiile care ies din incintă au o lărgime spectrală $\Delta\nu$ care maschează în general deplasarea izotopică a liniilor spectrale. Explicați existența acestei lărgiri a liniilor spectrale şi deduceți expresia lărgimii spectrale corespunzătoare.

Constante cunoscute: energia de ionizare a atomului de hidrogen de pe nivelul fundamental W_i, constanta lui *Rydberg* R_∞ (nucleu neantrenat), viteza luminii în vid *c*, masa nucleului atomului de hidrogen uşor *M*, masa electronului *m*, constanta lui *Boltzmann* k_B.

Prof. Gabriel Negrea – Colegiul Național „Gheorghe Lazăr” Sibiu