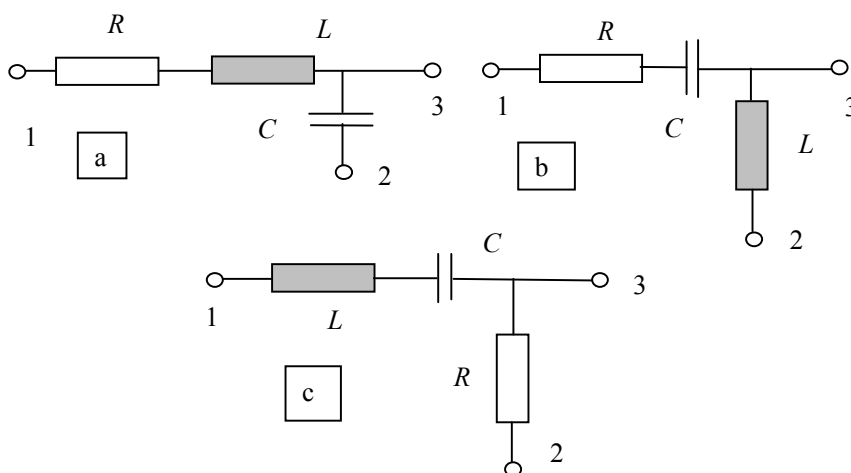




Ministerul Educației, Cercetării și Tineretului
Concursul Național de Fizică – Evrika!
4 – 6 aprilie 2008

XII

1) Circuite de curent alternativ. Cu ajutorul a trei rezistoare identice, trei bobine identice și trei condensatoare identice se realizează circuitele reprezentate în schemele din figura alăturată, astfel încât bornele de acces ale celor trei scheme sunt cele notate 1, 2 și respectiv 3. La bornele (1;2) ale uneia dintre cele trei scheme se conectează un generator de tensiune electromotoare alternativă.



Dacă la bornele (2;3) ale aceleiași scheme se conectează un ampermetru ideal, atunci intensitatea curentului prin acesta, i_1 , este defazată în

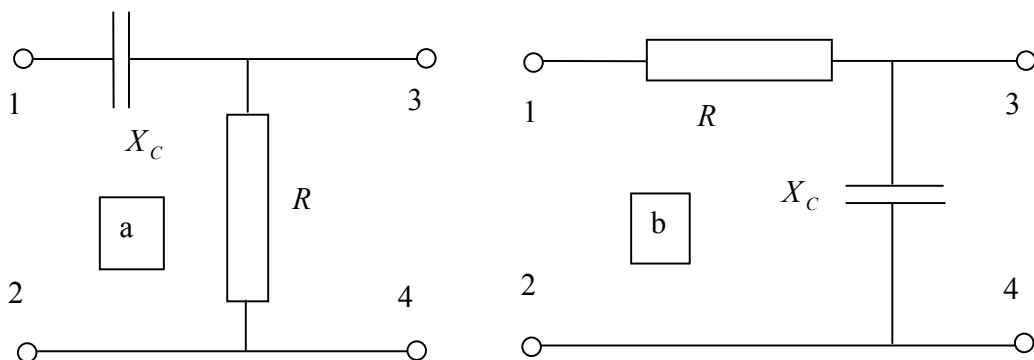
urmă față de tensiunea de la intrare, $u_{in} = u_{12}$, cu $\Delta\varphi_1 = \pi/6$, indicația ampermetrului fiind $I_1 = 0,1$ A, atunci când frecvența tensiunii întreținute de generator este $\nu_1 = 1000$ Hz. În locul ampermetrului din schema respectivă se conectează apoi un voltmetru ideal. Menținând frecvența generatorului, voltmetrul indică $U_v = 20$ V. Tensiunea pe voltmetru, u_v , este defazată în urmă față de tensiunea de la intrare, u_{in} , cu $\Delta\varphi_1 = \pi/6$.

a) Să se identifice schema care corespunde acestor rezultate experimentale și să se determine parametrii elementelor schemei (R , L , C). Să se determine frecvența generatorului, pentru care diferența de fază dintre tensiunile u_v și u_{in} devine $\Delta\varphi_2 = \pi/2$. Se neglijează impedanța interioară a generatorului.

b) Pentru circuitul serie RC reprezentat în schema a din figura următoare se știe că $R \ll X_C$. Un generator de tensiune electromotoare alternativă întreține la bornele intrării (1;2) tensiunea: $u_{12} = \sqrt{2}U \sin \omega t$.

Să se demonstreze că tensiunea de la bornele ieșirii (3;4) este direct proporțională cu derivata în raport cu timpul a tensiunii de la intrare: $u_{34} = K \frac{du_{12}}{dt}$.

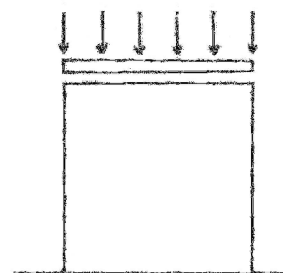
c) Pentru circuitul serie RC reprezentat în schema b din figura alăturată se știe că $R \gg X_C$. Un generator de tensiune electromotoare alternativă întreține la bornele intrării (1;2) tensiunea: $u_{12} = \sqrt{2}U \sin \omega t$.



Să se demonstreze că tensiunea de la bornele ieșirii (3;4) este direct proporțională cu integrala în raport cu timpul a tensiunii de la intrare: $u_{34} = K \int u_{12} dt$.

2) A. Interferență prin reflexie. Deasupra unui cub de sticlă bine șlefuit se așează simetric (vezi figura alăturată) o placă ușoară, plan-paralelă, de sticlă omogenă și transparentă, bine șlefuită.

Asupra plăcii orizontale cade pe direcție verticală, venind de sus în jos, o radiație electromagnetică ce conține toate lungimile de undă de la 400 nm până la 1150 nm. Între placa ușoară de sticlă și fața superioară, orizontală, a cubului, rămâne un strat subțire de aer. Condiția de interferență constructivă, prin reflexie pe fața superioară a cubului, este îndeplinită pentru două lungimi de undă: pentru $\lambda_0 = 400 \text{ nm}$ și pentru încă o lungime de undă (λ_1) din intervalul specificat mai sus. Considerând că indicele de refracție al aerului are valoarea $n_{\text{aer}} = 1$ pentru toate lungimile de undă din radiația electromagnetică incidentă pe placă, să se determine:



- ordinul de interferență al maximumului format de radiația cu lungimea de undă λ_0 ;
- cealaltă lungime de undă (λ_1) pentru care condiția de maxim de interferență este îndeplinită;
- grosimea stratului de aer dintre placă și cubul de sticlă;
- primele lungimi de undă (λ' și respectiv λ'') din exteriorul intervalului spectral utilizat ($\lambda' < 400 \text{ nm}$, $\lambda'' > 1150 \text{ nm}$) pentru care, într-un alt experiment, cu radiație incidentă având un spectru mult mai larg de lungimi de undă, s-ar putea obține interferență constructivă, admițând că ordinele maximelor pentru lungimile de undă λ_0 și λ_1 sunt cele determinate anterior ca și grosimea stratului de aer.

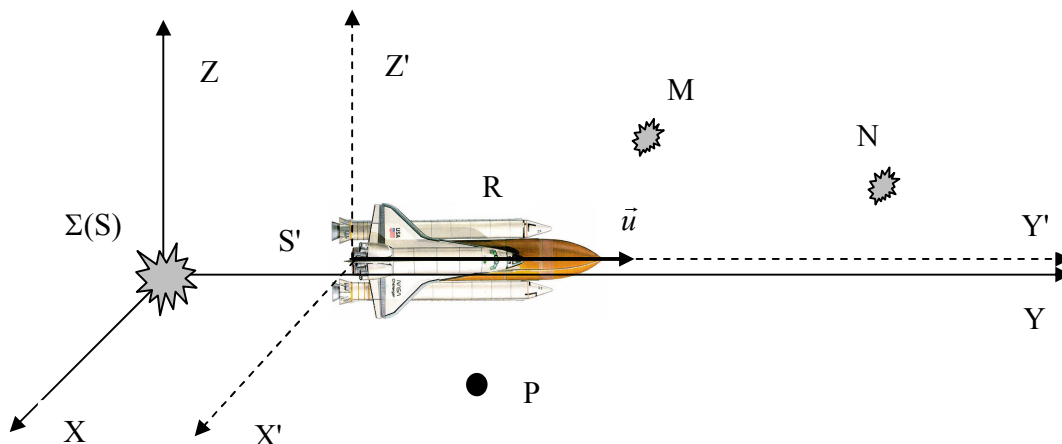
B. Traiect luminos circular. Indicele de refracție n al atmosferei planetei X descrește cu altitudinea z (măsurată față de suprafața sa) după legea $n(z) = n_0 - kz$, unde k este o constantă pozitivă, cu valoare foarte mică, iar n_0 este valoarea indicelui de refracție la suprafață. Planeta este perfect sferică (nu are dealuri, munți, văi) și are raza R . Atmosfera planetei are și ea simetrie sferică.

a) La ce altitudine ($z_0 = ?$) o rază de lumină se poate propaga în jurul planetei pe o traiectorie circulară concentrică, având centrul suprapus peste cel al planetei?

b) Aplicație numerică: $R = 3200 \text{ km}$, $n_0 = 1,0003$ și $k = 3,12 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$.

3) Explozii stelare. În figura alăturată sunt reprezentate două sisteme de referință inerțiale: sistemul fix SXYZ, solidar cu steaua Σ și sistemul mobil S'X'Y'Z', solidar cu o navă cosmică relativistă, R, care se deplasează rectiliniu și uniform cu viteza $\vec{u}$ față de steaua Σ .

Coordonatele de poziție pentru două stele fixe, M și N, în raport cu sistemul SXYZ sunt: $M(x_M, y_M, z_M)$ și $N(x_N, y_N, z_N)$. La ora t_M , indicată de ceasornicul său, un observator din sistemul SXYZ înregistrează o explozie produsă pe steaua M, iar mai târziu, la ora t_N , același observator înregistrează o explozie produsă pe steaua N.



a) Să se stabilească condițiile pentru care, în raport cu observatorul din sistemul S'X'Y'Z', cele două explozii: 1) se succed în aceeași ordine; 2) sunt simultane; 3) își inversează ordinea de desfășurare.

b) Un punct material P se deplasează astfel încât în raport cu sistemul SXYZ ecuațiile parametrice ale traiectoriei sale sunt:

$$x = v_0 t; \quad y = \frac{at^2}{2}; \quad z = 0.$$

Să se stabilească: ecuația traiectoriei punctului material în raport cu sistemul SXYZ; ecuațiile parametrice ale mișcării punctului material în raport cu sistemul S'X'Y'Z'; ecuația traiectoriei punctului material în raport cu sistemul S'X'Y'Z'.

c) Să se determine, utilizând ceasornicul observatorului din sistemul S'X'Y'Z', durata deplasării navei cosmice pe distanța Δy în raport cu sistemul SXYZ.

Se cunoaște viteza luminii în vid, c .

Prof. univ. dr. Florea Uliu
Facultatea de Fizică
Universitatea din Craiova

Prof. dr. Mihail Sandu
G.Ș.E.A.S. Călimănești
Universitatea "Lucian Blaga" - Sibiu