

**Problema I (10 puncte)**

**Oscilații în câmp gravitațional, electric și magnetic**

**A. Pendul electric.** În spațiul paralelipipedic dintre două plăci conductoare fixe, plane și orizontale, conectate la bornele unui generator electrostatic, se află un corp punctiform, electrizat pozitiv, suspendat de un fir izolator, foarte ușor și inextensibil, având lungimea  $l$ . Corpul suspendat (un pendul electric), efectuează oscilații armonice, cu perioada  $T_0$ , într-un plan vertical.

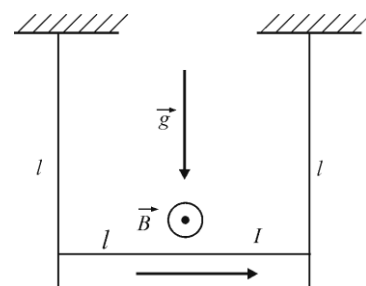
a) Să se determine perioada oscilațiilor mici ale pendulului, efectuate în același plan vertical, atunci când punctul superior de suspensie al firului pendulului, precum și cele două plăci se deplasează pe orizontală cu accelerația constantă  $\vec{a}$  și să se stabilească direcția în raport cu care se efectuează oscilațiile pendulului.

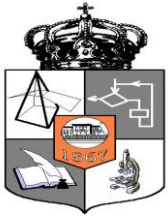
**B. Conductor oscilant.** La jumătatea distanței dintre două conductoare liniare rigide, paralele și foarte lungi, fixate într-un același plan vertical, la distanța  $2d$  unul sub celălalt, parcurse în același sens de curenți electrici cu intensități identice,  $I$ , se află în repaus un conductor liniar rigid și mobil, cu lungimea  $l$ , paralel cu conductoarele date, în planul vertical al acestora. Conductorul mobil este suspendat de  $n$  fire izolatoare, elastice, identice, verticale, foarte ușoare, fiecare cu constanta de elasticitate  $k$  și distribuite uniform (echidistant) de-a lungul conductorului mobil. Acest conductor mobil este parcurs de un curent cu intensitatea  $I_0$ , având sensul invers față de sensurile curenților prin conductoarele laterale.

b) Să se determine perioada oscilațiilor mici, efectuate de conductorul mobil în planul vertical al celor trei conductoare. Capetele conductorului mobil se află pe aceleași verticale cu capetele conductoarelor fixe. Punctele de suspensie ale firelor elastice se află pe o aceeași direcție orizontală. Se cunosc: permeabilitatea magnetică absolută a aerului,  $\mu_0$ ; masa conductorului mobil,  $m$ . Se știe că:  $1/(1+x) \approx 1-x$  și  $1/(1-x) \approx 1+x$ , dacă  $x \ll 1$ .

**C. Leagăn electromagnetic.** Un conductor liniar cu lungimea  $l$  și masa  $m$ , suspendat în poziție orizontală prin intermediul a două fire conductoare identice, foarte ușoare, parcurs de un curent cu intensitatea  $I$ , se află într-un câmp magnetic uniform cu vectorul inducție magnetică  $\vec{B}$  orientat așa cum indică figura alăturată.

c) Să se determine perioada oscilațiilor mici efectuate de conductorul liniar, în raport cu poziția de echilibru, dacă în timpul oscilațiilor conductorul rămâne paralel cu direcția sa inițială. Se cunoaște  $g$ . Se neglijează frecările și inducția electromagnetică.





**Problema a II-a (10 puncte)**

**Evenimente și procese relativiste**

**A. Explozii stelare.** În figura alăturată sunt reprezentate două sisteme de referință inerțiale: sistemul fix SXYZ și sistemul mobil S'X'Y'Z' care se deplasează rectiliniu și uniform cu viteza relativă  $\vec{u}$  față de S.

Coordonatele de poziție pentru două stele, M și N, în raport cu sistemul S sunt:  $M(x_M, y_M, z_M)$  și  $N(x_N, y_N, z_N)$ . La ora  $t_M$ , indicată de ceasornicul său, S observă 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 S', cele două explozii: se succed în aceeași ordine; sunt simultane; își inversează ordinea de succesiune. Se cunoaște viteza luminii în vid,  $c$ .

**B. Translații relativiste.** Originile și axele celor trei sisteme de referință inerțiale reprezentate în figura alăturată coincid la momentul inițial. Sistemul S' se deplasează uniform, prin translație față de sistemul fix S, astfel încât viteza originii O', față de originea O, este  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{i}$ , iar sistemul S'' se deplasează uniform, prin translație față de sistemul S', astfel încât viteza originii O'' față de originea O', este  $\vec{v} = v \vec{j}'$ .

b) Să se determine unghiurile  $\theta$  și respectiv  $\theta''$  pe care segmentul de dreaptă OO'' le face, la un anumit moment, cu axa OX, în raport cu sistemul S și respectiv cu axa O''X'', în raport cu sistemul S''. Se cunoaște viteza luminii în vid,  $c$ .

c) Să se determine diferența  $\theta'' - \theta$ , atunci când  $v \ll c$ ,  $v_0 \ll c$ ;  $v \ll v_0$ .

