MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII ȘI INOVĂRII

CONCURSUL NAȚIONAL DE FIZICĂ

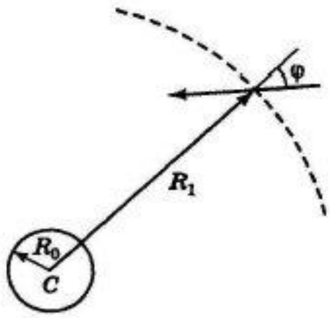
Evrika

EDIȚIA A XIX-A BRĂILA 2009

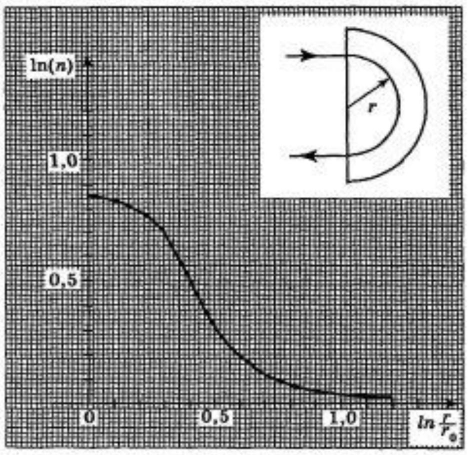
XII

1. OPTICĂ (MEDII NEOMOGENE)

A. O rază de lumină laser se propagă într-un mediu transparent cu simetrie sferică, pentru care indicele de refracție are forma $n(R) = n_0 R / R_0$, unde $n_0 = 1$, $R_0 = 40\,\text{cm}$, $R_0 \le R < +\infty$ (vezi figura). Traiectoria razei de lumină este conținută în planul ce trece prin centrul de simetrie C al mediului. Se știe că, la distanța $R_1 = 100\,\text{cm}$ față de centrul de simetrie C, unghiul dintre direcția razei de lumină și raza vectoare a punctului prin care trece ea este $\varphi = 30^0$. Să se determine distanța minimă R_{min} dintre centrul C și raza de lumină .



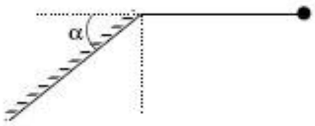
B. Un semicilindru, plasat în aer (n_{aer}=1), este confecționat dintr-un material optic transparent al cărui indice de refracție n scade de la centru spre periferia semicirculară (vezi figura). Dependența concretă a lui n de raza r este cea din graficul (pe hârtie milimetrică al) figurii: pe axa absciselor se dă logaritmul natural al raportului r/r_0, unde $r_0 = 1\,\text{cm}$, iar pe cea a ordonatelor este reprezentat logaritmul natural al indicelui de refracție n . Folosind dependența grafică dată să se determine valorile numerice ale razelor semicercurilor reprezentând traiectorii ale unor raze de lumină cu incidență și emergență normală pe baza plană a semicilindrului.



Precizare: Traiectoriile razelor de lumină avute în vedere aparțin secțiunii principale ce conține punctele de incidență și de emergență.

2. OSCILAȚII MECANICE

A. Un pendul matematic cu lungimea ℓ este adus în poziție orizontală, firul său făcând un unghi de 90° cu verticala. Lăsat liber din această poziție, firul revine în poziția inițială orizontală, după t_1 secunde. Când în drumul său întâlnește un perete rigid, înclinat cu unghiul α ca în figură, firul pendulului revine în poziția inițială după t_2 secunde. Cât este unghiul α, dacă el este un unghi mic? Ciocnirea bilei pendulului cu peretele se presupune perfect elastică și instantanee. Nu există forțe de frecare.



B. Un pendul matematic cu bilă de fier, oscilează (oscilații mici !) în câmp gravitațional terestru cu perioada T_0. a). Când sub bilă se așează polul Nord al unui magnet permanent, perioada de oscilație (amplitudine mică !) devine $T_1 < T_0$. Determinați forța magnetică ce acționează asupra bilei. b). Magnetul permanent se așează acum cu polul Nord în partea dreaptă astfel încât câmpul magnetic este orizontal. Se constată că perioada micilor oscilații (în jurul noii poziții de echilibru a pendulului) este $T_2 < T_0$. Aflați ce forță magnetică acționează acum asupra bilei precum și unghiul față de verticală al noii poziții de echilibru. Se cunoaște masa m a bilei.

C. Un pendul matematic, cu tijă rigidă, dar fără masă, efectuează oscilații amortizate într-un mediu lichid, pentru care decrementul logaritmic al amortizării este $D_0 = 3/2$. 1). Ce valoare va avea decrementul logaritmic al amortizării $(D = ?)$ dacă rezistența mediului crește de $n = 2$ ori ? 2). De câte ori ar trebui să crească rezistența mediului pentru ca oscilațiile pendulului să nu mai fie posibile ?

D. Dispunem de două resorturi confecționate din același material (oțel) și realizate spiră lângă spiră. Diametrele lor exterioare sunt de 3 mm, respectiv de 9 mm. Lungimile resorturilor sunt de 1 cm, respectiv de 7 cm. Diametrele sârmelor din care au fost confecționate resorturile sunt și ele diferite, anume de 0,2 mm în cazul primului resort, respectiv de 0,6 mm în cazul celui de-al doilea. Cunoscând constanta de elasticitate $k_1 = 14\ \mathrm{N/m}$ a primului resort, să se determine respectiva constantă (k_2) pentru cel de-al doilea resort.

3. PROIECTIL NEUTRONIC RELATIVIST

Din originea referențialului xOy (Ox este o axă orizontală, cu sensul pozitiv spre dreapta; Oy este o axă verticală, cu sensul pozitiv în sus) se lansează cu o viteză inițială foarte mare $\vec{v}_0$ (viteză relativistă), orientată sub unghiul θ față de orizontală, un proiectil (neutron), cu masa de repaus m. Mișcarea are loc într-un câmp de forțe omogen și constant $\vec{F}(0,-F)$, cu $F > 0$. Folosind notația $p_0 = mv_0\big/\sqrt{1-\beta_0^2}$, cu $\beta_0 = v_0/c$, să se determine:

a). dependența de timp a componentelor $v_x(t)$ și $v_y(t)$ ale vitezei proiectilului neutronic;

b). dependența de timp a modulului vitezei, adică funcția $v(t) = \sqrt{v_x^2(t) + v_y^2(t)}$;

c). dependența de timp a componentelor $a_x(t)$ și $a_y(t)$ ale accelerației proiectilului neutronic.

d). Utilizând notațiile $E_0 = (c^2 p_0^2 + m^2 c^4)^{1/2}$ și $P(t) = tF - p_0 \sin\theta$, să se determine dependențele de timp $x(t)$ și $y(t)$, reprezentând coordonatele carteziene ale proiectilului neutronic la momentul t, precum și ecuația $y = y(x)$ a traiectoriei sale.

Probleme selecționate și propuse de: prof. univ. dr.Florea Uliu - Universitatea din Craiova,
prof.dr.Mihail Sandu-Grup Scolar Economic, Administrativ și de Servicii Călimănești,
prof. Liviu Arici - C.N. „N.Bălcescu”- Brăila.