OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE FIZICĂ
SIBIU 2000
PROBA TEORETICĂ
CLASA A XI-A

XI

Subiectul 1. Bara conductoare *MN* din Fig.1 alunecă fără frecare pe un suport conductor fără rezistență (aşezat într-un plan orizontal), într-un câmp magnetic uniform de inducție *B*, orientat vertical. În mijlocul barei, perpendicular pe ea, acționează o forță care depinde de timp după legea $F(t) = F_m \sin \omega t$ şi este orientată în planul de mişcare. Resortul de constantă *k*, inițial nedeformat, are axa pe dreapta suport a forței $\vec{F}(t)$. Se consideră că rezistența electrică totală a circuitului este *R*, bara are masa *m* şi lungimea *l*.

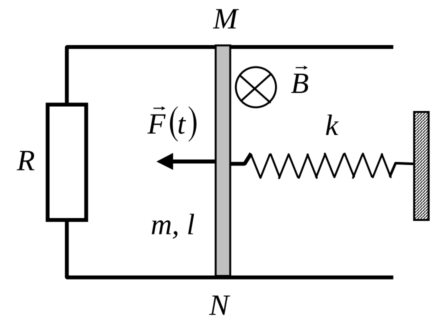

Fig. 1

a) Scrieți legea a II-a a dinamicii pentru bară, comparați relația obținută cu ecuația tensiunilor pentru un circuit de curent alternativ serie RLC şi precizați perechile de mărimi analoge.
b) Determinați amplitudinea de oscilație a barei după stingerea oscilațiilor proprii.
c) Determinați puterea mecanică (medie şi momentană) necesară pentru menținerea oscilației barei.
d) Determinați valorile pulsației ω pentru care amplitudinea de oscilație a barei, respectiv viteza maximă a barei au valori extreme, precum şi valorile extreme corespunzătoare.

Prof. Dr. Constantin Corega – Cluj-Napoca

Subiectul 2.
A. Se consideră circuitul din Fig.2. Între punctele *A* şi *B* se aplică o tensiune sinusoidală $u = U_m \cos \omega t$, a cărei pulsație satisface relația $\omega^2 LC = 1$**.**
a) Determinați expresia intensității momentane $i(t)$ a curentului în ramura principală.
b) Pentru ce valoare a lui *R* intensitatea efectivă a curentului din ramura principală este maximă şi care este valoarea acesteia?

Prof. Univ. Dr. Florea Uliu – Universitatea Craiova

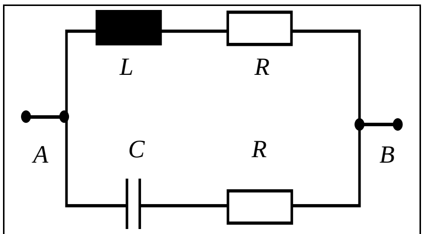

Fig. 2

B. O bobină cu rezistența $r = 0{,}1\,\Omega$ este conectată în circuitul din Fig. 3a**.** În momentul în care intensitatea curentului prin bobină a devenit maximă, se trece comutatorul din poziția **1** în poziția **2**. Condensatoarele sunt ideale iar $r^2 << 4L/C$ (amortizare slabă). Se constată că amplitudinea curentului prin bobină a scăzut cu **1%** după **10** perioade de oscilație. Se reia procedura, comutând acum bobina pe circuitul din Fig. 3b, unde *R* este o rezistență montată în paralel la bornele unuia dintre condensatoare. Pentru două valori ale rezistenței *R*, una de ordinul zecilor de $k\Omega$ şi alta comparabilă, ca ordin de mărime, cu valoarea lui *r*, se constată că amplitudinea curentului scade cu **1%** după **2** perioade de oscilație.

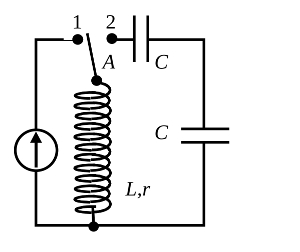

Fig. 3a

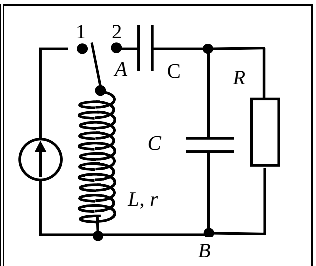

Fig. 3b

a) Explicați scăderea amplitudinii curentului prin bobină pentru situațiile din Fig. 3a, respectiv 3b. Explicați de ce în cazul din Fig. 3b aceeaşi scădere a amplitudinii curentului prin bobină are loc pentru două ordine de mărime ale lui *R*.
b) Evaluați, în procente, scăderile corespunzătoare de energie electromagnetică datorate prezenței rezistențelor electrice în circuitele analizate, în intervalele de timp specificate.
c) Calculați cele două valori ale lui *R*.

Prof. Rodica Ionescu – Bucureşti

Subiectul 3.

a) În lungul unui fir elastic având masa unității de lungime μ, cu capetele fixate, tensionat de forța *T*, se propagă cu viteza *v* un puls de amplitudine mică. Într-un sistem de referință în care pulsul este în repaus, se poate considera că firul se deplasează în sens opus pulsului. Un segment scurt Δl din fir se deplasează cu viteza *v* pe cercul care – local – aproximează forma pulsului conform Fig. 4.

Arătați că $v = \sqrt{T/\mu}$.

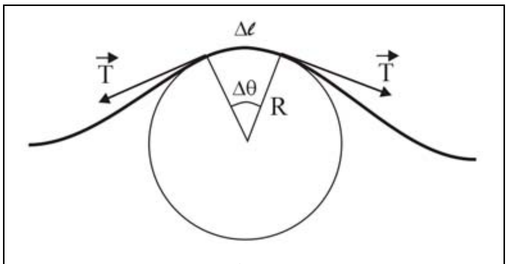

Fig. 4

b) La echilibru, fața apei unui lac de suprafață infinită și de adâncime foarte mare este plană și orizontală. Dacă pe suprafața lacului sunt unde, există două forțe de revenire care tind să aplatizeze crestele apărute: greutatea și forța de tensiune superficială. Undele datorate gravitației (unde gravitaționale) sunt valurile – unde cu lungimi de undă de câțiva metri, iar undele datorate tensiunii superficiale (unde de capilaritate) sunt încrețiturile apărute pe apă – unde cu lungimi de undă de câțiva centimetri și de foarte mică amplitudine. Dacă în apa de mare adâncime apar unde cu o singură lungime de undă, având crestele lungi, paralele și drepte, picăturile de apă de pe suprafață se mişcă descriind cercuri. Picăturile de apă de sub suprafața se mişcă descriind cercuri mai mici; raza cercurilor descreşte exponențial cu creşterea adâncimii ca în Fig. 5. Fie *x* şi *y* coordonatele poziției de echilibru a unei picături de lichid; *x* are valori de la $-\infty$ la $+\infty$ iar *y* are valori de la 0 (suprafața lacului) până la *h* (adâncimea lacului). În prezența undei, o anumită picătură de lichid suferă o mişcare; apare astfel o deplasare față de poziția de echilibru, deplasare având componentele $u_x(x,y,t)$ și $u_y(x,y,t)$ pe direcțiile *x* și respectiv *y*. Pentru unde în apa de mare adâncime, în care picăturile descriu cercuri, expresiile celor doua deplasări sunt:

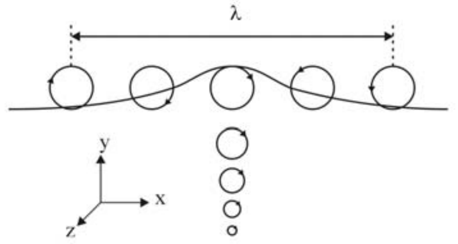

Fig. 5

$$u_x(x,y,t) = A\sin(\omega t - kx) f(y)$$
$$u_y(x,y,t) = A\cos(\omega t - kx) f(y)$$

Ce semnificații au mărimile ω *și k? ce legătură există între* ω *și* λ *?*

Dacă apa este incompresibilă, nu are bule iar masa sa se conservă, găsiți expresia analitică a funcției f(y).

c) Forța de revenire care acționează asupra unui mic volum de lichid care se întinde la echilibru pe distanța Δx de-a lungul direcției de propagare *Ox*, pe distanța *L* de-a lungul direcției crestelor și pe distanța Δy pe *Oy*, este egală cu produsul dintre aria $L\Delta y$ a feței acestui volum și diferența presiunilor hidrostatice de pe cele doua fețe (Fig. 6).

Dacă este cunoscută lungimea de unda λ *a undei de suprafață și accelerația gravitațională g, arătați că viteza de propagare a undei are expresia* $v = \sqrt{\dfrac{g\lambda}{2\pi}}$.

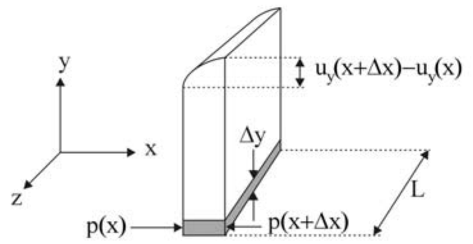

Fig. 6

d) Pentru situația în care cele două forțe de revenire sunt comparabile, viteza de propagare are în funcție de coeficientul de tensiune superficială σ şi de densitatea ρ expresia $v = \sqrt{\dfrac{g\lambda}{2\pi} + \dfrac{2\pi\sigma}{\rho\lambda}}$.

Determinați viteza de propagare minimă şi valoarea lungimii de undă corespunzătoare; aplicație numerică pentru $\sigma = 0{,}07\ \mathrm{N/m}$ *si* $\rho = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$.

Indicație:

Singura funcție $f:\Re \to \Re$ continuă şi derivabilă pentru care $f'(x) = C \cdot f(x)$ este $f(x) = e^{Cx}$

Conf. Univ. Dr. Adrian Dafinei – Universitatea Bucureşti

Notă:

Toate subiectele sunt obligatorii. Pentru fiecare subiect se acordă notă de la 10 la 1. Timp de lucru: 3 ore