OSILATORUL ARMONIC IDEAL

Teoria lucrării

Un resort elastic (pendul elastic) aproximează foarte bine un oscilator armonic ideal, dacă pierderile de energie datorate frecărilor sunt nule. Oscilatorul armonic ideal are o miscare periodica neamortizată. Este un sistem idealizat care nu se regăseşte în realitate. Este un model util în dezvoltarea teoriei.

Termenul de armonic provine de la funcțiile trigonometrice sinus şi cosinus (funcții armonice) care intervin în expresia legii de mişcare a oscilatorului.

Oscilatorul armonic ideal este format din corpul *C*, în care se presupune a fi concentrată toată masa sa, şi din resortul ataşat, considerat perfect elastic şi cu masa neglijabilă (zero), figura 1.

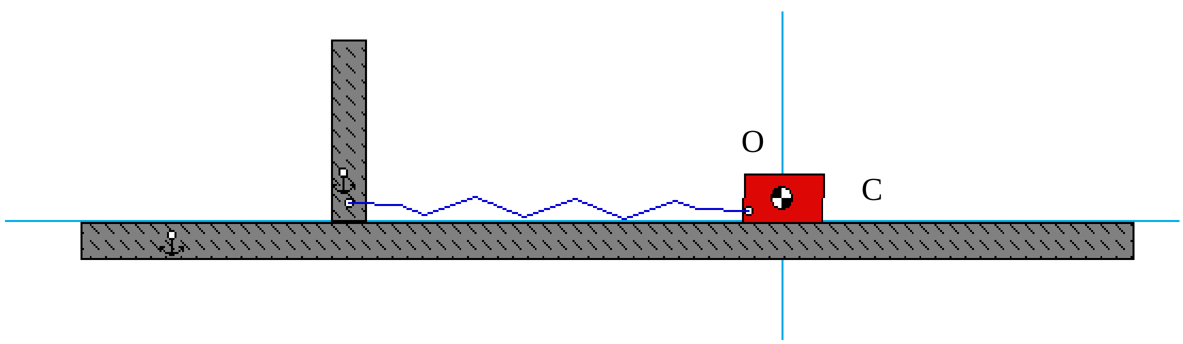

Fig.1.

Considerăm pendulul în mişcare pe o suprafață orizontală. Mişcarea are loc fără frecare cu aerul şi cu suprafața orizontală.

Inițial corpul *C* se află în stare de echilibru şi ocupă poziția *O*. Scos din starea de echilibru, pendulul începe să oscileze simetric față de poziția de echilibru *O*. În condiții ideale mişcarea pendulului este armonică neamortizată.

Legea de mişcare este dată de relația:

$x = A \sin \omega t,$

unde:

- x este coordonata oscilatorului la un moment dat;
- A este amplitudinea oscilației (elongația maximă);
- ω este viteza unghiulară,

$\omega = 2\pi\nu$

- ν este frecvența oscilațiilor (numărul oscilațiilor complete efectuate în unitatea de timp)

$T = \frac{1}{\nu}$

- T este perioada mişcării (durata unei oscilații coplete).

Expresia variației vitezei este:

$v = A\omega \cos \omega t$

iar relația de variație a accelerației este:

$a = - A\omega^2 \sin \omega t.$

Asupra sistemului acționează o forță elastică de forma:

$F = - k\, x$

Este forța elestică ce apare în resort, o forță de revenire a sistemului la starea de echilibru O.

- K este constanta elastică a resortului.

Din relația

$F = - kx = ma$ rezultă:

$- kA \sin \omega t = - mA\omega^2 \sin \omega t$

Prin simplificare se obține:

$k = m\, \omega^2$

Dacă ținem cont că $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$

Atunci expresia perioadei de oscilație a oscilatorului armonic ideal este:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Se observă că perioada T depinde de proprietățile inerțiale ale sistemului resort-corp (prin masa corpului, masa resortului fiindconsiderată zero) şi de proprietățile elastice (prin constanta elastică k) şi nu depinde de condițiile inițiale, adică de amplitudinea A a oscilațiilor.

Tema lucrării.

Verificarea relației $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ pentru un oscilator armonic ideal.

Aparate şi materiale necesare.

Resort (k = 100 N/m), corp (m = 10 kg), cronometru, aparat de determinarea coordonatei pe axa OX a corpului C.

Dispozitiv experimental.

Se realizează experimentul al cărui montaj este prezentat în figura 2.

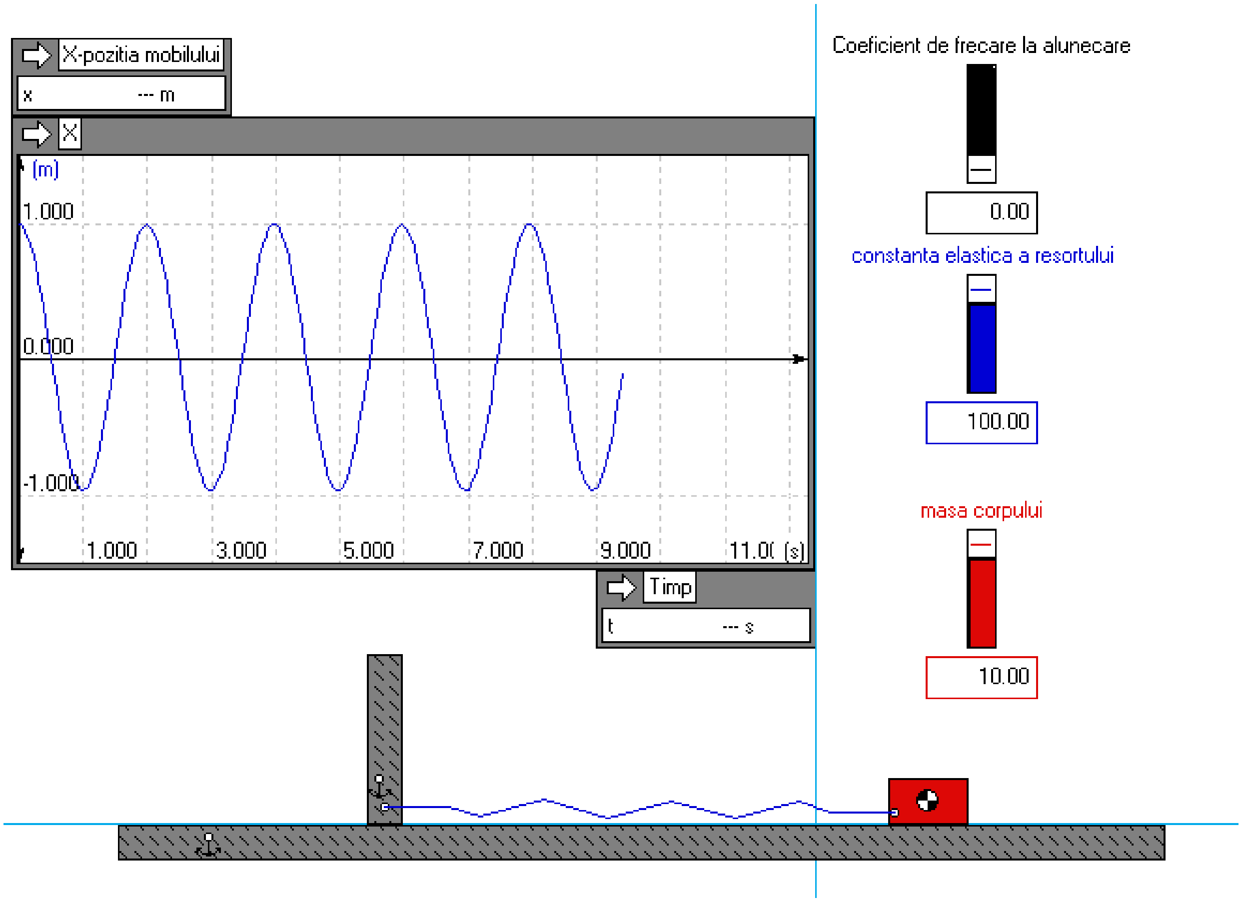

Fig. 2.

Procedeu experimental.

Se creează butoane de control pentru masa corpului, constanta elestică a resortului şi pentru coeficientul de frecare la alunecare dintre corp şi suprafaţa orizontală (are valoarea zero).

Butoanele de control sunt utile atunci când dorim să modificăm valorile acestor mărimi fizice.

Se scoate corpul *C* din poziția de echilibru la *A*=1m şi se lasă să oscileze. Se urmăreşte pe grafic variția în timp a coordonatei pe axa *OX* a corpului.

Datele obținute se trec în tabel.

Nr. det.	m (kg)	k $(\frac{N}{m})$	Nr. de oscilații complete n	Durata oscilațiilor t (s)	$T = \frac{t}{n}$ (s)	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (s)
1	10	100	5			
2	10	100	10			
3	10	100	15			

Se compară datele obținute pentru T din ultimele două coloane. Se repetă acelaşi set de determinări pentru o altă amplitudine inițială A = 1,5 m. Ce constatați? Depinde perioada de oscilație a oscilatorului de amplitudine sau nu?

Se micşorează masa corpului la jumatate din valoarea inițială (m = 0,5 kg, A=1,5 m). Ce valoare are T în acest caz?

Se păstrază masa m=0,5 kg şi amplitudinea A=1,5 m şi se modifică constanta elastică a resortului la k= 50 N/m. Perioada a crescut? De ce?

Datele se trec în tabelul următor:

Nr. det.	A (m)	m (kg)	k $(\frac{N}{m})$	Nr. de oscilații complete n	Durata oscilațiilor t (s)	$T = \frac{t}{n}$ (s)	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (s)
1	1	10	100	10			
2	1,5	10	100	10			
3	1,5	0,5	100	10			
4	1,5	0,5	50	10			