1. FENOMENE PERIODICE. PROCESE OSCILATORII ÎN NATURĂ ŞI ÎN TEHNICĂ.

Mişcarea oscilatorie este mişcarea executată de un corp, de o parte și de alta a unei poziții de echilibru. Mişcarea oscilatorie este cel mai răspândit tip de mişcare mecanică. **Numim *fenomen periodic* un fenomen care se repetă la intervale egale de timp. Intervalul de timp după care se repetă un fenomen periodic este *perioada* acestuia.**

Exemple de fenomene periodice:

Fig. 1 Mişcare de legănare

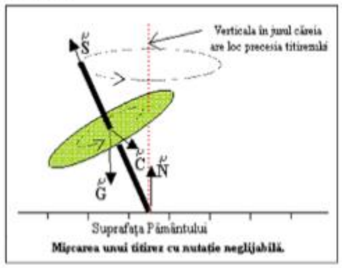

Fig. 2 Mişcarea de precesie

Fig. 3 Mişcarea de revoluţie a Pământului

Fig. 4 Mareele

Fig. 5 Diferite unelte (instrumente): periuţa electrică de dinţi, bormaşina, fierăstrăul pendular, linguriţa oscilantă, etc. execută mişcări periodice.

2. MĂRIMI CARACTERISTICE MIŞCĂRII OSCILATORII:

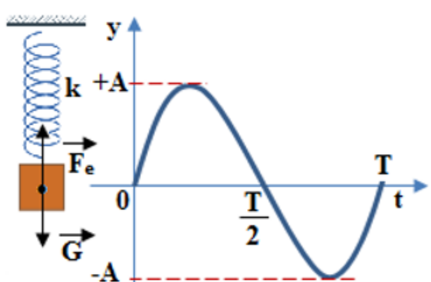

Fig. 10

1. ***Perioada*** *– timpul în care corpul execută o oscilaţie completă. Se notează cu **T** şi se măsoară în secunde, s.*
2. ***Frecvenţa*** *– numărul de oscilaţii complete efectuate în timp de o secundă. Se notează cu* υ *şi se măsoară* $\boldsymbol{1rot/s=1s^{-1}=1Hz}$.
3. ***Faza*** *– unghiul la centru. Se notează cu* $\omega t+\varphi_0$ *şi se măsoară în radiani,* ***rad***
4. ***Faza iniţială*** *– unghiul iniţial la centru. Se notează cu* φ_0 *şi se măsoară în radiani,* ***rad***.
5. ***Elongaţia*** *– distanţa, la un moment dat, faţă de poziţia de echilibru. Se notează cu **x**, sau cu **y** şi se măsoară în metri, **m**.*
6. ***Amplitudinea*** *– depărtarea maximă faţă depoziţia de echilibru. Se notează cu* $\pm A$ *şi se măsoară în metri,* ***m.***
7. ***Pulsaţia*** *– este, de asemenea, o mărime caracteristică fenomenelor periodice. Se notează cu* **ω,** este proporţională cu frecvenţa, conform relaţiei:

$$\omega=2\pi\upsilon=\frac{2\pi}{T} \qquad (1)$$

şi se măsoară în $\mathbf{1s^{-1}=1Hz}$.

OBSERVAȚIE

Un oscilator care execută mişcarea sub acțiunea unei forțe de forma $F = -ky$ este un oscilator armonic. Dacă traiectoria descrisă de oscilatorul armonic este o linie dreaptă, oscilatorul armonic se numește oscilator liniar armonic

<u>Observă identitatea!</u> $\boldsymbol{m\omega^2 = k}$ (6)

Introducând relaţia (6) în (1) se obţine formula perioadei **pendulului elastic,** alcătuit dintr-un corp de masă **m**, suspendat la capătul unui resort de constantă elastică **k,** (oscilatorului liniar armonic):

$$\boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} \qquad (7)$$

4. PENDULUL GRAVITAŢIONAL. (pendulul matematic, sau pendulul cu fir, sau pendulul simplu**)**

Este alcătuit dintr-un fir subţire, de masă neglijabilă, de lungime *l*, la capătul căruia este legat un corp de masă ***m***.

Forţa sub acţiunea căreia se execută mişcarea este:

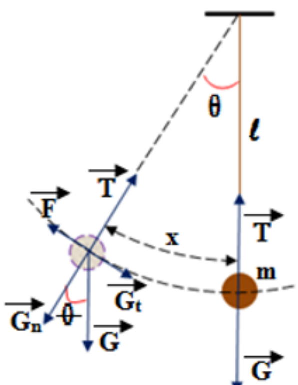

Fig. 12

$$\boldsymbol{F = -G_t = -mg\sin\theta} \qquad (8)$$

Pentru **θ** foarte mic, **θ<5°**(sau **0,09 rad),** *cazul micilor oscilaţii*, $\boldsymbol{\sin\theta \cong 1}$.

Dacă **θ** este exprimat în radiani, atunci arcul de cerc $\boldsymbol{x}$ are valoarea: $\boldsymbol{x = l\theta}$**.**

În acest caz forţa ***F*** va avea valoarea:

$$\boldsymbol{F \cong -mg\theta = -\frac{mg}{l}\cdot x = -kx} \qquad (9)$$

Unde am făcut notaţia evidentă:

$$\boldsymbol{\frac{mg}{l} = k} \qquad (10)$$

Introducând rel.(10) în rel. (7) obţinem **perioada pendulului gravitaţional izocron:**

$$\boldsymbol{T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}} \qquad (11)$$

OBSREVAŢIE: din rel. (9) deducem că şi ***pendulul gravitaţional este un oscilator armonic***. Observând traiectoria mişcării (Fig. 12) deducem că ***acest oscilator armonic nu este liniar***.

De asemenea, rel. (11) este valabilă pentru valori mici ale amplitudinii **(θ<5°), ceea ce reprezintă şi condiţia de izocronism**. Pentru amplitudini mari perioada **T** nu mai este constantă.

5. ENERGIA OSCILATORULUI ARMONIC.

Energia totală a oscilatorului armonic (pe care o vom numi în continuare **energia oscilatorului armonic**) este suma dintre energia potenţială E_p şi energia cinetică E_c ale acestuia.

Ţinând cont de rel. (2) şi (3) potenţială E_p şi energia cinetică E_c au valorile.

$$\boldsymbol{E_p = \frac{ky^2}{2} = \frac{kA^2\sin^2(\omega t + \varphi_0)}{2}} \quad \text{respectiv} \quad \boldsymbol{E_c = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2\cos^2(\omega t + \varphi_0)}{2}} \qquad (12)$$

Dacă adunăm cele două relaţii (12) şi ţinem cont de rel.(6) obţinem energia totală **E**:

$$\boldsymbol{E = E_p + E_c = \frac{kA^2}{2} = \frac{m\omega^2A^2}{2} = E_{p\,max.} = E_{c\,max.} = const.} \qquad (13)$$

OSCILAŢII MECANICE AMORTIZATE

Situaţiile prezentate până acum au avut în vedere oscilaţiile ideale, oscilaţii în care nu intervin forţe disipative. În aceste situaţii amplitudinea oscilaţiei poate rămâne constantă un timp îndelungat.

În realitate, datorită forţelor disipative, de exemplu forţele de frecare ale oscilatorului cu aerul, frecările din legături, frecările interioare, datorate deformărilor continue, etc., amplitudinea oscilaţiilor scade în timp…până la extincţie. În acest caz spunem că s-a produs amortizarea oscilaţiei, iar acest tip de oscilaţii se numesc oscilaţii amortizate. Forţele disipative au ca efect pierderi de energie pe parcursul oscilaţiei, astfel că după un anumit timp energia oscilatorului se pierde sub diferite forme, de exemplu sub formă de căldură.

Amortizarea oscilaţiilor se poate studia în două situaţii:

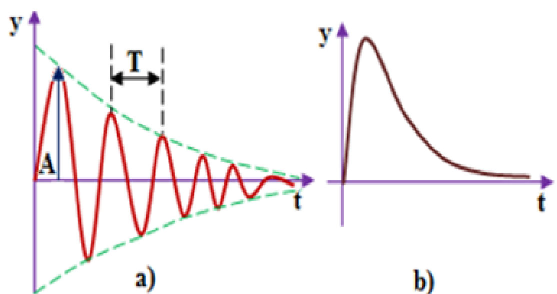

Fig. 15

1. **<u>Forţe disipative mici</u>**. În acest caz amplitudinea scade, poziţia de echilibru rămâne aceeaşi, iar perioada deşi se modifică foarte puţin, rămâne aproximativ constantă Fig. 15a). *Perioada mişcării amortizate se numeşte* ***pseudoperioadă,*** iar mişcarea se numeşte ***quasiperiodică***. Dacă forţele disipative sunt foarte mici, amortizarea se produce într-un timp foarte lung, iar perioada poate fi considerată constantă şi se poate aproxima cu perioada proprie de oscilaţie a oscilatorului.
2. **<u>Forţe disipative mari</u>**. În acest caz mişcarea este *aperiodică*, de tip undă de şoc, Fig. 15b).

OSCILAŢII MECANICE ÎNTREŢINUTE. OSCILAŢII MECANICE FORŢATE. REZONANŢA.

Pentru a compensa pierderile de energie forţelor disipative, asupra oscilatorului trebuie acţionat cu o forţă perturbatoare exterioară.

- Dacă forţa perturbatoare exterioară este continuă, oscilaţiile se numesc ***oscilaţii întreţinute***, de exemplu oscilaţiile unui ceas.
- Dacă forţa perturbatoare exterioară este periodică, oscilatorul va executa un nou tip de oscilaţii numite ***oscilaţii forţate***, de exemplu legănarea într-un balansoar, sau vibraţiile geamurilor de la ferestre când pe stradă trec utilaje foarte grele. ***În acest caz perioada şi frecvenţa oscilaţiilor forţate va fi perioada şi frecvenţa cu care este aplicată forţa perturbatoare.***

Sistemul care produce forţa perturbatoare exterioară se numeşte **excitator**, iar sistemul care primeşte acţiunea forţei perturbatoare se numeşte **excitat.** În această situaţie are loc un transfer de energie între cele două sisteme: **excitator** şi **excitat**.

Rezonanţa

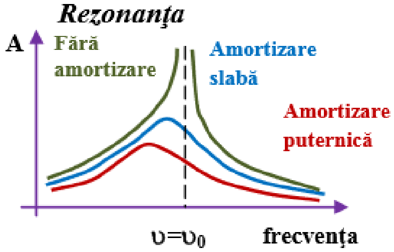

Fig. 16

Dacă frecvenţa **excitatorului** este foarte apropiată sau egală cu frecvenţa proprie de oscilaţie a **excitatului** are loc un proces de transfer maxim de energie între cele două sisteme. Acest fenomen se numeşte **rezonanţă.** În acest caz perioada excitatului rămâne aproximativ constantă, dar amplitudinea oscilaţiilor ia valori foarte mari, valori care pot tinde către infinit în cazul forţelor disipative foarte mici, Fig.16.

Acest fenomen este întâlnit în diferite domenii ale fizicii şi tehnologiei, precum: în transmisiunile radio-TV, în medicină sau în tehnică **<u>rezonanţa magnetică nucleară</u>** (RMN), sau **<u>rezonanţa electronică de spin</u>** (RES), vibraţiile diferitelor piese în mişcare ale maşinilor şi utilajelor în funcţiune defectuoasă.

De asemenea funcţionarea cuptorului cu microunde sau a laserului au la bază şi fenomenul de rezonanţă.