

STUDIUL DEFORMĂȚIEI ELASTICE A UNUI RESORT.

DETERMINAREA DENSITĂȚII CORPURILOR

CU AJUTORUL LEGII LUI ARHIMEDE

1. Breviar al cunoștințelor teoretice

1.1 Legea lui Hooke a deformărilor elastice

Un corp solid cristalin este alcătuit din atomi (molecule) aflați între ei la o *distanță de echilibru*. Dacă din exterior se aplică forțe asupra corpului, atunci această distanță se modifică. În cazul *deformărilor elastice*, în corp apar *forțe elastice* care se opun deformării și restabilesc distanța de echilibru dintre atomi.

Considerăm un fir cilindric care este supus unor deformări elastice sub acțiunea forței deformatoare \vec{F} (fig.1). Lungimea inițială a firului este l_0 iar alungirea este Δl . Aria secțiunii transversale este S_0 .

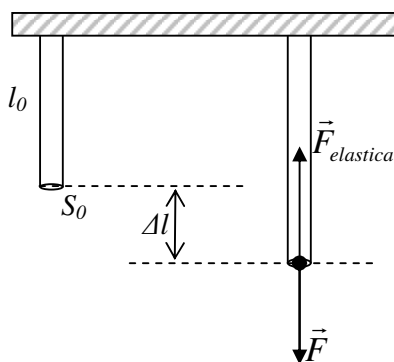


fig.1.

$$\vec{F}_{elastica} = -\vec{F}$$

$$\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{F l_0}{S_0} \quad (\text{Legea lui Hooke}) \quad (1)$$

$$\frac{F}{S_0} = \sigma \quad (\text{efort unitar}) \quad (2)$$

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \varepsilon \quad (\text{alungire relativă}) \quad (3)$$

$E = \text{modulul de elasticitate longitudinal}$
(modulul lui Young)

Legea lui Hooke poate fi scrisă sub forma:

$$F = \frac{E S_0}{l_0} \Delta l \Rightarrow \boxed{F = k \cdot \Delta l} \quad (4)$$

$$\text{în care } k = \frac{E S_0}{l_0} = \text{constanta de elasticitate a firului} \quad (5)$$

1.2 Densitatea unui corp

Densitatea unui corp este prin definiție raportul dintre masa și volumul său:

$$\rho_{corp} = \frac{m_{corp}}{V_{corp}}, \quad \langle \rho \rangle_{SI} = \frac{Kg}{m^3} \quad (6)$$

1.3 Legea lui Arhimede

Arhimede (287-212 î.e.n.), savant grec al lumii antice, a avut contribuții însemnate în fizică, matematică, astronomie și inginerie. Legea care-i poartă numele a fost descoperită în mod empiric (experimental) de către acesta.

Legea lui Arhimede: Un corp cufundat (total sau parțial) într-un fluid în repaus este împins pe verticală în sus de o forță egală cu greutatea fluidului dezlucuit de corp (fig.2).

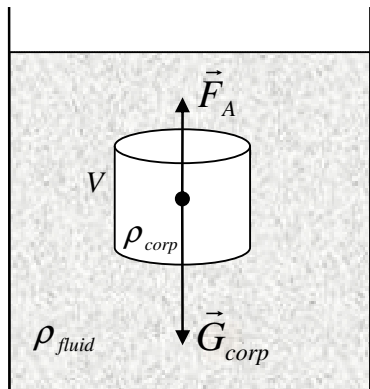


fig.2

$$\boxed{\vec{F}_A = -\vec{G}_{fluid}} \quad (\text{Legea lui Arhimede}) \quad (7)$$

$$F_A = G_{fluid} = m_{fluid} \cdot g \quad (8)$$

$$\boxed{F_A = \rho_{fluid} \cdot V \cdot g} \quad (9)$$

în care: V = volumul de fluid dezlucuit de corp

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ = accelerația gravitațională

Se disting următoarele situații:

$$\text{a) } F_A > G_{corp} \rightarrow \text{corpul se ridică la suprafața lichidului, } F_{ascensionala} = F_A - G_{corp} \quad (10)$$

$$\text{b) } F_A = G_{corp} \rightarrow \text{corpul plutește în fluid}$$

$$\text{c) } F_A < G_{corp} \rightarrow \text{corpul se scufundă} \Rightarrow G_{aparenta} = G_{corp} - F_A \quad (11)$$

Forța arhimedică este răspunzătoare de plutirea corpurilor.

Forța arhimedică are punctul de aplicație în centrul de greutate al lichidului dezlucuit iar greutatea corpului are punctul de aplicație în centrul de greutate al acestuia. În cazul corpurilor omogene complet scufundate, punctele de aplicație ale celor două forțe coincid.

2. Instalația experimentală

Materiale necesare:

- trepied, două tije metalice, clemă de fixare
- resort elastic
- cârlig cu suport pentru discuri crestate (masa cârlig cu suport: 10 g)
- discuri crestate cu masa 10 g fiecare
- vas cu apă (densitatea apei: 1000 Kg/m^3)
- corpuri din materiale diferite a căror densitate trebuie determinată

3. Principiul metodei

3.1 Determinarea constantei elastice a resortului elastic

Din relația (4) : $F = k \cdot \Delta l$ se obține : $k = \frac{F}{\Delta l}$ (12)

Constanta de elasticitate (k) poate fi determinată experimental cunoscând forța exterioară deformatoare \vec{F} (care este în acest caz greutatea discurilor crestate) și măsurând valoarea deformării elastice Δl .

Dacă cunoaștem constanta elastică a resortului, îl putem folosi pentru măsurarea forțelor necunoscute, măsurând alungirea acestuia ($F = k \cdot \Delta l$, k se cunoaște iar Δl se măsoară cu o riglă). În practică, acest instrument se numește *dinamometru* și poate fi gradat direct în Newtoni.

3.2 Determinarea densității materialului din care este confecționat un corp de formă oarecare

Cu ajutorul dinamometrului studiat anterior (§ 3.1) se poate măsura greutatea unui corp în aer (G_{corp}) și greutatea aparentă a corpului scufundat în apă ($G_{aparentă}$).

Din relația (11) obținem valoarea forței arhimedice: $F_A = G_{corp} - G_{aparentă}$ (13)

Din (9) se obține volumul corpului scufundat complet în apă: $V = \frac{F_A}{\rho_{fluid} \cdot g}$ (14)

În ipoteza în care corpul nu are cavități în interior, $V_{corp} = V$ și densitatea materialului din care este confecționat corpul este:

$$\rho_{corp} = \frac{m_{corp}}{V_{corp}} = \frac{\frac{G_{corp}}{g}}{V} = \frac{G_{corp}}{V \cdot g} \quad (15)$$

4. Mod de lucru

4.1 Mod de lucru pentru Determinarea constantei elastice a resortului

- se notează în *Tabelul 1* lungimea inițială a resortului (l_0)
- se fixează cârligul pentru discurile crestate de resortul elastic și se notează noua lungime a resortului (l)
- se adaugă succesiv discuri crestate pe cârlig notându-se în tabel masa totală și lungimea resortului pentru fiecare masă în parte
- se calculează alungirile ($\Delta l = l - l_0$)
- se reprezintă pe hârtie milimetrică graficul $F(\Delta l)$

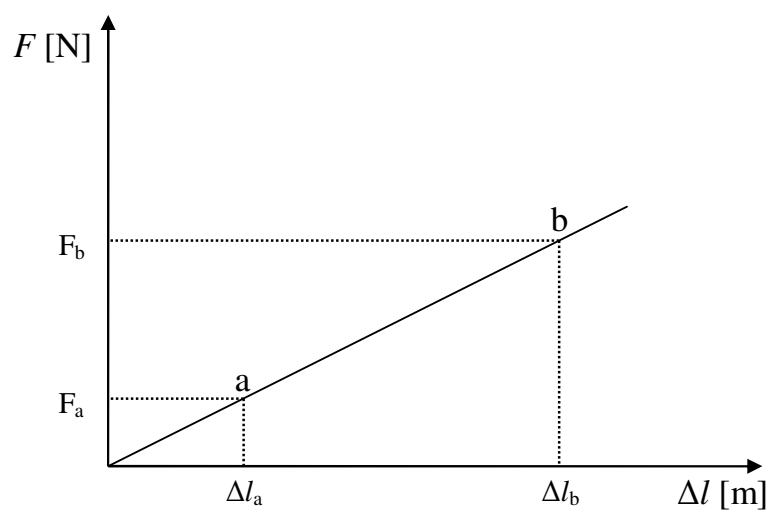


fig.3

- constanta elastică a resortului este egală cu panta drepte; pentru determinarea pantei, se aleg pe dreaptă două puncte cât mai depărtate (a și b din fig.3). Coordonatele acestor puncte se trec în formula de calcul a pantei:

$$k = \frac{F_b - F_a}{\Delta l_b - \Delta l_a} \quad (16)$$

Tabelul 1

Nr.crt	m [Kg]	$F = m g$ [N]	l_0 [m]	l [m]	Δl [m]	k [N/m]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

4.2 Mod de lucru pentru *Determinarea densității unui corp*

- se suspendă corpul de resort și se notează alungirea resortului (Δl);
- se calculează greutatea corpului cu formula: $G_{corp} = k \cdot \Delta l$
- se ridică vasul cu apă astfel încât corpul să fie scufundat complet în apă; se notează noua alungire a resortului (Δl_{apa});
- se calculează greutatea aparentă a corpului ($G_{aparentă}$)
- se calculează forța arhimedică: $F_A = G_{corp} - G_{aparentă}$
- se calculează volumul folosind expresia forței arhimedice: $F_A = \rho_{fluid} \cdot V \cdot g$
- se calculează densitatea corpului cu relația de definiție: $\rho_{corp} = \frac{m_{corp}}{V_{corp}}$

Tabelul 2

Aluminiu	Δl	G_{corp}	m_{corp}	Δl_{apa}	$G_{aparentă}$	F_A	V	ρ	$\bar{\rho}$
Nr.crt	[m]	[N]	[Kg]	[m]	[N]	[]	[]	[]	[]
1									
2									
3									

5. Întrebări

- 1) Care ar putea fi enunțul legii lui Hooke dată prin ecuația (1) ?
- 2) Care este enunțul legii lui Arhimede ?
- 3) Ce semnificație au mărimile care intervin în expresia legii lui Arhimede ? Care sunt unitățile lor de măsură în SI ? Completați *Tabelul 2* cu unitățile de măsură care lipsesc.
- 4) Cum am putea determina volumul *cavității interioare* a unui corp gol cunoscând densitatea lichidului și densitatea materialului din care este confecționat corpul ?