Cl. 9a - (S10.1) Legea lui Hooke. Forța elastică - ($\vec{F_e}$)

16.11.2020

pag. (80-83)

Obiective:

1). Exp. mintal pt. stabilirea lg. Hooke.
a) - $\Delta l_1 = ?$, $F \approx ct \approx l_0$; S - variabile.
b) $\Delta l_2 = ?$, $F \approx ct \approx S$; l_0 - variabil
c) $\Delta l_3 = ?$, $l_0 \approx ct \approx S$; F - variabil.
d) $\Delta l_4 = ?$, $l_0 \approx ct \approx S \approx F$

2) Stabilirea ec. pt. Legea Hooke.

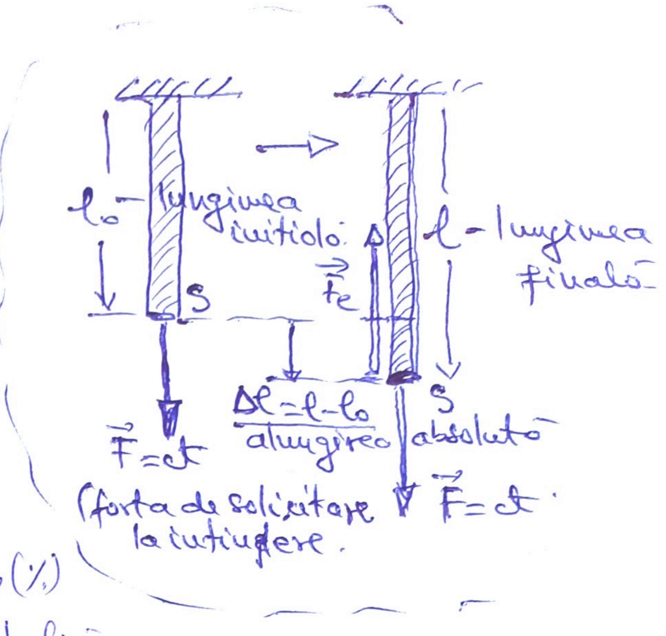
3). Semnificația constantei el, k = ?

4). Definițiile Lg. Hooke. (3 - variante)

5). efortul unitar, $\sigma = (F/S)$

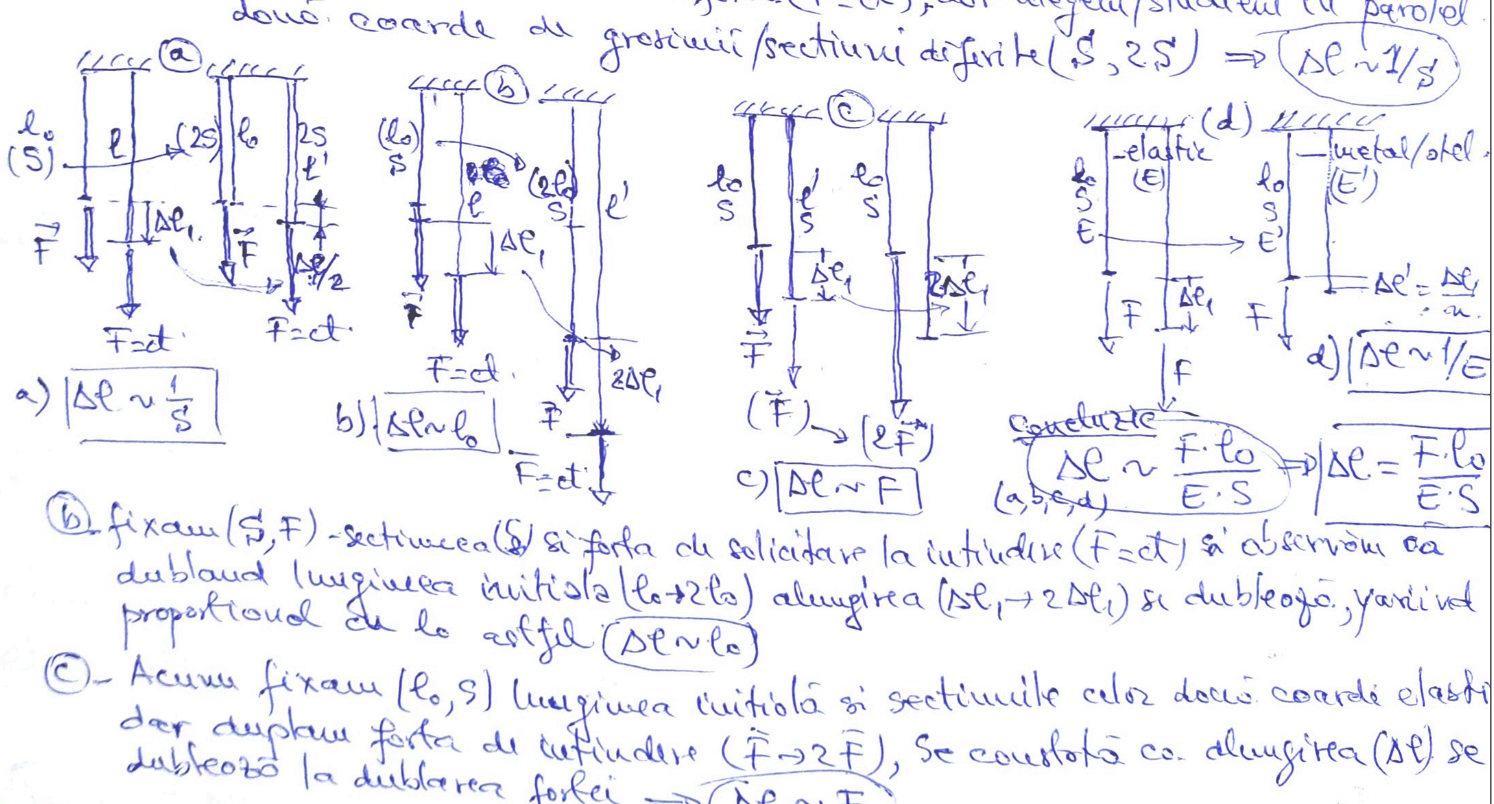
6). alungirea relativă, $\varepsilon = \left(\frac{\Delta l}{l_0}\right) = \left(\frac{l - l_0}{l_0}\right)$, (%)

7) legătura dintre lg. Hook și Fe forța elastică



Se realizează un experiment mintal/logic prin alegerea unei coarde elastice: l_0 - lungimea coardei inițiale, S - secțiunea/grosimea; l - lungimea finală; E - tipul de material. (Modulul lui Young); F - forța de solicitare/întindere

(a) fixam F, l și modificăm grosimea/secțiunea (S) a coardei suspendate de lungime (l_0) solicitată la întindere de forța (F = ct), dar alegem/studiem în paralel două coarde de grosimi/secțiuni diferite (S, 2S) $\Rightarrow$ ($\Delta l \sim 1/S$)



(b) fixam (S, F) - secțiunea (S) și forța de solicitare la întindere (F = ct) și observăm că dublând lungimea inițială ($l_0 \to 2l_0$) alungirea ($\Delta l_1 \to 2\Delta l_1$) se dublează, variind proporțional cu l_0 astfel ($\Delta l \sim l_0$)

(c) - Acum fixam (l_0, S) lungimea inițială și secțiunile celor două coarde elastice dar dublăm forța de întindere ($\vec{F} \to 2\vec{F}$), Se constată că alungirea (Δl) se dublează la dublarea forței $\Rightarrow$ ($\Delta l \sim F$)

(d) - Luam cele două coarde elastice, cu aceeași parametri identici (l_0, S, F) dar schimbăm materialele (1 - elastic, 2 - oțel) și le studiem alungirile funcție de tipul de material (prin dependența de E - modulul Young, ce le caracterizează). Cum (E'-oțel > E-elastic), Δl - variază invers proporțional (i.p) cu mărimea E ($\Delta l \sim 1/E$)

Concluzie: Dacă reunim cele 4 - dependențe (a, b, c, d) într-o singură relație obținem Legea Hooke

Deci: $\boxed{\Delta \ell = \ell - \ell_0}$, - alungirea absolută ($\Delta \ell$) a firului/corpului elastic variată d.p - direct proporțional cu ($F \cdot \ell_0$) - forța și lungirea inițială, și i.p - invers proporțional cu (S, E) - secțiunea/grosimea și tipul de material prin intermediul lui E - modulul de elasticitate Young

unde $\boxed{\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell_0}{E \cdot S} = (\ell - \ell_0)}$; (1).

ℓ_0(m) - lungirea inițială/nedeformată

ℓ(m) - lungimea finală/alungită

$\Delta \ell = (\ell - \ell_0)$ - alungirea absolută

epsilon $\varepsilon = \left(\frac{\Delta \ell}{\ell_0}\right) = \frac{1}{E} \cdot \left(\frac{F}{S}\right)$ (2)

ε - alungirea relativă; σ - efort unitar

$\boxed{\varepsilon_e = \left(\frac{\Delta \ell}{\ell_0}\right) = \left(\frac{\ell - \ell_0}{\ell_0}\right)} \rightarrow$ alungirea relativă (%) adimensională

S - secțiunea/grosimea, $\langle S \rangle_{SI} = m^2$

F - forța de întindere

E(N/m^2) - modulul de elasticitate Young al materialului elastic.

deci obținem ec. (3)

$\varepsilon = \left(\frac{\sigma}{E}\right)$ sau $\boxed{\sigma = \varepsilon \cdot E}$ (3)

$\boxed{\sigma = F/S, (N/m^2)}$ - efortul unitar < presiune / depresiune

sigma-mic

(σ, Σ) sigma mare.

Obs: cele 3 - formule încadrate, reprezintă cele 3 - forme ale leg. lui Hooke pe care urmează să le definim mai jos astfel:

(1) **Def. 1** (- Legile lui Hooke -)

Alungirea absolută ($\Delta \ell$) a unui corp/fir elastic, este (d.p) cu produsul dintre ($F \ell_0$) forța și lungirea inițială, și (i.p) cu produsul ($E \cdot S$) dintre modulul lui Young și secțiunea barei/firului elastic $\boxed{\Delta \ell = \frac{F \cdot \ell_0}{E \cdot S}}$ (1)

(2) **Def. 2**

Alungirea relativă ($\varepsilon = \Delta \ell / \ell_0$) a unui fir/bare elastice este (d.p) cu forța F și (i.p) cu produsul ($E \cdot S$) dintre modulul Young și secțiunea barei/firului

$$\boxed{\varepsilon_e = \left(\frac{\Delta \ell}{\ell_0}\right) = \frac{F}{E S}} \quad (2)$$

(3) **Def. 3**

Efortul unitar ($\sigma = F/S$) al unei bare/fir elastic este egal cu produsul dintre ($\varepsilon = \Delta \ell / \ell_0$) - alungirea relativă și E - modulul Young.

$$\boxed{\sigma = \varepsilon \cdot E} \quad (3)$$

Def. $\overline{F_e} = -K \cdot \overline{\Delta \ell}$ - forța elastică, care apare într-un corp/fir/bară elastic(ă) se opune deformării (-) fiind (d.p) cu alungirea abs ($\Delta \ell$) unde K - const. de elasticitate $\langle K \rangle_{S.I.} = \langle F / \Delta \ell \rangle = N/m$.

Semnificația lui K - const. elastice $\boxed{\vec{F_e} = -K \cdot \vec{\Delta \ell} = -K \cdot \vec{\Delta x} = -K \cdot \vec{\Delta y}}$

Rescriem leg. Hooke și scoatem $\vec{F} = \left(\frac{E \cdot S}{\ell_0}\right) \cdot \vec{\Delta \ell}$, forța din exp. (1)

o Comparăm cu: $\vec{F_e} = -K \cdot \vec{\Delta \ell}$ $\rightarrow$ $\boxed{K = \left(\frac{E \cdot S}{\ell_0}\right)}$

K - depinde (d.p) de ($E \cdot S$) și (i.p) de ℓ_0 ptr. o bară/fir/corp elastic sau resort/arc elastic.