

Studiul oscilațiilor amortizate. Determinarea perioadei oscilației.

Determinarea decrementului logaritm al oscilației (model sumar)

Scurtă parte teoretică

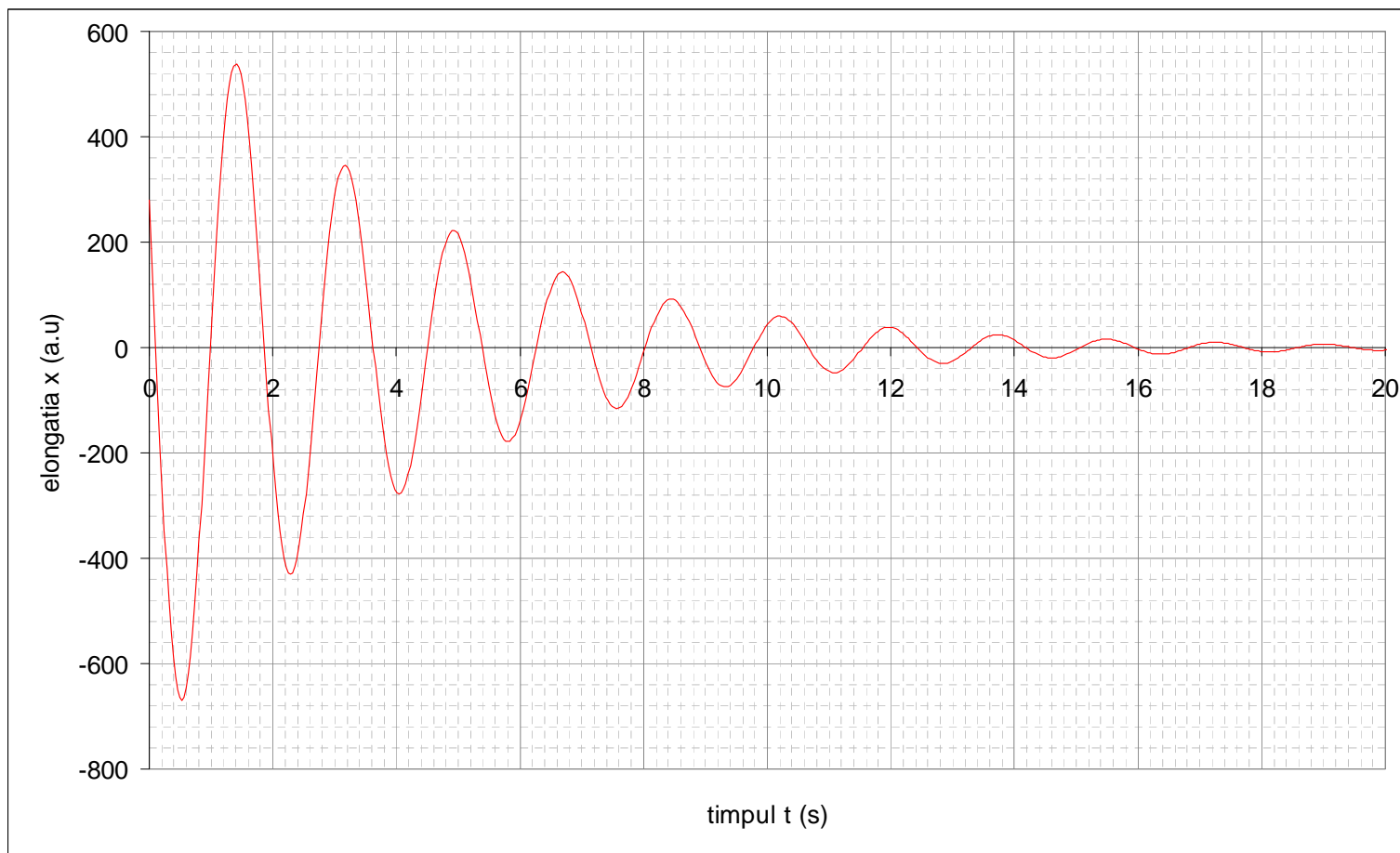
Avem un oscilator amortizat, de masă m , legat de un resort de constantă elastică k , și cu o forță de frecare (rezistență) de tip Stokes (fluidă) $F_r = -r \cdot v$.

Legea a 2-a a lui Newton este:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = -r \frac{dx}{dt} - kx, \text{ sau } \frac{d^2 x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$$

care, pentru amortizări mici, are soluția:

$$x(t) = A_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega_1 t + \varphi)$$



care este o funcție (cuasi)periodică, cu perioada $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$.

1. Determinarea perioadei oscilației amortizate

Pentru oscilația prezentată, oscilatorul trece prin poziția de echilibru la momentele (citite atât cât se poate de bine din graficul de mai sus al oscilației) 0,1 1,0 1,85 s șamd, trece prin poziția de minim la momentele 0,55 2,25 s șamd, trece prin poziția de maxim la momentele 1,4 3,15 s șamd...(recomandăm, pentru lucrarea de față, să nu se estimeze momentele trecerii prin poziția de echilibru).

Amplitudinile la trecerea prin minime/maxime succesive sînt 675 535 unități arbitrare (a.u.), șamd...

Știind că se scurge un sfert de perioadă între o trecere prin poziția de echilibru și o trecere prin maximumul/minimumul vecin, că se scurge o jumătate de perioadă între 2 treceri succesive prin poziția de echilibru,

sau între poziția de minim și poziția vecină de maxim – sau invers, sau că se scurge o perioadă între 2 treceri prin poziția de echilibru mergând în același sens, sau între 2 treceri succesive prin poziția de minim, sau între 2 treceri succesive prin poziția de maxim, se poate determina perioada oscilației, prin diverse metode: (calcul, apoi medie și abatere standard), (metoda grafică). Recomandăm alegerea metodei grafice (sau creativitate în cazul că se alege metoda prin calcul).

(Exemplu, $t_{\text{extremum}} = c + T_1 \cdot n$, unde T_1 este perioada și n este numărul oscilației, unde n poate fi întreg sau semiîntreg, ceea ce înseamnă o dependență liniară, cu panta T_1)

2. Determinarea decrementului logaritmic al oscilației

Numim extremul 0 (“zero”) de oscilație primul extremum, extremul 0,5 (“zero virgulă cinci”) următorul extremum, șamd (extremul 0 înseamnă primul extremum, extremul 0,5 înseamnă extremul după o jumătate de perioadă, extremul n înseamnă extremul după n perioade, șamd).

Se știe că $A_n = A(n) = A_0 e^{-\gamma n T_1} = A_0 e^{-\gamma T_1 n} = A_0 e^{-Dn}$, unde $D = \gamma T_1$ este decrementul logaritmic, sau $\ln A_n = \ln A_0 - D \cdot n$. Din reprezentarea grafică (pe care o recomandăm) $\ln A_n$ în funcție de n se obține D (este opusul pantei drepte de regresie, dependența teoretică a lui $\ln A_n$ în funcție de n fiind una liniară). (Se afișează în grafic ecuația drepte de regresie.) Atenție: în general (dar nu întotdeauna) panta are unități de măsură!

(Avem de asemenea $D = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}}$, sau $D = \frac{1}{n-m} \ln \frac{A_m}{A_n}$, $m < n$. O situație simplă, aplicabilă în cazul de față, este

$D = 2 \cdot \ln \frac{A_n}{A_{n+1/2}}$. Asta conduce la determinarea D prin calcul. Aici intervine de asemenea creativitatea. Totuși, metoda grafică este mai didactică, mai vizibilă, mai ușor de reținut.)

După ce se obține decrementul logaritmic se obține și coeficientul de amortizare $\gamma = \frac{D}{T_1}$, respectiv timpul de relaxare

$\tau = \frac{1}{\gamma}$. (Ce semnificație are timpul de relaxare? Verificați pe oscilație!)

3. Calculați perioada proprie a oscilațiilor neamortizate.

Nume și Prenume student, Grupa, data

Pentru pregătirea lucrării, se descarcă documentele

[http://www.physics.pub.ro/Referate/BN121/Oscilatii_mecanice_\(2016\).pdf](http://www.physics.pub.ro/Referate/BN121/Oscilatii_mecanice_(2016).pdf)

[http://www.physics.pub.ro/Referate/BN121/Oscilatii_mecanice_ANEXE_\(2016\).pdf](http://www.physics.pub.ro/Referate/BN121/Oscilatii_mecanice_ANEXE_(2016).pdf)

1. Fiecare student își află numărul oscilației repartizate în documentul **ac-1cc-2021-fizica-laborator-ordonare-studenti.pdf**
2. Fiecare student își ia propria sa oscilație din documentul **oscilatii_amortizate-laborator-studenti-ac.pdf** și o include în referat (a nu se omite numărul acesteia).
3. Concepe și completează tabelele adecvate pentru date.
4. Determină cât de bine poate perioada oscilației.
5. Determină cât de bine poate decrementul logaritmic. Pentru 1. și 2. include tabelele adecvate și graficele.
6. Calculează timpul de relaxare. Include rezultate de la punctele 1-3 în referat.
7. Încarcă pe Moodle referatul, de max 2 pagini, în format pdf, al acestei lucrări, cu numele generic 2021 AC s2 oscilatii Grupa Nume Prenume.pdf (exemplu : 2021 AC s2 oscilatii 311CC Ionescu Ion.pdf)