

Rodica Perjoiu, Ioana Stoica,
Mihaela Mariana Țura

**Cum să
reusești
fără să
TOCEȘTI
la fizică!**

Fenomene mecanice

Resurse:

p. 207, © *College Physics*, OpenStax,

Senior Contributing Authors

Paul Peter Urone, Professor Emeritus at California State University, Sacramento

Roger Hinrichs, State University of New York, College at Oswego

Contributing Authors

Kim Dirks, University of Auckland

Manjula Sharma, University of Sydney

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**PERJOIU, RODICA**

Cum să reușești fără să tocești la fizică! : fenomene mecanice / Rodica Perjoiu,

Ioana Stoica, Mihaela Țura. - Iași : Gama, 2020

ISBN 978-606-056-065-4

I. Stoica, Ioana

II. Țura, Mihaela

53

© Editura Gama, 2021

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și prin orice formă, punerea la dispoziția publică, inclusiv pe internet, în scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului drepturilor de autor constituie încălcări ale legislației referitoare la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc în conformitate cu legile în vigoare.

Editor: Diana Mocanu

Redactor-șef: Diana Soare

Corector: Alexandru Șerban

Tehnoredactor: Ruxandra Leonte

S

Z

I

E

F

D

C

Capitolul I • INTRODUCERE

I.1 Măsurarea mărimilor fizice	7
I.1.1. Erori de măsurare.....	9
<i>Erorile mărimilor aproximative</i>	10
I.1.2. Multiplii și submultiplii unităților de măsură.....	19
<i>Transformări între unități de arie</i>	20
<i>Transformări între unități de volum</i>	22
I.1.3. Măsurarea timpului.....	25
I.2. Mărimi fizice scalare și vectoriale	38

Capitolul II • FENOMENE MECANICE

II.1. Viteza și accelerația	49
II.1.1. Viteza.....	49
<i>Transformări ale unităților de măsură pentru viteză</i>	50
<i>Compunerea vitezelor</i>	58
II.1.2. Accelerația.....	66
II.1.3. Inerție. Masă. Densitate.....	77
II.2. Forțe. Echilibrul de translație	90
II.2.1. Tipuri de forțe.....	90
<i>Forța de frecare</i>	93
<i>Forța de contact</i>	94
<i>Tensiunea</i>	95
<i>Forța elastică</i>	95
II.2.2. Reprezentarea forțelor. Diagrama corpului liber (Free body diagrams).....	96

II.2.3. Condiția de echilibru de translație.....	100
II.3. Momentul forței. Echilibrul de rotație.....	119
II.4. Lucru mecanic. Randament. Energie.....	141
II.4.1. Lucrul mecanic.....	141
II.4.2. Puterea mecanică. Randamentul.....	152
<i>Randamentul mecanic.....</i>	<i>153</i>
<i>Randamentul mecanismelor simple.....</i>	<i>157</i>
II.4.3. Energia.....	168
<i>Energia cinetică.....</i>	<i>168</i>
<i>Energia potențială gravitațională.....</i>	<i>172</i>
<i>Energia potențială elastică.....</i>	<i>172</i>
<i>Energia mecanică.....</i>	<i>175</i>
II.5. Mecanica fluidelor.....	183

Pentru a ușura parcurgerea acestei lucrări, vei regăsi în interiorul fiecărui capitol și subcapitol următoarele etichete:

REȚINE



- ◆ **Breviar teoretic, care conține toate informațiile, de la cele simple la cele complexe, pentru tema respectivă.**

APLICĂ



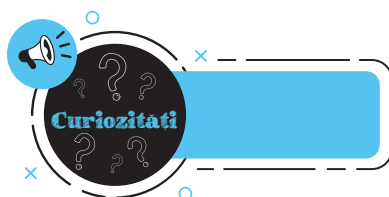
- ◆ **Exemple de probleme rezolvate, pe tipuri de probleme, pentru niveluri diferite.**

EXERSEAZĂ



- ◆ **Exerciții și probleme propuse (cu răspunsuri).**

La sfârșitul fiecărui capitol, vei regăsi lucruri interesante din lumea fizicii!



Introducere

I.1. Măsurarea mărimilor fizice



REȚINE

A **măsura** o mărime fizică **înseamnă a o compara** cu o altă mărime de aceeași natură aleasă **ca unitate de măsură**.

Stabilirea unităților de măsură se face prin convenții internaționale.

Sistemul Internațional de mărimi și unități (prescurtat **SI**) conține șapte mărimi fizice fundamentale și unitățile lor de măsură, numite unități fundamentale. Celelalte mărimi pe care le întâlnim în fizică și unitățile lor de măsură sunt mărimi și unități de măsură derivate.

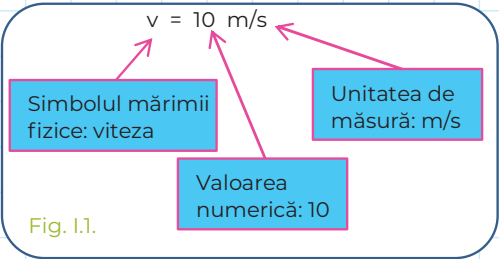
Mărimea fizică fundamentală	Simbolul mărimii fizice	Unitatea de măsură în SI	Simbolul unității de măsură
Lungimea	L sau l	metrul	m
Durata (timpul)	t	secunda	s
Masa	m	kilogramul	kg
Temperatura	T	kelvinul	K
Cantitatea de substanță	v	molul	mol
Intensitatea curentului electric	I	amperul	A
Intensitatea luminoasă	I _v	candela	cd

Pentru a exprima **mărimile fizice și unitățile de măsură corespunzătoare lor** se folosesc simboluri.

Astfel, pentru **unitatea de măsură a lungimii în SI** se folosește scrierea simbolică:

$$[l]_{SI} = m$$

Simbolul $[\ell]_{SI}$ se citește „unitatea de măsură pentru lungime în SI”. Pentru a exprima valoarea unei mărimi fizice trebuie să notezi: *simbolul mărimii fizice, valoarea numerică și unitatea de măsură* (vezi Fig. I.1).



Pentru exprimarea unor valori mai mari sau mai mici decât unitatea de măsură se folosesc multiplii sau submultiplii acesteia. În denumirea multiplilor și submultiplilor se folosesc prefixe care au anumite simboluri care indică diferiți factori de multiplicare (vezi Tabelul I.1).

Prefix	peta	tera	giga	mega	kilo	hecto	deca	1	deci	centi	mili	micro	nano	pico	femto	atto
Simbol	P	T	G	M	k	h	da		d	c	m	μ	n	p	f	a
Factor de multiplicare	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}

Tabel I.1 (prefixe pentru multipli și submultipli în sistemul zecimal)

Exemple de folosire: $2\text{ Tm} = 2 \cdot 10^{12}\text{ m}$, $4\text{ ns} = 4 \cdot 10^{-9}\text{ s}$.

Unitatea de măsură în SI pentru lungime este metrul ($[\ell]_{SI} = \text{m}$), pentru arie este metrul pătrat ($[S]_{SI} = \text{m}^2$), iar pentru volum este metrul cub ($[V]_{SI} = \text{m}^3$).

I.1.1. Erori de măsurare



REȚINE

Orice măsurare este afectată de erori. După cauza care le produce, erorile pot fi: sistematice, întâmplătoare sau grosolane.

1. Erorile sistematice au trei surse posibile:

a) Erori de observator: citirea indicațiilor instrumentului de măsură privind obic scala acestuia.

b) Erori de instrument: orice instrument de măsură are o scală indicatoare, astfel că nicio citire efectuată cu ajutorul acestei scale nu poate fi mai precisă decât jumătate din cea mai mică diviziune a scalei.

c) Erori de metodă: în timpul efectuării măsurării, sistemul măsurat interacționează cu instrumentul de măsură, ceea ce modifică rezultatul măsurătorii.

Oricare ar fi cauzele erorilor sistematice, ele au o caracteristică comună: se admite că valoarea unei măsurători individuale este aceeași ori de câte ori repetăm măsurarea, deci și eroarea este aceeași.

2. Erorile întâmplătoare apar din cele mai diverse cauze. De multe ori ele sunt atât de mici, încât efectul lor nu poate fi sesizat (variația temperaturii în procesul de măsurare, modificări ale legii de mișcare din cauza unor curenți slabi de aer etc.).

3. Erorile grosolane apar în urma deteriorării condițiilor principale ale măsurării. De exemplu: citirea incorectă a unui instrument de măsurare din cauza iluminării insuficiente a locului de muncă, folosirea unor instrumente defecte, sau procedee de măsură care conduc la apariția în setul de date experimentale a unor valori care diferă foarte mult de majoritatea celorlalte date.

Caracteristica esențială a erorilor grosolane este aceea că ele implică valori măsurate care se abat foarte mult de la o valoare medie. **Erorile grosolane se elimină la începutul operației de analiză a rezultatelor** și, pe cât posibil, se înlocuiesc cu valori găsite în urma altor măsurători, efectuate în condiții corecte.

Erorile mărimilor aproximative

Măsurarea unei mărimi fizice

Măsurarea unei mărimi fizice se face comparând acea mărime cu o mărime de același fel, aleasă prin convenție ca unitate de măsură.

Pentru măsurarea unei mărimi fizice, trebuie stabilite: unitatea de măsură, procedeul de măsurare și instrumentul de măsură.

Fie X – valoarea adevărată a unei mărimi fizice, iar x – rezultatul măsurării.

Eroarea absolută: $\Delta x = x - X$ (diferența dintre rezultatul măsurării, x , și valoarea adevărată a mărimii măsurate, X).

Prin urmare, valoarea adevărată este cuprinsă în intervalul:

$$x - |\Delta x| \leq X \leq x + |\Delta x|$$

Eroarea relativă a valorii aproximative: $\delta = \frac{|\Delta x|}{X}$, pentru $X \neq 0$.

Eroarea relativă procentuală: $\delta_{\%} = \frac{|\Delta x|}{X} \cdot 100$.

Exactitatea unui rezultat este o măsură a apropierii valorii numerice a rezultatului față de valoarea adevărată. Exactitatea este, deci, o măsură a corectitudinii unui rezultat.

Precizia unui experiment arată cât de exact a fost determinat rezultatul experimentului:

$$P = \frac{1}{|\delta|}$$

Valoarea medie a mărimii fizice măsurate reprezintă rezultatul cel mai apropiat de valoarea adevărată și se calculează ca media aritmetică a celor n valori măsurate:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Eroarea absolută față de valoarea medie (numită și *eroare de măsură*) este modulul diferenței dintre valoarea măsurată,

x_n și valoarea medie, $\bar{x}$:

$$|\Delta x_n| = |x_n - \bar{x}|$$

Eroarea absolută medie reprezintă media aritmetică a erorilor absolute față de valoarea medie a tuturor citirilor:

$$|\overline{\Delta x}| = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots + |\Delta x_n|}{n}$$

Rezultatul măsurării mărimii fizice: $x = \bar{x} \pm \overline{\Delta x}$

O măsurare este cu atât mai precisă cu cât eroarea absolută și respectiv eroarea relativă sunt mai mici.

Cifre semnificative

Valoarea numerică a unei mărimi fizice măsurate trebuie să conțină atâtea cifre câte sunt semnificative pentru măsurătoarea efectuată. **O cifră semnificativă este oricare cifră 1, 2, ..., 9, a unui număr care este folosită pentru a arăta mărimea numărului, indiferent de virgulă.** Cifra zero se consideră semnificativă dacă se află în interiorul numărului întreg sau la dreapta acestuia.