

Ministerul Educației

art Klett

Victor Stoica  
Corina Dobrescu  
Florin Măceșanu  
Ion Băraru



# Fizică

## Clasa a VII-a



Acest manual este proprietatea Ministerului Educației.

Acest manual școlar este realizat în conformitate cu Programa școlară aprobată prin Ordinul ministrului educației naționale nr. 3393/28.02.2017.

119 – număr unic de telefon la nivel național pentru cazurile de abuz împotriva copiilor

116.111 – numărul de telefon de asistență pentru copii

Victor Stoica  
Corina Dobrescu  
Florin Măceșanu  
Ion Băraru



# Fizică

## Clasa a VII-a



Manualul școlar a fost aprobat de Ministerul Educației prin ordinul de ministru nr. 5420/04.07.2024.

Manualul este distribuit elevilor în mod gratuit, atât în format tipărit, cât și în format digital, și este transmisibil timp de patru ani școlari, începând din anul școlar 2024-2025.

Inspectoratul Școlar .....  
Școala/Colegiul/Liceul .....

ACEST MANUAL A FOST FOLOSIT DE:

| Anul | Numele elevului | Clasa | Anul școlar | Aspectul manualului* |            |                |            |
|------|-----------------|-------|-------------|----------------------|------------|----------------|------------|
|      |                 |       |             | format tipărit       |            | format digital |            |
|      |                 |       |             | la primire           | la predare | la primire     | la predare |
| 1    |                 |       |             |                      |            |                |            |
| 2    |                 |       |             |                      |            |                |            |
| 3    |                 |       |             |                      |            |                |            |
| 4    |                 |       |             |                      |            |                |            |

\* Pentru precizarea aspectului manualului se va folosi unul dintre următorii termeni: **nou**, **bun**, **îngrijit**, **neîngrijit**, **deteriorat**.

- Cadrele didactice vor verifica dacă informațiile înscrise în tabelul de mai sus sunt corecte.
- Elevii nu vor face niciun fel de însemnări pe manual.

**Referenți științifici:**

**Valentin BARNA**, profesor universitar doctor, Universitatea din București

**Delia Davidescu**, profesor doctor, gradul didactic I, Liceul Internațional de Informatică, București

Coordonator redacție: Cătălin Georgescu

Editor-coordonator: Ionuț Popa

Redactori: Irina Munteanu, Ionuț Popa

Design: Faber Studio

Tehnoredactor: Florin Paraschiv

Activități digitale interactive și platformă e-learning: Learn Forward Ltd. Website: <https://learnfwd.com>

Înregistrări și procesare sunet: ML Systems Consulting

Voci: Camelia Pintilie

Credite video: Dreamstime, Pixabay

Filmări: SC Film Experience SRL

Ilustrații și fotografii: © Shutterstock: 7, 16, 18, 22, 24, 28, 48, 51, 62, 70, 75, 78, 79, 80, 87, 94, 100, 101, 108, 111, 113, 114, 115, 116, 120, 121, 123, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 135, 137

© Dreamstime: 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 49, 51, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 102, 105, 109, 121, 124

© Science Photo Library/Guliver: 18, 20, 22, 70, 87, 114, 122, 125, 126, 131, 135

© Corina Dobrescu, Victor Stoica, Florin Măceșanu, Ion Băraru

ISBN 978-606-076-822-7

Pentru comenzi puteți contacta Departamentul Difuzare

C.P. 12, O.P. 63, cod poștal 014880, sector 1, București

Telefoane: 021.796.73.83, 021.796.73.80

Fax: 021.369.31.99

[www.art-educational.ro](http://www.art-educational.ro)

Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate Editurii Art Klett.

Nicio parte a acestei lucrări nu poate fi reprodusă, stocată ori transmisă, sub nicio formă (electronic, mecanic, fotocopiere, înregistrare sau altfel), fără acordul prealabil scris al editurii.

© Editura Art Klett, 2024

# Cuvânt-înainte

Fizica este una dintre științele care ne ajută să înțelegem complexitatea lumii înconjurătoare, explicând evoluția sistemelor, a fenomenelor și a proceselor din natură. De asemenea, fizica stă la baza tuturor tehnologiilor și dispozitivelor moderne utilizate atât în cercetările științifice, cât și în viața cotidiană. În ciuda descoperirilor importante din ultimele secole, există încă probleme deschise în fizică. Poate că o parte dintre elevii de azi vor deveni cercetătorii de mâine, care vor propune rezolvări pentru aceste probleme. Dar însușirea noțiunilor de bază din domeniul fizicii va permite fiecărui elev o adaptare mai rapidă la cerințele societății complexe în care trăim.

În acest context, autorii manualului au încercat să pună la dispoziția profesorilor și a elevilor de gimnaziu un ghid util în studierea fizicii, realizat pe baza programei școlare în vigoare. Fiecare lecție a fost concepută astfel încât elevul să observe, apoi să investigheze fenomenele și procesele fizice cu ajutorul experimentului, iar la final să formuleze concluzii.

S-a urmărit, pe de o parte, ca experimentele și exemplele propuse să fie legate de realitatea înconjurătoare, pentru a-i motiva astfel pe elevi să-și însușească noțiunile respective și să-și dezvolte o gândire logică și abilități de lucru în echipă. Pe de altă parte, s-a urmărit ca efectuarea temelor experimentale să necesite resurse materiale accesibile și să fructifice oportunitățile oferite de dispozitivele inteligente.

În clasa a VII-a elevul parcurge într-o manieră sistematică studiul fenomenelor mecanice, însă la un nivel superior clasei precedente, nivel adecvat capacității lui de înțelegere, de abstractizare și care face apel la competențele dobândite prin studiul celorlalte discipline din aria curriculară „Matematică și științe ale naturii“.

Pentru că manualul se adresează unor elevi care nu sunt la prima experiență în învățarea fizicii, dar ale căror competențe sunt la un nivel incipient, tratarea a urmărit toate etapele de abordare propuse de programa școlară: proiectarea investigației științifice, interpretarea științifică a datelor și a dovezilor, explicarea științifică a fenomenelor.

Pe lângă formulările unor legi fizice de bază și ale unor noțiuni folosind limbajul matematicii, elevii care manifestă interes suplimentar pentru studierea fizicii vor întâlni în această lucrare probleme care, fără să meargă dincolo de competențele logico-matematice specifice clasei, deschid drumul către performanță. Problemele propuse, temele pentru investigații și eventuale dezbateri, proiectele teoretice și experimentale constituie atât metode adresate elevilor pentru formarea competențelor specifice, cât și metode diverse de evaluare, utile pentru profesori. Nu în ultimul rând, autorii consideră de interes informațiile cu caracter științific, istoric și bibliografic oferite în cadrul fiecărei unități de învățare.

Structurarea lucrării pe șase unități de învățare corespunde întru totul programei școlare, iar modul în care au fost sistematizate conținuturile a urmărit, pe lângă o expunere coerentă, și posibilitatea sintetizării noțiunilor, pentru a fi reținute mai ușor. Metodele de lucru propuse în manual dau posibilitatea colegilor profesori să realizeze un demers didactic bazat pe strategii euristice, care să centreze activitatea didactică la nivelul elevilor.

În elaborarea lucrării s-a ținut cont de standardele metrologice în vigoare impuse de Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, publicate în *The International System of Units (SI)*, ediția a IX-a, decembrie 2022.




Autorii speră că această lucrare îi va sprijini pe elevi în observarea și înțelegerea lumii din care fac parte și le va crea motivații semnificative pentru a performa în activități din domeniul științific, specifice societății cunoașterii.

Autorii

# Prezentarea manualului

Manualul cuprinde:

**varianta tipărită + varianta digitală**, similară cu cea tipărită, care cuprinde, în plus, peste 100 de AMII, activități multimedia interactive de învățare.

-  Activitate statică, de ascultare activă și observare dirijată a unei imagini semnificative
-  Activitate animată (filmuleț sau scurtă animație)
-  Activitate interactivă, de tip exercițiu sau joc, în urma căreia elevul are feedback imediat

Modern, perfect adaptat formării și dezvoltării de competențe, manualul îi propune elevului de gimnaziu un model didactic bazat pe învățarea prin investigație.

Pe lângă abordarea fenomenelor și a proceselor specifice fizicii, lucrarea prezintă, pentru fiecare temă, legătura acestora cu realitatea cotidiană. În acest fel i se oferă elevului șansa de a conecta experiența personală, imediată, din orizontul apropiat și local, cu mecanismele generale ale realității fizice din jur.

Manualul este structurat pe șase unități de învățare:

- 1. Concepte și modele matematice de studiu în fizică**, în care elevul află despre etapele realizării unui experiment și despre tipurile de mărimi fizice;
- 2. Fenomene mecanice. Interacțiuni**, unde sunt prezentate exemple de forțe și modul în care acestea acționează asupra unui corp;

## Manualul este structurat în 6 unități de învățare



## Structura unității de învățare:

### 6 Echilibrul corpurilor și energia potențială

**Observație**

Observați atenție și discutați cu profesorii și colegii despre fiecare dintre imaginile de mai jos. Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă? Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă? Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă?

**Observație**

Observați atenție și discutați cu profesorii și colegii despre fiecare dintre imaginile de mai jos. Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă? Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă?

**Observație**

Observați atenție și discutați cu profesorii și colegii despre fiecare dintre imaginile de mai jos. Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă? Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă?

**Observație**

Observați atenție și discutați cu profesorii și colegii despre fiecare dintre imaginile de mai jos. Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă? Ce se întâmplă în fiecare dintre ele? Ce se observă?

## lecție de predare-învățare

### Echilibrul corpurilor și energia potențială

**2. Studiarea echilibrului unor corpuri înclinate**

**Material necesare:** cilindru din lemn (Imaginea 10), corp deformabil prevăzută cu cu plumb (Imaginea 10).

**Modul de lucru**

1. **Observație**

2. **Observație**

3. **Observație**

4. **Observație**

5. **Observație**

6. **Observație**

7. **Observație**

8. **Observație**

9. **Observație**

10. **Observație**

11. **Observație**

12. **Observație**

13. **Observație**

14. **Observație**

15. **Observație**

16. **Observație**

17. **Observație**

18. **Observație**

19. **Observație**

20. **Observație**

21. **Observație**

22. **Observație**

23. **Observație**

24. **Observație**

25. **Observație**

26. **Observație**

27. **Observație**

28. **Observație**

29. **Observație**

30. **Observație**

31. **Observație**

32. **Observație**

33. **Observație**

34. **Observație**

35. **Observație**

36. **Observație**

37. **Observație**

38. **Observație**

39. **Observație**

40. **Observație**

41. **Observație**

42. **Observație**

43. **Observație**

44. **Observație**

45. **Observație**

46. **Observație**

47. **Observație**

48. **Observație**

49. **Observație**

50. **Observație**

51. **Observație**

52. **Observație**

53. **Observație**

54. **Observație**

55. **Observație**

56. **Observație**

57. **Observație**

58. **Observație**

59. **Observație**

60. **Observație**

61. **Observație**

62. **Observație**

63. **Observație**

64. **Observație**

65. **Observație**

66. **Observație**

67. **Observație**

68. **Observație**

69. **Observație**

70. **Observație**

71. **Observație**

72. **Observație**

73. **Observație**

74. **Observație**

75. **Observație**

76. **Observație**

77. **Observație**

78. **Observație**

79. **Observație**

80. **Observație**

81. **Observație**

82. **Observație**

83. **Observație**

84. **Observație**

85. **Observație**

86. **Observație**

87. **Observație**

88. **Observație**

89. **Observație**

90. **Observație**

91. **Observație**

92. **Observație**

93. **Observație**

94. **Observație**

95. **Observație**

96. **Observație**

97. **Observație**

98. **Observație**

99. **Observație**

100. **Observație**

### Echilibrul corpurilor și energia potențială

**3. Studiarea echilibrului unor corpuri înclinate**

**Material necesare:** cilindru din lemn (Imaginea 10), corp deformabil prevăzută cu cu plumb (Imaginea 10).

**Modul de lucru**

1. **Observație**

2. **Observație**

3. **Observație**

4. **Observație**

5. **Observație**

6. **Observație**

7. **Observație**

8. **Observație**

9. **Observație**

10. **Observație**

11. **Observație**

12. **Observație**

13. **Observație**

14. **Observație**

15. **Observație**

16. **Observație**

17. **Observație**

18. **Observație**

19. **Observație**

20. **Observație**

21. **Observație**

22. **Observație**

23. **Observație**

24. **Observație**

25. **Observație**

26. **Observație**

27. **Observație**

28. **Observație**

29. **Observație**

30. **Observație**

31. **Observație**

32. **Observație**

33. **Observație**

34. **Observație**

35. **Observație**

36. **Observație**

37. **Observație**

38. **Observație**

39. **Observație**

40. **Observație**

41. **Observație**

42. **Observație**

43. **Observație**

44. **Observație**

45. **Observație**

46. **Observație**

47. **Observație**

48. **Observație**

49. **Observație**

50. **Observație**

51. **Observație**

52. **Observație**

53. **Observație**

54. **Observație**

55. **Observație**

56. **Observație**

57. **Observație**

58. **Observație**

59. **Observație**

60. **Observație**

61. **Observație**

62. **Observație**

63. **Observație**

64. **Observație**

65. **Observație**

66. **Observație**

67. **Observație**

68. **Observație**

69. **Observație**

70. **Observație**

71. **Observație**

72. **Observație**

73. **Observație**

74. **Observație**

75. **Observație**

76. **Observație**

77. **Observație**

78. **Observație**

79. **Observație**

80. **Observație**

81. **Observație**

82. **Observație**

83. **Observație**

84. **Observație**

85. **Observație**

86. **Observație**

87. **Observație**

88. **Observație**

89. **Observație**

90. **Observație**

91. **Observație**

92. **Observație**

93. **Observație**

94. **Observație**

95. **Observație**

96. **Observație**

97. **Observație**

98. **Observație**

99. **Observație**

100. **Observație**

## Structura lecției: Un parcurs de învățare coerent și eficient în 7 pași didactici

### Știu deja

Această secvență permite recapitularea unor cunoștințe învățate la Fizică, în clasa a VI-a.

### Observ

Elevul își pune primele întrebări referitoare la ceea ce urmează să descopere în noua lecție.

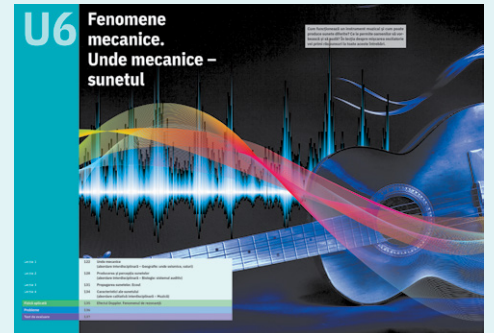
### Experimentez

Experimentele, propuse în număr generos, pot fi realizate de către elevi și profesor cu dispozitive aflate la îndemână. Prin intermediul acestei rubrici elevii învață cum să descifreze informațiile fizice ascunse în fenomenele cotidiene. După experiment, urmează o concluzie, care oferă sinteza fenomenului studiat.

- Fenomene mecanice. Lucrul mecanic. Energie**, în care se vorbește despre diferite tipuri de energie și despre metode de conversie a energiei mecanice;
- Fenomene mecanice. Echilibrul corpurilor**, în care elevul află despre echilibrul de translație și echilibrul de rotație, dar și despre mecanisme utile precum pârgurile și scripeteii;
- Fenomene mecanice. Statica fluidelor**, în care sunt descrise presiunea hidrostatică și presiunea atmosferică și legile descoperite de Pascal și Arhimede;
- Fenomene mecanice. Unde mecanice – sunetul**, în care elevul află despre modul în care se produc și se percep sunetele.

Butoane folosite în varianta digitală

|  |  |  |                                  |
|--|--|--|----------------------------------|
|  | Butonul CUPRINS                                |  | Mod de afișare comutare automată |
|  | Mod de afișare 2 pagini (tip carte)            |  | Butonul NOTIȚE                   |
|  | Butonul ECRAN COMPLET                          |  | Secțiunea AJUTOR                 |
|  | Mod de afișare pagină lată (pagină sub pagină) |  | Navigare către pagina precedentă |
|  | Mod de afișare digital responsive              |  | Navigare către pagina următoare  |



fizică aplicată

**Echilibrul mecanic... de acasă**

**FIZICĂ APPLICATĂ**

În viața cotidiană se întâlnesc foarte multe aplicații practice ale echilibrului mecanic, atât de translație cât și de rotație, pentru diverse corpuri. De aceea, se pot face experimente interesante care se încep cu se găsește în casă.

Pentru a ilustra o anumită aplicație de lucru, pot fi suspendate câteva țeluri cu ajutorul scripetelor fixe și mobile. De exemplu, deasupra binului se poate realiza un sistem format din scripete, cu ajutorul cărora se pot poziționa două țeluri la niveluri diferite față de bin. Una dintre țeluri poate produce lumina mai puternică decât cealaltă și astfel se poate realiza o iluminare diferită a zonei de lucru (figura 3). Considerând scripete foarte ușor și fără frecare, pentru ca sistemul de iluminare să fie în echilibru, raportul dintre masele celor două țeluri trebuie să aibă valoarea  $\frac{1}{4}$ , datorită celor două scripete mobile.

În camera de lucru sunt necesare etajere pentru cărți, fațete de perete sau tablouri. Una dintre etajere este conectată la un material ușor și rezistent și este fixată cu suruburi de un perete vertical, care necesită până la o forță de tracțiune  $F = 300\text{ N}$ . Pe etajaj se pot pune mai multe cărți, ca în figura 4.

Cărțile au împreună o masă  $m$  de aproximativ  $4\text{ kg}$  și sunt în echilibru de rotație. Condiția de echilibru de rotație a etajerei cu cărți în relație cu punctul S este:  $F \cdot a = G \cdot b$ , înțelegând masa etajerei în relație cu masa cărților puse pe ea.

Masa maximă a cărților care poate fi susținută de etajaj, dacă acestea sunt așezate ca în figura 2, este dată de relația:  $m_{\text{max}} = \frac{F \cdot a}{g \cdot b} = 100\text{ kg}$ . Dacă lungimea unei cărți este de aproximativ  $l = 24\text{ cm}$ , depinde de modul în care se acționează asupra percheului din perete în funcție de distanța la care se află pachetul de cărți cu masa  $m$  față de punctul S este:  $F = \frac{m \cdot g \cdot b}{a}$ , unde  $x = \frac{b}{a}$ . Graficul acestei dependențe este linia și este reprezentat în figura 3.

În imaginea 4 sunt reprezentate mai multe obiecte ce se utilizează în gospodărie și a căror funcționare se poate explica utilizând noțiunile teoretice referitoare la echilibrul mecanic. Iată aceste obiecte: un ciocan, o cheie franceză, un clește de bucătărie, o mână, o cârmă pentru vasa din sticlă, o pensetă, un scripete, o foarfecă, o balanță cu brațe egale, un dispozitiv pentru studierea oscilațiilor unei sfere din oțel, un brici, un clește din bambus pentru bucatărie, o cârmă de presare și un clește de instalator.

Cu atât astfel de obiecte acasă și identici atât utilizării acestora, cât și modului de funcționare. De exemplu, ciocanul este utilizat pentru acțiunile care sunt asupra unor corpuri (coace, de exemplu). Distanța cozi (cârmă) și proporția dintre mărimea forței de lovire exercitate de ciocan asupra unei oale este mai mare decât forța cu care se acționează direct asupra cozi ciocanului. Dacă obiectul este o păgănie, distanța punctului principal de sprijin, de aplicare a forței active și de aplicare a forței rezistente și găsește în tip de păgănie este (pârgă de ordinul I, II sau III).

Realizată, pentru fiecare obiect, un desen schematic și figurată forțele care intervin. Completați lista cu alte obiecte din gospodăria voastră care merită interesul științific și cognitiv.

probleme

**Probleme**

1. O pungă în care sunt cinci de un resort de constantă asupra pungi cu portul. Pe o rampă înclinată...

2. Un corp de masă  $m = 300\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

3. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

4. Un corp de masă  $m = 200\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

5. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

6. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

7. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

8. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

9. Un corp de masă  $m = 100\text{ g}$ , este suspendat de un resort...

10. Două bare omogene de aceeași lungime  $l = 0,4\text{ m}$ , densități  $\rho_1 = 2,7\text{ g/cm}^3$ , respectiv  $\rho_2 = 7,8\text{ g/cm}^3$ , cu aceeași secțiune, se lipește formând o bară cu lungimea  $2l$ . Reprezintă forțele ce acționează asupra barei obținute și calculează în ce distanță trebuie suspendată, față de punctul de intersecție al barelor inițiale, pentru a fi în echilibru pe orizontală.

11. Băra AB din figura 6 este în echilibru. Gură de echilibru la bara are masele  $m_1 = 5\text{ kg}$ , respectiv  $m_2 = 15\text{ kg}$ . Calculează masa barei.

12. Un sportiv coboară uniform cu parașuta. Considerați scripetul împreună cu echipamentul este de  $700\text{ N}$ . Reprezintă forțele ce acționează asupra parașutistului și calculează forța de rezistență din partea aerului.

13. În figura 7 este prezentată schița cântarului român (față în echilibru). Fără corp pe talerul T1, T2 este omologul, este un cursor ce se poate deplasa pe talerul T1, iar la capătul A se află o contrapondere (un disc).

14. Pe un balansar AB = l, omogen, de masă m, care are punctul de sprijin situat la  $\frac{1}{3}$ , respectiv  $\frac{2}{3}$  de l de la capăt, se află o boacă-născătoare. Sîmț de balansar este în echilibru, gîndindu-se la care capăt este plasată boacă-născătoare și calculează masa acesteia.

15. Dintr-un disc omogen de rază  $R = 30\text{ cm}$ , cu greutatea  $G = 10\text{ N}$ , se îndepărtează o porțiune de formă unghi de rază  $\alpha = 10^\circ$  (figura 8). Determină distanța dintre centrul de greutate al discului inițial și centrul de greutate al porțiunii rămase și greutatea porțiunii îndepărtate.

evaluare

**Test de evaluare**

I. Completați spațiile libere. Un corp este în echilibru de rotație dacă...

II. Valoarea momentului unei forțe constante se modifică atunci când forța acționează pe suportul său, deoarece brațul acesteia se schimbă.

III. Fiecare dintre întrebările următoare are un singur răspuns corect. Încercușteți acest răspuns.

IV. Rezolvă următoarea problemă: Sistemul de mecanisme din figura 4 este în echilibru mecanic. Scripeteii sunt ideale.

V. Fișă de observare sistematică

La finalul acestei unități, știți...

**Reșin**

În această secvență se regăsește sinteza lecției, care conține noțiunile necesare dezvoltării competențelor asumate prin programa școlară.

**Aplic**

Propune probleme rezolvate, pentru fixarea cunoștințelor, dar și probleme de rezolvat, pentru verificarea noilor cunoștințe dobândite în contextul de învățare al temei.

**Portofoliu, Proiect, Investigație**

Aici se regăesc diferite tipuri de metode complementare de evaluare.

**Știi că?**

Această rubrică oferă curiozități și informații fascinante din lumea înconjurătoare, legate în mod direct de cunoștințele acumulate în lecție.

# Cuprins

|  | Nr. pag.                       | Lecții   |
|--|--------------------------------|--|
| <b>UNITATEA 1</b><br>Concepte și modele<br>matematice de studiu<br>în fizică | 10                             | Recapitulare: Mărimi și fenomene fizice studiate   |
|  | 12                             | L1: Etapele realizării unui experiment   |
|  | 14                             | L2: <i>Extindere: Studiul experimental al relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic</i>                       |
|  | 16                             | L3: Mărimi fizice scalare. Identificarea mărimilor fizice scalare  |
|  | 18                             | L4: Mărimi fizice vectoriale. Identificarea mărimilor fizice vectoriale  |
|  | 21                             | Fizică aplicată: Aproximarea valorilor numerice  |
|  | 22                             | Probleme   |
|  | 23                             | Test de evaluare. Autoevaluare   |
| <b>UNITATEA 2</b><br>Fenomene mecanice.<br>Interacțiuni                      | 26                             | L1: Interacțiunea. Efectele interacțiunii (static, dinamic).<br>Interacțiuni prin contact și prin influență      |
|  | 28                             | L2: Forța – măsură a interacțiunii. Forțe de contact și de acțiune la distanță                                   |
|  | 30                             | L3: Principiul inerției  |
|  | 31                             | L4: Principiul acțiunii și reacțiunii  |
|  | 32                             | L5: Exemple de forțe: greutatea, forța de apăsare normală, forța de frecare,<br>tensiunea în fir, forța elastică |
|  | 39                             | L6: Măsurarea forțelor. Dinamometrul   |
|  | 40                             | L7: Mișcarea unui corp sub acțiunea mai multor forțe   |
|  | 43                             | L8: Compunerea forțelor. Regula paralelogramului   |
|  | 45                             | L9: Regula poligonului pentru compunerea mai multor vectori  |
|  | 47                             | L10: Mișcarea unui corp pe un plan înclinat  |
|  | 49                             | L11: Descompunerea unei forțe după două direcții reciproc perpendiculare   |
|  | 51                             | Fizică aplicată: Fenomene și proprietăți mecanice întâlnite în sporturi  |
| 52   | Probleme                       |  |
| 53   | Test de evaluare. Autoevaluare |  |
| <b>UNITATEA 3</b><br>Fenomene mecanice.<br>Lucrul mecanic. Energie           | 56                             | L1: Lucrul mecanic efectuat de forțe constante. Unitate de măsură  |
|  | 59                             | L2: Puterea mecanică. Unități de măsură ale puterii. Randamentul   |
|  | 62                             | L3: Energia cinetică   |
|  | 64                             | L4: Energia potențială gravitațională  |
|  | 66                             | L5: <i>Extindere: Energia potențială elastică</i>  |
|  | 68                             | L6: Energia mecanică   |
|  | 70                             | L7: Conservarea energiei mecanice  |
|  | 72                             | L8: <i>Extindere: Metode de conversie a energiei mecanice</i>  |
|  | 75                             | Fizică aplicată: Un șantier plin de... energie   |
|  | 76                             | Probleme   |
| 77   | Test de evaluare. Autoevaluare |  |
| <b>UNITATEA 4</b><br>Fenomene mecanice.<br>Echilibrul corpurilor             | 80                             | L1: Echilibrul de translație   |
|  | 82                             | L2: Momentul forței. Unitate de măsură. Echilibrul de rotație  |
|  | 84                             | L3: Pârghia (tratate interdisciplinară – pârghii în sistemul locomotor)  |
|  | 88                             | L4: Scripetele   |
|  | 92                             | L5: Centrul de greutate  |
|  | 94                             | L6: Echilibrul corpurilor și energia potențială  |
|  | 97                             | Fizică aplicată: Echilibrul mecanic... de acasă  |
|  | 98                             | Probleme   |
| 99   | Test de evaluare. Autoevaluare |  |
| <b>UNITATEA 5</b><br>Fenomene mecanice.<br>Statica fluidelor                 | 102                            | L1: Presiunea. Presiunea hidrostatică  |
|  | 106                            | L2: Presiunea atmosferică (abordare interdisciplinară – geografie)   |
|  | 110                            | L3: Legea lui Pascal. Aplicații  |
|  | 113                            | L4: Legea lui Arhimede. Aplicații  |
|  | 117                            | Fizică aplicată: Dispozitive hidraulice  |
|  | 118                            | Probleme   |
| 119  | Test de evaluare. Autoevaluare |  |
| <b>UNITATEA 6</b><br>Fenomene mecanice.<br>Unde mecanice –<br>sunetul        | 122                            | L1: Unde mecanice (abordare interdisciplinară – Geografie: unde seismice, valuri)                                |
|  | 128                            | L2: Producerea și percepția sunetelor (abordare interdisciplinară – Biologie: sistemul auditiv)                  |
|  | 131                            | L3: Propagarea sunetelor. Ecoul  |
|  | 134                            | L4: Caracteristici ale sunetului (abordare calitativă interdisciplinară – Muzică)                                |
|  | 135                            | Fizică aplicată: Efectul Doppler. Fenomenul de rezonanță   |
|  | 136                            | Probleme   |
|  | 137                            | Test de evaluare. Autoevaluare   |
|  | 138                            | Modele de probleme rezolvate   |
| 140  | Sinteze                        |  |
| 142  | Test final                     |  |
| 144  | Răspunsuri                     |  |



# Competențe generale și specifice

## Competențe specifice

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2

1.1, 1.2, 1.3,  
2.1, 2.2, 2.3,  
3.1, 3.2, 3.3,  
4.1, 4.2



## Competențe generale

- 1 Investigarea științifică structurată, în principal experimentală, a unor fenomene fizice simple, perceptibile
- 2 Explicarea științifică a unor fenomene fizice simple și a unor aplicații tehnice ale acestora
- 3 Interpretarea unor date și informații, obținute experimental sau din alte surse, privind fenomene fizice simple și aplicații tehnice ale acestora
- 4 Rezolvarea de probleme/situații problemă prin metode specifice fizicii

## Competențe specifice

- 1.1. Explorarea proprietăților și fenomenelor fizice în cadrul unor investigații simple proiectate dirijat
- 1.2. Utilizarea unor metode simple de înregistrare, de organizare și prelucrare a datelor experimentale și teoretice
- 1.3. Formularea unor concluzii argumentate pe baza dovezilor obținute în investigația științifică
- 2.1. Încadrarea în clasele de fenomene fizice studiate a fenomenelor fizice simple identificate în natură și în diferite aplicații tehnice
- 2.2. Explicarea calitativă și cantitativă, utilizând limbajul științific adecvat, a unor fenomene fizice simple identificate în natură și în diferite aplicații tehnice
- 2.3. Identificarea independentă a riscurilor pentru propria persoană, pentru ceilalți și pentru medii asociate utilizării diferitelor instrumente, aparate, dispozitive
- 3.1. Extragerea de date și informații științifice relevante din observații proprii și/sau surse bibliografice recomandate
- 3.2. Organizarea datelor experimentale/științifice în forme simple de prezentare
- 3.3. Evaluarea critică a datelor obținute și a evoluției propriei experiențe de învățare
- 4.1. Utilizarea unor mărimi și a unor principii, teoreme, legi, modele fizice pentru a răspunde la întrebări/probleme de aplicare
- 4.2. Folosirea unor modele simple în rezolvarea de probleme/situații problemă experimentale/teoretice

# U1

# Concepte și modele matematice de studiu în fizică

Recapitulare

Lecția 1

Lecția 2

Lecția 3

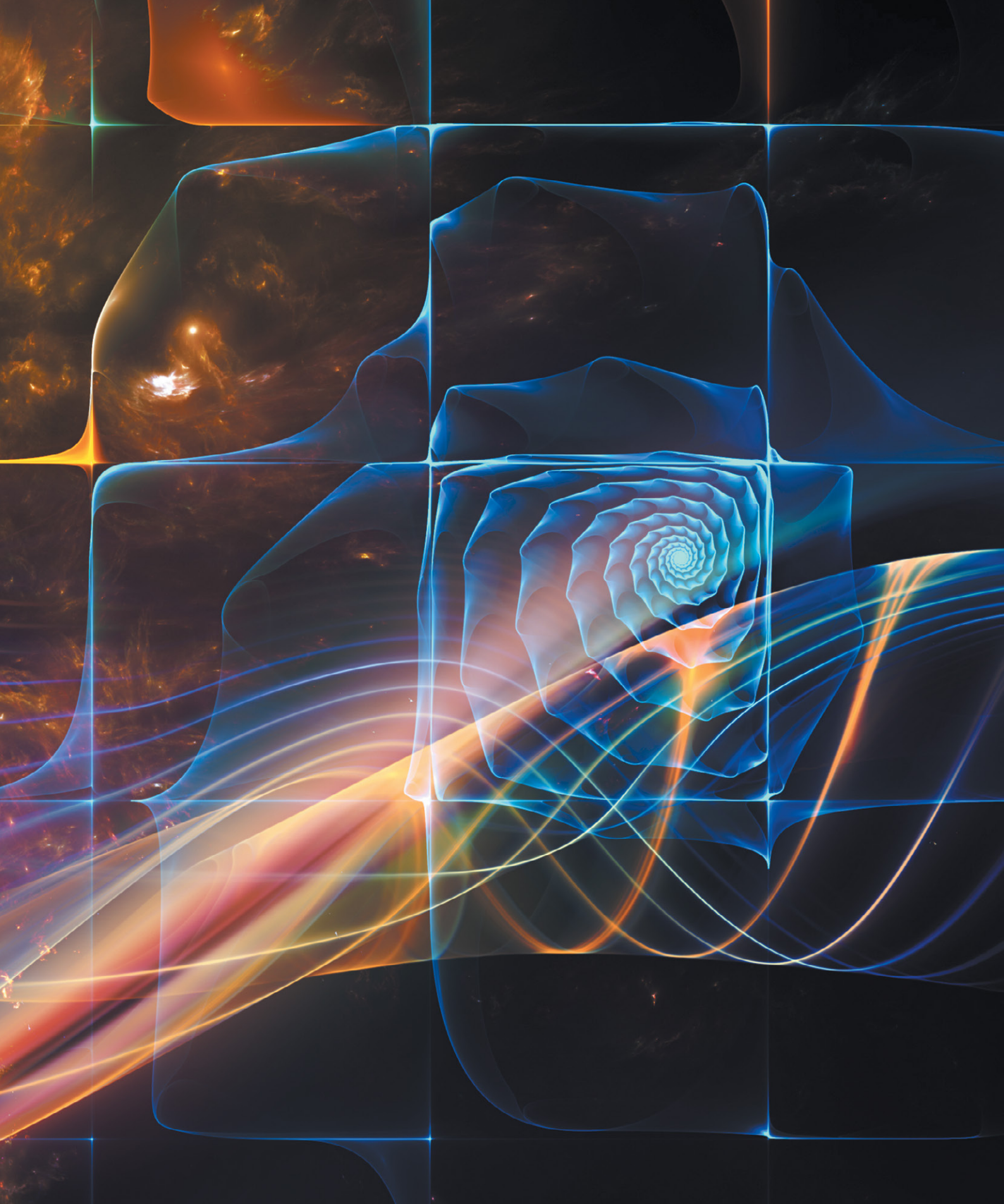
Lecția 4

Fizică aplicată

Probleme

Test de evaluare

|    |  |
|----|--|
| 10 | Mărimi și fenomene fizice studiate   |
| 12 | Etapele realizării unui experiment   |
| 14 | <i>Extindere: Studiul experimental al relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic</i> |
| 16 | Mărimi fizice scalare. Identificarea mărimilor fizice scalare                          |
| 18 | Mărimi fizice vectoriale. Identificarea mărimilor fizice vectoriale                    |
| 21 | Aproximarea valorilor numerice   |
| 22 |  |
| 23 |  |



Pentru a explica fenomenele fizice observate în natură, apelăm la mărimi fizice. Vei afla din paginile ce urmează despre mărimile fizice scalare, cum ar fi, de exemplu, temperatura sau durata unui eveniment. În natură există și fenomene și procese fizice care pot fi caracterizate doar cu ajutorul noțiunii de vector. În acest capitol vei afla de ce greutatea și viteza sunt mărimi fizice vectoriale.

# Mărimi și fenomene fizice studiate

## A. Fenomene fizice

### Știu deja



Fenomenele fizice sunt clasificate în mai multe categorii:

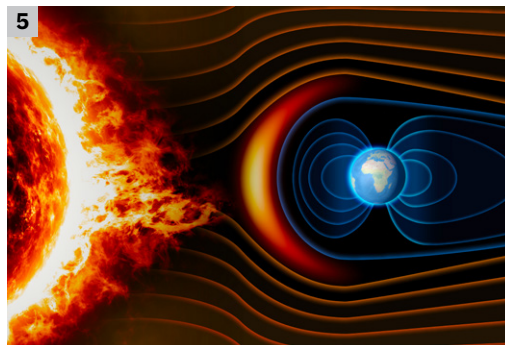
- *fenomene mecanice* – fenomenele legate de mișcarea corpurilor sau a sistemelor fizice; fenomene legate de interacțiunea dintre corpuri;
- *fenomene termice* – fenomene ce caracterizează starea de încălzire, starea de agregare a unui sistem fizic și procesele care duc la modificarea acestor stări;
- *fenomene optice* – fenomene specifice luminii;
- *fenomene electrice* – fenomene referitoare la proprietatea de electrizare a corpurilor și fenomene specifice curentului electric ce parcurge circuitele electrice;
- *fenomene magnetice* – fenomene produse de magneți, electromagneți și anumite corpuri cerești, cum este Pământul.



### Aplic

Un fenomen fizic reprezintă un proces, o transformare, o evoluție, un efect observat în mediul înconjurător.

- Identifică în imaginile 1-6 câteva dintre fenomenele fizice studiate în clasa a VI-a și denumește-le. Realizează pe caiet un tabel de tipul celui de mai jos și completează-l cu fenomenul fizic identificat și categoria din care acesta face parte. Găsește un alt exemplu de fenomen fizic asemănător și notează-l în ultima coloană a tabelului.



| Numărul imaginii | Fenomenul fizic | Categoria de fenomene fizice | Exemplu de fenomen fizic din aceeași categorie |
|------------------|-----------------|------------------------------|--|
| 1.               | mișcarea        | fenomene mecanice            | interacțiunea                                  |
| 2.               |                 |                              |  |
| 3.               |                 |                              |  |
| ...              |                 |                              |  |

Metoda științifică de studiu a fenomenelor fizice presupune realizarea următoarelor etape:

- a observarea fenomenului;
- b formularea unor ipoteze;
- c experimentul (reproducerea fenomenului respectiv);
- d elaborarea unui model;
- e formularea teoriei specifice modelului.

## B. Mărimi fizice, unități de măsură

### Aplic

6. În imaginile 7-9 sunt prezentate câteva dintre sporturile olimpice. Analizează aceste imagini, identifică fenomenele fizice studiate și găsește mărimea fizică ce caracterizează fiecare fenomen fizic identificat. Notează aceste informații în caiet.



7. Utilizăm o multitudine de aparate și dispozitive care ne ajută în activitățile de zi cu zi. Observă imaginile 10-12 și identifică fenomenul fizic care permite funcționarea aparatului sau a dispozitivului. Notează în caiet fenomenul identificat, mărimea fizică ce îl caracterizează și unitatea de măsură specifică.



8. Amintește-ți noțiunile învățate în clasa a VI-a și completează un tabel similar celui de mai jos.

| Nr. crt. | Mărimea fizică fundamentală SI   | Sîmbol   | Unitatea de măsură fundamentală SI | Sîmbol |
|----------|----------------------------------|----------|------------------------------------|--------|
| 1.       | lungime                          | ...      | ...                                | m      |
| 2.       | masă                             | <i>m</i> | ...                                | ...    |
| 3.       | ...                              | <i>t</i> | secundă                            | ...    |
| 4.       | intensitatea curentului electric | ...      | ...                                | ...    |
| 5.       | ...                              | <i>T</i> | kelvin                             | K      |
| 6.       | cantitatea de substanță          | ...      | mol                                | ...    |
| 7.       | intensitatea luminoasă           | ...      | ...                                | cd     |

### Știu deja



Fenomenele și proprietățile fizice sunt caracterizate cu ajutorul mărimilor fizice. Fiecare *mărime fizică* are o *unitate de măsură*. Mărimile fizice pot fi măsurate direct, cu ajutorul unui instrument de măsură, sau indirect, prin măsurarea directă a altor mărimi fizice, legate de mărimea fizică respectivă prin *relații matematice*.

*Unitățile de măsură* se pot fixa arbitrar, dar, pentru a exista un consens internațional, a fost stabilit Sistemul Internațional de unități de măsură, cu abrevierea SI. Acesta are șapte unități fundamentale independente, din care se obțin toate celelalte unități, adică *unitățile de măsură SI derivate*. Pentru definirea unităților fundamentale ale SI, se folosesc fenomene fizice reproductibile.



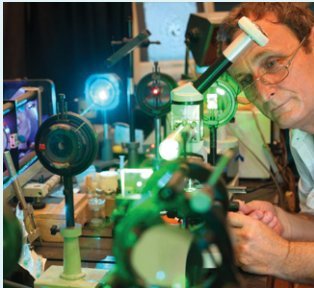
Pe lângă cele 7 unități fundamentale, există 22 derivate cu denumiri specifice, alte mărimi derivate fără denumiri specifice și alte câteva mărimi tolerate. SI a fost stabilit în 1960, an în care a fost adoptat și de România. SI este forma modernă a sistemului metric introdus în Franța imediat după Revoluția Franceză.

# Etapele realizării unui experiment

## Știi că?



Pentru oamenii de știință, experimentele sunt testul final al realității, deoarece acolo, în laborator, ei au puterea de a confirma sau de a infirma ipotezele legate de nașterea, natura sau evoluția Universului. În urma experimentelor științifice s-au distrus mituri, s-au dezlegat mistere, s-au produs supertehnologii și, nu în ultimul rând, s-a modificat percepția noastră asupra vieții, asupra realității, asupra a ceea ce suntem.



Un om de știință lucrează cu un laser.



## Experimentez

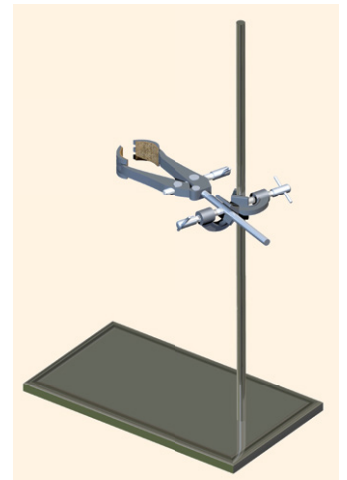
### Determinarea densității unui corp

**Materiale necesare:** corpuri de diferite dimensiuni, dar din același material, un dinamometru, un stativ cu suport, un cilindru gradat, apă, o riglă gradată, o sfoară.

#### Modul de lucru

- Leagă fiecare corp cu o sfoară subțire, pentru a-l putea suspenda.
- Așa un corp de dinamometrul fixat de suportul cu stativ și citește indicația dinamometrului. Trece apoi valoarea citită într-un tabel de tipul celui de mai jos, unde  $G$  este greutatea care acționează asupra corpului, măsurată cu dinamometrul.
- Toarnă apă în cilindru gradat și citește volumul apei ( $V_1$ ), apoi notează valoarea în tabel.
- Introdu ușor corpul în cilindru gradat, ținându-l de sfoară, și apoi citește noua valoare a volumului din cilindru ( $V_2$ ).
- Repetă experimentul pentru cel puțin patru corpuri din același material; notează datele în tabel.

| Nr. det. | $G$ (N) | $V_1$ (ml) | $V_2$ (ml) |
|----------|---------|------------|------------|
| 1.       |         |            |            |
| ...      |         |            |            |



Materiale necesare în experiment

### Prelucrarea datelor experimentale

- Determină volumul fiecărui corp făcând diferența dintre volumele de apă măsurate cu cilindru gradat. Notează rezultatul într-un tabel de prelucrare a datelor experimentale de tipul celui de mai jos:

| Nr. det. | $G$ (N) | $V_1$ (ml) | $V_2$ (ml) | $V_{magnet}$ (ml) | $\rho$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | $\rho_m$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | $\delta\rho$ | $\delta\rho_m$ |
|----------|---------|------------|------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------|----------------|
| 1.       |         |            |            |                   |                                   |                                     |              |                |
| ...      |         |            |            |                   |                                   |                                     |              |                |

- Știind că expresia de calcul a greutății unui corp este  $G = m \cdot g$ , determină densitatea fiecărui corp, utilizând formula de definiție a densității:  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{G}{g \cdot V}$ , unde  $g$  este accelerația gravitațională:  $g \approx 9,8 \text{ N/kg}$ .
- Calculează valoarea medie a densității corpurilor, folosind formula  $\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_n}{n}$ .
- Calculează eroarea de măsură pentru fiecare determinare:  $\delta\rho = |\rho - \rho_m|$ .
- Calculează eroarea medie:  $\delta\rho_m = \frac{\delta\rho_1 + \delta\rho_2 + \dots + \delta\rho_n}{n}$ .
- Găsește intervalul de valori în care se poate afla valoarea densității:  $\delta\rho \in |\rho_m - \delta\rho_m; \rho_m + \delta\rho_m|$ .

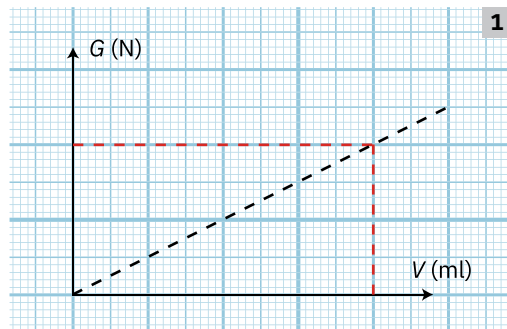
## Investigație



Studiază mișcarea utilizând cuburi din lemn, mașinuțe sau biluțe din staniol, cronometru și riglă. Pune în mișcare corpurile și observă cum se deplasează și când încep să se deplaseze. Notează concluziile în caiet. Determină viteza medie a corpurilor lansate pe un plan înclinat confecționat din carton și sprijinit pe un teanc de cărți. Pentru care dintre corpuri viteza medie este mai mare? Dar mai mică?

## Etapele realizării unui experiment

- Reprezintă grafic greutatea ( $G$ ) în funcție de volum ( $V$ ), utilizând hârtie milimetrică, după modelul din imaginea 1. Trasează o dreaptă care trece prin originea axelor de coordonate și prin punctele ale căror coordonate le-ai determinat. Alege un punct arbitrar pe această dreaptă, citește valorile greutății  $G$  și volumului  $V$ , apoi calculează densitatea  $\rho$ , utilizând relația anterioară.



- Documentează-te și identifică tipul materialului utilizat.

Principalele erori sunt:

- erori datorate preciziei instrumentelor de măsură (dinamometru și cilindru gradat);
- erori de citire;
- erori datorate aproximării valorilor calculate.

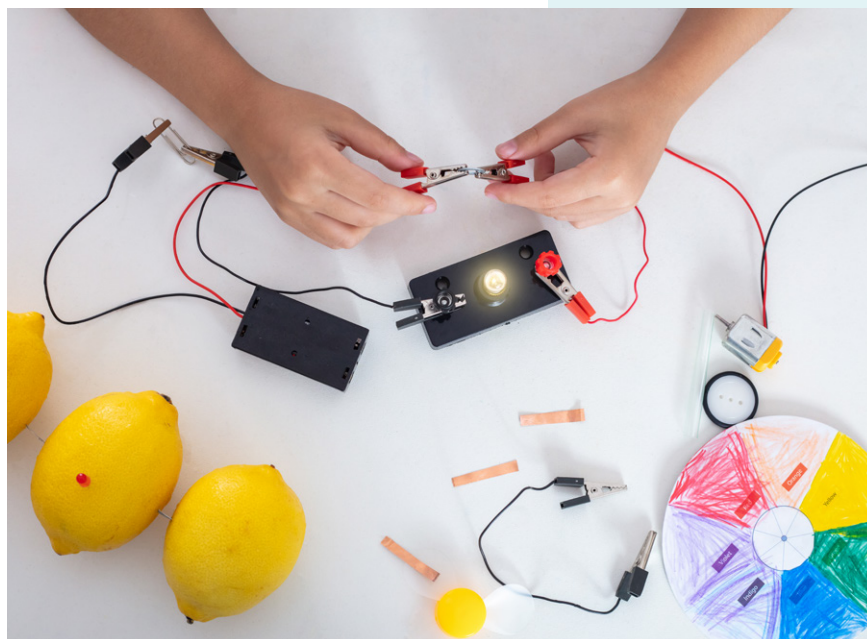
### Concluzie

- Densitatea corpurilor, determinată din grafic, se găsește în intervalul de valori:  $|\rho_m - \delta\rho_m; \rho_m + \delta\rho_m|$ .

### Rețin

Pentru realizarea unui experiment este necesar să se parcurgă următoarele etape:

1. stabilirea obiectivului urmărit în cadrul experimentului; de exemplu, măsurarea unei mărimi fizice sau analiza unui fenomen fizic;
2. identificarea noțiunilor teoretice necesare în cadrul experimentului;
3. stabilirea instrumentelor de măsură și a dispozitivelor necesare;
4. identificarea normelor de protecție personală, în cadrul experimentului, și respectarea acestora;
5. găsirea metodei optime de realizare a experimentului;
6. efectuarea determinărilor experimentale și înregistrarea datelor într-un tabel;
7. identificarea surselor de eroare și îmbunătățirea metodei de lucru;
8. prelucrarea datelor experimentale, utilizând metodele de calcul al erorilor și metoda grafică;
9. analiza rezultatelor obținute în urma experimentului și formularea concluziilor referitoare la obiectivul experimentului;
10. discutarea rezultatelor obținute de către toți elevii participanți la experiment și formularea de opinii în legătură cu activitatea de învățare realizată.

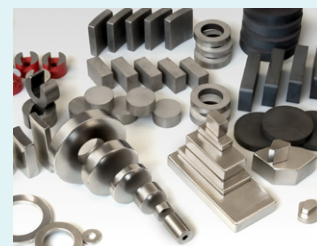


Un copil face un experiment în care sucul din lămâie are rolul unui electrolit.

### Aplic

- ▶ Realizează un referat în care să descrii experimentul realizat anterior, ce a avut drept scop determinarea densității unor corpuri și identificarea materialului din care au fost confecționate acestea. În referat trebuie să respecti etapele realizării experimentului.

### Știi că?



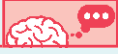
Magneți din materiale diverse

Diferite tipuri de materiale magnetice au densități diferite. Astfel:

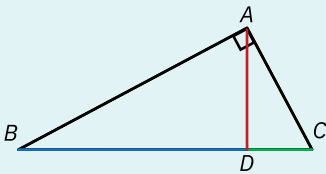
- magneții cu neodim au o densitate de până la  $7,5 \text{ g/cm}^3$ ;
- densitatea magneților AlNiCo (aliaj de fier, aluminiu, nichel și cobalt) variază în funcție de clasă, de la  $6,9 \text{ g/cm}^3$  până la  $7,3 \text{ g/cm}^3$ ;
- densitatea magneților de samariu-cobalt variază, în funcție de clasă, de la  $8,2 \text{ g/cm}^3$  până la  $8,4 \text{ g/cm}^3$ ;
- magneții din ferită au o densitate de  $5 \text{ g/cm}^3$ ;
- magneții flexibili au o densitate de  $3,5 \text{ g/cm}^3$ .

# Extindere: Studiul experimental al relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic\*

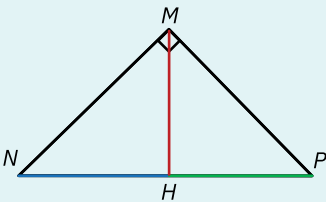
## Știi deja



În desenele de mai jos sunt reprezentate două triunghiuri dreptunghice,  $ABC$  și  $MNP$ . Aceste triunghiuri au fiecare un unghi drept, unghiul  $A$  și, respectiv, unghiul  $M$ . Laturile triunghiului dreptunghic care formează unghiul drept se numesc *catete*, iar latura opusă unghiului drept se numește *ipotenuză*.



Catete:  $AB$  și  $AC$   
Ipotenuză:  $BC$   
Înălțime:  $AD$   
Proiecția catetei  $AB$  pe ipotenuză:  $BD$   
Proiecția catetei  $AC$  pe ipotenuză:  $CD$



Catete:  $MN$  și  $MP$   
Ipotenuză:  $NP$   
Înălțime:  $MH$   
Proiecția catetei  $MN$  pe ipotenuză:  $NH$   
Proiecția catetei  $MP$  pe ipotenuză:  $PH$



## Experimentez

Într-un triunghi dreptunghic, perpendiculara construită din vârful unghiului drept pe ipotenuză este înălțimea triunghiului ( $h$ ). Această perpendiculară împarte ipotenuza în două segmente ce reprezintă **proiecțiile catetelor pe ipotenuză**.

### Stabilirea relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic

**Materiale necesare:** riglă gradată, echer, coală de hârtie cu pătrățele sau hârtie milimetrică.

#### Modul de lucru

- Desenează pe o coală de hârtie cu pătrățele (sau pe hârtia milimetrică) două triunghiuri dreptunghice de dimensiuni diferite și notează vârfurile acestora.
- Construiește, pentru fiecare triunghi, înălțimea corespunzătoare ipotenuzei și notează picioarul perpendicularei pe ipotenuză.
- Notează catetele, ipotenuza, înălțimea și proiecțiile catetelor pe ipotenuză.
- Măsoară, cu ajutorul riglei sau hârtiei milimetrice, fiecare dintre segmentele notate anterior și scrie valorile corespunzătoare într-un tabel de tipul celui de mai jos. (Am notat cu  $cat_1$  și  $cat_2$  cele două catete, cu  $ip$  – ipotenuza, cu  $h$  – înălțimea triunghiului, iar cu  $pr_1$  și  $pr_2$  proiecțiile catetelor pe ipotenuză.)

| Triunghiul | $cat_1$ (cm) | $cat_2$ (cm) | $ip$ (cm)  | $h$ (cm)   | $pr_1$ (cm) | $pr_2$ (cm) |
|------------|--------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|
| $ABC$      | $AB \dots$   | $AC \dots$   | $BC \dots$ | $AD \dots$ | $BD \dots$  | $CD \dots$  |
| $MNP$      | $\dots$      | $\dots$      | $\dots$    | $\dots$    | $\dots$     | $\dots$     |

#### A. Teorema înălțimii

##### Prelucrarea datelor experimentale

- Utilizând măsurătorile realizate în decursul experimentului, completează un tabel de tipul celui de mai jos.
- Compară valorile obținute în ultimele două coloane ale tabelului, pentru cele două triunghiuri, și formulează o concluzie.

| Triunghiul | $h$ (cm)   | $pr_1$ (cm) | $pr_2$ (cm) | $h^2$ (cm <sup>2</sup> ) | $pr_1 \cdot pr_2$ (cm <sup>2</sup> ) |
|------------|------------|-------------|-------------|--------------------------|--------------------------------------|
| $ABC$      | $AD \dots$ | $BD \dots$  | $CD \dots$  | $AD^2 \dots$             | $BD \cdot CD \dots$                  |
| $MNP$      | $\dots$    | $\dots$     | $\dots$     | $\dots$                  | $\dots$                              |

#### Concluzii

- Pentru triunghiul  $ABC$ , cu înălțimea  $AD$ , se găsește egalitatea:  $AD^2 = BD \cdot CD$ .
- Pentru triunghiul  $MNP$ , cu înălțimea  $MH$ , se găsește egalitatea:  $MH^2 = NH \cdot PH$ .

#### B. Teorema catetei

##### Prelucrarea datelor experimentale

- Utilizând măsurătorile realizate în decursul experimentului, completează un tabel de tipul celui de mai jos. Pentru fiecare triunghi, ia în considerare cele două catete.
- Compară valorile obținute în ultimele două coloane ale tabelului, pentru cele două triunghiuri, și formulează o concluzie.

| Triunghiul | $cat$ (cm) | $pr$ (cm)  | $ip$ (cm)  | $cat^2$ (cm <sup>2</sup> ) | $ip \cdot pr$ (cm <sup>2</sup> ) |
|------------|------------|------------|------------|----------------------------|----------------------------------|
| $ABC$      | $AB \dots$ | $BD \dots$ | $BC \dots$ | $AB^2 \dots$               | $BC \cdot BD \dots$              |
| $ABC$      | $AC \dots$ | $CD \dots$ | $BC \dots$ | $AC^2 \dots$               | $BC \cdot CD \dots$              |
| $MNP$      | $\dots$    | $\dots$    | $\dots$    | $\dots$                    | $\dots$                          |
| $MNP$      | $\dots$    | $\dots$    | $\dots$    | $\dots$                    | $\dots$                          |

\* Conținutul marcat prin *Extindere* este prevăzut în programa școlară în vigoare și poate fi abordat de către profesori în cadrul a 25% din numărul total de ore alocate disciplinei, pentru asigurarea unui parcurs de învățare diferențiat, potrivit nevoilor și intereselor elevilor capabili de performanță.