

MINISTERUL EDUCAȚIEI



Dinu Gabriela • Iordănescu Mihai Florin

FIZICĂ

clasa a VII-a

 **intuitext**[®]
grup SOFTWIN

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației.

Manualul școlar a fost aprobat prin Ordinul ministrului educației nr. 5420/04.07.2024.

Acest manual școlar este realizat în conformitate cu Programa școlară aprobată prin Ordinul ministrului educației și cercetării nr. 3339/28.02.2017.



MINISTERUL EDUCAȚIEI



Dinu Gabriela • Iordănescu Mihai Florin

FIZICĂ

clasa a VII-a



Disciplina: **Fizică**

Clasa: **a VII-a**

Număr de pagini: **136**

ACEST MANUAL A FOST FOLOSIT DE						
Anul	Numele elevului	Clasa	Școala	An școlar	Starea manualului*	
					la primire	la returnare
1						
2						
3						
4						

*Starea manualului se înscrie folosind termenii: *nou, bun, îngrijit, nesatisfăcător, deteriorat.*

Cadrele didactice vor controla dacă numele elevului este scris corect. Elevii nu trebuie să facă niciun fel de însemnări pe manual.

Copyright © 2024 – **Editura INTUITEXT**

Toate drepturile rezervate Editurii INTUITEXT.

Nicio parte din acest volum nu poate fi copiată fără permisiunea scrisă a Editurii INTUITEXT.

ISBN: 978-606-9030-56-1

Editura INTUITEXT

București, b-dul Dimitrie
Pompeiu nr. 10A,
Clădirea Conect 1, etaj 1,
zona A, biroul nr. 2, sector 2

Departamentul vânzări:

Telefon: 0372.156.300
Fax: 021.233.07.63
vanzari@intuitext.ro
www.intuitext.ro

Referenți:

Conf. univ. Dr. Călin Dinu Oros, Universitatea Valahia, Facultatea de Științe și Arte, Târgoviște
Prof. Mihaela Voiculescu, gradul didactic I, Colegiul Național „Ienăchiță Văcărescu”, Târgoviște

PREZENTAREA MANUALULUI

FIZICĂ

Din experiența ta!

Descoperi senzori noi ale unor lucruri deja știute.

Observă și descoperă!

Descoperi sau observi aplicații a ceea ce înveți în lecție.

Experiment

Realizezi experimente pentru a înțelege noțiunile noi.

Află!

Găsești informații, explicații și exemple despre noile noțiuni.

Important


Găsești informațiile principale, prezentate pe scurt.


Aplică!


Realizezi activități pentru a exersa ceea ce ai învățat.

Exersezi și progresezi!

Realizezi activitățile propuse pentru a-ți îmbunătăți pregătirea.

 Imagine în manualul digital

 Film sau animație în manualul digital

 Activitate interactivă în manualul digital

Unde seismice, valuri - abordare interdisciplinară

Ce înveți?

- Despre producerea și propagarea undelor mecanice prin mecmie solide și lichide ale Pământului
- Cuvinte-cheie
- undă seismică
- magnitudine seismică

Experiment

Scop: Modelarea unui seism

Mijloace necesare: 2 resorturi moi și lungi, mașinuță de jucărie cu platformă, figurine de plastic

Mod de lucru:

1. Cuplează cele două resorturi între capetele mașinuței și cite un suport fix aflat de o parte și de cealaltă a jucăriei.
2. Plasează figurinele pe platforma mașinuței.
3. Deplasează mașinuța din poziția inițială și permite mișcarea liberă a acesteia.

Constatați:

- Ce fel de mișcare va avea mașinuța?
- Ce se întâmplă cu figurinele?
- Ce fenomen ai simulat astfel?

Din experiența ta!

1. Ce poți spune despre structura cea a unui ou (Figura 8)
2. Scoarța terestră pare alcătuită ce se mișcă acestea și care sunt efectele?

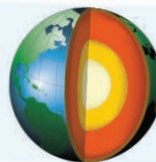


Figura 8. Structura internă a Pământului

Află!

Interacțiunea plăcilor tectonice provoacă deformare în acea zonă. Rocile acumulează energie și încep să oscileze.

Cutremurele de pământ se produc în urma scoarței terestre (90%); în urma căderilor meteoritilor; prin prăbușirea unor explozii, operațiuni miniere, etc.

Perturbația apărută în acea zonă (Figura 10) se propagă în toate direcțiile și este denumită unde seismice.

Undele seismice sunt înregistrate cu instrumentele de măsură numite seismografe, iar graful oscilațiilor seismice se numește seismogramă. (Figura 11).

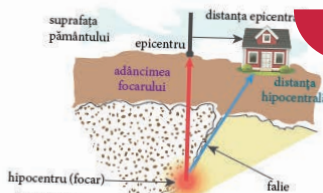


Figura 10. Cutremur de pământ

Recapitulare

Recapitulezi noțiunile învățate în contexte noi și interesante.

Evaluare

Știi cât de pregătit(ă) ești la această unitate parcurgând proba de evaluare.

 Acasă

 9 Mergi la pagina

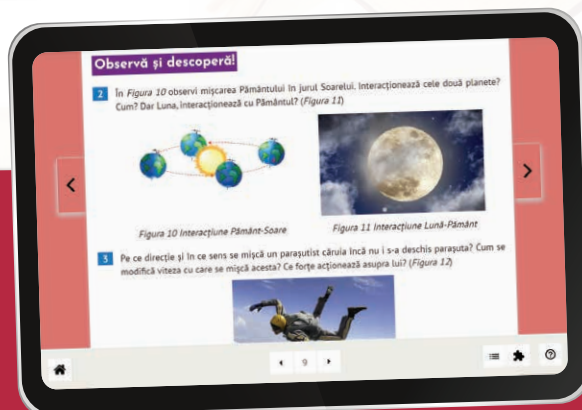
 Cuprins

 Activități de învățare

 Răspunsuri

 Ajutor

 Navigare între paginile manualului



Cuprins

UNITATEA

Competențe specifice: 1.1., 1.2., 2.2., 3.2.

1

Concepte și modele matematice de studiu în fizică

7

Mărimi fizice și fenomene fizice.	7
Etapele realizării unui experiment.	10
Extindere: Studiul experimental al relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic	13
Mărimi fizice scalare. Identificarea mărimilor fizice scalare	15
Mărimi fizice vectoriale. Identificarea mărimilor fizice vectoriale	16
Recapitulare.	18
Evaluare	20
Exersezi și progresezi.	21

UNITATEA

Competențe specifice: 1.1., 1.2., 1.3., 2.1., 2.2., 3.1., 4.1., 4.2.

2

Fenomene mecanice. Interacțiuni

22

Interacțiunea. Efectele interacțiunii (static, dinamic). Interacțiuni prin contact și interacțiuni prin influență	22
Forța – măsură a interacțiunii. Forțe de contact și de acțiune la distanță	24
Principiul inerției	27
Principiul acțiunii și reacțiunii.	30
Exemple de forțe: greutatea, forța de apăsare normală, forța de frecare	32
Exemple de forțe: tensiunea în fir, forța elastică	36
Măsurarea forțelor. Dinamometrul	38
Mișcarea unui corp sub acțiunea mai multor forțe	40
Compunerea forțelor. Regula paralelogramului	41
Extindere: Regula poligonului pentru compunerea mai multor vectori	45
Mișcarea unui corp pe plan înclinat. Descompunerea unei forțe după două direcții reciproc perpendiculare	46
Recapitulare.	49
Evaluare	51
Exersezi și progresezi.	52

UNITATEA

Competențe specifice: 1.2., 1.3., 2.1., 2.3., 3.1., 3.2., 3.3., 4.1., 4.2.

3

Lucru mecanic. Energie

53

Lucru mecanic efectuat de forțe constante. Unitate de măsură.	53
Puterea mecanică. Unități de măsură ale puterii.	57
Randamentul mecanic.	59
Energia cinetică	61
Energia potențială gravitațională.	64
Extindere: Energia potențială elastică.	66
Energia mecanică. Conservarea energiei mecanice.	68
Proiect: Energia mecanică în viața noastră	71
Extindere: Metode de conversie a energiei mecanice	72
Recapitulare.	74
Evaluare	75
Exersezi și progresezi.	76

Mișcarea de translație și mișcarea de rotație a corpurilor nedeformabile.....	77
Echilibrul de translație.....	79
Momentul forței. Unitate de măsură. Echilibrul de rotație	81
Pârghia. Tipuri de pârghii.....	84
Pârghii în sistemul locomotor (tratare interdisciplinară).....	87
Scripetele.....	89
Centrul de greutate.....	92
Echilibrul corpurilor și energia potențială.....	94
Investigație	96
Recapitulare	98
Evaluare.....	99
Exersezi și progresezi	100

Presiunea. Presiunea hidrostatică	101
Presiunea atmosferică (abordare interdisciplinară – Geografie)	104
Legea lui Pascal. Aplicații	105
Legea lui Arhimede. Aplicații.....	107
Recapitulare	111
Evaluare.....	112
Exersezi și progresezi	113

Unde mecanice	114
Unde seismice, valuri (abordare interdisciplinară – Geografie)	117
Proiect: Cutremure celebre.....	119
Producerea și percepția sunetelor	120
Sistemul auditiv (abordare interdisciplinară – Biologie)	122
Propagarea sunetului. Ecoul.....	124
Caracteristici ale sunetului (abordare calitativă interdisciplinară – Muzică).....	126
Recapitulare	128
Evaluare.....	129
Exersezi și progresezi	130

Recapitulare finală.....	131
Evaluare finală	134

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, 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 clase de fenomene fizice studiate a unor fenomene 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 mediu, 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

Mărimi fizice și fenomene fizice

Ce înveți?

- Ce sunt mărimile fizice
- Ce sunt fenomenele fizice

Cuvinte-cheie

- proprietăți
- mărime fizică
- unitate de măsură
- mărimi fizice fundamentale
- mărimi fizice derivate
- fenomen fizic

Experiment

Scop: Determinarea alungirii unui resort

Materiale necesare: resort, corp, riglă

Mod de lucru:

1. Măsoară cu ajutorul riglei lungimea resortului;
2. Suspendă corpul de resort;
3. Măsoară din nou lungimea resortului.

Constatări:

- Ce s-a întâmplat când ai suspendat corpul de resort?
- De ce s-a alungit resortul?

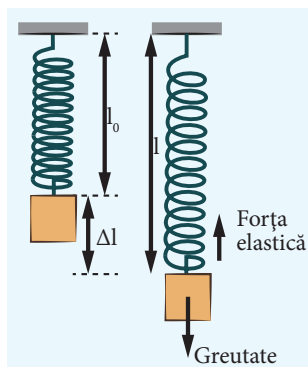


Figura 2 Resort

Din experiența ta!

- 1 a) Descrie substanțele din *Figura 1* referindu-te la: culoare, aspect, miros, gust etc.
- b) Cunoști altă modalitate prin care poți obține informații despre caracteristicile corpurilor?



Figura 1 Substanțe

Află!

Corpurile se deosebesc unele de altele prin **proprietăți** care le sunt specifice. Proprietățile sunt însușiri pe baza cărora se pot identifica și substanțele componente ale corpurilor. Proprietățile pot fi măsurabile sau nemăsurabile (sesizabile cu ajutorul simțurilor noastre). De exemplu, zaharul este dulce, cafeaua este amară, zahărul este alb, cafeaua este neagră, cubul de gheață este transparent etc.

Descrierea proprietăților fizice ale unui corp se face utilizând mărimi fizice (de exemplu: gheața este rece, are temperatura 0°C ; cafeaua este fierbinte, temperatura ei este 100°C).

Și scrierea legilor fizice se realizează tot cu ajutorul *mărimilor fizice*.

Putem scrie, de exemplu, legea mișcării rectilinii uniforme a unui mobil, expresia forței elastice sau expresia greutateii unui corp. Aceste expresii se scriu folosind mărimi fizice precum viteza, masa, timpul etc.

Mărimile fizice sunt proprietăți fizice măsurabile, cărora le sunt asociate unități de măsură.

Exemple de mărimi fizice: lungimea, masa, timpul, temperatura, viteza etc.

Prin **măsurare** putem stabili, de exemplu (*Figura 2*), cu cât se deformează un corp cu proprietăți elastice sau ce lungime are el. Atunci când suspendăm un corp de resortul inițial nedeformat, acesta se alungește. Alungirea poate fi determinată măsurând cu rigla lungimea inițială a resortului și apoi lungimea sa finală. Diferența celor două valori reprezintă alungirea resortului ($\Delta l = l - l_0$).

Modificarea formei, corespunzând variației mărimii fizice lungime a resortului, este un fenomen fizic de tip mecanic.

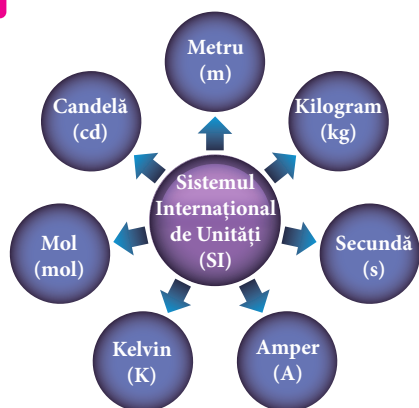


Figura 3 Unități de măsură fundamentale

Fenomenul fizic reprezintă modificarea stării fizice a corpului, exprimată prin variația mărimilor sale fizice, în urma interacțiunii cu un alt corp.

A **măsura** o mărime fizică înseamnă a o compara cu o altă mărime de același fel, luată prin convenție ca unitate de măsură.

De exemplu, spunem că resortul s-a alungit cu un *număr* de cm, număr ce reprezintă rezultatul numeric al măsurării alungirii.

Pentru a măsura o mărime fizică este nevoie să se indice un **procedeu** de măsurare (**modul de lucru**) și un **instrument** de măsură (de exemplu rigla). În fizică există **șapte mărimi fizice fundamentale**: lungimea, masa, timpul, temperatura, cantitatea de substanță, intensitatea curentului electric, intensitatea luminoasă.

Unitățile de măsură ale acestora sunt și ele fundamentale și fac parte din Sistemul Internațional de Unități (SI): metru, kilogram, secunda, kelvin, mol, amper, candela. (Figura 3)

Toate celelalte mărimi și unități de măsură se numesc **derivate**.

De exemplu, unitatea de măsură pentru viteză este m/s, unitate de măsură derivată, care provine din definiția vitezei

$$v = \frac{d}{\Delta t}; \langle v \rangle_{SI} = \left[\frac{d}{\Delta t} \right]_{SI} = \frac{[d]_{SI}}{[\Delta t]_{SI}} = \frac{m}{s}, \text{ unde } d \text{ reprezintă distanța parcursă, iar } \Delta t \text{ intervalul de timp în care este parcursă distanța respectivă.}$$

Deseori, în practică, unitățile de măsură sunt exprimate cu ajutorul multiplilor și submultiplilor lor. (Tabelul 1)

În rezolvarea problemelor este necesar să exprimăm mărimile fizice în unitățile de măsură din Sistemul Internațional. Vom avea grijă să efectuăm transformările mărimilor, exprimate în multipli sau submultipli ai unităților de măsură, în unități de bază.

Exemplu: $5 \text{ km} = 5 \times 10^3 \text{ m}$

$$64 \mu\text{m} = 64 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$500 \text{ g} = 500 \times 10^{-3} \text{ kg} = 0,5 \text{ kg}$$

$$36 \text{ km/h} = 36 \times 10^3 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$$

$$10 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow (10 + 273,15)\text{K} = 283,15 \text{ K} \cong 283 \text{ K}$$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$$

Tabelul 1

Multiplu	Simbol	Ordin de mărime	Submultiplu	Simbol	Ordin de mărime
deca	da	$\times 10$	deci	d	$:10$
hecto	h	$\times 100 = 10^2$	centi	c	$:100$
kilo	k	$\times 1000 = 10^3$	mili	m	$:1000$
mega	M	$\times 1000000 = 10^6$	micro	μ	$:1000000$
giga	G	$\times 1000000000 = 10^9$	nano	n	$:1000000000$
tera	T	$\times 1000000000000 = 10^{12}$	pico	p	$:1000000000000$

Observă și descoperă!

2 Apa aflată într-un vas are, inițial, o anumită *stare fizică*, exprimată prin mărimile fizice corespunzătoare. Observă apa din *Figura 4*.

- Ce mărimi fizice crezi că se modifică în urma încălzirii?
- Ce temperatură are apa pură care fierbe? Întotdeauna este așa?
- Oul de găină se încheagă prin fierbere la peste 65 de grade Celsius. Pe vârful muntelui Everest (8 848 m) se poate obține un ou fiert tare? De ce?



Figura 4 Vas cu apă

3 Observă fenomenele fizice (*Figura 5*) și rezolvă cerințele de mai jos.

- Ce fenomene fizice identifiți?
- Grupează imaginile pe categorii de fenomene.

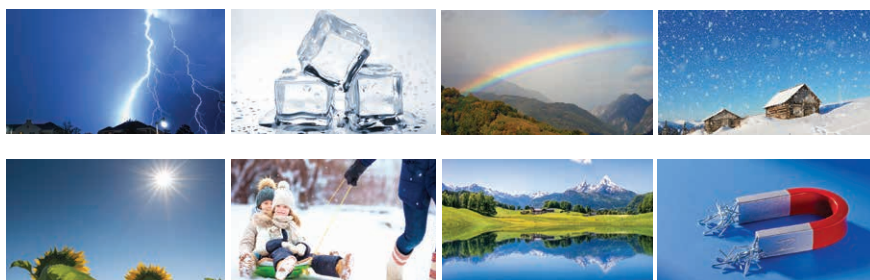


Figura 5 Fenomene fizice

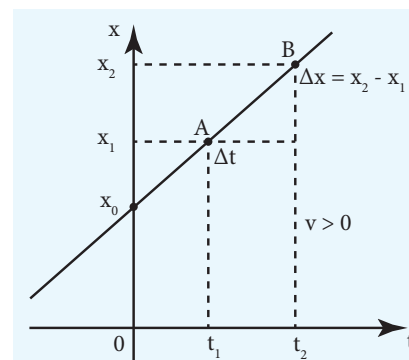


Figura 6 Legea mișcării rectilinii uniforme

Află!

Modificarea stării fizice a unui corp în urma interacțiunii cu alt corp se numește **fenomen fizic**. Acesta poate fi: **mecanic, termic, electric, magnetic, optic** etc.

Legile fizicii reprezintă adevăruri științifice obiective, care exprimă relații matematice între mărimile fizice caracteristice corpurilor și fenomenelor. Ele sunt valabile în anumite condiții, care trebuie bine precizate. Legile fizicii se exprimă prin relații matematice, prin grafice, sau tabele de valori.

De exemplu, ai învățat în clasa a VI-a, legea mișcării rectilinii uniforme: $x = x_0 + v(t - t_0)$, unde x și x_0 reprezintă distanțele față de reperul ales, la momentele t și t_0 , iar v este viteza mobilului. (*Figura 6*)

Aplică!

4 În fiecare dimineață Mihai se pregătește pentru concursul de atletism. Luni a alergat o jumătate de oră, marți a alergat 30 min, iar miercuri, 1 800 s.

Pentru a măsura timpul, el a folosit de fiecare dată același ceasornic.

- În care dintre zile durata alergării a fost mai mare?
- Dacă viteza cu care aleargă este de 1,5 m/s, ce distanță parcurge Mihai, în total, în cele trei zile?

5 Asociază mărimilor fizice (lungime, durată, volum, temperatură, masă, viteză, arie), unitățile de măsură potrivite (kg, m², s, m, m/s, m³, K).

Important

- Mărimile fizice** sunt proprietăți fizice măsurabile, cărora le sunt asociate unități de măsură.
- Unitățile de măsură ale acestora fac parte din Sistemul Internațional.
- Unitățile de măsură sunt:
 - fundamentale: metru, kilogram, secunda, kelvin, mol, amper, candela.
 - derivate: newton, joule, watt etc.
- Modificarea stării fizice a unui corp, exprimată prin variația mărimilor fizice specifice, în urma interacțiunii cu alt corp, se numește **fenomen fizic**. Poate fi: mecanic, termic, electric, magnetic, optic, atomic, nuclear.

Etapile realizării unui experiment

Ce înveți?

- Despre experiment ca metodă de studiu în știință
- Care sunt etapele unui experiment

Cuvinte-cheie

- ipoteză
- variabile
- eroare medie
- experiment

Din experiența ta!

1 Ce se întâmplă iarna cu apa mării, atunci când afară sunt temperaturi negative și pe străzi se formează poșgițe de gheață? Cum poți afla? Ce metodă crezi că se potrivește?

Află!

O modalitate prin care oamenii de știință obțin indicii despre o problemă studiată este efectuarea unor experimente. În fizică există două metode de cercetare: metoda experimentală și cea teoretică.

Experimentul este un procedeu științific de cercetare ce constă în provocarea intenționată a unor fenomene, în condiții controlate, pentru studierea legilor care le guvernează.

Experiment

Ce îngheață mai repede, apa pură sau apa în care am adăugat sare?

Materiale necesare: 3 pahare identice, apă, sare de bucătărie, congelator

Mod de lucru:

1. Umple, cu aceeași cantitate de apă, trei pahare identice.
2. Într-un pahar adăugă o lingură cu sare, în altul, 2 linguri cu sare și în cel de-al treilea nu adăuga nimic.
3. Introdu paharele în congelator.
4. Verifică paharele din 30 în 30 de minute.

Constatări:

- Apa din cele 3 pahare a înghețat simultan la suprafață?
- Ce demonstrează rezultatele respective? Susțin ele ipoteza făcută?
- Au apărut erori? Este nevoie de mai multe date?
- Dacă s-ar fi pus zahăr, în loc de sare, crezi că s-ar fi obținut rezultate diferite?

Etapile realizării unui experiment

1. Observarea și formularea unei întrebări științifice.

Ce îngheață mai repede, apa pură sau apa în care am adăugat sare?

2. Formularea ipotezei

(posibilă explicație pentru un set de observații). Ipotezele conduc la previziuni ce pot fi testate. Ce crezi că se va întâmpla?

Dacă apa este sărată, atunci...

3. Descrierea etapelor

de urmat pentru măsurătorile care se vor face, ținând seama de toate variabilele/factorii care pot fi schimbați.

Variabila - cantitatea de sare

4. Realizarea propriu-zisă a experimentului

- în urma măsurătorilor se obțin valori numerice numite date.

5. Înregistrarea și analizarea datelor.

Acest experiment este un experiment calitativ, în care observăm ceea ce se întâmplă, fără să măsurăm și să înregistrăm efectiv ceva.

6. Prelucrarea informațiilor/datelor și formularea concluziilor.

(Tabelul 2)

Tabelul 2

Paharul (P ₁ , P ₂ , P ₃)	P ₁ - o lingură de sare	P ₂ - două linguri de sare	P ₃ - nicio lingură de sare
Timpul de înghețare a apei			

Concluzia rezumă ceea ce ai învățat din experimentul respectiv.

Proprietățile apelor sărate diferă de cele ale apelor dulci. Apa sărată are un punct de îngheț mai coborât decât apa pură.

Experiment

Întrebarea: Este influențată alungirea resortului de masa corpului suspendat?

Formularea ipotezei: Dacă masa corpului suspendat de resort este mai mare, atunci resortul se va alungi mai mult.

Materiale necesare: resort, riglă pentru măsurat lungimea, discuri cu mase marcate

Mod de lucru:

1. Măsoară lungimea inițială a resortului;
2. Suspendă un disc crestat, notează masa acestuia, lungimea resortului și calculează alungirea Δl ;
3. Repetă de minimum 3 ori, pentru a calcula valoarea medie a alungirii pentru prima masă;
4. Suspendă un alt disc cu masă mai mare și procedează la fel;
5. Repetă experimentul de încă două ori.

Notează datele într-un tabel. (Tabelul 3)

Identifică sursele de erori și propune soluții pentru diminuarea acestora.

Trasează graficul alungirii medii în funcție de masa corpului suspendat: $\Delta l_m = f(M)$. Ai valori care nu se înscriu pe grafic? Ce trebuie să faci cu ele?

Concluzia: Alungirea resortului este direct proporțională cu masa corpului suspendat de el.

Tabelul 3

Δl_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)	$\Delta l_m = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \dots + \Delta l_n}{n}$	$\varepsilon_i = \Delta l_i - \Delta l_m $	$\varepsilon_m = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n}{n}$
Valoarea măsurată	Valoarea medie	Eroarea de măsură	Eroarea medie

OBSERV!

Lista mea de verificare	Da	Nu
Am respectat instrucțiunile?		
Am utilizat corect materialele?		
Am notat observațiile mele?		
Am formulat concluzia cu ușurință?		
Am cerut ajutor atunci când am avut nevoie?		

Află!

Rezultatul măsurării depinde de mai mulți factori, dintre care cei mai importanți sunt **precizia aparatului de măsură** și **îndemânarea experimentatorului**.

Rezultatul unei singure măsurători a unei mărimi fizice nu reprezintă cu certitudine valoarea reală a acelei mărimi.

Dacă se efectuează mai multe măsurători asupra unei mărimi fizice sau dacă mai mulți experimenatori măsoară independent aceeași mărime, rezultatele obținute pot fi puțin diferite. De aceea, se fac mai multe măsurători, se înregistrează datele obținute și se face media aritmetică a valorilor înregistrate, apoi se calculează erorile.

Important

Etapele realizării unui experiment:

1. Observarea și formularea unei întrebări științifice;
2. Formularea ipotezei;
3. Descrierea etapelor de urmat;
4. Realizarea propriu-zisă a experimentului;
5. Înregistrarea și analizarea datelor;
6. Prelucrarea datelor și formularea concluziilor;
7. Identificarea principalelor surse de erori (eroari cauzate de precizia instrumentelor de măsură utilizate; erori de citire; erori datorate aproximării valorilor calculate).

Se determină **eroarea** măsurătorii respective, făcând diferența dintre valoarea medie și valoarea măsurată $\varepsilon_i = |\Delta l_i - \Delta l_m|$. Media aritmetică a erorilor $\varepsilon_m = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \dots + \varepsilon_n}{n}$ se numește **eroare medie**.

Intervalul de valori, în care se află valoarea reală a unei mărimi măsurate, este dat de valoarea medie a mărimii respective din care se scade, respectiv, la care se adună eroarea medie.

Exemplu: $\Delta l \in [\Delta l_m - \varepsilon_m; \Delta l_m + \varepsilon_m]$.

Aplică!

2 Anda măsoară de trei ori alungirea unui resort și găsește următoarele valori: $\Delta l_1 = 3,28$ cm, $\Delta l_2 = 3,42$ cm și $\Delta l_3 = 3,32$ cm. Calculează erorile pentru fiecare dintre cele trei măsurători și eroarea medie. Precizează intervalul de valori în care se găsește valoarea reală a alungirii resortului.

3 Temperatura unui corp încălzit variază în timp, conform datelor din *Tabelul 4*. Care este temperatura corpului exprimată în grade Celsius ($^{\circ}\text{C}$) după 30 s? Dar după un minut? Reprezintă grafic, folosind datele din tabel, variația temperaturii corpului în funcție de timp.

Tabelul 4

t (s)	0	10	20	30	40	50	60
T (K)	283	284	285	286	287	287	287

4 Ai la dispoziție următoarele materiale: balanță, mase marcate, măsură cu apă, trei sfere, identice ca formă și mărime, din fier/aluminiu/cupru. (*Figura 7*)

Realizează o fișă de lucru în care să descrii etapele unui experiment pentru a răspunde la întrebarea: *Densitatea corpurilor depinde de tipul de substanță?*

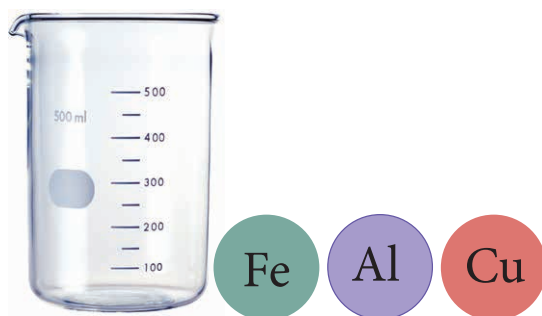


Figura 7 Materiale experiment



Extindere: Studiul experimental al relațiilor metrice în triunghiul dreptunghic

Ce înveți?

- Verifici experimental teorema lui Pitagora
- Teorema lui Pitagora generalizată
- Proiecția ortogonală a unui punct pe o dreaptă

Cuvinte-cheie

- teoremă
- sinus
- cosinus

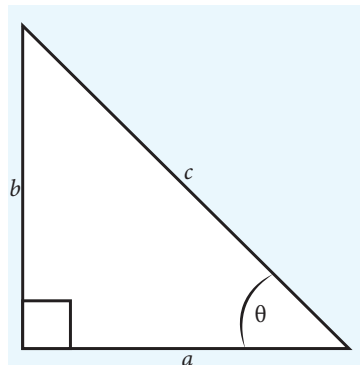


Figura 9 Triunghi dreptunghic

Din experiența ta!

1 Cum determină pompierii lungimea scării de care au nevoie pentru a stinge un incendiu? (Figura 8)

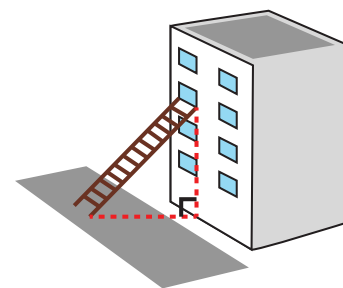


Figura 8 Clădire și scară pompieri

Află!

Pompierii folosesc o teoremă din matematică, teorema lui Pitagora, pentru a determina lungimea scării pe care o folosesc atunci când se pregătesc să stingă incendiul într-un bloc.

Teorema lui Pitagora este una dintre cele mai importante teoreme din geometrie și constituie o relație între laturile unui triunghi dreptunghic. (Figura 9)

În orice triunghi dreptunghic suma pătratelor catetelor este egală cu pătratul ipotenuzei (latura opusă unghiului drept):

$$a^2 + b^2 = c^2.$$

Într-un triunghi dreptunghic pot fi determinate sinusul și cosinusul unghiului θ (theta), ca rapoarte între catetele b (cateta opusă unghiului θ), respectiv, a (cateta alăturată unghiului θ) și ipotenuza c astfel:

$$\sin \theta = \frac{b}{c} \quad \text{și} \quad \cos \theta = \frac{a}{c}.$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad (\text{formula fundamentală a trigonometriei})$$

Activitate practică

Scop: Verificarea teoremei lui Pitagora

Materiale necesare: echer, riglă, foaie de hârtie, creion

Mod de lucru:

1. Măsoară, cu ajutorul riglei, un segment de dreaptă $a = 8$ cm și desenează-l pe hârtie.
2. La capătul segmentului desenat, așază echerul, astfel încât să formezi un unghi drept, măsoară un segment $b = 6$ cm și trasează-l pe hârtie.
3. Unește capetele celor două segmente desenate, astfel încât să obții un triunghi dreptunghic.
4. Măsoară cu rigla cea de-a treia latură a triunghiului (ipotenuza), notată cu c .

Constatări:

- Ce lungime are ipotenuza c ? Compară rezultatul obținut de tine cu rezultatele găsite de alți doi colegi.
- Calculează suma pătratelor lungimilor catetelor (primele două laturi desenate de tine) ale triunghiului:
 $a^2 + b^2 = \dots^2 + \dots^2 = ?$
- Calculează pătratul numărului care reprezintă lungimea ipotenuzei triunghiului: c^2 .
- Ce observi? Dacă nu ai obținut rezultatul așteptat, căror cauze crezi că se datorează acest fapt?

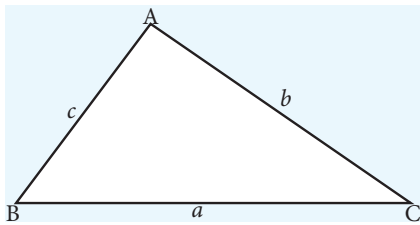


Figura 10 Triunghi oarecare

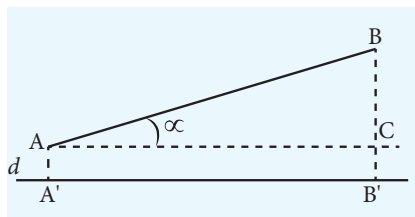
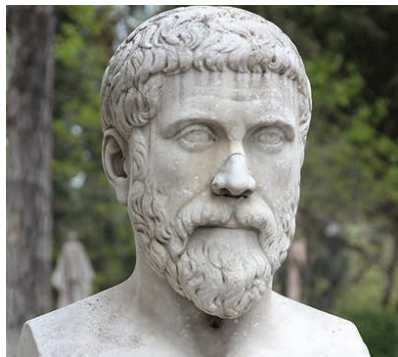


Figura 11 Proiecția unui segment pe o dreaptă

Informează-te!



Pitagora este una dintre cele mai importante personalități din istoria culturii europene.

A formulat teorema care îi poartă numele, a descoperit tabla înmulțirii. Pitagora a fost primul care a înțeles că armonia muzicală este determinată de proporții matematice și primul care a conceput ideea de mișcare planetară.

Află!

Teorema lui Pitagora poate fi considerată un caz particular al teoremei lui **Pitagora generalizată**, care exprimă legătura între laturile și unghiurile unui triunghi oarecare: $a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos A$.

Dacă $b = 10$ cm, $c = 8$ cm și $m(\sphericalangle A) = 60^\circ$, ce valoare are latura opusă unghiului A ? (Figura 10)

Pe parcursul anului, la fizică, vei întâlni cazuri în care forța aplicată unui corp formează un unghi cu direcția mișcării. De aceea, este nevoie să știi cum se calculează proiecția unui segment pe o dreaptă.

Proiecția ortogonală a unui punct pe o dreaptă reprezintă piciorul perpendicularei dusă din acel punct pe dreaptă. Proiecția întregului segment AB pe o dreaptă se obține unind proiecțiile punctelor A și B pe acea dreaptă: $A'B' = AB \cdot \cos \alpha$.

Observă și descoperă!

2 Observă Figura 11.

- Măsoară, cu rigla, un segment AB .
- Proiectează-l pe dreapta d și măsoară proiecția $A'B'$.
- Lungimea proiecției segmentului AB pe dreapta d este:
 $A'B' = AB \cdot \cos \alpha$.

Pentru a calcula proiecția unei forțe pe o anumită direcție sau o latură a unui triunghi, atunci când știi celelalte două laturi și unghiul opus (adunarea vectorilor, de exemplu), vei avea nevoie de sinusul și cosinusul unghiurilor (pentru care există tabele de valori). (Tabelul 5)

Unghiurile utilizate mai des în problemele de fizică sunt acelea de 0° , 30° , 45° , 60° și 90° .

Tabelul 5

Unghiul α	0°	30°	45°	60°	90°
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

Important

- Teorema lui Pitagora:** $a^2 + b^2 = c^2$.
- Teorema lui Pitagora generalizată:** $a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos A$, unde A este unghiul opus laturii în triunghi.

Aceste două formule și proiecția ortogonală a unui segment pe o dreaptă sunt utilizate foarte mult în fizică pentru calculul modulelor vectorilor: forțe, viteze, accelerații etc.

Aplică!

3 Calculează perimetrul și aria unui triunghi dreptunghic care are cateta $a = 12$ cm și unghiul format de cateta a cu ipotenuza, $\alpha = 60^\circ$.

Mărimi fizice scalare.

Identificarea mărimilor fizice scalare

Ce înveți?

- Ce este o mărime fizică scalară

Cuvinte-cheie

- scalar

Experiment

Scop: Determinarea masei unui corp

Materiale necesare: corp, balanță, mase marcate

Mod de lucru:

1. Verifică dacă balanța este în echilibru (acul indicator este în dreptul diviziunii zero) și dacă nu este așa, echilibrează-o!
2. Așază cu grijă corpul a cărui masă vrei să o măsoari pe unul dintre talerele balanței.
3. Pe celălalt taler, așază corpuri cu masa cunoscută până când balanța se echilibrează din nou.

Constatări:

- Cu cât va fi egală masa corpului pe care l-ai cântărit?

Important

Mărimile fizice care sunt complet definite de valoare numerică și unitate de măsură se numesc **mărimi fizice scalare**.

Din experiența ta!

- 1 Notează pe caiet: masa ta, înălțimea ta, durata orei de fizică și apoi compară cu ceea ce a notat colegul tău.
- 2 Ce ai precizat când ai exprimat masa sau înălțimea ta?
- 3 Completează *Tabelul 6* cu datele care lipsesc.

Tabelul 6

Mărimea fizică	Simbolul	Valoarea numerică	Unitatea de măsură (SI)
temperatura		18	
	A	50	
masa		10	
	Δt	20	
		15	m ³
	ρ	1000	

Află!

Ai observat, completând *Tabelul 6*, că, pentru a avea informații despre masa unui corp, despre durata unui eveniment, despre temperatura, lungimea sau volumul corpurilor este suficient să știi valoarea numerică a acestora exprimată în unități de măsură (masa ta este de 40 kg, volumul sălii de sport este de 5 000 m³, temperatura aerului din clasă este de 20° C).

O **mărime fizică scalară** este complet determinată de o valoare numerică și o unitate de măsură.


Unele mărimi fizice scalare pot fi pozitive, altele pot fi și negative.

Exemplu: temperatura $t = -8^\circ \text{C}$.

Exemple de mărimi fizice scalare: timpul, temperatura, volumul, lucrul mecanic, puterea, energia, densitatea.

Aplică!

4 Un corp paralelipipedic are aria bazei egală cu 10 cm² și cântărește 82,5 g. Dacă densitatea materialului din care este confecționat corpul este 660 kg/m³, află înălțimea corpului paralelipipedic.

5 Sala de clasă are lungimea 0,8 dam, lățimea 60 dm și înălțimea 300 cm. Care este volumul de aer din clasă? 

Mărimi fizice vectoriale. Identificarea mărimilor fizice vectoriale

Ce înveți?

- Ce este o mărime fizică vectorială

Cuvinte-cheie

- vector

Experiment

Scop: Evidențierea faptului că forța este mărime vectorială

Materiale necesare: corp paralelipipedic, dinamometru

Mod de lucru:

1. Așază dinamometrul de una dintre fețele corpului și ridică-l. Notează valoarea forței F_1 .
2. Așază corpul pe o masă orizontală și prin intermediul dinamometrului deplasează-l spre dreapta, acționând cu aceeași forță ca și în cazul anterior.

Observă! Direcția și sensul de deplasare s-au schimbat.

3. Acționează asupra corpului cu aceeași forță, dar aplicată pe fața opusă celei inițiale și deplasează-l spre stânga.

Observă! Sensul de deplasare s-a schimbat, fiind opus celui inițial, deși forța a avut aceeași valoare.

Constatări:

- Cum sunt efectele produse de aceeași forță atunci când acționează pe direcții diferite sau în sensuri diferite?

Din experiența ta!

1 Observă *Figura 12* și rezolvă cerințele:

a) Mihai se află în autobuz. La un moment dat autobuzul ajunge în centrul unei intersecții. Pentru a ști exact unde se află Mihai, este suficient să îți se spună că, după 10 s de la ieșirea din intersecție, autobuzul s-a deplasat 50 m?

b) Autobuzul se deplasează cu viteza 18 km/h. Având această informație, poți specifica unde se află Mihai după 10 s? Ce ar trebui să se precizeze pentru ca cineva să înțeleagă exact unde se află el?

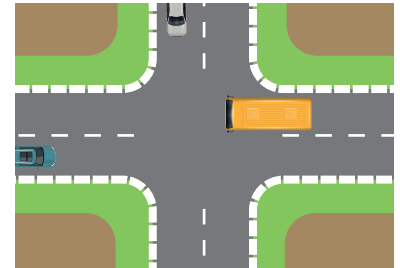


Figura 12 Intersecție

Află!

Înțelegem, din exemplul de mai sus, că deplasarea și viteza sunt mărimi fizice pentru care nu mai este suficient să știm doar valoarea numerică și unitatea de măsură. Trebuie să specificăm și **orientarea** lor.

Pentru a caracteriza deplasarea și viteza unui mobil, în afara valorii numerice (numită modul), trebuie precizate **direcția și sensul** acestora.

Ne amintim că deplasarea unui mobil într-o mișcare rectilinie, în intervalul de timp $\Delta t = t_2 - t_1$ este egală cu diferența dintre coordonata de poziție finală și cea inițială $d = x_2 - x_1$. (*Figura 13*)

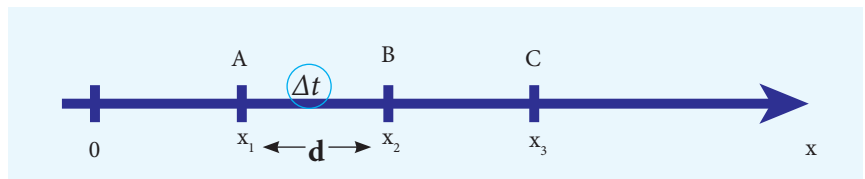


Figura 13 Axa de coordonate

Viteza medie reprezintă raportul dintre distanța parcursă de mobil și intervalul de timp necesar parcurgerii acestei distanțe:

$$v = \frac{d}{\Delta t}, \text{ unde } d \text{ este distanța parcursă, iar } \Delta t \text{ este intervalul de timp}$$

în care a fost parcursă distanța.

Ce se întâmplă atunci când viteza mobilului nu este constantă în timp? În clasa a VI-a ai învățat despre **acelerație**.

Dacă un automobil își mărește viteza de la v_1 la v_2 , variația vitezei sale ($\Delta v = v_2 - v_1$) va fi pozitivă, $\Delta v > 0$, și spunem că acesta se mișcă accelerat, valoarea accelerației fiind $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Dacă automobilul își micșorează viteza cu aceeași valoare, în același interval de timp, el se va mișca încetinit (frânat) cu aceeași accelerație, ca valoare numerică, dar negativă, deoarece în acest caz variația vitezei sale va fi negativă, $\Delta v < 0$.

Se poate întâmpla, însă, ca valoarea numerică a vitezei să fie constantă și totuși mobilul să se miște accelerat. De exemplu, într-o mișcare de rotație, viteza își modifică orientarea, iar această modificare determină apariția unei accelerații.

Accelerația este, de asemenea, o mărime fizică pentru care trebuie să cunoști valoarea numerică (**modulul**), **direcția** și **sensul**.

Experimentul pe care l-ai realizat dovedește că, pentru a caracteriza o forță, trebuie precizate: valoarea numerică, exprimată în newtoni, punctul de aplicație, direcția și sensul ei.

Simbolul mărimii vectoriale forță este \vec{F} , spre deosebire de F care reprezintă numai valoarea numerică a forței.

Mărimea fizică definită prin modul (valoare numerică exprimată în unități de măsură), direcție și sens, se numește **mărime fizică vectorială**.

Exemple de mărimi fizice vectoriale: deplasarea, viteza, accelerația, forța.

O mărime fizică vectorială se reprezintă grafic printr-un segment de dreaptă orientat, numit **vector**. (Figura 14)

Un vector \vec{AB} este determinat de:

- punctul de aplicație, numit origine (punctul A);
- modul (lungimea segmentului AB);
- direcție (dreapta care trece prin punctele A și B);
- sens (de la A la B).

Aplică!

Portofoliu

2 Reprezintă la scară (1 cm \rightarrow 10 m/s) vectorul viteză al unui automobil care se deplasează spre nord cu 72 km/h.

3 Reprezintă un vector care are același modul cu un vector orientat spre dreapta, de modul egal cu 3 unități de măsură, dar de sens opus.

- 4 Completează enunțurile de mai jos:
- Temperatura este o mărime ..., iar forța este o mărime ...
 - Caracteristicile unui vector sunt: ..., ..., ... și ...

5 Identifică forțele care acționează asupra saniei din Figura 15.

6 Vitezele reprezentate mai jos sunt egale? Motivează!

$$\vec{v}_1 \rightarrow \left(1\text{cm} \rightarrow 10\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$$\vec{v}_2 \rightarrow \left(1\text{cm} \rightarrow 6\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

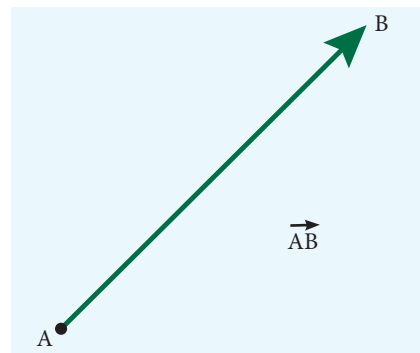


Figura 14 Vector

Important

Pentru a defini complet un vector avem nevoie de: direcție, sens, valoare absolută (modul) și unitate de măsură.

Organizarea portofoliului

Accesează manualul digital pentru a afla cum să îți organizezi portofoliul.



Figura 15 Sanie deplasată orizontal

Recapitulare

1 Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.

A. Una dintre proprietățile de mai jos este proprietate măsurabilă:

a) gustul; b) masa; c) mirosul.

B. Unitatea de măsură care nu este fundamentală în Sistemul Internațional este:

a) m; b) s; c) N; d) kg.

C. Unitatea de măsură în Sistemul Internațional pentru volum este:

a) metrul cub; b) litrul; c) decimetrul cub; d) kilogramul.

D. Una dintre mărimile fizice de mai jos nu este vectorială:

a) viteza; b) accelerația; c) densitatea; d) forța.

2 Notează A, dacă propoziția este adevărată și F, dacă este falsă.

a) Condensarea este un fenomen optic.

b) Volumul corpului este o mărime fizică fundamentală.

c) Un vector se caracterizează prin valoare numerică exprimată în unități de măsură, punct de aplicație, direcție și sens.

d) Vectorul forță poate fi reprezentat grafic.

3 Efectuează transformările:

$$340 \text{ dam} = \dots \text{ mm}$$

$$1,520 \text{ hm} = \dots \text{ cm}$$

$$3\,423 \text{ cm}^2 = \dots \text{ m}^2$$

$$278 \text{ l} = \dots \text{ m}^3$$

$$458 \text{ cm}^3 = \dots \text{ dm}^3$$

$$6 \text{ h} = \dots \text{ s}$$

$$896 \text{ km} = \dots \text{ m}$$

$$240 \text{ min} = \dots \text{ h}$$

$$559 \text{ mm} = \dots \text{ m}$$

4 Un autoturism trece prin dreptul bornei kilometrice cu numărul 3 la 14 h 28 min 20 s. La 15 h 52 min 30 s ajunge în dreptul bornei kilometrice 111. Ce distanță a parcurs autoturismul? Care a fost durata mișcării?

5 Reprezintă prin vectori următoarele viteze:

a) verticală, în sus, $v_1 = 20 \text{ m/s}$ (scara de reprezentare: $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$);

b) orizontală, spre stânga, $v_2 = 0,8 \text{ m/s}$ (scara de reprezentare: $1 \text{ cm} \rightarrow 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$);

c) oblică, înclinată la 45° față de orizontală, spre dreapta în sus, $v_3 = 100 \text{ km/h}$ ($1 \text{ cm} \rightarrow 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$).

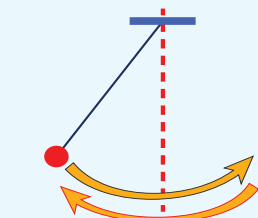
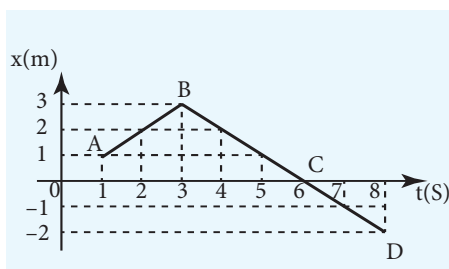
6 O forță cu modulul $F = 500 \text{ N}$ este reprezentată printr-un vector care are lungimea de 5 cm. Ce modul are o altă forță, care este reprezentată la aceeași scară și are lungimea de 1 cm?

7 În urma unui experiment, privind mișcarea unui corp, a fost obținut graficul din Figura 16. Interpretează datele observate în grafic și caracterizează mișcarea corpului.

8 Imaginează un experiment prin care să măsoară perioada (timpul în care se efectuează o oscilație completă dus-întors) unui pendul gravitațional, specificând etapele experimentului. (Figura 17)

9 Folosind datele din *Tabelul 7*, trasează graficul variației coordonatei unui mobil în funcție de timp și calculează viteza acestuia.

Tabelul 7



t (s)	x (m)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20

Figura 16 Reprezentarea grafică a mișcării unui mobil

Figura 17 Pendul gravitațional



Figura 18 Pistă de alergare

10 Mihai, Victor și Diana au ieșit în parc (*Figura 18*). Pe una dintre alei au găsit amenajată o pistă de alergare rectilinie, a cărei lungime este de 100 de m. Diana le-a propus băieților să alerge, plecând fiecare din câte un capăt al pistei, ea urmând să măsoare după cât timp se întâlnesc, dacă pornesc simultan. Știind că Mihai aleargă cu viteza de 3 m/s și că Diana a cronometrat 20 s până în momentul întâlnirii lor, află cu ce viteză aleargă Victor. La ce distanță față de locul din care a pornit Victor se întâlnesc cei doi băieți?

11 Maria a plecat din punctul O și a mers spre Est 10 m, apoi a continuat spre Nord 12 m, și spre Vest încă 26 de m. Care este distanța totală parcursă de Maria? Cu cât s-a deplasat ea față de punctul de plecare O? (*Figura 19*)

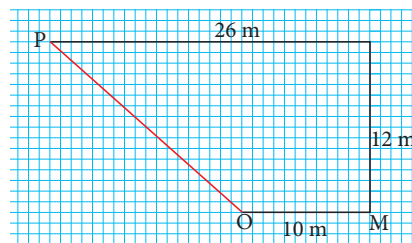


Figura 19 Grafic problema 11

Observ!

Bifează răspunsul care ți se potrivește, gândindu-te la această unitate de învățare. Folosește această fișă de observare pe măsură ce parcurgi unitățile din manual.

Comportamentul	Niciodată	Uneori	Deseori	Întotdeauna
1. Am participat cu interes la lecții.				
2. Am respectat instrucțiunile.				
3. Am finalizat sarcinile.				
4. Mi-am spus părerea.				
5. Când am greșit, am vrut să aflu cum pot să corectez.				
6. Am cerut ajutor când am avut nevoie.				

Autoevaluare

Reflectează asupra activității tale de până acum, apoi completează următoarele enunțuri.

1. Prin rezolvarea exercițiilor din această unitate am învățat:
2. În rezolvarea exercițiilor am avut dificultăți la
3. Cred că mi-aș îmbunătăți performanța dacă
4. Cred că activitatea mea din această unitate de învățare poate fi apreciată cu nota

Evaluare

Timp de lucru: 50 de minute

Din oficiu 10 p

<p>1 Alege răspunsul corect.</p> <p>A. Topirea gheții este un fenomen: a) mecanic; b) optic; c) electric; d) termic.</p> <p>B. Care dintre unitățile de mai jos este unitate de măsură fundamentală în Sistemul Internațional? a) centimetrul; b) secunda; c) gramul; d) litrul.</p> <p>C. Masa se exprimă în Sistemul Internațional în: a) grame; b) tone; c) newtoni; d) kilograme.</p> <p>D. Care dintre mărimile fizice nu se potrivește ca tip printre celelalte? a) temperatura; b) timpul; c) forța; d) densitatea.</p>	<p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p>
<p>2 Notează A, dacă propoziția este adevărată și F, dacă este falsă.</p> <p>a) O mărime fizică vectorială se poate reprezenta grafic.</p> <p>b) Experimentul este un procedeu de cercetare științifică ce constă în provocarea intenționată a unor fenomene, în condițiile cele mai apropiate de realitate, pentru studierea lor.</p> <p>c) A măsura o mărime fizică înseamnă a o compara cu o altă mărime de același fel, luată, prin convenție, ca unitate de măsură.</p> <p>d) Masa corpului este o mărime fizică vectorială.</p>	<p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p>
<p>3 Efectuează operațiile de mai jos, exprimând rezultatul în unități de măsură fundamentale în SI.</p> <p>a) $5 \text{ h } 12 \text{ min } 23 \text{ s} - 2 \text{ h } 26 \text{ min } 35 \text{ s} = \dots$</p> <p>b) $7 \text{ km} + 3 \text{ 000 cm} + 18 \text{ 000 mm} = \dots$</p> <p>c) $0,7 \text{ m}^3 + 500 \text{ l} + 23 \text{ 000 ml} = \dots$</p> <p>d) $482 \text{ dm}^2 + 1,18 \text{ m}^2 + 2 \text{ 000 cm}^2 = \dots$</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p>
<p>4 Doi elevi au plecat simultan de la școală și au de parcurs până acasă aceeași distanță de 800 de m. Primul merge pe jos cu viteza $v_1 = 1,5 \text{ m/s}$, iar cel de-al doilea merge cu rolele, având viteza $v_2 = 12 \text{ km/h}$. Cu cât timp ajunge mai devreme acasă cel de-al doilea elev?</p>	<p>20 p</p>
<p>5 Reprezintă grafic, pe același desen, următoarele mărimi:</p> <p>a) o forță \vec{F}_1, orientată spre sud, $F_1 = 100 \text{ N}$ (<i>la scara</i> $1 \text{ cm} \rightarrow 50 \text{ N}$);</p> <p>b) o forță \vec{F}_2 orientată la 45° față de orizontală, \vec{F}_2 spre stânga ($1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ N}$), $F_2 = 10 \text{ N}$;</p> <p>c) o forță \vec{F}_3, orientată orizontal, spre vest, $F_3 = 200 \text{ N}$ ($1 \text{ cm} \rightarrow 40 \text{ N}$).</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p>
<p>6 Ileana a primit, de ziua, ei un acvariu. Acesta are lungimea $L = 1,2 \text{ m}$, lățimea $l = 80 \text{ cm}$ și înălțimea $h = 25 \text{ cm}$. Care este volumul acvariului? Până la ce înălțime trebuie să toarne apă, astfel încât să umple acvariul până la jumătate? (se neglijează grosimea sticlei acvariului)</p>	<p>15 p</p>

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre exerciții ai avut punctaj mai mic. Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!
Punctaj:	Punctaj:	

Exersezi și progresezi

- 1 Completează *Tabelul 8* cu datele care lipsesc.

Tabelul 8

Mărimea fizică	Simbolul	Valoarea numerică	Unitatea de măsură
volumul		108	
		1 800	s
aria	m	45	
		64	
	T	300	
		785	m

- 2 Andrei a măsurat, la ora de fizică, dimensiunile pupitrului său și a găsit, în urma celor trei măsurători făcute, valorile din *Tabelul 9*. Completează tabelul cu datele necesare.

Tabelul 9

Lungime	Lățime	Aria	Valoarea medie a ariei	Eroarea (de măsură)	Eroarea medie
65,2 cm	50 cm				
64,8 cm	50,1 cm				
65 cm	49,9 cm				

- 3 Lungimile segmentelor din *Figura 20* sunt delimitate în cm. Ce caracteristici au vectorii reprezentați? ($1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ N}$)

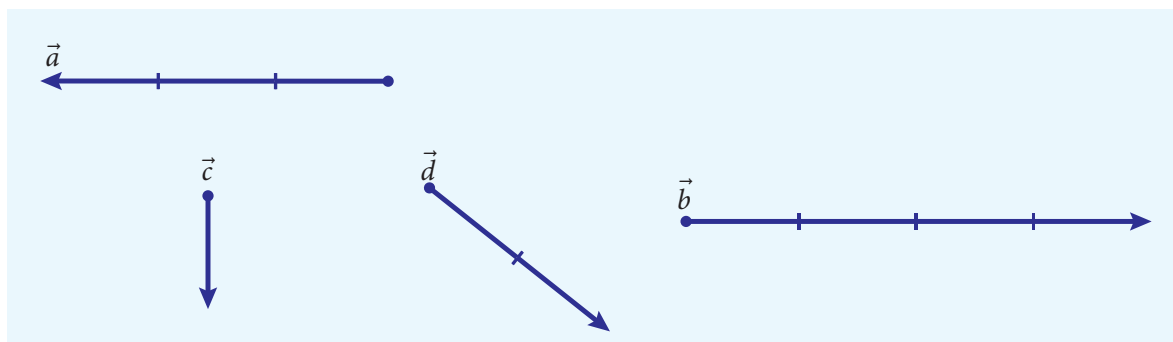


Figura 20 Vectori

- 4 Vitezele cu care se deplasează trei autovehicule sunt: $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $v_2 = 72 \text{ km/h}$, $v_3 = 3 \text{ km/min}$. Primul autovehicul se deplasează spre vest, al doilea, în sens invers față de primul, iar cel de-al treilea se îndreaptă spre nord.
- Exprimă toate vitezele în unități de măsură din SI.
 - Reprezintă grafic vitezele autovehiculelor prin vectori desenați la aceeași scară de reprezentare.
 - Dacă cele trei autovehicule au plecat simultan și merg 3 h 40 min, află ce distanță parcurge fiecare dintre ele.
- 5 Completează enunțurile cu termenii care lipsesc.
- Mărimile fizice sunt proprietăți ..., cărora le sunt asociate
 - Unitățile de măsură fundamentale în Sistemul Internațional sunt ..., ..., ..., ..., ..., ...,
 - ... se numește fenomen fizic.
 - O mărime fizică este scalară dacă este complet determinată de ... și unitate de măsură.
 - Un vector este determinat de ..., ..., ...,
 - Forța și viteza sunt mărimi fizice ..., în timp ce masa și temperatura sunt mărimi fizice

Interacțiunea. Efectele interacțiunii (static, dinamic). Interacțiuni prin contact și interacțiuni prin influență

Ce înveți?

- Ce este interacțiunea
- Care sunt efectele interacțiunii
- Cum se realizează interacțiunea dintre corpuri

Cuvinte-cheie

- interacțiune
- deformare
- efect static, dinamic
- influență

Din experiența ta!

1 Observă *Figurile 1-5*.

- a) Ce se întâmplă cu obiectele asupra cărora se acționează în imagini? Ce se întâmplă cu suportul pe care stau cutiile? Dar cu hamacul?
- b) Ce poți spune despre viteza și direcția de mișcare a mingii?
- c) Este influențată traiectoria mașinuței electrice din metal, atunci când apropii magnetul de ea?



Figura 1 Cărucior marfă



Figura 2 Minge tenis și racheta



Figura 3 Minge fotbal



Figura 4 Hamac



Figura 5 Mașinuța electrică și magnet

Experiment

Scop: Evidențierea interacțiunii prin influență

Materiale necesare: riglă de plastic, o bucată de stofă, bucăți mici de hârtie

Mod de lucru:

1. Apropie rigla de bucățelele de hârtie. Ce ai observat?
2. Freacă rigla cu bucata de stofă și apropie din nou de bucățelele de hârtie. Ce se întâmplă acum?

Constatări:

- Cum este posibilă acțiunea riglei asupra bucățelelor de hârtie?

Află!

În viața cotidiană corpurile acționează unele asupra altora, adică interacționează.

Acțiunea unor corpuri asupra altor corpuri se manifestă prin forțe.

Forța este mărimea fizică vectorială ce măsoară interacțiunea corpurilor. Interacțiunea dintre corpuri poate avea două efecte: schimbarea stării de repaus sau de mișcare și deformarea corpurilor.

Efectul mecanic al acțiunii unui corp asupra celuilalt constă în modificarea stării de repaus sau **schimbarea stării de mișcare** a corpului asupra căruia s-a acționat (suportul pe care se găsesc cutiile va ieși din starea de repaus și va fi pus în mișcare, mingea de tenis/de fotbal va căpăta o viteză în direcția și sensul lovirii). (*Figurile 1, 2, 3*)

Efectul dinamic al interacțiunii corpurilor constă în modificarea stării de repaus sau schimbarea stării de mișcare a corpurilor. Această schimbare presupune modificarea modulului vitezei și/ sau modificarea direcției acesteia.

Hamacul nu își modifică starea de mișcare, în schimb, este **deformat**. (Figura 4)

Efectul static al interacțiunii corpurilor constă în deformarea corpurilor.

Întinderea, comprimarea, răsucirea reprezintă diferite tipuri de deformări produse corpurilor. Deformările pot fi: elastice și plastice.

Atunci când deformarea dispare după încetarea acțiunii și corpul revine la forma inițială, deformarea se numește **elastică**.

Deformarea care se menține și după încetarea acțiunii care a determinat-o se numește deformare **plastică**.

Dacă se compară efectele unor acțiuni asupra aceluiași corp, se poate stabili de câte ori este mai mare efectul unei acțiuni decât efectul alteia sau, cu alte cuvinte, de câte ori o forță este mai mare decât cealaltă.

Atunci când corpurile interacționează în mod direct, venind în contact cu alte corpuri, interacțiunea se numește **interacțiune prin contact**. (Figurile 1, 2, 3)

Când corpurile nu vin în contact direct, ele **interacționează la distanță, prin influență**. (Figura 5)

Interacțiunea la distanță se realizează prin intermediul câmpului fizic.

Exemple: În Figura 5 corpurile interacționează prin intermediul **câmpului magnetic** (traectoria mașinuței fiind influențată de prezența magnetului).

Un alt exemplu de interacțiune prin intermediul câmpului este și căderea corpurilor pe suprafața Pământului. Pământul acționează asupra corpului aflat la o anumită înălțime față de el prin intermediul **câmpului gravitațional** și îl atrage (între măr și Pământ există o interacțiune prin influență). (Figura 6)

Experimentul efectuat a demonstrat faptul că prin frecare rigla se electrizează. Un corp electrizat poate interacționa cu alt corp, aflat la distanță, prin intermediul **câmpului electrostatic**.

Aplică!

- 2 Completează diagrama din Figura 7.
- 3 a) Identifică în Figura 8 care sunt corpurile care interacționează și care sunt efectele obținute în urma interacțiunii lor.
 - b) Dă alte exemple de interacțiuni și precizează efectele lor.
- 4 Completează spațiile libere, astfel încât să obții enunțuri adevărate.
 - a) Interacțiunea este dintre corpuri.
 - b) Efectele interacțiunii corpurilor sunt:,
 - c) Interacțiunea se realizează prin sau



Figura 6 Interacțiune măr-Pământ

Important

- **Interacțiunea** este acțiunea reciprocă între corpuri. Are două efecte: dinamic și static.
- **Efectul dinamic** al interacțiunii corpurilor constă în schimbarea stării de mișcare a corpurilor.
- **Efectul static** al interacțiunii corpurilor constă în deformarea corpurilor (deformări elastice și plastice).
- Interacțiunea se realizează prin contact și prin influență.

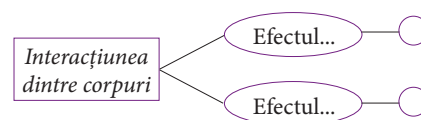


Figura 7 Diagrama Interacțiunea dintre corpuri

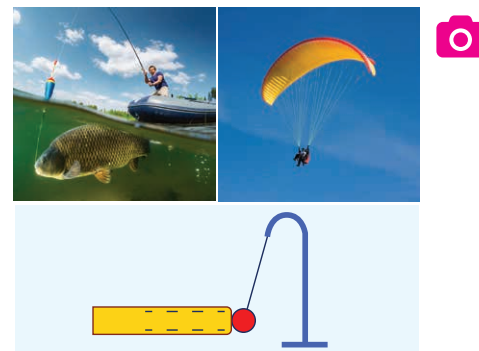


Figura 8 Efecte ale interacțiilor dintre corpuri

Forța – măsură a interacțiunii.

Forțe de contact și de acțiune la distanță

Ce înveți?

- Forțe de contact
- Forțe de acțiune la distanță

Cuvinte-cheie

- forță de contact
- acțiune la distanță
- câmp

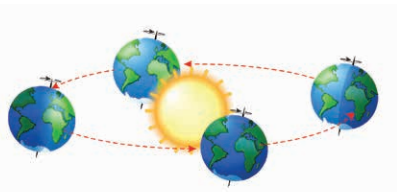


Figura 10 Interacțiune Pământ-Soare



Figura 11 Interacțiune Lună-Pământ



Figura 12 Interacțiune parașutist-Pământ

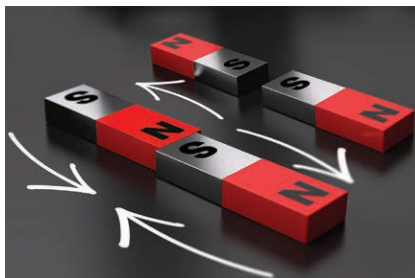


Figura 13 Interacțiune magneți

Observă!

- 1 a) Privește *Figura 9* și identifică interacțiunile dintre corpuri.
b) Cum este posibilă deplasarea bicicletei sau a patinatorului?



Figura 9 Interacțiuni

Află!

În natură corpurile interacționează între ele. Mărimea fizică ce permite descrierea acestor interacțiuni este forța.

Ai constatat că prin pedalare biciclistul determină o interacțiune între roți și șosea, care face posibilă mișcarea bicicletei. Asemănător, patinatorul își mișcă picioarele astfel încât patina să interacționeze cu gheața și sportivul să poată avansa, iar fotbalistul lovește mingea cu piciorul pentru a scoate mingea din starea de repaus și a determina mișcarea ei. Sania este pusă în mișcare atunci când se acționează asupra ei cu o **forță de tracțiune**. O modalitate prin care corpurile își modifică starea de repaus sau starea de mișcare, prin care viteza acestora se mărește sau se micșorează, este de a intra în contact direct cu alte corpuri.

Forța cu care un corp acționează asupra altui corp în urma interacțiunii prin contact direct se numește **forță de contact**.

Unitatea de măsură în SI pentru forță este $[F]_{SI} = N$.

Un **newton** reprezintă forța care, acționând asupra unui corp cu masa de 1 kilogram, îi produce o variație a vitezei de 1 m/s, în fiecare secundă.

Instrumentul de măsură folosit pentru măsurarea forțelor este dinamometrul - dispozitiv asemănător unui cântar, dar etalonat în newtoni.

Exemple de forțe de contact: forța de frecare și forța elastică.

Observă și descoperă!

- 2 În *Figura 10* observi mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Interacționează cele două? Cum? Dar Luna, interacționează cu Pământul? (*Figura 11*)

- 3 Pe ce direcție și în ce sens se mișcă un parașutist căruia încă nu i s-a deschis parașuta? Cum se modifică viteza cu care se mișcă acesta? Ce forțe acționează asupra lui? (*Figura 12*)

- 4 Aproprie doi magneți cu polii de același nume și apoi cu polii de nume diferite. Cum interacționează cei doi magneți? (*Figura 13*)

Află!

Atât în cazul corpului lăsat să cadă liber de la o înălțime oarecare față de Pământ, cât și în cazul mișcării Pământului, a planetelor în jurul Soarelui ori a Lunii în jurul Pământului se manifestă același tip de acțiune între corpuri și anume **acțiunea la distanță**.

Prin acțiune la distanță, un corp poate influența un alt corp fără ca acestea să vină în contact mecanic unul cu celălalt.

Interacțiunile la distanță pot fi gravitaționale, electrice sau magnetice. În exemplele din *Figurile 10, 11 și 12* corpurile interacționează prin intermediul câmpului gravitațional. Newton a formulat legea atracției universale, conform căreia, între oricare două corpuri din Univers se exercită forțe de atracție gravitațională.

Tot o acțiune la distanță se manifestă și între corpurile electrizate. Dacă sarcinile electrice sunt în repaus, ele interacționează prin intermediul câmpului electrostatic.

Forțele de interacțiune exercitate între corpuri prin intermediul câmpului electric sunt **forțe electrice**.

Există două tipuri de sarcini electrice: pozitive și negative.

Sarcinile electrice de același semn se resping, iar cele de semne contrare se atrag prin forțele câmpului electric. Electrizarea corpurilor se poate face: prin contact, prin influență sau prin frecare.

După cum știi, un magnet poate interacționa cu un alt magnet sau cu un corp care conține fier de la distanță. Interacțiunea este posibilă prin intermediul **câmpului magnetic**.

Magneții cu polii de același nume se resping, cei cu polii de nume diferite se atrag.

Aplică

5 Reprezintă forțele care se exercită între Soare și Pământ și între Pământ și Lună.

6 Observă imaginile din *Figura 14* și stabilește cum vor interacționa pendulele electrostatice 1 și 2 dacă se apropie între ele.

a) se atrag; b) se resping; c) nu interacționează.

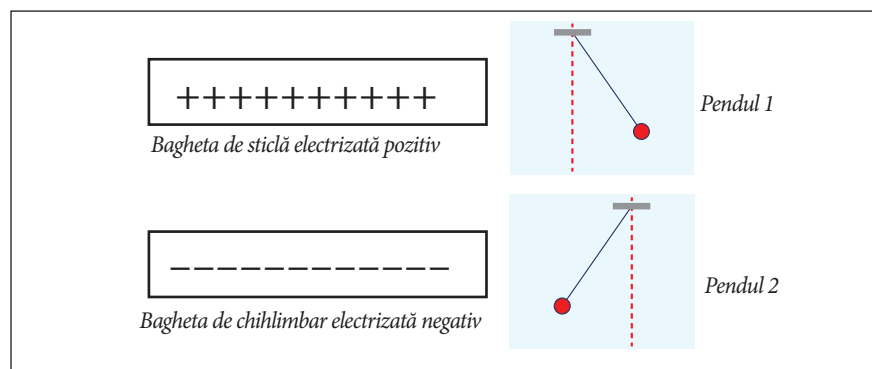


Figura 14 Pendule electrostatice

Experiment



Scop:

Evidențierea interacțiunii electrice

Materiale necesare:

balon, o bucată de stofă, apa de la robinet

Mod de lucru:

- Umflă balonul și apoi freacă bucată de stofă de el pentru a-l electriză.
- Apropie balonul de apa de la robinet, pe care o lași să curgă încet, sub forma unui jet subțire. Ce observi?

Constatări:

- Ce s-a întâmplat cu balonul în urma frecării cu bucata de stofă? De ce este deviat jetul de apă?

Important

- În cazul interacțiunii produse prin contactul dintre corpuri, forțele cu care corpurile acționează unele asupra altora se numesc **forțe de contact**. **Exemple:** forța de frecare, forța elastică.
- Forțele prin intermediul cărora corpurile aflate la distanță unele față de altele, interacționează, se numesc **forțe de acțiune la distanță**. Acestea acționează prin intermediul unui **câmp fizic**.
- Interacțiunile la distanță** pot fi gravitaționale, electrice sau magnetice.



Figura 15 Copil așezat în hamac



Figura 16 Mingea de tenis lovită de sportivă cu racheta

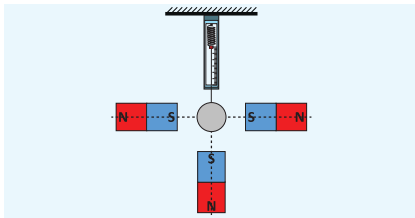


Figura 17 Sistem bilă-magneți

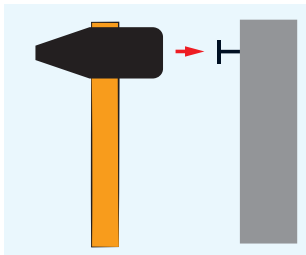


Figura 18 Ciocanul bate cuiul

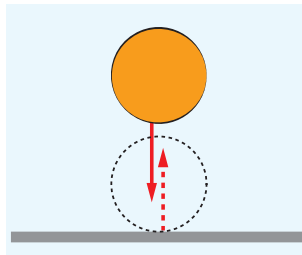


Figura 19 Mingea sare pe podea

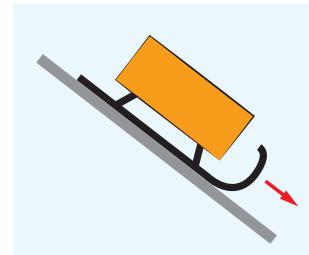


Figura 20 Sania coboară panta

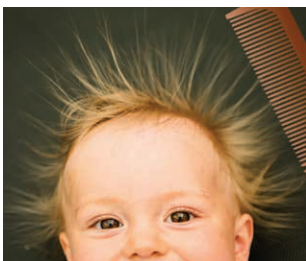


Figura 21 Fire de păr electrizate



Figura 22 Pian



Figura 23 Busolă

- 7** Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.
- Apropiind doi magneți aceștia vor interacționa prin forțe de contact.
 - În timpul electrizării prin frecare se transferă electroni de la un corp la altul.
 - Sarcinile electrice de același semn se resping.
- 8** Completează enunțurile.
- Interacțiunea dintre un magnet și un corp metalic este o interacțiune
 - Dacă după încetarea acțiunii forței corpul nu își revine la forma inițială, spunem că
 - Interacțiunea dintre mână și creion este o interacțiune

Portofoliu

- 9** Precizează care sunt efectele interacțiunii dintre corpuri în *Figurile 15 și 16*. Notează pe o foaie A4 aceste efecte și ilustrează forțele implicate.
- 10** Bila de fier suspendată vertical prin intermediul unui dinamometru și aflată în centrul sistemului format din cei trei magneți din *Figura 17* se află în repaus. Reprezintă forțele de interacțiune.
- 11** Identifică în *Figurile 18, 19, 20, 21, 22 și 23* interacțiunile realizate prin contact direct sau/și la distanță prin câmpuri fizice și tipurile de forțe ce le produc, apoi completează *Tabelul 1*.

Tabelul 1

Nr. figură	Tipul interacțiunilor	Tipul forțelor

Principiul inerției

Ce înveți?

- Principiul inerției
- Sistem de referință inerțial

Cuvinte-cheie

- principiul inerției
- masă inerțială



Figura 24 Masă sticlă



Figura 25 Masă lemn

Din experiența ta!

- 1 Lansează pe o suprafață lucioasă, netedă (de exemplu din sticlă sau din plastic) o bilă din metal și urmărește-i mișcarea. (Figura 24)
- 2 Lansează un corp paralelipipedic din lemn pe o suprafață lemnoasă plană, neșlefuită și urmărește, de asemenea, mișcarea acestuia. (Figura 25)
 - a) Care obiect se află în mișcare pentru mai mult timp?
 - b) De ce crezi că există diferențe legate de felul în care se mișcă cele două obiecte?

Află!

Ai observat că bila din metal se rostogolește, având o mișcare aproximativ **rectilinie uniformă** un timp îndelungat, în timp ce corpul de lemn lansat pe suprafața din lemn se va opri foarte repede.

Corpul din lemn se oprește aproape instantaneu din cauza frecării cu planul neșlefuit, adică datorită interacțiunii cu un alt corp. Dacă se elimină sau se micșorează foarte mult acțiunile exterioare asupra unui corp, acesta se va mișca rectiliniu uniform foarte mult timp. (bila din metal)

Mecanica clasică se bazează pe trei legi generale numite **principii** (la care se adaugă principiul suprapunerii forțelor), enunțate de Isaac Newton în 1687 în cartea *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* și din care se deduc toate celelalte legi ale mecanicii newtoniene.

Un principiu este o propoziție admisă ca adevărată, enunțată pe baza experienței, care se verifică prin consecințele sale.

Primul dintre cele trei principii enunțate de Newton se numește **principiul inerției** (sau **principiul I al mecanicii newtoniene**):

Un corp își menține starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă atât timp cât asupra lui nu acționează alte forțe care să îi schimbe această stare.

Descoperă!

- 3 Așază o moneda pe o bucată de carton. Trage cartonul brusc pe orizontală. Ce se întâmplă cu cartonul? Dar cu moneda? De ce se întâmplă așa? (Figura 26)
- 4 Te aflu într-un troleibuz și acesta frânează brusc. Ce se întâmplă cu troleibuzul? Dar cu călătorii din acesta? Dar dacă troleibuzul accelerează, plecând din repaus, ce se întâmplă? (Figura 27)

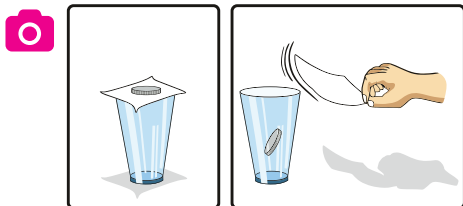


Figura 26 Experiment inerție



Figura 27 Oameni în troleibuz



Figura 28 Bancă împinsă de către elev



Figura 29 Mașina rămasă în pană

Află mai mult!

Dacă o forță acționează asupra unui corp aflat în repaus sau în mișcare, aceasta îi modifică viteza și/sau traiectoria. Variația vitezei corpului în unitatea de timp definește accelerația ce i-a fost imprimată corpului de forța aplicată.

Newton a enunțat **Principiul fundamental al mecanicii clasice (al II-lea principiu)**:

Dacă asupra unui corp de masă m acționează o forță, atunci corpului i se va imprima o accelerație, care are direcția și sensul forței: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.

Află!

La orice acțiune exterioară care schimbă starea de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă a unui corp, acesta se opune. Atunci când ai acționat brusc asupra cartonului, moneda, care era în repaus, a rămas pe loc, deși cartonul s-a deplasat. Când troleibuzul a frânat brusc, el s-a oprit, iar călătorii au fost *aruncați* în față deoarece au continuat să își păstreze starea de mișcare rectilinie uniformă.

Pentru a pune în mișcare un corp, pentru a-l opri, pentru a-i modifica traiectoria, trebuie să acționăm asupra lui. La acțiunile exterioare care tind să schimbe starea de repaus sau mișcare rectilinie uniformă a corpului, acesta se opune.

Proprietatea unui corp de a-și menține starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă în absența acțiunilor exterioare, respectiv de a se opune la orice acțiune exterioară care tinde să îi modifice această stare se numește **inerție**.

Descoperă!

5 Ce constăți atunci când vrei să modifice starea de repaus a două corpuri cu mase diferite, acționând cu aceeași forță asupra lor? (de exemplu, împingi cartea aflată pe bancă și apoi, banca în care stai - *Figura 28* sau mașina rămasă în pană - *Figura 29*) Ce obiect poți deplasa mai ușor? Cine se opune mai mult modificării stării de repaus?

Află!

Cu cât masa corpului este mai mare, cu atât este mai greu să îi modifice starea de repaus sau de mișcare.

Masa corpului este o măsură a inerției sale. În acest caz, masa se mai poate numi **masă inertială**.

Un călător aflat pe scaun într-un autobuz este în repaus față de ceilalți călători, dar în mișcare față de sol.

Deplasarea unui corp, viteza lui, traiectoria, accelerația depind de reperul ales. De aceea, este necesar să specificăm, atunci când vorbim despre mișcarea corpurilor, care este **sistemul de referință** la care ne raportăm.

Exemplu: Călătorul (aflat pe scaun) într-un autobuz care se deplasează este în repaus față de ceilalți călători (aflați pe scaune), dar în mișcare față de stația autobuzului.

Orice sistem de referință în care este valabil principiul inerției se numește **sistem de referință inertial**.

Un sistem de referință care este în repaus sau se mișcă rectiliniu uniform față de un sistem de referință inertial este, la rândul său, un sistem de referință inertial.

Exemplu: Un autobuz în mișcare rectilinie uniformă față de stația din care a plecat constituie un sistem de referință inertial.

Aplică!

Portofoliu

- 6 Eseul de 5 minute! Scrie un eseu despre inerția corpurilor.
- 7 Explică modul în care este îndepărtat praful atunci când scuturăm o haină.
- 8 1 kg de fier are o inerție mai mare decât 1 kg de cupru?
- 9 De ce atunci când șoferul își propune să oprească mașina, acesta micșorează viteza uniform, prin apăsarea pedalei de frână?
- + 10 Pe un cărucior este așezat un pendul. Căruciorul aflat în mișcare uniformă în sensul din Figura 30, frânează brusc. Care este sensul în care va fi deviat pendulul?

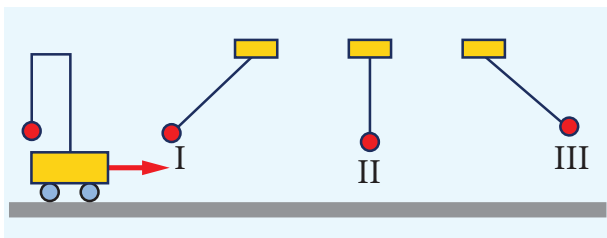


Figura 30 Pendul aflat pe un cărucior în mișcare uniformă

- 11 Cărei situații de deplasare a căruciorului îi corespunde imaginea II din Figura 30?
- 12 Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.
- Orice corp are proprietatea de a se opune la orice acțiune exterioară care tinde să îi modifice starea de mișcare rectilinie uniformă.
 - Greutatea corpurilor este măsura inerției lor.
- 13 Dacă mărești viteza unui obiect atunci:
- inerția obiectului s-a mărit;
 - inerția obiectului s-a micșorat;
 - inerția nu depinde de viteză.
- 14 Dacă arunci un obiect în Cosmos și nu există nici gravitație, nici forțe de frecare, atunci:
- obiectul își continuă mișcarea;
 - se oprește;
 - își mărește viteza.
- 15 Explică, pe baza principiului inerției, ce se întâmplă cu bilele din Figura 31.
- 16 Explică de ce, dacă sărim din mers dintr-un vehicul aflat în mișcare, trebuie să facem câțiva pași, în momentul atingerii solului, în sensul de mișcare al vehiculului?

Important

- Principiul inerției** (principiul I al mecanicii):
Un corp își menține starea de repaus relativ sau de mișcare rectilinie uniformă atât timp cât asupra lui nu acționează alte forțe, care să îi schimbe această stare.
- Proprietatea unui corp de a-și menține starea de repaus sau de mișcare rectilinie uniformă în absența acțiunilor exterioare, respectiv de a se opune la orice acțiune exterioară care tinde să îi modifice această stare se numește **inerție**.
- Masa** corpului este o măsură a inerției sale.

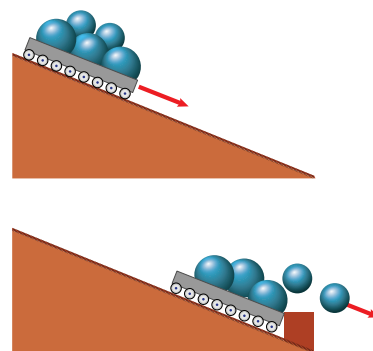


Figura 31 Suport cu bile pe plan înclinat

Principiul acțiunii și reacțiunii

Ce înveți

- Principiul acțiunii și reacțiunii

Cuvinte-cheie

- acțiune
- reacțiune

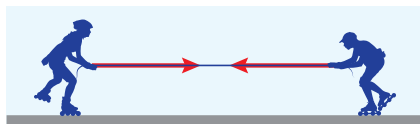
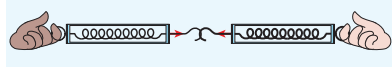


Figura 33 Copii acționând asupra unei corzi inextensibile

Experiment



Scop: Evidențierea acțiunii și reacțiunii

Mijloace necesare: 2 dinamometre

Mod de lucru: În pereche

1. Cuplați dinamometrele prin cârligele lor.
2. Trageți fiecare de la capetele opuse.
3. Notați indicațiile celor două dinamometre.

Constatări:

- Cum sunt forțele indicate de dinamometre?

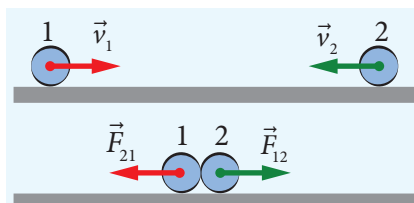


Figura 34 Bile

Din experiența ta!

1 Poți explica principiul care stă la baza lansării unei rachete? Ce rol au gazele obținute în urma arderii combustibilului lichid sau solid provenit dintr-unul dintre motoarele rachetei? (Figura 32)



Figura 32 Rachetă

Observă și descoperă!

2 **Lucrați în pereche.** Împreună cu un coleg trageți de capetele unei corzi inextensibile, încălțați cu role, ca în Figura 33. Ce observați? Ce puteți spune despre locul vostru de întâlnire?

Află!

Racheta exercită o forță asupra gazelor iar gazele, la rândul lor, exercită o forță asupra rachetei, care va fi propulsată în sens opus. (Figura 32)

În experimentul alăturat ai constatat că valorile indicate de cele două dinamometre sunt egale. Dacă repeți experimentul vei vedea că oricât de mult vei mări forța cu care acționezi, indicațiile celor două dinamometre vor fi identice. $F_1 = F_2$

Forța cu care primul dinamometru acționează asupra celuiilalt este egală și opusă ca sens cu forța exercitată de al doilea dinamometru asupra primului: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$.

Ai observat că indiferent care dintre voi, tu sau prietenul tău, trage de coardă, vă veți întâlni de fiecare dată în același loc, deoarece fiecare dintre voi *acționează asupra celuiilalt cu o forță egală și opusă ca sens.*

Atunci când lansezi centrat două bile identice una spre cealaltă, prin ciocnire, fiecare își schimbă viteza deoarece, în timpul contactului, fiecare acționează asupra celeilalte cu o forță egală și de sens opus. (Figura 34)

În timpul interacțiunii dintre corpuri, fiecare corp acționează cu o forță asupra celuiilalt. Forțele apar simultan și se numesc **acțiune** și **reacțiune**. Primul corp acționează asupra celui de-al doilea cu o forță numită acțiune, iar al doilea acționează asupra primului cu o forță numită reacțiune. Oricare dintre corpuri poate fi considerat primul sau al doilea.

Interacțiunea gravitațională este tot o interacțiune de tip acțiune – reacțiune. Astfel, un corp este atras de Pământ cu o forță egală cu greutatea lui și orientată spre centrul Pământului.

La rândul lui corpul atrage Pământul cu o forță egală și opusă ca sens. Masa Pământului fiind, însă, foarte mare în raport cu masa corpului, forța de atracție exercitată de corpuri asupra Pământului nu are nici un efect vizibil.

În cazul în care corpul este mai mare, exemplul Luna, efectul poate fi vizibil – mareae. (Figura 35)

Foarte multe experimente și măsurători practice dovedesc valabilitatea **principiului acțiunii și reacțiunii (principiul al III-lea al mecanicii newtoniene)**:

Dacă un corp acționează asupra altui corp cu o forță numită **acțiune**, cel de-al doilea corp acționează asupra primului cu o forță egală în modul și opusă ca sens, numită **reacțiune**.

Observații:

- Acțiunea și reacțiunea apar simultan.
- Acțiunea și reacțiunea se aplică unor corpuri diferite (acțiunea se exercită de către primul corp asupra celui de-al doilea, iar reacțiunea se exercită de către cel de-al doilea corp asupra primului).
- Acțiunea și reacțiunea sunt coliniare și au sensuri opuse.
- Acțiunea și reacțiunea au module egale.

Aplică!

3 De ce un corp lăsat liber de la o anumită înălțime față de sol se apropie de Pământ sub acțiunea forței gravitaționale, iar Pământul nu se mișcă spre corp, conform principiului acțiunii și reacțiunii?

4 Identifică forțele de acțiune și reacțiune atunci când se trage cu un glonț dintr-o pușcă.

5 Explică rolul tamponelor vagoanelor de cale ferată. (Figura 36)

6 Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.

a) Acțiunea și reacțiunea apar pe rând, la un interval de timp foarte mic una de cealaltă.

b) Acțiunea și reacțiunea se aplică aceluiași corp.

c) Forțele electrostatice exercitate între două sarcini electrice sunt forțe de tip acțiune-reacțiune.

d) Dacă un corp acționează asupra altui corp cu o forță numită acțiune, cel de-al doilea corp acționează asupra primului cu o forță egală în modul și opusă ca sens, numită reacțiune.

Portofoliu

7 Reprezintă forțele care se exercită în Figura 37 și specifică ce corpuri sunt implicate în fiecare interacțiune.

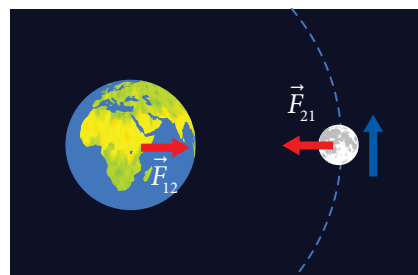


Figura 35 Interacțiune gravitațională Pământ-Lună

Important

Principiul acțiunii și reacțiunii, sau principiul acțiunilor reciproce, arată că în natură nu există acțiuni izolate, ci numai interacțiuni între corpuri. Dacă un corp acționează asupra altui corp cu o forță, cel de-al doilea acționează asupra primului cu o altă forță, de aceeași valoare, pe aceeași direcție, dar în sens opus.



Figura 36 Tamponare vagoane de tren



Figura 37 Băiat care plimbă în lesă un câine

Exemple de forțe: greutatea, forța de apăsare normală, forța de frecare

Ce înveți?

- Tipuri de forțe: greutatea, forța de apăsare normală, forța de frecare

Cuvinte-cheie

- accelerație gravitațională
- reacțiunea normală
- coeficient de frecare la alunecare

Informează-te!

Galileo Galilei a fost un fizician, matematician, astronom și filosof italian.

Legenda spune că Galileo a dat drumul la bile din același material, dar de mase diferite, din Turnul înclinat din Pisa pentru a demonstra că durata căderii este independentă de masa acestora.

Nu știm dacă experimentele din Turnul din Pisa sunt adevărate, dar adevărul acceptat astăzi este că obiectele cad liber cu aceeași accelerație în apropierea Pământului.

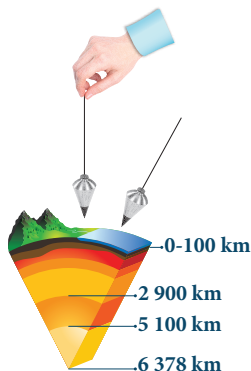


Figura 41 Firul cu plumb

GREUTATEA CORPURILOR

Din experiența ta!

- 1 Ce mișcare are corpul (mărul) care cade liber pe suprafața Pământului? Ce se întâmplă cu viteza lui până în momentul atingerii solului? Cu cine interacționează corpul? Ce forță determină modificarea vitezei sale? (Figura 38)
- 2 Resortul cântarului de care am agățat un corp se alungește atunci când suspendăm corpul de el pentru a-l cântări. Care este direcția alungirii? Ce poți spune despre direcția și sensul forței care deformează resortul? (Figura 39)
- 3 Vaza cu flori și cartea vor apăsa pe masă cu o forță. Cărei interacțiuni se datorează această forță? (Figura 40)



Figura 38 Măr în cădere liberă la suprafața Pământului



Figura 39 Cântar de mână (cu resort)



Figura 40 Corpuri (carte, vază cu flori) aflate pe masă

Află!

Din experiența noastră de zi cu zi știm că forța cu cele mai numeroase manifestări, forța cu care suntem cei mai familiarizați este **greutatea**. Fizicianul **Galileo Galilei** a fost primul care a afirmat că: *dacă efectele frecărilor sunt neglijate, orice obiect care cade liber în vecinătatea suprafeței Pământului se mișcă accelerat în jos, cu aceeași accelerație, indiferent de masa obiectului.*

Greutatea unui corp este manifestarea forței de atracție gravitațională pe care Pământul o exercită asupra oricărui corp aflat în vecinătatea suprafeței sale.

Forța datorită căreia se produc, în exemplele de mai sus, ambele efecte, dinamic (Figura 38) și static (Figura 39), este greutatea corpului. Aceste exemple demonstrează că **direcția** de acțiune a vectorului greutate \vec{G} este **verticala locului**, iar **sensul** vectorului greutate este **spre centrul Pământului**.

Verticala locului este direcția firului cu plumb și diferă în fiecare punct aflat pe suprafața Pământului, având direcția razei terestre din acel loc. (Figura 41)

Modulul greutății corpului este proporțional cu masa corpului. Pentru un anumit loc de pe suprafața Pământului, raportul dintre modulul greutății și masa corpului este același și reprezintă accelerația gravitațională din acel loc g :

$$g = \frac{G}{m}; \quad [g]_{SI} = \frac{N}{kg}$$

Măsurătorile efectuate în țara noastră la nivelul mării au arătat că valoarea accelerației gravitaționale este: $g \approx 9,81 \text{ m/s}^2$ (sau N/kg).

Modulul greutății unui corp va fi: $G = mg$; $[G]_{SI} = \text{N}$.

De exemplu, greutatea unui corp cu masa $m = 10 \text{ kg}$ este $G = mg = 10 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 98,1 \text{ N}$.

Masa corpului este aceeași în orice loc s-ar afla corpul, în schimb greutatea lui variază în funcție de altitudine și poziția acestuia față de suprafața Pământului, deoarece accelerația gravitațională variază atât cu altitudinea, cât și cu latitudinea geografică. Pe măsură ce altitudinea crește, accelerația gravitațională scade. (Figura 42)

Forța de atracție exercitată de Pământ asupra corpului (greutatea corpului) se micșorează pe măsură ce crește distanța dintre corp și Pământ. De asemenea, accelerația gravitațională și greutatea acelui corp, aflat pe sol, sunt mai mari la poli decât la Ecuator (datorită turtirii Pământului, distanța dintre centrul Pământului și poli fiind mai mică decât distanța dintre centrul Pământului și Ecuator). (Figura 43)

FORȚA DE APĂSARE NORMALĂ

Din experiența ta!

- 4 Cazi pe gheață (interacționezi cu Pământul) și te doare. De ce? (Figura 44)
- 5 Așezi cartea de fizică pe masă. Gândește-te la principiul acțiunii și reacțiunii, identifică cele două forțe menționate în principiu și specifică asupra căruia dintre corpuri acționează fiecare dintre ele.

Află!

Când ai căzut pe gheață, ai acționat asupra Pământului cu greutatea ta și, conform principiului acțiunii și reacțiunii, Pământul a acționat asupra ta cu o forță egală și opusă ca sens și de aceea ai simțit durere. (Figura 44)

În mod asemănător, cartea așezată pe masă este atrasă de Pământ cu o forță care este chiar greutatea ei. Ca urmare, cartea apasă cu o forță perpendiculară pe masă, numită **forță de apăsare normală** \vec{F}_N , egală, în acest exemplu, cu greutatea corpului. Conform principiului acțiunii și reacțiunii, masa reacționează și exercită asupra corpului o forță egală ca mărime și opusă ca sens, numită **forță de reacțiune normală**, notată cu \vec{N} (pe scurt, normala la plan). (Figura 45)

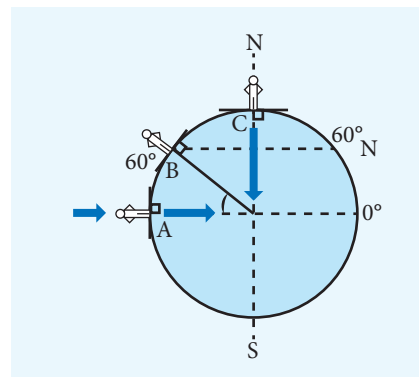


Figura 42 Direcția verticalei locului și a greutății corpului

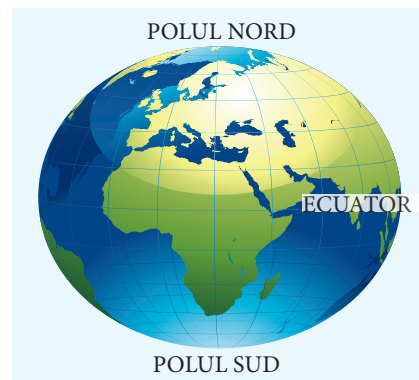


Figura 43 Glob pământesc



Figura 44 Cădere pe gheață

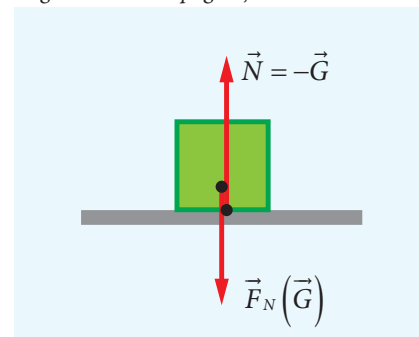


Figura 45 Forța de apăsare normală și reacțiunea normală



Figura 46 Alunecare pe gheață

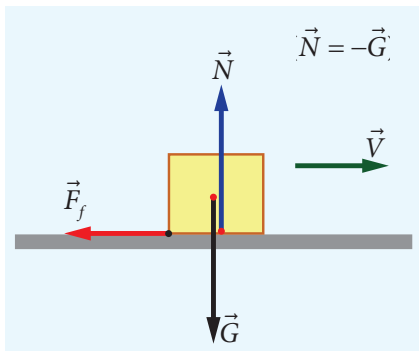


Figura 47 Forța de frecare

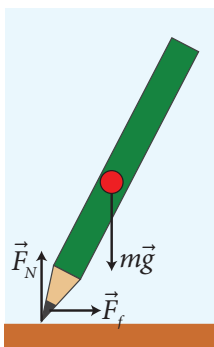


Figura 48 Forța de frecare în timpul scrisului



Figura 49 Pneuri uzate

Forța de apăsare normală este forța cu care un corp acționează perpendicular la suprafața pe care se află:

$$\vec{F}_N = -\vec{N}$$

$$\text{scalar: } F_N = N.$$

În cazul cărții aflate pe masă, forța de apăsare normală \vec{F}_N este chiar greutatea corpului: $F_N = G$ și, prin urmare, $N = G$.

FORȚA DE FRECARÉ

Din experiența ta!

6 De ce întinde piciorul persoana care alunecă? (Figura 46)

Află!

Când aluneci pe gheață acționezi asupra solului perpendicular cu o forță care este chiar greutatea ta și în același timp împingi solul cu piciorul încercând să îți păstrezi echilibrul. Această forță paralelă cu suprafața de contact reprezintă forța pe care o exerciți pentru a evita căderea.

De fiecare dată când un corp alunecă pe suprafața altui corp apare o **forță de frecare** la contactul dintre ele, paralelă cu suprafața de contact și opusă sensului său de mișcare. Forțele de frecare apar datorită întrepătrunderii asperităților celor două corpuri, asperități ce nu pot fi eliminate complet oricât de bine ar fi șlefuite corpurile.

Legile frecării: Valoarea forței de frecare la alunecare este direct proporțională cu cea a forței de apăsare normală, exercitată de corp pe suprafața de contact. Forța de frecare la alunecare nu depinde de aria geometrică a suprafeței de contact dintre corpuri și depinde de natura suprafețelor aflate în contact (de exemplu: lemn, plastic, stofă, sticlă). (Figura 47)

Raportul $\frac{F_f}{N}$ este **constant**, pentru aceleași materiale aflate în contact.

Raportul dintre forța de frecare și reacțiunea normală la suprafață este constant și depinde de natura materialelor corpurilor și de gradul de șlefuire a suprafețelor aflate în contact.

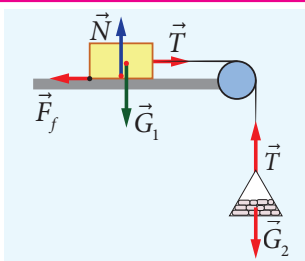
Acest raport se notează cu litera grecească μ și se numește coeficient de frecare la alunecare: $\frac{F_f}{N} = \mu$.

Frecarea este întâlnită peste tot în natură și în tehnică. În unele cazuri este dăunătoare, iar în altele folositoare. Datorită frecării este posibil mersul pe jos, creionul lasă urmă pe hârtie (Figura 48), poți ține obiectele în mână, poți face nod la șireturi. Pe de altă parte, din cauza frecării se uzează pneurile autovehiculelor (Figura 49) sau piesele mobile ale mașinilor.

Experiment

Scop: Determinarea forței de frecare la alunecarea unui corp pe o suprafață orizontală

Materiale necesare: tribometru (instrument pentru măsurarea forțelor de frecare), corp din lemn care are atașate pe fețele laterale diverse materiale: plastic, stofă.



Mod de lucru:

1. Așază corpul paralelipipedic cu fața din lemn pe scândură.
2. Leagă firul subțire de cârligul corpului și celălalt capăt trece-l peste scripetele tribometrului, apoi îl legi de un taler pe care se așază mase marcate.
3. Aduagă mase marcate până când corpul va fi pus în mișcare uniformă ($v = \text{constant}$) sub acțiunea greutății maselor marcate.
4. Așază corpul cu alte fețe, din alte materiale (stofă, plastic) în contact cu scândura tribometrului și reia experimentul.
5. Aduagă mase suplimentare deasupra corpului și reia experimentul.
6. Notează valoarea greutății maselor marcate (care va fi egală cu modulul forței de frecare) în fiecare caz și interpretează ceea ce observi.

Constatări: Influențează natura materialului (lemn, plastic, stofă) valoarea forței de frecare? Dar masa suplimentară adăugată deasupra corpului?

Aplică!

Portofoliu

7 Reprezintă forța de frecare exercitată asupra fiecărui corp din *Figura 50* presupunând că sensul de mișcare pentru corpurile aflate pe masă este spre dreapta.

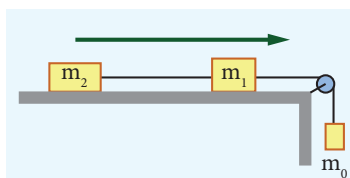


Figura 50 Corpuri aflate în mișcare

- 8** Dacă o mașină se îndreaptă spre sud, forța de frecare dintre roțile care se blochează prin frânare bruscă și suprafața șoselei este orientată:
- a) spre sud;
 - b) spre est;
 - c) spre nord;
 - d) spre vest.
- 9** O cutie goală din lemn este deplasată pe o suprafață din același material. Dacă se umple cutia și se deplasează pe aceeași suprafață, forța de frecare:
- a) rămâne aceeași;
 - b) crește;
 - c) scade.
- 10** Două obiecte din același material, dar de greutateți diferite, $G_1 > G_2$, sunt lansate pe gheață cu viteze egale. Ele se vor opri astfel:
- a) după același timp deoarece sunt din același material;
 - b) primul corp se oprește primul;
 - c) al doilea corp se oprește primul. De ce se întâmplă așa?
- 11** Forța de frecare exercitată între roțile unui autobuz și asfalt este de 1 000 N. Ce forță de tracțiune trebuie să aibă motorul pentru ca autobuzul să meargă rectiliniu uniform?

Informează-te!

Tribometrul este un dispozitiv folosit pentru măsurarea forței de frecare la alunecare alcătuit din: scândură prevăzută cu un mic scripete la capăt, corp paralelipipedic ale cărui fețe se acoperă pe rând cu diferite materiale, fir subțire, taler, mase marcate.

Important

- **Greutatea** unui corp este forța de atracție gravitațională pe care Pământul o exercită asupra corpului aflat în vecinătatea suprafeței sale.

$$g \cong 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ (sau N/kg)}$$

- **Forța de apăsare normală** este forța de acțiune perpendiculară a unui corp pe suprafața cu care se află în contact. Conform principiului acțiunii și reacțiunii, suprafața reacționează asupra corpului cu o forță egală ca mărime și opusă ca sens, numită forță de reacțiune normală $\vec{F}_N = -\vec{N}$; și, scalar $F_N = N$.

- **Forța de frecare** apare la contactul dintre două corpuri, este paralelă cu suprafața de contact și opusă, în general, sensului lor de mișcare.

$\frac{F_f}{N}$ constant, pentru aceleași materiale aflate în contact.

$$F_f = \mu N$$

Exemple de forțe: tensiunea în fir, forța elastică

Ce înveți?

- Tipuri de forțe: tensiunea în fir, forța elastică

Cuvinte-cheie

- tensiune
- alungire
- constantă elastică

TENSIUNEA ÎN FIR

Din experiența ta!

- 1 Privește *Figura 51*. În fiecare dintre cazuri corpurile se pot înlocui cu alte corpuri având mase mai mari decât acestea. Ce s-ar putea întâmpla?

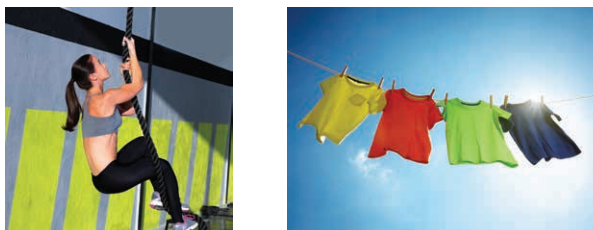


Figura 51 Fire întinse (tensionate)

Află!

În orice secțiune a unui fir (cablu) întins de o forță (de exemplu, greutatea corpului suspendat), acționează două forțe egale în modul, dar opuse ca sens, acțiunea și reacțiunea, cu care o parte a firului acționează asupra celeilalte părți. Oricare din aceste forțe se numește **tensiune în fir T**. (*Figura 52*)

Dacă greutatea proprie a firului este neglijabilă, tensiunea în fir va avea aceeași valoare în orice secțiune a firului (de exemplu, egală cu greutatea corpului suspendat).

Corpul suspendat de un fir inextensibil acționează asupra acestuia cu greutatea lui, tensionându-l. La capătul de jos al firului apar două forțe egale în modul și opuse ca sens. Când corpul este în repaus, tensiunea în fir este numeric egală cu greutatea corpului suspendat.

Vectorial: $\vec{G} = -\vec{T}$; scalar $G = T$, cei doi vectori au sensuri opuse dar, numeric, sunt egali: $G = T$.

FORȚA ELASTICĂ

Din experiența ta!

Portofoliu

- 2 Care sunt forțele care produc întinderea arcului/praștiei, respectiv lansarea săgeții/pietrei. Reprezintă-le printr-un desen. (*Figura 53*)
- 3 Ce se întâmplă cu arcul și cu praștia după ce ai tras cu ele? (*Figura 53*)
- 4 Completează *Tabelul 2* cu ceea ce știi și ai vrea să mai știi despre forța elastică, iar la sfârșitul orei completează ultima rubrică, ce anume ai învățat.

Tabelul 2

ȘTIU	VREAU SĂ ȘTIU	AM ÎNVĂȚAT

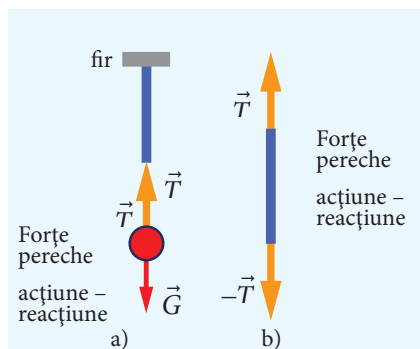


Figura 52 Tensiunea în fir



Figura 53 Arc/praștie întins/ă

Află!

Ai văzut că interacțiunea dintre corpuri poate avea efecte dinamice sau statice și că efectele statice reprezintă deformări plastice sau elastice ale acestora. Deformările elastice dispar după încetarea acțiunii care le-a produs, așa cum se întâmplă în cazul arcului cu săgeți sau al praștiei.

Experimentul efectuat arată că forța de revenire a resortului deformat crește cu deformarea și este opusă acesteia.

Sub acțiunea unei forțe de deformare corpul cu proprietăți elastice (fir, resort, elastic etc.) suferă o modificare a lungimii sale. Conform principiului acțiunii și reacțiunii, asupra corpului se exercită o forță de reacțiune egală și de sens opus cu forța de deformare, care este **proporțională cu deformarea produsă și opusă ca sens**, sub acțiunea căreia corpul revine la forma inițială, numită **forță elastică** (F_e).

$F_e = k \cdot \Delta l$ unde Δl este deformarea resortului (comprimare sau alungire). k = reprezintă constanta de proporționalitate dintre forța elastică și deformare și se numește **constantă elastică**. Unitatea de măsură a constantei elastice este: $[k]_{SI} = \text{N/m}$.

Vectorial, relația dintre forța elastică și deformare se scrie astfel:
 $\vec{F}_e = -k\Delta\vec{l}$.

În cazul suspendării unui corp de resort, acesta se va alungi, iar forța de deformare va fi chiar greutatea corpului suspendat. (Figura 54)

De exemplu, un corp cu masa $m = 200 \text{ g}$, suspendat de un resort cu $k = 100 \text{ N/m}$, îl va alungi cu 2 cm :

$$G = F_e; \quad mg = k \Delta l; \quad \Delta l = \frac{mg}{k}; \quad \Delta l = \frac{0,2 \cdot 10}{100}; \quad \Delta l = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm}.$$

Aplică!

5 Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.

- Alungirea unui resort este proporțională cu forța de deformare aplicată.
- Tensiunea într-un fir de masă neglijabilă este numeric egală cu greutatea unui corp suspendat de el, aflat în repaus.

6 Forța elastică într-un resort de constantă elastică $k = 100 \text{ N/m}$ are valoarea $F_e = 10 \text{ N}$. Să se afle alungirea resortului și masa corpului suspendat. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

7 Alungirea unui resort de care se suspendă pe Pământ un corp de masă $0,1 \text{ kg}$ este 2 cm . Dacă accelerațiile gravitaționale au valorile $g_p = 10 \text{ N/kg}$ pe Pământ și $g_L = 1,62 \text{ N/kg}$ pe Lună, află alungirea resortului pe Lună.

Portofoliu

8 Reprezintă grafic alungirea unui resort în funcție de modulul forței deformatoare și determină din grafic constanta elastică a resortului.

Experiment

Scop: Determinarea dependenței forței elastice de deformare (comprimare)

Materiale necesare: resort, paralelipiped din lemn, suprafață lucioasă

Mod de lucru:

- Fixează resortul, așezat pe suprafața lucioasă, la unul dintre capete.
- Comprimă resortul cu ajutorul corpului paralelipipedic din lemn.
- Încetează acțiunea asupra corpului, lăsându-l liber.
- Comprimă resortul din ce în ce mai mult cu ajutorul corpului și apoi eliberează-l.

Constatari:

- Compară forțele de împingere și deformările în cele două cazuri și formulează o concluzie.

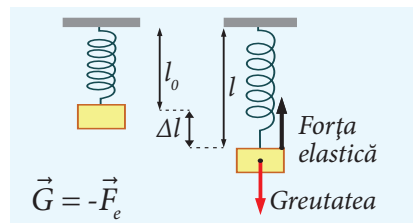


Figura 54 Forța elastică

Important

- În orice secțiune a unui fir (cablu) întins de o forță, acționează două forțe egale în modul, dar opuse ca sens, acțiune și reacțiune, cu care o parte a firului acționează asupra celeilalte părți. Oricare din aceste forțe se numește **tensiune în fir** (T).
- Forța elastică** apare într-un corp elastic deformat.

$F_e = k \Delta l$, Δl este deformarea resortului, iar k este constanta elastică: $[k]_{SI} = \text{N/m}$.

Măsurarea forțelor. Dinamometrul

Ce înveți?

- Cum se măsoară forțele

Cuvinte-cheie

- dinamometru



Figura 55 Instrument de măsură a forței musculare
Figura 56 Aparat de măsură a forței musculare



Figura 58 Dinamometru hidraulic



Figura 59 Dinamometru electromecanic

Din experiența ta!

- 1 Ce crezi că face persoana din Figura 55?
- 2 Aparatul din Figura 56 este deseori întâlnit într-un parc de distracții. Ce măsoară acest aparat?

Află!

Cu ajutorul instrumentului din Figura 55 se poate determina forța musculară, iar aparatul din parcul de distracții măsoară forța pumnului sau a șutului.

Aceste măsurători sunt făcute cu ajutorul unui dinamometru, instrumentul de măsură pe care îl folosim în fizică pentru a determina mărimea unei forțe și care este utilizat și în medicină pentru măsurarea forței musculare.

Dinamometrul funcționează pe principiul măsurării deformării unui element elastic (resort) sub acțiunea unei forțe exterioare. Dinamometrul este alcătuit dintr-un suport pe care sunt fixate: un resort elastic, o tijă cu cârlig, un indicator și o scală gradată. (Figura 57)

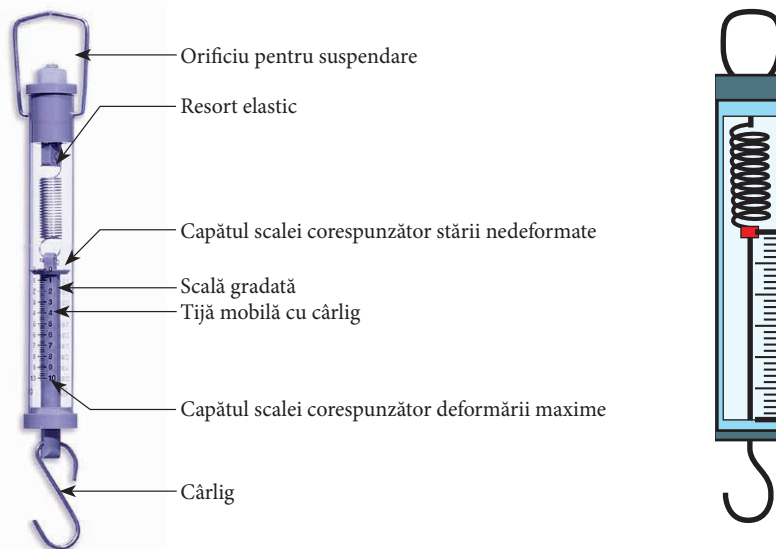


Figura 57 Dinamometru

Dinamometrele școlare au scalele etalonate în Newtoni și divizate în zecimi de Newtoni. Atunci când se agață un corp de cârlig, resortul se alungește și acul indicator se oprește în dreptul unei diviziuni care reprezintă valoarea forței.

În afara **dinamometrului școlar**, bazat pe deformarea elastică, există și **dinamometre hidraulice** – Figura 58 (bazate pe măsurarea presiunii) și **dinamometre electromecanice** – Figura 59 (bazate pe relația dintre deformare și variația unor mărimi electrice).

Experiment

Scop: Determinarea constantei elastice a unui resort

Materiale necesare: dinamometru, tijă cu discuri crestate (identice), riglă

Mod de lucru:

1. Așază rigla gradată cu diviziunea zero la baza cârligului pentru discuri crestate.
2. Pune pe cârlig un disc crestă, **măsoară** lungimea resortului și **calculează** alungirea lui Δl și apoi **citește** valoarea forței indicată de dinamometru.
3. Reia experimentul adăugând 2, 3, 4, 5 discuri crestate.

Constatări: Alungirea resortului dinamometrului crește odată cu creșterea numărului de discuri crestate adăugate, adică odată cu creșterea greutății acestora. Forța deformatoare și alungirea sunt direct proporționale, $F = k \Delta l$.

4. Completează *Tabelul 3*.

Tabelul 3

Nr discuri	F(N)	Δl (mm)	$k = \frac{F}{\Delta l}$ (N/mm)	k_m (N/mm)	Δk (N/mm)	$(\Delta k)_m$ (N/mm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
...						

5. Reprezintă grafic dependența forței (de deformare) în funcție de alungire.
6. Identifică sursele de erori.
7. Ai găsit rezultate care diferă mult de celelalte? Ce trebuie să faci?

Aplică!

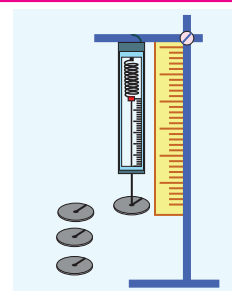
3 La ora de fizică, Andrei a trasat graficul din *Figura 60* în care este reprezentată dependența alungirii unui resort în funcție de forța de deformare.

- a) Ce valoare are forța de deformare atunci când alungirea resortului este de 20 cm?
- b) Care este alungirea resortului atunci când forța de deformare este de 6 N?
- c) Dacă lungimea resortului nedeformat este de 10 cm, care va fi lungimea resortului când forța care acționează asupra lui este de 1 N?
- d) Ce constantă elastică are resortul?

4 Laura a suspendat de cârligul unui dinamometru un penar cu masa $m = 100$ g și a constatat că resortul dinamometrului s-a alungit cu $\Delta l = 3$ cm. Care este alungirea resortului dacă Laura suspendă de acesta două penare identice cu primul?

Portofoliu

5 Reprezintă grafic forța indicată de un dinamometru dacă se suspendă de el corpuri cu mase diferite, în funcție de alungirea resortului său. Se dau datele obținute în urma măsurătorilor în *Tabelul 4*.



Important

- Instrumentul de măsură cu ajutorul căruia putem măsura forțele este **dinamometrul**.
- Dinamometrul este alcătuit dintr-un suport pe care sunt fixate un resort *elastic*, o tijă cu cârlig, un indicator și o scală gradată.

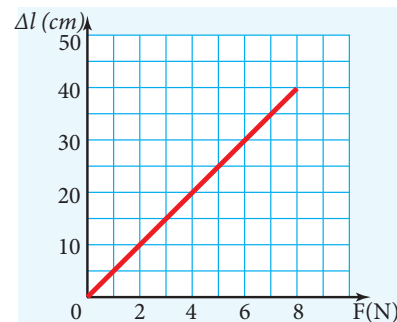


Figura 60 Grafic Problema 3

Tabelul 4

M(g)	10	20	30	40	50
Δl (cm)	2	4	6	8	10

Mișcarea unui corp sub acțiunea mai multor forțe

Ce înveți?

- Cum procedezi atunci când mai multe forțe acționează simultan asupra corpului

Cuvinte-cheie

- forța rezultantă

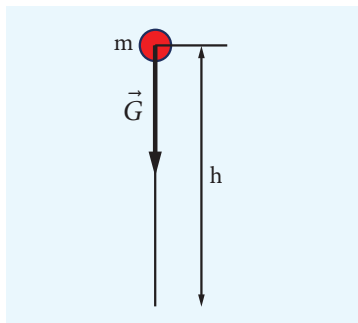


Figura 62 Corp în cădere liberă

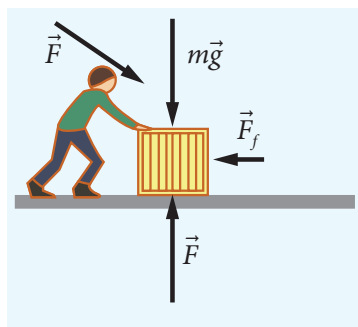


Figura 63 Corp aflat sub acțiunea mai multor forțe

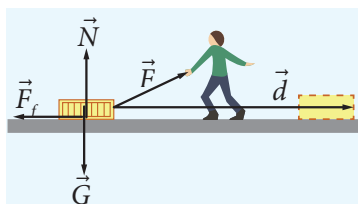


Figura 64 Reprezentarea forțelor care acționează asupra corpului



Important

Când studiezi mișcarea unui corp, trebuie să ții seama de toate forțele care acționează asupra lui ca urmare a interacțiunii cu mediul înconjurător. Vei căuta forța care, prin efectul ei, înlocuiește acțiunile tuturor forțelor care acționează asupra corpului.

Din experiența ta!

- Privește Figura 61 și identifică forțele care se exercită asupra corpurilor din imagini. Ce poți să spui despre numărul lor?



Figura 61 Forțe care se exercită asupra corpurilor



Află!

Observăm că în natură și în viața cotidiană corpurile sunt supuse acțiunii simultane a mai multor forțe. Cazul unei singure forțe care să acționeze asupra unui corp este foarte rar, și anume atunci când corpul dat interacționează cu un singur alt corp din mediul exterior. Acest lucru se întâmplă doar dacă putem neglija alte interacțiuni. De exemplu, când un corp este lăsat să cadă liber la suprafața Pământului, asupra lui acționează forța de greutate și forța de rezistență (frecare) din partea aerului. Forța de frecare cu aerul poate fi neglijată și atunci asupra corpului se exercită o singură forță, greutatea lui. (Figura 62)

Greutatea este forța care acționează întotdeauna asupra corpului deoarece nici un corp aflat în vecinătatea Pământului nu poate fi sustras atracției exercitate de Pământ asupra lui. Corpul interacționează cu mediul exterior deoarece stă sau se deplasează pe un plan, se poate sprijini de alt corp, se poate mișca într-un fluid etc. La contactul corpului cu o suprafață solidă apar: forța de frecare și reacțiunea normală. Dacă este atârnat prin fire elastice sau inextensibile apar: forța elastică și respectiv tensiunea în fir.

De aceea, atunci când studiezi mișcarea unui corp, trebuie să ții seama de toate forțele care acționează asupra lui ca urmare a interacțiunii cu mediul înconjurător (Figura 63). Vei reprezenta toate forțele care acționează asupra corpului (Figura 64), forțe care sunt concurente și, apoi, vei căuta **forța** care, prin efectul ei, înlocuiește acțiunile acestora.

Aplică!

Portofoliu

- Reprezintă forțele care acționează asupra corpurilor din Figura 65.

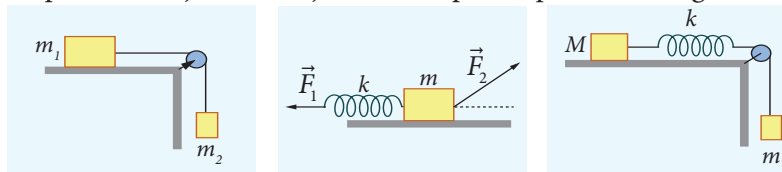


Figura 65 Corpuri aflate sub acțiunea mai multor forțe simultane

Compunerea forțelor. Regula paralelogramului

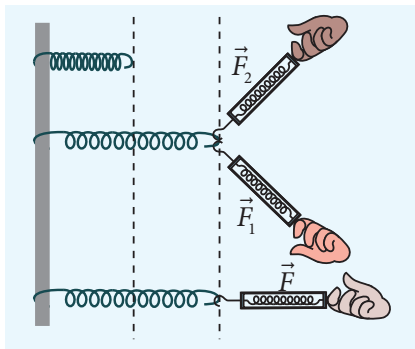
Ce înveți?

- Cum se compun (adună) forțele (vectorii)
- Regula paralelogramului

Cuvinte-cheie

- compunerea forțelor
- rezultanta forțelor

Experiment



Scop: Evidențierea rezultantei a doi vectori

Materiale necesare: resort elastic, două dinamometre

Mod de lucru: Lucrați în pereche

1. Împreună cu colegul tău, acționați simultan, prin intermediul a câte unui dinamometru, asupra capătului liber al unui resort, producând o alungire a acestuia.

2. Acționează singur, prin intermediul unui dinamometru, cu o altă forță, astfel încât să produci aceeași alungire resortului.

Constatări:

- Este egală forța indicată de dinamometrul din a doua situație cu suma celor două forțe indicate de dinamometrele din prima situație?

Din experiența ta!

1 Un barcagiu vâslește perpendicular pe malul unui râu. (Figura 66) Barca va ajunge pe malul opus:

- a) în punctul B; b) în dreapta punctului B; c) în stânga punctului B.

2 Ce forță ar trebui să aibă un animal de tracțiune care să înlocuiască cei doi cai și să deplaseze carul cu aceeași viteză? (Figura 67)

- a) Egală cu suma forțelor cu care acționează fiecare cal.
b) Mai mare decât suma forțelor cu care acționează fiecare cal.
c) Mai mică decât suma forțelor cu care acționează fiecare cal.

3 Ce crezi că se va întâmpla în Figura 68? În ce direcție va cădea copacul?

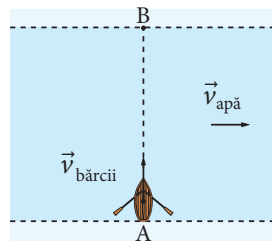


Figura 66 Barcagiul traversează râul



Figura 67 Cai trag împreună carul

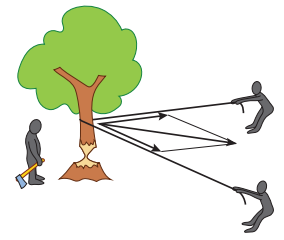


Figura 68 Oamenii doboară împreună copacul

Află!

Știm că forța, viteza, deplasarea, accelerația sunt mărimi fizice vectoriale, caracterizate prin valoare numerică (modul), direcție și sens. Adunarea vectorilor este diferită de adunarea mărimilor scalare.

Atunci când asupra unui corp se exercită simultan mai multe forțe, este necesar să găsim o singură forță care să producă același efect pe care îl au celelalte forțe împreună.

OBSERV!

Lista mea de verificare	Da	Nu
Am respectat instrucțiunile?		
Am utilizat corect materialele?		
Am notat observațiile mele?		
Am formulat concluzia cu ușurință?		
Am cerut ajutor atunci când am avut nevoie?		

Experiment

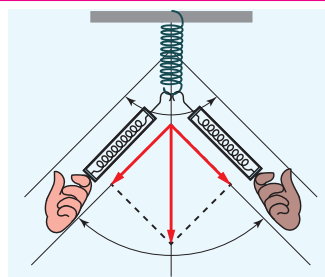
Scop: Evidențierea dependenței rezultantei a doi vectori de valorile vectorilor care se compun și de unghiul dintre aceștia

Materiale necesare: resort, două dinamometre, raportor

Mod de lucru:

1. Reia experimentul anterior și acționează asupra resortului elastic cu două forțe egale. $F_1 = F_2$, care formează un unghi α între ele.
2. Acționează cu o singură forță F , prin intermediul unui singur dinamometru, producând aceeași alungire resortului.
3. Măsoară forța F și repetă experimentul modificând unghiul dintre cele două forțe.
4. Reia experimentul pentru alte două valori ale celor două forțe care acționează simultan.

Trece datele în Tabelul 5.



Tabelul 5

$F_1 = F_2$	α	F	$F'_1 = F'_2$	α	F'	$F''_1 = F''_2$	α	F''
	30°			30°			30°	
	45°			45°			45°	
	60°			60°			60°	
	90°			90°			90°	

Constatări: Ce observi? De cine depinde valoarea forței F ?

Află!

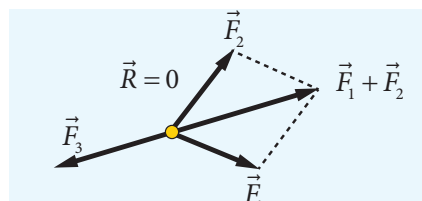


Figura 69 Rezultanta compunerii forțelor

Forța care produce același efect ca și al celor două forțe ce acționează simultan asupra resortului elastic se numește **rezultanta forțelor**.

- Rezultanta a două forțe concurente depinde de valorile numerice ale forțelor și de unghiul dintre direcțiile lor.
- Rezultanta a două forțe concurente scade pe măsură ce crește unghiul dintre direcțiile lor.
- Rezultanta a două forțe concurente crește pe măsură ce cresc modulele forțelor.

Forța \vec{F}_3 echilibrează forțele \vec{F}_1 și \vec{F}_2 din Figura 69. Forța \vec{F}_3 are aceeași direcție, aceeași valoare numerică și sens opus cu diagonala, R , a paralelogramului care are drept laturi forțele \vec{F}_1 și \vec{F}_2 .

$R = F_3$ sau $\vec{R} = -\vec{F}_3$ unde: $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$, R este rezultanta forțelor \vec{F}_1 și \vec{F}_2 .

Observație: Dacă valorile numerice ale forțelor \vec{F}_1 și \vec{F}_2 , concurente și necoliniare, sunt de câte 2 N fiecare, se observă că modulul rezultantei nu este de 4 N, cât ar însemna simpla adunare aritmetică.

Cei doi vectori se adună (compun) folosind **regula paralelogramului**:

Vectorul rezultat (rezultanta forțelor) obținut prin compunerea celor două forțe (vectori), concurente și necoliniare, are lungimea și direcția diagonalei paralelogramului care are drept laturi cele două forțe (vectori) concurente și care are aceeași origine cu originile forțelor: $R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \beta$. (Figura 70)

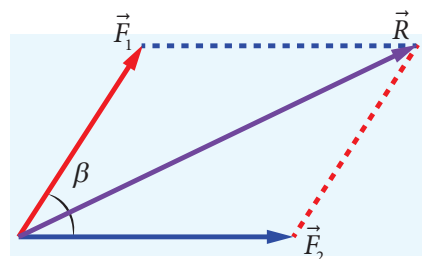


Figura 70 Regula paralelogramului

Se poate observa că aceeași rezultantă se poate obține construind un triunghi având laturile egale cu \vec{F}_1 și \vec{F}_2 , dar vectorii fiind așezați unul cu originea în vârful celuilalt. În acest caz se utilizează o altă regulă de compunere a vectorilor – **regula triunghiului**:

Se reprezintă vectorii care se adună așezați unul cu punctul de aplicație (originea) în vârful celuilalt, iar vectorul sumă se obține unind originea primului vector cu vârful celui de-al doilea.

În triunghiul format de vectorii \vec{a} , \vec{b} și \vec{c} , între valorile lungimilor laturilor se poate aplica *teorema lui Pitagora generalizată* pentru a găsi modulul rezultantei \vec{c} :

$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha$, unde α este unghiul dintre laturile triunghiului a și b . (Figura 71)

De exemplu, dacă unghiul dintre F_1 și F_2 este de 90° , modulul rezultantei R va fi dat de teorema lui Pitagora: $R^2 = F_1^2 + F_2^2$. (Figura 72)

Cazul vectorilor (forțelor) care au aceeași direcție (coliniari) și:

a) **același sens** – vectorii se așază unul cu originea în vârful celuilalt, iar vectorul sumă se obține unind originea primului vector cu vârful celui de-al doilea.

Rezultanta a doi vectori care au aceeași direcție și același sens este un vector care are aceeași direcție și același sens cu cei doi vectori și modulul egal cu suma modulelor vectorilor. (Figura 73)

$\vec{r} = \vec{v} + \vec{u}$ și $r = v + u$

b) **sens opus**.

Rezultanta a doi vectori care au aceeași direcție și sensuri opuse este un vector care are aceeași direcție cu cei doi vectori, sensul vectorului cu modul mai mare și modulul egal cu diferența modulelor vectorilor. (Figura 74)

$\vec{r} = \vec{v} + \vec{u}$ și $r = v - u$

Exemplu: Compunerea forțelor coliniare (Figura 75)

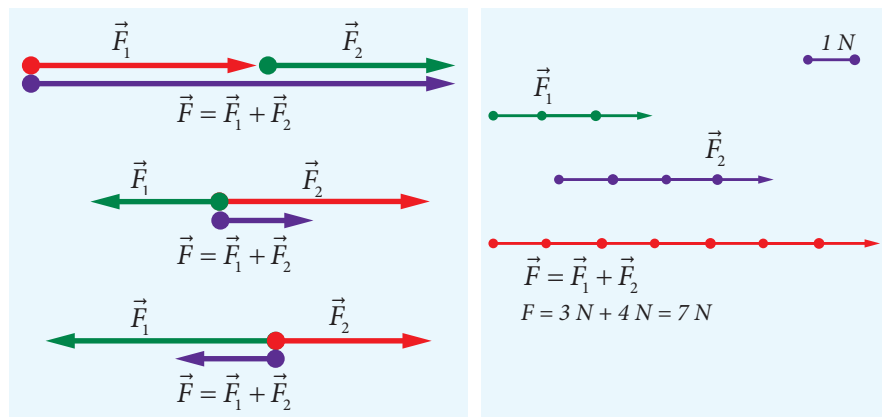


Figura 75 Compunerea forțelor coliniare de același sens și de sens opus

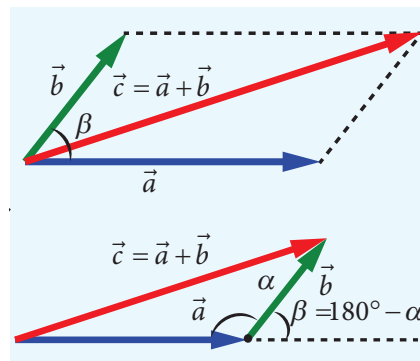


Figura 71 Regula triunghiului

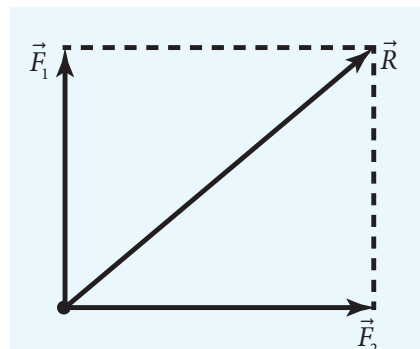


Figura 72 Rezultanta a doi vectori perpendiculari

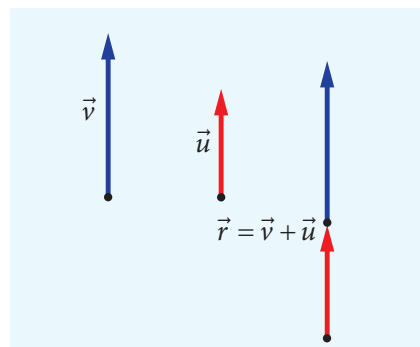


Figura 73 Rezultanta vectorilor care au aceeași direcție și același sens

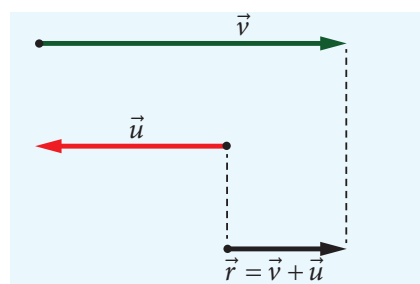


Figura 74 Rezultanta vectorilor care au aceeași direcție și sens opus

Important

Regula paralelogramului:

- Rezultanta (suma) a două forțe (vectori) care se adună, este diagonala paralelogramului care are drept laturi cele două forțe (vectori) concurente și care are aceeași origine cu originile forțelor.

- Dacă unghiul dintre F_1 și F_2 este de 90° , modulul rezultantei, va fi dat de teorema lui Pitagora: $R^2 = F_1^2 + F_2^2$.

- Rezultanta a două forțe care au aceeași direcție și același sens este o forță care are aceeași direcție și același sens cu cele două forțe și modulul egal cu suma modulelor forțelor:

$$F = F_1 + F_2.$$

- Rezultanta a două forțe care au aceeași direcție și sens opus este o forță care are aceeași direcție cu cele două forțe, sensul forței mai mari și modulul egal cu diferența modulelor forțelor: $F = |F_1 - F_2|$.

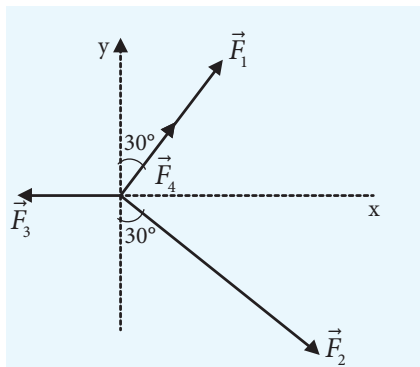


Figura 77 Rezultanta sistemului de forțe

Aplică!

4 Cei doi câini conducători trag de sanie cu forțele paralele $F_1 = 200$ N și $F_2 = 400$ N. Ce valoare are forța unui singur câine, al cărei efect este același cu cel al forțelor simultane F_1 și F_2 ? (Figura 76)



Figura 76 Sanie trasă de câini

5 O forță are modulul $F_1 = 160$ N, iar rezultanta compunerii acestei forțe cu altă forță F_2 , coliniară cu prima forță, este $R = 100$ N. Află valoarea celei de-a doua forțe.

6 Asupra unui corp acționează două forțe cu modulele egale cu $F_1 = 300$ N și $F_2 = 400$ N.

Reprezintă grafic și calculează modulul rezultantei în următoarele situații:

- a) forțele sunt perpendiculare;
- b) forțele au aceeași direcție și același sens;
- c) forțele au aceeași direcție și sensuri opuse.

7 Mihai și Vlad trag de o ladă încărcată, acționând cu două forțe orizontale care au direcțiile perpendiculare una pe cealaltă. Forța cu care acționează Mihai are modulul egal cu 6 N. Dacă rezultanta celor două forțe este egală cu 10 N, calculează valoarea forței cu care trage de ladă Vlad.

8 Doi copii acționează cu câte o forță la capetele unei sfori. Unul acționează cu o forță de 7 N spre dreapta, iar celălalt cu forță de 3 N spre stânga. Găsește rezultanta celor două forțe și sensul mișcării copiilor.

9 Un biciclist pedalează cu viteza $v = 5$ m/s față de sol. Vântul suflă din față cu viteza $v_v = 2$ m/s. Care este viteza vântului resimțită de biciclist? Dar dacă vântul suflă din spate?

10 Un pescar vrea să ajungă pe malul opus al unui râu care are lățimea de 100 m. Pentru aceasta el vâslește perpendicular față de mal cu viteza $v = 2,5$ m/s. Ajungând pe malul opus, pescarul constată că a fost deplasat cu distanța de 80 m în aval, datorită curgerii apei. Ce viteză de curgere are râul pe care l-a traversat?

11 Ce valoare are forța rezultantă a sistemului de forțe din Figura 77, dacă $F_1 = 30$ N, $F_2 = 40$ N, $F_3 = 20$ N și $F_4 = 10$ N?

12 Două forțe concurente au modulele egale cu 10 N, respectiv 12 N. Între ce limite poate varia rezultanta celor două forțe?

Extindere: Regula poligonului pentru compunerea mai multor vectori

Ce înveți?

- Cum se compun (adună) mai mulți vectori
- Regula poligonului

Cuvinte-cheie

- rezultanta vectorilor

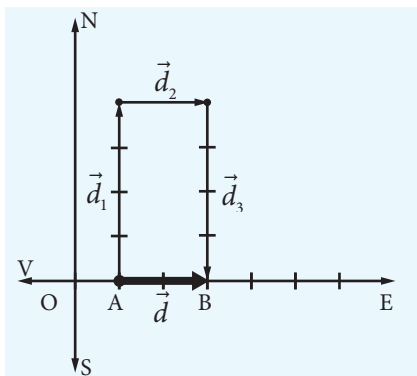


Figura 78 Vectorul deplasare

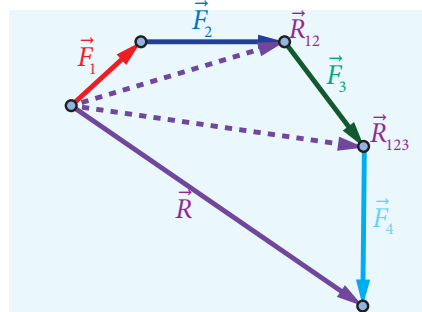


Figura 79 Regula poligonului



Important

Regula poligonului: Rezultanta mai multor vectori este dată de segmentul de închidere a poligonului obținut prin așezarea vectorilor componenți unul cu originea în vârful celuilalt, orientat de la originea primului vector la vârful ultimului.

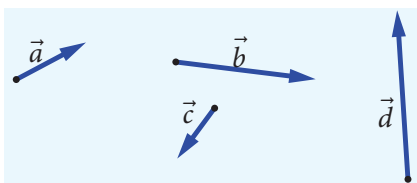


Figura 80 Vectori

Din experiența ta!

1 Să presupunem că te afli în punctul A, situat la 1 km față de reperul O (Figura 78). Te deplasezi spre nord pe distanța $d_1 = 4$ km, apoi spre est pe distanța $d_2 = 2$ km și în final, spre sud pe distanța $d_3 = 4$ km, ajungând în punctul B. Cu câți kilometri te-ai deplasat față de punctul A? Ce distanță ai parcurs?

Află!

În situațiile de zi cu zi, mișcările corpurilor sunt destul de complexe. De exemplu, un avion ușor zboară spre est, iar vântul bate spre nord, ceea ce determină schimbarea direcției după care se deplasează, aceasta devenind direcția vitezei rezultante. În mod asemănător, dacă asupra unui corp acționează simultan mai multe forțe (greutatea, forța de tracțiune, forța de frecare, reacțiunea normală), acestea pot fi înlocuite ca efect, cu o singură forță numită forță rezultantă.

În exemplul ilustrat în Figura 78, ai plecat din punctul A și ai ajuns în punctul B, deplasându-te cu 2 km, deși distanța pe care ai parcurs-o a fost $d_1 + d_2 + d_3 = 10$ km. Ca vector, orientăm această deplasare de la A la B și ea reprezintă deplasarea rezultantă: $\vec{d} = \vec{d}_1 + \vec{d}_2 + \vec{d}_3$.

Modulul vectorului deplasare este segmentul AB.

Ai văzut că pentru a compune două forțe concurente poți aplica regula paralelogramului sau regula triunghiului. Când avem de adunat (de compus) mai mulți vectori concurenți (mai multe forțe, de exemplu, care se exercită asupra unui corp), se poate aplica în mod succesiv regula paralelogramului.

Se calculează mai întâi suma vectorială a primilor doi vectori, apoi aceasta se adună vectorial cu al treilea și așa mai departe.

Putem așeza vectorii și unul cu originea în vârful celuilalt, așa cum ai procedat la regula triunghiului.

Observi în Figura 79 că rezultanta \vec{R}_{12} a primilor doi vectori se adună vectorial cu \vec{F}_3 , rezultând \vec{R}_{123} , care se adună vectorial cu \vec{F}_4 .

Regula poligonului: Rezultanta \vec{R} a mai multor vectori așezați unul cu originea în vârful celuilalt este segmentul care închide poligonul construit cu vectorii care se adună drept laturi, orientat de la originea primului vector la vârful ultimului vector: $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$.

Aplică!

2 Reprezintă grafic suma vectorilor reprezentați în Figura 80.

Mișcarea unui corp pe plan înclinat. Descompunerea unei forțe după două direcții reciproc perpendiculare

Ce înveți?

- Mișcarea pe planul înclinat
- Descompunerea unei forțe după două direcții perpendiculare

Cuvinte-cheie

- plan înclinat
- componentele forțelor

Din experiența ta!

- 1 Poți să ajungi la aceeași înălțime pe munte, urmând oricare dintre cele două trasee? Care dintre variante este mai accesibilă? De ce crezi că este așa? (Figura 81)
- 2 De ce este utilă calea ferată din imagine? (Figura 82)
- 3 Ce forțe trebuie să învingă omul în urcarea lăzii? (Figura 83)



Figura 81 Trasee montane

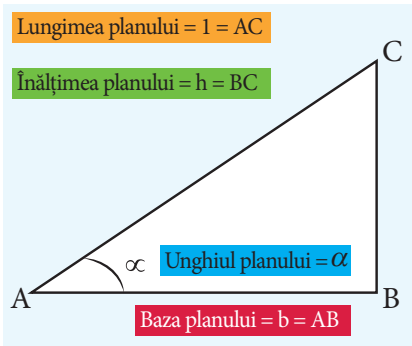


Figura 84 Plan înclinat



Figura 82 Funicular



Figura 83 Ladă pe rampă

Află!

În imaginile de mai sus, pentru acțiunile ilustrate se folosește un **plan înclinat**. În foarte multe situații practice este mai ușor să folosim un plan înclinat pentru a urca un corp la o anumită înălțime decât să îl ridicăm direct pe verticală. De asemenea, este comod, în alte situații, să lăsăm corpul să alunece liber pe o pantă, fără să fie nevoie să acționăm asupra lui cu vreo forță.

Planul înclinat este o suprafață care formează un unghi ascuțit cu orizontala. Planul înclinat se reprezintă, de obicei, ca ipotenuza unui triunghi dreptunghic ale cărui elemente le poți observa în Figura 84.

Considerăm un corp de greutate G pe care dorim să îl urcăm uniform pe planul înclinat și reprezentăm toate forțele care acționează asupra lui: greutatea, forța de tracțiune și reacțiunea normală. (Figura 85)

Mișcarea corpului fiind rectilinie și uniformă înseamnă, conform principiului inerției, că rezultanta tuturor forțelor care acționează asupra lui trebuie să fie nulă: $\vec{R} = \vec{G} + \vec{N} + \vec{F} = 0$.

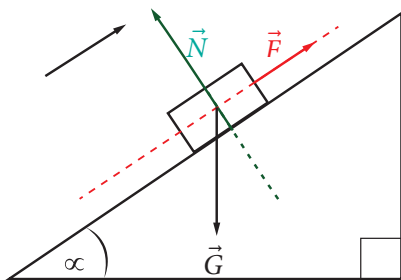


Figura 85 Reprezentarea forțelor care acționează asupra unui corp aflat pe planul înclinat

Rezultanta a două forțe concurente poate fi găsită cu regula paralelogramului. Ea este diagonala paralelogramului format cu cele două forțe drept laturi. Dacă privim regula de compunere a vectorilor în sens invers, putem considera că diagonala paralelogramului provine din adunarea a doi vectori, numiți **componente**, orientați pe direcțiile celor două laturi ale paralelogramului, care au origine comună cu diagonala.

De exemplu, componentele vectorului \vec{c} pe direcțiile celor două laturi OA și OB ale paralelogramului, sunt vectorii \vec{a} și \vec{b} . (Figura 86)

Astfel, în probleme, pentru a scrie condiții de echilibru pentru forțe, este mai ușor să folosim operația inversă compunerii, numită **descompunerea vectorilor**.

În cazul corpului așezat pe un plan înclinat, este convenabil să descompunem greutatea după **două direcții perpendiculare** între ele: direcția mișcării, **paralelă** cu planul înclinat și direcția **perpendiculară** pe planul înclinat, așa cum se vede în Figura 87.

Cum procedezi?

Pe cele două direcții (trasate punctat prin originea greutateii) se duc din vârful greutateii perpendicularele, reconstituind astfel paralelogramul (care acum este dreptunghi, deoarece direcțiile formează un unghi drept). Greutatea, fiind diagonala dreptunghiului, este suma vectorială a celor doi vectori (laturi ale dreptunghiului) care au aceeași origine cu ea, numite **componentele greutateii** pe acele direcții, notate cu G_t și G_n .

Componentele greutateii pe cele două direcții sunt: greutatea tangențială, notată cu G_t (sau G_p – greutatea paralelă cu planul) și greutatea normală, notată cu G_n (perpendiculară pe plan).

În exemplul din Figura 87, în absența frecării, condiția de mișcare rectilinie uniformă poate fi scrisă pe cele două direcții astfel:

$\vec{F} + \vec{G}_t = 0$ și $\vec{N} + \vec{G}_n = 0$, ecuații echivalente cu scrierea scalară: $F - G_t = 0$, $N - G_n = 0$, din care rezultă $F = G_t$ și $N = G_n$.

Observație: În acest caz forța de apăsare normală pe plan este egală cu componenta normală a greutateii, $F_n = G_n$.

Componentele G_t și G_n pot fi găsite din asemănarea triunghiului planului înclinat cu triunghiul componentelor greutateii:

$$\frac{G_t}{h} = \frac{G}{l} \text{ și } \frac{G_n}{\sqrt{l^2 - h^2}} = \frac{G}{l}; \quad G_t = \frac{Gh}{l} \text{ și } G_n = \frac{G\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Dar, $\sin \alpha = h/l$ și $\cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}$. Atunci: $G_t = G \sin \alpha$; $G_n = G \cos \alpha$.

Pentru a descompune, în general, un vector după două direcții perpendiculare Ox și Oy se duc din extremitățile (originea și vârful) vectorului, perpendiculare pe cele două direcții și se găsesc componentele vectorului după acele direcții. Componentele vectorului \vec{a} pe axele Ox și Oy sunt a_x și a_y . (Figura 88)

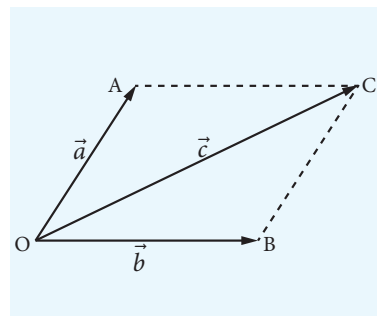


Figura 86 Componentele unui vector

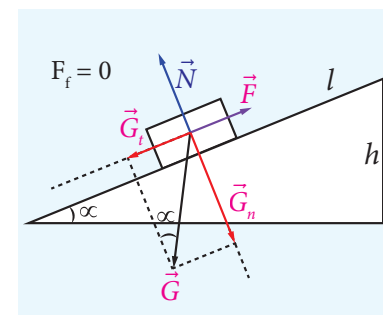


Figura 87 Componentele greutateii pe planul înclinat

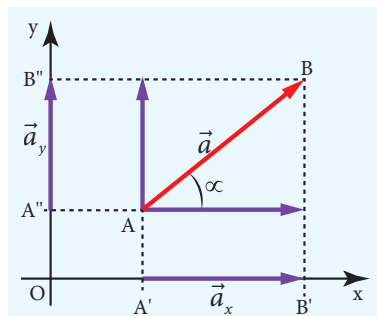


Figura 88 Componentele unui vector pe direcțiile Ox și Oy



Important

- **Planul înclinat** este o suprafață care formează un unghi ascuțit cu orizontala, reprezentat printr-un triunghi dreptunghic.

- **Componentele greutateii** pe direcția mișcării (paralelă cu planul înclinat) și direcția perpendiculară pe planul înclinat, notate cu G_t (sau G_p) și G_n se numesc: componenta tangențială (sau paralelă) a greutateii, respectiv componenta normală a greutateii.

$$G_t = \frac{Gh}{l} \text{ și } G_n = \frac{G\sqrt{l^2 - h^2}}{l}$$

l – lungimea planului

h – înălțimea planului

- În general, pentru a descompune o forță după două direcții perpendiculare Ox și Oy , se duc din extremitățile (originea și vârful) forței, perpendiculare pe cele două direcții și se găsesc componentele ei după acele direcții.

Aplică!

4 Un frigider cu masa $m = 80$ kg este ridicat uniform pe un plan înclinat cu lungimea $l = 5$ m și înălțimea $h = 3$ m. Forța de frecare dintre frigider și plan este de 50 N. Să se calculeze ($g = 10$ N/kg):

a) reacțiunea normală a planului;

b) forța cu care trebuie tras frigiderul pentru a-l urca uniform pe plan.

5 Corpurile din *Figura 89* au aceeași masă. Poate fi ridicat corpul de masă m_1 de către corpul de masă m_2 dacă între m_1 și plan nu există frecare? Justifică răspunsul.

6 Pentru *Figura 89* se consideră cunoscută masa celui de-al doilea corp, $m_2 = 10$ kg. Forța de frecare dintre corpul aflat pe plan și planul înclinat este de 60 N. Accelerația gravitațională este $g = 10$ N/kg.

a) Să se afle componenta tangențială a greutateii corpului aflat pe plan înclinat, dacă sistemul celor două corpuri este în repaus.

b) Să se afle, în acest caz, tensiunea în fir.

c) Dacă lungimea planului este 8 m și înălțimea lui 4 m, să se afle masa corpului 1.

d) Să se afle reacțiunea normală a planului.

Portofoliu

7 Cezar urcă o ladă de 5 kg pe o rampă cu lungimea de 5 m și înălțimea de 3 m, acționând asupra ei printr-un fir inextensibil și de masă neglijabilă. Forța de frecare exercitată asupra lăzii reprezintă 2% din greutatea ei. Dacă lada este trasă uniform, află:

a) forța de tensiune din fir;

b) coeficientul de frecare dintre ladă și suprafața rampei (F_f/N).

Se cunoaște $g = 10$ N/kg.

OBSERV!

Lista mea de verificare	Da	Nu
Am identificat corect datele problemei?		
Am stabilit corect relațiile dintre datele problemei?		
Am aplicat corect formulele?		
Am calculat corect?		
Am verificat rezolvarea problemei?		
Am corectat când am greșit?		
Am avut nevoie de ajutor?		

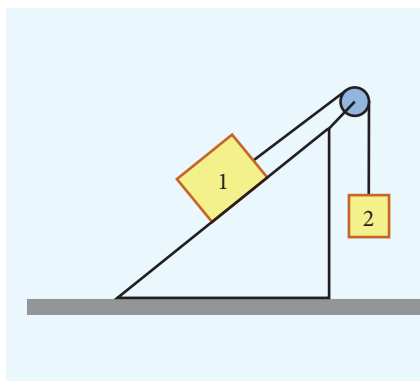


Figura 89 Corpuri

Recapitulare

- 1** Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.
- A. Forța este:
- a) o mărime fizică scalară; b) o mărime fizică fundamentală; c) o măsură a interacțiunii dintre corpuri;
 - d) o măsură a inerției corpului.
- B. Atunci când călătorești cu automobilul care se deplasează în față, simți că ești aruncat în sens opus mișcării, dacă:
- a) mașina frânează; b) mașina stă pe loc; c) mașina merge uniform; d) mașina accelerează.
- C. Inerția este:
- a) o mărime fizică; b) o proprietate a corpurilor; c) un fenomen fizic; d) o forță.
- D. Acțiunea și reacțiunea:
- a) apar pe rând; b) au același sens; c) au mărimi diferite; d) se aplică unor corpuri diferite.
- E. Forța de frecare:
- a) nu depinde de natura suprafețelor aflate în contact;
 - b) este proporțională cu masa corpului;
 - c) este proporțională cu forța de apăsare normală pe plan;
 - d) acționează perpendicular pe direcția mișcării.
- F. Greutatea corpului:
- a) are aceeași valoare la poli și la ecuator; b) este forța cu care corpul este atras de Pământ;
 - c) este aceeași indiferent de înălțimea la care se află corpul; d) este aceeași pe orice planetă.
- G. Forța elastică:
- a) este proporțională cu deformarea; b) are același sens cu deformarea; c) este mai mică decât forța deformatoare; d) nu depinde de materialul resortului.
- 2** Reprezintă grafic rezultanta forțelor și calculează modulul rezultantei:
- a) $F_1 = 2 \text{ N}$ orientată spre dreapta (est) și $F_2 = 6 \text{ N}$ orientată spre stânga (vest);
 - b) $F_1 = 3 \text{ N}$ orientată în sus (nord) și $F_2 = 4 \text{ N}$ orientată spre dreapta (est);
 - c) $F_1 = 4 \text{ N}$ orientată în sus (nord), $F_2 = 2 \text{ N}$ orientată spre dreapta (est), $F_3 = 1 \text{ N}$ orientată în jos (sud), $F_4 = 2 \text{ N}$ orientată spre dreapta (est) și $F_5 = 3 \text{ N}$ orientată în jos (sud).
- 3** Teodor suspendă de un resort elastic un corp cu masa $m_1 = 0,6 \text{ kg}$ și măsoară cu rigla alungirea acestuia, $\Delta l_1 = 2,4 \text{ cm}$. Ce alungire va măsura, dacă va suspenda de același resort un corp cu masa $m_2 = 700 \text{ g}$? ($g = 10 \text{ N/kg}$)
- 4** Asupra unui corp aflat pe o suprafață orizontală se acționează prin intermediul unui resort orizontal, deplasându-l uniform. Știind că forța de frecare are valoarea $F_f = 0,3 \text{ N}$ și că resortul se alungește cu $\Delta l = 3 \text{ cm}$ în timpul mișcării, să se calculeze ($g = 10 \text{ N/kg}$):
- a) constanta elastică a resortului;
 - b) știind că raportul dintre forța de frecare și reacțiunea normală este egal cu 0,1 să se afle masa corpului.
- 5** O forță care are modulul 10 N este descompusă după două direcții perpendiculare Ox și Oy . Componenta după axa Ox are valoarea 6 N . Să se afle valoarea componentei forței pe axa Oy .
- 6** Ioana a suspendat un corp cu masa $m = 1 \text{ kg}$ de un fir inextensibil. Ce valoare are tensiunea în fir?
- 7** Pe un șantier, un constructor împinge un corp cu masa $m = 150 \text{ kg}$ pe un plan înclinat cu lungimea $l = 10 \text{ m}$ și înălțimea $h = 2 \text{ m}$. Cu ce forță trebuie să împingă, în absența frecării cu planul, pentru ca mișcarea corpului să fie uniformă?

8 Un corp cu masa $m = 200$ g este suspendat de un resort pe care îl alungește cu $\Delta l = 4$ mm. Apoi corpul se așază pe o suprafață orizontală și este tras uniform prin intermediul resortului. Știind că forța de frecare are valoarea $F_f = 10$ N și că $g = 10$ N/kg:

- reprezintă forțele care acționează asupra corpului în cele două situații;
- calculează alungirea resortului în timpul mișcării pe plan orizontal.

9 Dan este pasionat de fizică. El folosește un resort pe care este inscripționată valoarea constantei elastice $k = 100$ N/m. S-a gândit să determine masa unei jucării în formă de cub cu latura de 10 cm și a suspendat cubul de resort. Cu rigla a măsurat alungirea acestuia $\Delta l = 5$ cm. Cunoscând $g = 10$ N/kg, află ce densitate are materialul din care este confecționat cubul.

10 La ora de fizică, Oana și Bianca au efectuat un experiment și au suspendat, pe rând, corpuri cu mase diferite de un resort elastic. Au trecut datele obținute în *Tabelul 6*.

Tabelul 6

M (g)	200	400	600	800
Δl (cm)	1	2	3	4

- Ce constantă de elasticitate are resortul folosit de ele?
- Trasează graficul care exprimă dependența alungirii resortului de greutatea suspendată de el. ($g = 10$ N/kg)

11 Un corp cu masa $m = 1$ kg este urcat uniform pe un plan înclinat care are lungimea $l = 5$ m și înălțimea $h = 1$ m cu ajutorul unui resort care se alungește cu $\Delta l = 20$ cm. Cunoscând constanta de elasticitate a resortului $k = 25$ N/m să se afle ($g = 10$ N/kg):

- componentele greutății pe planul înclinat și valoarea forței elastice;
- valoarea forței de frecare;
- raportul între forța de frecare și reacțiunea normală.

12 La ora de fizică Mihaela și Iulia au determinat forța de frecare dintre un corp și suprafața pe care se mișcă acesta. Pentru aceasta au folosit un tribometru și au notat datele obținute într-un tabel, în care m reprezintă masa corpurilor marcate așezate pe taler pentru a determina mișcarea uniformă pe planul orizontal a corpului cu masa M . (*Tabelul 7*)

Tabelul 7

Numărul determinării	M (g)	$N = Mg$	m(g)	$F_f = mg$ (N)	F_f/N	μ_m
1	110	1,1	40	0,4		
2	160	1,6	52	0,52		
3	200	2	70	0,7		

- Completează tabelul cu datele necesare.
- Trasează graficul de variație al forței de frecare în funcție de forța de reacțiune normală la plan.

Portofoliu

13 Scrie un eseu despre avantajele și dezavantajele existenței forței de frecare în natură.

Autoevaluare

Completează enunțurile de mai jos, referindu-te la unitatea de învățare încheiată.

- Trei lucruri pe care le-am învățat sunt
- Două idei despre care aș dori să învăț mai mult sunt
- O pricepere/deprindere pe care am dobândit-o este

OBSERV!

Accesează manualul digital pentru a completa *Fișa de observare a comportamentului*.



Timp de lucru: **50 de minute**

Din oficiu **10 p**

1 Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.

I. Interacțiunea dintre corpuri este:

- a) o mărime fizică; b) acțiunea reciprocă dintre corpuri; c) o proprietate a corpului;
d) o măsură a inerției.

4 p

II. Rezultanta a două forțe care au aceeași direcție și sens opus:

- a) are modulul egal cu suma modulelor forțelor; b) are modulul egal cu diferența modulelor forțelor; c) are sensul forței mai mici; d) este întotdeauna zero.

4 p

III. Dinamometrul măsoară:

- a) masa corpului; b) forța; c) inerția; d) viteza corpului.

4 p

IV. Modulul forței elastice este:

- a) $k/\Delta l$; b) $k\Delta l$; c) $\Delta l/k$; d) $k+\Delta l$.

4 p

V. Forța de frecare la alunecare:

- a) este orientată în sensul mișcării; b) este proporțională cu forța de tracțiune;
c) este perpendiculară pe suprafața de contact; d) se opune mișcării.

4 p

2 Completează spațiile libere astfel încât să obții enunțuri corecte.

a) Un corp își menține starea sau de atât timp cât asupra lui nu acționează alte corpuri care să îi schimbe această stare.

5 p

b) Dacă un corp acționează asupra altui corp cu o forță numită, cel de-al doilea corp acționează asupra primului cu o forță în modul și ca sens, numită reacțiune.

5 p

c) În orice secțiune a unui fir (cablu) întins de o forță acționează două forțe în modul, dar ca sens, acțiunea și reacțiunea, cu care o parte a firului acționează asupra celeilalte părți. Oricare din aceste forțe se numește

5 p

3 Un pahar cu apă se află pe un cărucior care se deplasează spre dreapta. Care dintre desenele de mai jos corespunde accelerării căruciorului? (Figura 90)

5 p

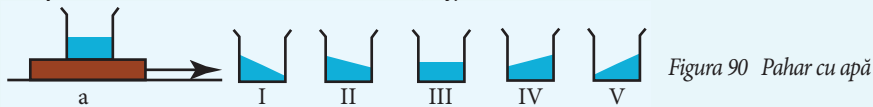


Figura 90 Pahar cu apă

4 Un fizician are la dispoziție un corp, o balanță și un resort. El cântărește corpul, măsurându-i masa și apoi îl suspendă de resort măsurând alungirea în laboratorul său din Constanța. Dacă ar efectua măsurătorile pe Vârful Omu, cum ar fi valorile măsurate față de cele obținute anterior? Motivează!

5 p

5 Un corp este așezat peste un resort care are constanta elastică $k = 150 \text{ N/m}$ și îl comprimă cu 10 cm ($g = 10 \text{ N/kg}$). Să se reprezinte forțele care acționează asupra corpului și să se determine masa acestuia.

15 p

6 Un corp cu masa $m = 1 \text{ kg}$ este susținut pe un plan înclinat cu ajutorul unui fir paralel cu planul, fixat în vârful planului printr-un suport. Lungimea planului este de 5 m și înălțimea acestuia este de 1 m ($g = 10 \text{ N/kg}$).

a) Află tensiunea în fir dacă nu există frecare între corp și plan.

15 p

b) Dacă există frecare și forța de frecare are valoarea $F_f = 4 \text{ N}$ află tensiunea în fir și raportul dintre forța de frecare și reacțiunea normală la plan.

15 p

Exersezi și progresezi

- 1 Reprezintă grafic rezultanta deplasărilor unui mobil reprezentate, în cele două cazuri, prin vectorii din Figura 91.

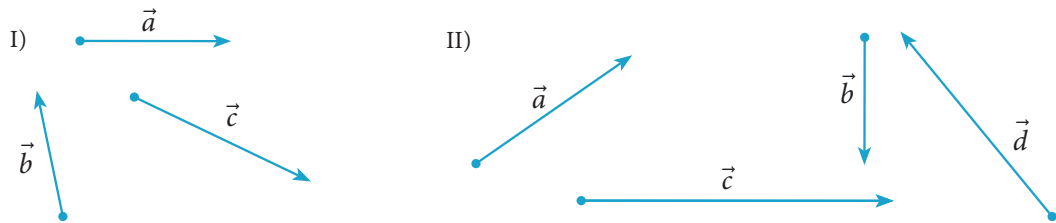


Figura 91 Vectori

- 2 Calculează alungirea unui resort (Figura 92) cu constanta elastică $k = 100 \text{ N/m}$ care susține un corp de masă $m = 200 \text{ g}$ pe un plan înclinat cu lungimea $l = 4 \text{ m}$ și înălțimea $h = 2 \text{ m}$ în următoarele situații ($g = 10 \text{ N/kg}$):
- fără frecare;
 - cu frecare, forța de frecare fiind $F_f = 0,4 \text{ N}$.
 - Calculează reacțiunea normală la plan.

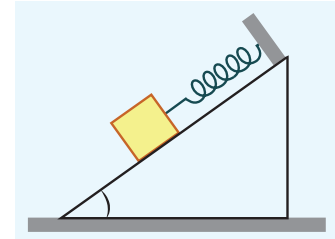


Figura 92 Resort

- 3 Asupra unui corp cu masa $m = 4,5 \text{ kg}$, aflat pe un plan orizontal, acționează o forță care formează unghiul $\alpha = 30^\circ$ cu orizontala, sub acțiunea căreia corpul se mișcă rectiliniu uniform. Valoarea forței este $F = 30 \text{ N}$, iar $g = 10 \text{ N/kg}$.
- Află forța de frecare dintre corp și plan.
 - Află reacțiunea normală la plan (extindere).

- 4 În ce condiții două corpuri cu aceeași masă pot avea greutateți diferite?

- 5 Asupra unui corp cu masa de 3 kg , aflat pe un plan orizontal, acționează vertical în jos o forță $F = 20 \text{ N}$. Ce valoare are forța de reacțiune normală la plan?

- 6 Un corp cu masa $m = 200 \text{ g}$ este suspendat de un fir inextensibil. Cu ce forță orizontală trebuie să se acționeze asupra lui, astfel încât direcția firului să formeze cu verticala un unghi $\alpha = 60^\circ$? Ce valoare are tensiunea în fir? ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- 7 Două corpuri au masele $m_1 = 2 \text{ kg}$ și $m_2 = 3 \text{ kg}$ și sunt legate între ele printr-un fir inextensibil. Asupra corpului 1 acționează o forță $F = 30 \text{ N}$ care determină mișcarea uniformă a sistemului de corpuri. Forța de frecare ce acționează asupra celui de-al doilea corp este mai mare de 2 ori decât forța de frecare care acționează asupra corpului cu masa m_1 . Află valoarea forțelor de frecare care acționează asupra corpurilor și tensiunea în fir. (Figura 93)

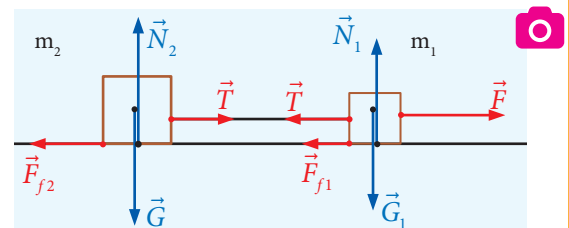


Figura 93 Corpuri

- 8 Două resorturi ușoare identice sunt așezate orizontal, fiind fixate în punctele A și B și prinse între ele în punctul M. Lungimea unui resort în stare nedeformată este $l_0 = 4 \text{ cm}$. Dacă în punctul M comun celor două resorturi se suspendă un corp cu masa $m = 240 \text{ g}$, acest punct coboară pe verticală pe distanța $d = 3 \text{ cm}$. Află care este alungirea fiecărui resort și ce valoare are constanta elastică a unui resort. (Figura 94)

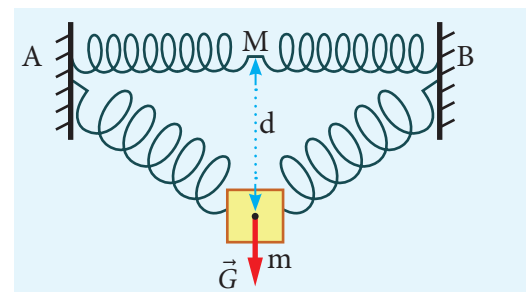


Figura 94 Resorturi

Lucru mecanic efectuat de forțe constante. Unitate de măsură

Ce înveți?

- Ce este lucrul mecanic

Cuvinte-cheie

- joule
- lucru mecanic motor
- lucru mecanic rezistent



Figura 1 Lăzi



Figura 2 Halteră 1



Figura 3 Scripete



Figura 4 Mașină cu platformă



Figura 5 Halteră 2



Figura 6 Servietă

Din experiența ta!

- 1 a) Ce efect produc corpurilor din *Figurile 1, 3 și 5* oamenii care acționează cu o forță de tracțiune asupra lor? Cum resimt ei aceste activități?
b) Ce efect produce sportivul asupra halterei pe care o susține pe piept? (*Figura 2*) Ce resimte halterofilul?

Află!

În activitatea cotidiană, omul întrebuințează deseori forța musculară sau forța unor mecanisme/mașini (*Figurile 3, 4*) pentru a deplasa corpurile. Sub acțiunea acestor forțe, corpurile sunt scoase din repaus, se deplasează, își măresc sau micșorează viteza. Omul depune efort pentru a deplasa corpul sau pentru a-l ridica la o înălțime față de sol. Forțele care modifică starea de mișcare a unui corp, determinând trecerea acestuia de la o poziție la alta, trebuie să învingă inerția corpului sau alte forțe care se opun mișcării. Dacă omul este acela care modifică starea de mișcare a corpului prin forța sa musculară, în urma acestei activități, el obosește. În limbajul comun, spunem că omul *lucrează* atunci când el efectuează o acțiune.

În fizică, sensul cuvântului *lucru* este altul decât în limbajul comun. Atunci când se trage sau se împinge un corp pe o suprafață, când se ridică acel corp la o anumită înălțime față de sol, se efectuează *lucru mecanic*. De obicei, noțiunea de lucru mecanic este asociată cu aceea de efort. Totuși, nu întotdeauna când depunem efort într-o activitate, înseamnă că efectuăm și lucru mecanic.

Sportivul din *Figura 2* depune efort pentru a ține haltera în mâini și obosește. Cu toate acestea, el nu efectuează lucru mecanic, deoarece haltera nu se mișcă.

O forță efectuează lucru mecanic asupra unui corp numai dacă acționează asupra corpului deplasându-l pe o anumită distanță și dacă direcția ei nu este perpendiculară pe direcția deplasării.

Descoperă!

- 2 Ce factori crezi că influențează efortul depus de om atunci când urcă o scară și duce în mână o servietă? (*Figura 6*)



Informează-te!



James Prescott Joule (1818 – 1889)

- Fizician englez, a fost elevul lui John Dalton;
- A formulat legea conservării energiei (1843);
- A studiat motoarele electrice;
- A descoperit Legea efectului termic al curentului electric;
- A descoperit efectul Joule Thomson.



Figura 7 Sanie trasă de o forță care formează un unghi α cu direcția mișcării.

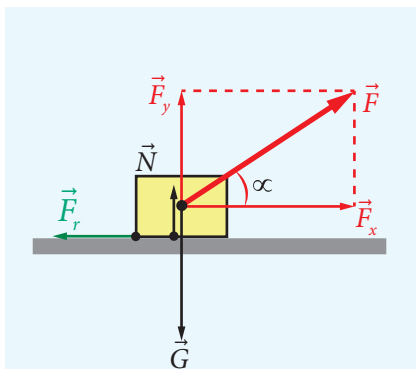


Figura 8 Forță care formează un unghi cu direcția deplasării

Află!

Pentru a deplasa servieta, omul exercită asupra ei o forță îndreptată pe verticală. Forța este aceea care efectuează lucru mecanic. Asupra servietei acționează și greutatea ei, care se opune deplasării servietei și care la rândul ei, efectuează lucru mecanic. De aceea este important ca atunci când vorbim despre lucrul mecanic, să specificăm **forța** care îl produce.

Cu cât greutatea servietei este mai mare, cu atât forța cu care omul acționează asupra ei este mai mare și, implicit, efortul depus de om pentru a o deplasa. Oboseala omului va fi, de asemenea, cu atât mai accentuată cu cât lungimea drumului pe care îl parcurge este mai mare. Prin urmare, lucrul mecanic al forței depinde de mărimea forței și de distanța pe care se deplasează corpul.

Lucrul mecanic L al unei forțe constante care acționează asupra unui corp pe direcția și în sensul mișcării corpului este mărimea fizică scalară egală cu produsul dintre valoarea numerică a forței și deplasarea corpului pe direcția și în sensul forței: $L = F d$.

Unitatea de măsură pentru lucrul mecanic în SI este **Joule (J)**.

$$[L]_{SI} = [F]_{SI} [d]_{SI} = \mathbf{N \cdot m = J}$$

Un joule este lucrul mecanic al unei forțe constante de 1 N al cărei punct de aplicație se deplasează pe distanța de 1 m în direcția și sensul forței.

Observă și descoperă!

Portofoliu

3 Considerăm că asupra unui corp se acționează cu o forță \vec{F} care formează un unghi α cu direcția mișcării. (Figura 7)

Îți amintești că atunci când forța care acționează asupra corpului nu este orientată pe direcția mișcării, acea forță se descompune după două direcții – direcția mișcării și direcția perpendiculară pe direcția mișcării și, apoi se determină componentele forței pe acele direcții F_x și F_y . Asupra corpului mai acționează greutatea proprie \vec{G} , forța de reacțiune normală \vec{N} și forța de frecare \vec{F}_r .

a) Care dintre aceste forțe efectuează lucru mecanic?

b) Compară sensul forțelor care efectuează lucru mecanic cu sensul deplasării și notează răspunsul în caiet. Discută cu colegul de bancă despre ceea ce ai notat.

Află!

Greutatea corpului, reacțiunea normală și componenta \vec{F}_y a forței nu efectuează lucru mecanic, fiind perpendiculare pe direcția mișcării (Figura 8). Forțele care efectuează lucru mecanic sunt: componenta \vec{F}_x a forței de tracțiune orientată în sensul mișcării și forța de frecare \vec{F}_f orientată în sens invers mișcării.

În timp ce forța F_x determină mișcarea corpului, forța de frecare se opune deplasării corpului.

Lucrul mecanic al unei forțe constante care acționează asupra unui corp pe direcția deplasării corpului, dar în sens opus, este negativ și se calculează cu formula: $L = -F d$.

Lucrul mecanic efectuat de o forță (sau o componentă a forței) care acționează asupra unui corp pe direcția deplasării și în același sens cu deplasarea se numește *lucru mecanic motor* și, ca semn, este pozitiv.

În exemplul din *Figura 9*, dacă forța $F = 20 \text{ N}$ și unghiul $\alpha = 60^\circ$, componenta $F_x = F \cos \alpha = F \cos 60^\circ = 20 \text{ N} \cdot 0,5 = 10 \text{ N}$. Dacă deplasarea corpului s-a făcut pe distanța $d = 5 \text{ m}$, lucrul mecanic al componentei forței L_{F_x} este $L_{F_x} = F_x \cdot d = 10 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = 50 \text{ J}$.

Lucrul mecanic efectuat de o forță (sau o componentă a forței) care acționează asupra unui corp pe direcția deplasării și în sens opus cu deplasarea se numește *lucru mecanic rezistent* și, ca semn, este negativ.

În exemplul considerat în *Figura 9*, mișcarea corpului este uniformă și $F_f = F_x = 10 \text{ N}$. Lucrul mecanic al forței de frecare, care are sens opus față de F_x , opunându-se mișcării este: $L_{F_f} = -F_f d = -10 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = -50 \text{ J}$.

Observație: Dacă o forță constantă, care acționează asupra unui corp, formează un unghi α cu direcția mișcării, atunci lucrul mecanic efectuat de această forță (datorat numai componentei sale pe direcția mișcării) este: $L_F = F d \cos \alpha$.

Dacă un corp este lăsat să cadă liber de la o înălțime h față de sol, singura forță care acționează asupra lui, dacă neglijăm frecarea cu aerul, este greutatea. Aplicând definiția, lucrul mecanic al greutății va fi: $L_G = G h$.

Exemplu: Considerăm un corp cu masa $m = 1 \text{ kg}$, care cade sub acțiunea propriei greutăți de la înălțimea $h = 10 \text{ m}$. Lucrul mecanic al greutății corpului va fi: $L_G = G h = m g h = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}$.

Problemă rezolvată

Pentru a deplasa uniform un corp pe distanța $d = 10 \text{ m}$ se acționează asupra lui cu o forță $F = 200 \text{ N}$. (*Figura 10*)

- Ce lucru mecanic efectuează forța F pe distanța d ?
- Ce lucru mecanic efectuează forța de frecare F_f pe distanța d ?

Rezolvare:

$$F - F_f = 0$$

$$a) L_F = F d$$

$$F = F_f = 200 \text{ N}$$

$$L_F = 200 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 2000 \text{ J}$$

$$L_{F_f} = -F_f d$$

$$b) \vec{F} + \vec{F}_1 = 0$$

$$L_{F_f} = -200 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = -2000 \text{ J}$$

Lucrul mecanic al forței de tracțiune este pozitiv, în timp ce lucrul mecanic al forței de frecare este negativ.



Figura 9 Corp în mișcare uniformă acționat de o forță care formează un unghi cu direcția mișcării

Important

- $L_F = F \cdot d$, unde L_F este lucrul mecanic al forței constante F care acționează în sensul mișcării corpului și produce deplasarea corpului pe distanța d .

Unitatea de măsură pentru lucrul mecanic în SI este Joule (J).

$$[L]_{SI} = [F]_{SI} [d]_{SI} = \text{N m} = \text{J}$$

$L_F = -F d$, unde L_F este lucrul mecanic al forței constante F care acționează în sens invers mișcării corpului deplasat pe distanța d .

- Lucrul mecanic efectuat de o forță (sau o componentă a forței) care acționează asupra unui corp pe direcția și în sensul deplasării corpului se numește **lucru mecanic motor** și este considerat pozitiv, iar cel al forței opuse deplasării se numește **lucru mecanic rezistent** și este negativ.

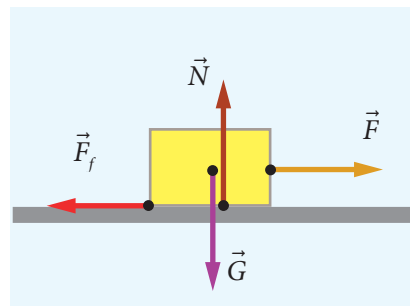


Figura 10 Corp deplasat uniform

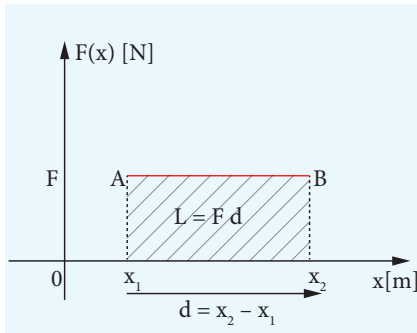


Figura 11 Semnificația geometrică a lucrului mecanic

Trasăm graficul forței constante F în funcție de deplasarea d produsă corpului (Figura 11) și constatăm că obținem un segment de dreaptă paralel cu axa Ox . Ce semnificație are aria hășurată?

Figura geometrică hășurată este un dreptunghi a cărui arie este egală cu produsul dintre lungimea și lățimea lui. Din punct de vedere fizic, lungimea este distanța pe care s-a deplasat corpul, lățimea dreptunghiului reprezintă valoarea forței, iar produsul dintre forță și deplasare reprezintă un lucru mecanic.

Din punct de vedere geometric, aria figurii cuprinse între graficul variației forței în funcție de deplasare și axa coordonatelor de poziție, reprezintă lucrul mecanic al forței: $L = A_{fig}$.

Aplică!

4 Care dintre forțele care acționează asupra corpurilor din Figura 12 și Figura 13 efectuează lucru mecanic?

5 O macara ridică uniform o placă de beton cu masa $m = 100$ kg la înălțimea $h = 8$ m.

a) Reprezintă forțele care acționează asupra plăcii de beton.

b) Calculează lucrul mecanic al fiecărei forțe și motivează care lucru mecanic este motor și care este rezistent.

Portofoliu

6 Un automobil se deplasează rectiliniu uniform cu viteza $v = 72$ km/h timp de 30 de minute. Forța de frecare dintre roți și șosea este de 500 N. Calculează:

a) lucrul mecanic efectuat de forța de tracțiune a motorului;

b) lucrul mecanic total (al tuturor forțelor care acționează asupra corpului).

7 Un corp, aflat inițial la 4 m față de originea axei Ox , este deplasat până în punctul situat la 10 m față de origine, sub acțiunea unei forțe constante $F = 5$ N. (Figura 14)

a) Calculează lucrul mecanic efectuat de forța F .

b) Trasează graficul variației forței în funcție de coordonata x , $F = f(x)$.

c) Calculează aria figurii cuprinse între graficul trasat $F = f(x)$ și axa coordonatelor și interpretează rezultatul obținut.

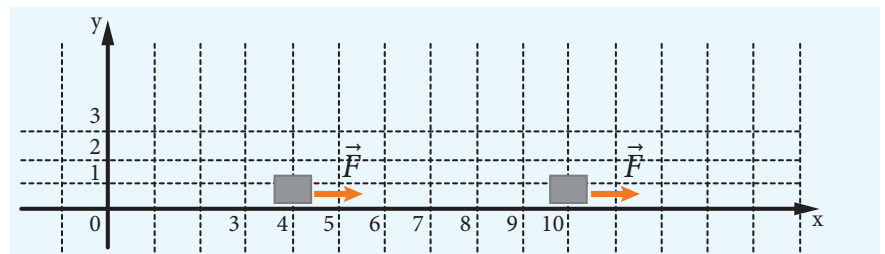


Figura 14 Mișcare pe axa Ox

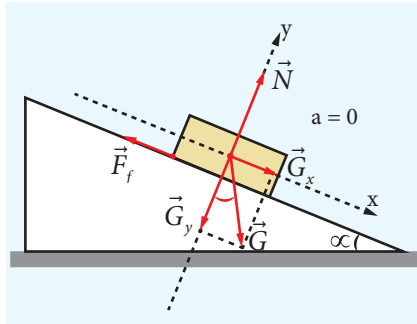


Figura 12 Corp pe plan înclinat

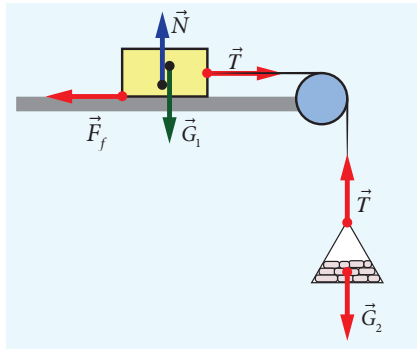


Figura 13 Corpuri legate printr-un fir inextensibil

Puterea mecanică. Unități de măsură ale puterii

Ce înveți?

- Ce este puterea mecanică medie

Cuvinte-cheie

- watt
- cal-putere



Figura 15 Biciclete

Din experiența ta!

1 Dan și Andreea au ieșit la o plimbare cu bicicleta și au hotărât să facă un experiment (Figura 15). Fiecare a parcurs aceeași distanță pedălând astfel încât să se deplaseze rectiliniu uniform, cu viteza maxim posibilă. Pentru a pune în mișcare bicicleta cu viteză constantă, Dan și Andreea au avut de învins aceleași forțe de rezistență la înaintare. Măsurând timpul în care au parcurs distanța respectivă au constatat că Dan a fost mai rapid decât Andreea. Andreea a considerat că Dan este mai „puternic” decât ea. Tu ce crezi?

A. Cum sunt forțele cu care fiecare copil acționează asupra bicicletei, dacă acestea se deplasează uniform?

- a) egale; b) forța cu care acționează Dan este mai mare;
c) forța cu care acționează Andreea este mai mare.

B. Lucrul mecanic al forței cu care acționează Dan față de lucrul mecanic al forței cu care acționează Andreea este:

- a) mai mic; b) mai mare; c) egal.

Compară raportul $L_F/\Delta t$ pentru fiecare copil.

C. Ce ai constatat? Cum sunt cele două rapoarte? Este important timpul în care este efectuat lucrul mecanic pentru a câștiga într-o întrecere?

Află!

În exemplul precedent, deși forțele de tracțiune exercitate de cei doi copii pentru a mișca bicicleta cu viteză constantă sunt egale și, de asemenea, lucrul mecanic dezvoltat de cele două forțe, raportul dintre lucrul mecanic al fiecărei forțe și intervalul de timp în care s-au exercitat este diferit. În activitățile practice, timpul în care un motor, de exemplu, efectuează un anumit lucru mecanic prezintă o importanță deosebită. Dacă o mașină poate accelera din repaus la o viteză de 100 km/h în 10 s spunem că este *mai puternică* decât altă mașină care accelerează tot la 100 km/h dar în 20 s. (Figura 16)



Figura 16 Mașini

Puterea mecanică medie P_m este mărimea fizică scalară egală cu raportul dintre lucrul mecanic L efectuat de o forță și intervalul de timp în care se efectuează acel lucru mecanic: $P_m = \frac{L}{\Delta t}$.

Unitatea de măsură în SI pentru putere este **watt (W)**.

$$[P_m] = \left[\frac{L}{\Delta t} \right]_{SI} = \frac{J}{s} = W$$

Un watt este puterea mecanică P a unei forțe care efectuează un lucru mecanic de un Joule în timp de o secundă.

În practică se folosește și altă unitate de măsură numită cal-putere (CP).
1 CP = 736 W



Figura 17 Automobil de Formula 1

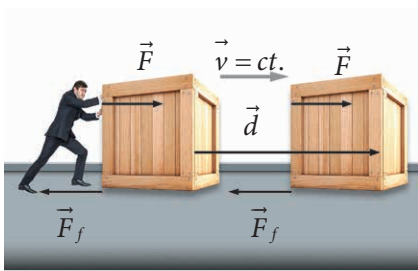


Figura 18 Corp în mișcare

Important

$P_m = \frac{L}{\Delta t}$, unde P_m este puterea medie, L este lucrul mecanic al forței și Δt intervalul de timp în care s-a efectuat acel lucru mecanic.

• Unitatea de măsură în SI pentru putere este **Watt (W)**.

$$[P]_{SI} = \left[\frac{L}{\Delta t} \right]_{SI} = \frac{J}{s} = W$$

• În practică se mai folosește o unitate de măsură numită

cal-putere (CP): 1 CP = 736 W.

• Puterea mecanică mai poate fi exprimată și prin relația:

$P = Fv$, unde P este puterea mecanică, F este forța constantă care acționează asupra corpului și v viteza constantă a corpului.

Această unitate de măsură este utilizată în special de constructorii de automobile atunci când fac reclamă pentru modelele proprii. Automobilele obișnuite au puteri de 50, 110, 130 CP, în timp ce un automobil de Formula 1 ajunge și la 1 000 CP. (Figura 17)

Consideră o forță constantă F care acționează asupra unui corp, orientată pe direcția și în sensul mișcării. Sub acțiunea ei, corpul se deplasează cu viteza constantă v .

Să calculăm împreună lucrul mecanic al forței F în cazul mișcării rectilinii uniforme a corpului într-un interval de timp Δt . (Figura 18)

$$\left. \begin{aligned} L &= F \cdot d \\ v &= \frac{d}{\Delta t} \rightarrow d = v \cdot \Delta t \end{aligned} \right\} \rightarrow L = Fv\Delta t \rightarrow P = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow P = Fv$$

Dacă viteza corpului este constantă și orientată pe aceeași direcție și în același sens cu forța de acțiune constantă, atunci puterea mecanică dezvoltată de forță se poate exprima prin produsul dintre F și v : **$P = Fv$** .

Aplică!

2 Notează cu **A** dacă enunțul este adevărat și cu **F** dacă enunțul este fals.

a) Puterea mecanică este o mărime fizică vectorială.

b) Puterea mecanică medie se calculează ca raport între lucrul mecanic L efectuat de forță și intervalul de timp în care se efectuează acel lucru mecanic.

3 Ioana a primit de ziua ei o trotinetă electrică, pe mânerul căreia scrie 300 W. Ce lucru mecanic efectuează forța dezvoltată de motor timp de o oră, cât se plimbă Ioana?

Portofoliu

4 O macara ridică uniform un corp cu masa de 400 kg. În 30 s corpul ajunge la înălțimea $h = 20$ m. (Figura 19)

a) Calculează lucrul mecanic dezvoltat de motorul macaralei. ($g = 10$ N/kg)

b) Calculează puterea mecanică dezvoltată de motorul macaralei.

5 O ladă cu masa de 100 kg este ridicată uniform în 20 s în vârful unui plan înclinat, care are lungimea 10 m și înălțimea 5 m. Știind că forța de frecare este de 200 N, să se calculeze puterea mecanică dezvoltată de motorul care ridică lada. ($g = 10$ N/kg)



Figura 19 Macara

Randamentul mecanic

Ce înveți?

- Ce este randamentul mecanic
- Ce este lucrul mecanic util
- Ce reprezintă lucrul mecanic consumat

Cuvinte-cheie

- randament
- forță activă/rezistentă

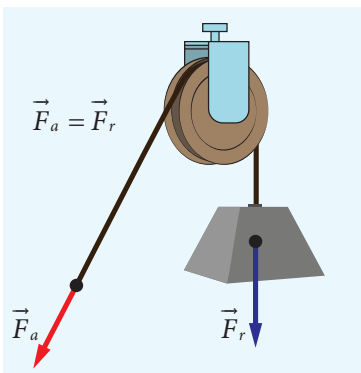


Figura 20 Corp ridicat uniform



Figura 21 Plan înclinat

Din experiența ta!

- 1 Oare cum au construit vechii egipteni piramidele? Caută pe Internet și află!
- 2 Un corp cu masa de 10 kg este ridicat uniform, pe direcția verticală, la înălțimea de 2 m (Figura 20). Dacă se neglijează toate forțele de frecare, iar $g = 10 \text{ m/s}^2$ calculează:
 - a) lucrul mecanic efectuat de forța activă (cea care produce mișcarea) pentru a ridica acel corp la înălțimea dată;
 - b) lucrul mecanic al forței rezistente (forța care se opune mișcării);
 - c) compară valorile celor două mărimi fizice calculate.
- 3 O ladă cu masa de 300 kg este urcată uniform pe un plan înclinat, care are lungimea de 4 m și înălțimea de 2 m.
Calculează lucrul mecanic al forței active și lucrul mecanic al forței rezistente în absența frecării pentru a urca lada la înălțimea de 2 m. Forța activă va fi aceeași dacă nu se neglijează frecarea? ($F_f = 500 \text{ N}$)

Află!

Atunci când ridici corpul uniform pe planul înclinat în absența frecării, lucrul mecanic al forței active este mai mic decât în cazul în care există frecare cu suprafața pe care se deplasează corpul. (Figura 21)

Lucrul mecanic efectuat de forța activă se numește **lucru mecanic consumat** L_c .

Lucrul mecanic necesar pentru a învinge forța rezistentă se numește **lucru mecanic util** L_u .

Experiment

Scop: Definirea randamentului mecanic

Materiale necesare: plan înclinat, dinamometru, corp paralelipipedic

Mod de lucru: Frontal

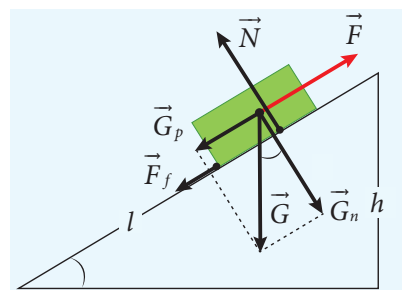
1. Măsoară lungimea (l) și înălțimea (h) a planului înclinat.
2. Măsoară cu dinamometrul greutatea (G) a corpului paralelipipedic.
3. Deplasează uniform corpul paralelipipedic de la bază până în vârful planului înclinat cu ajutorul dinamometrului și citește valoarea forței (F) indicate de acesta.
4. Calculează lucrul mecanic util $L_u = G h$ și lucrul mecanic consumat $L_c = F l$ și compară-le!

Constatări:

- Cum sunt cele două valori ale lucrului mecanic util și consumat până la aceeași înălțime, dacă ai ridicat corpul direct pe verticală și apoi pe planul înclinat?

Află!

Ai observat că deși ridici corpul la aceeași înălțime, mai întâi direct pe verticală și apoi pe planul înclinat, cele două valori ale lucrului mecanic nu sunt egale și $L_u < L_c$.



Important

- Lucrul mecanic efectuat de forța activă (care determină mișcarea corpului) se numește **lucru mecanic consumat** L_c .
- Lucrul mecanic necesar pentru a învinge forța rezistentă (care se opune mișcării) se numește **lucru mecanic util** L_u .
- Pentru planul înclinat: $L_u = G h$ și $L_c = F l$, F – forța cu care se ridică uniform corpul pe plan.
- Raportul dintre lucrul mecanic util și lucrul mecanic consumat se numește **randament mecanic** și se notează cu litera grecească η (eta): $\eta = L_u / L_c$.

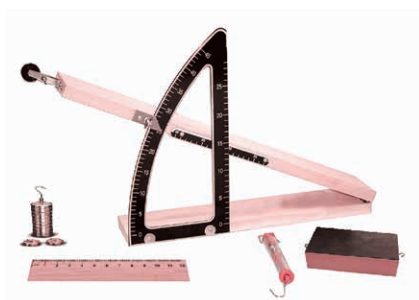


Figura 22 Randamentul planului înclinat

Raportul dintre lucrul mecanic util și lucrul mecanic consumat se numește **randament mecanic** și se notează cu litera grecească η (eta): $\eta = L_u / L_c$.

Randamentul planului înclinat este: $\eta = L_u / L_c = G h / F l$.

Observație: Randamentul mecanic:

a) este **adimensional** (nu are unitate de măsură), **subunitar** (mai mic decât 1) și **pozitiv** ($0 < \eta < 1$);

b) se exprima în procente. De exemplu: $\eta = 0,75 = 75\%$.

Aplică!

Lucrare de laborator

Scop: Determinarea randamentului unui plan înclinat. (Figura 22)

Materiale necesare: plan înclinat de unghi variabil, dinamometru, corp paralelipipedic, riglă, scripete pentru plan înclinat, greutăți de mase cunoscute, cârlig pentru greutăți

Mod de lucru:

1. Fixează planul înclinat la un anumit unghi α .
2. Măsoară cu ajutorul dinamometrului greutatea G_1 a corpului paralelipipedic.
3. Măsoară cu rigla lungimea l și înălțimea h a planului înclinat.
4. Leagă firul de corpul paralelipipedic (m_1) așezat pe planul înclinat și treci firul peste scripetele montat în vârful planului.
5. La celălalt capăt al firului leagă cârligul de masă cunoscută și așază greutăți cu mase cunoscute până când corpul cu masa m_1 începe să urce pe plan aproximativ uniform; de fiecare dată când mai pui o greutate pe cârlig, lovește ușor planul înclinat.
6. Calculează masa corpului m_2 , adunând la masa cârligului, masele greutăților din cârlig.
7. Efectuează mai multe măsurători și completează Tabelul 1.

Tabelul 1

Nr. det.	G_1 (N)	l (m)	h (m)	m_2 (kg)	G_2 (N)	L_u (J)	L_c (J)	$\eta\%$	η_m
1									

Constatări: Cum sunt valorile lucrului mecanic util și consumat?

$$\eta = \frac{L_u}{L_c}; \quad \eta = \frac{G_1 h}{m_2 g l}; \quad \eta_m - \text{valoarea medie a randamentului mecanic}$$

8. Reia experimentul pentru alt unghi al planului înclinat și compară valorile randamentelor obținute în cele două cazuri. Precizează sursele de erori care apar în timpul experimentului.

Interevaluare

Numele elevului	Realizarea montajului (2p)	Efectuarea măsurătorilor și trecerea lor în tabel (1,5p)	Efectuarea calculelor (1p)	Realizarea montajului pentru alt unghi al planului (2p)	Efectuarea măsurătorilor și trecerea lor în tabel pentru alt unghi al planului (1,5p)	Efectuarea calculelor pentru alt unghi al planului (1p)	Ip din oficiu	Nota finală

Energia cinetică

Ce înveți?

- Ce este energia mecanică
- Ce este energia cinetică

Cuvinte-cheie

- energie



Figura 23 Baraj



Figura 24 Bile de biliard



Figura 25 Ceas cu pendulă



Figura 26 Ambarcațiune cu pânze

Din experiența ta!

- 1 Ce se întâmplă cu apa din lacul de acumulare al hidrocentralei la deschiderea porții barajului? (Figura 23)
- 2 Bila roșie se află în repaus pe masa de biliard. Cum crezi că se va produce mișcarea ei? (Figura 24)
- 3 Cine pune în mișcare mecanismul ceasului cu pendulă? (Figura 25)
- 4 Cum este generată mișcarea ambarcațiunii cu pânze? (Figura 26)

Află!

Apa în cădere acționează paletele unei turbine, bila albă aflată în mișcare deplasează, în urma ciocnirii, bila roșie care se afla inițial în repaus. Un corp în cădere acționează mecanismul ceasornicului, iar puterea vântului împinge ambarcațiunea cu pânze.

Constatăm că în toate situațiile descrise mai sus se efectuează lucru mecanic în urma schimbării poziției și a trecerii sistemului fizic dintr-o stare în altă stare. Spunem că aceste sisteme fizice au **energie mecanică**.

Energia mecanică (E) este o mărime fizică scalară ce caracterizează capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic. Unitatea de măsură pentru energie în Sistemul Internațional este Joule: $[E]_{SI} = J$.

Atunci când un corp efectuează lucru mecanic, energia lui scade (bila albă, apa în cădere, corpul care pune în mișcare mecanismul ceasului), iar când asupra corpului se efectuează lucru mecanic, energia acestuia crește (paletele turbinei, bila roșie, ambarcațiunea cu pânze).

Variația energiei unui corp la trecerea lui dintr-o stare A într-o stare B, $\Delta E_{AB} = E_B - E_A$, este măsurată prin lucrul mecanic efectuat în timpul acestei variații.

Energia mecanică are două forme de manifestare: energie cinetică și energie potențială.

Energia mecanică a unui corp aflat în mișcare față de sistemul de referință ales se numește **energie cinetică (E_c)**.

Cuvântul energie provine de la cuvântul grecesc *energheia* care înseamnă activitate, iar cuvântul cinetic provine de la cuvântul grecesc *kineticos* care înseamnă mișcător.

Exemple: vântul, care prin acțiunea sa poate pune în mișcare elicea unei centrale eoliene sau o navă cu vele, un ciocan care prin acțiunea sa introduce un cui într-un material, un râu care transportă o plută etc.

Experiment

Scop: Determinarea expresiei energiei cinetice

Materiale necesare: plan înclinat, bile metalice, cutie ușoară din carton

Mod de lucru:

1. La baza unui plan înclinat cu unghi mic, așază o cutie ușoară din carton, cu deschiderea spre plan, astfel încât bila care coboară pe plan să intre în cutie.

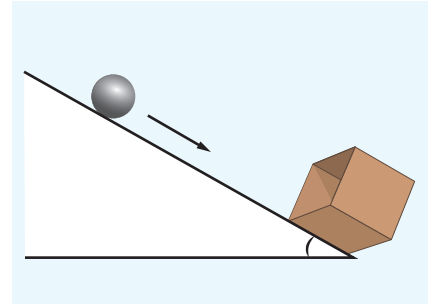
2. Măsoară distanța d_1 parcursă de cutie în urma interacțiunii cu bila.

3. Repetă experimentul folosind altă bilă cu masa mai mare și măsoară distanța d_2 .

4. Compară distanțele d_1 și d_2 .

5. Mărește unghiul planului, lasă din nou prima bilă să alunece pe plan și măsoară distanța d_3 .

6. Compară distanțele d_1 și d_3 .



Constatări:

- Cum depinde lucrul mecanic al forței cu care bila acționează asupra cutiei, de masa bilei?
- Dacă mărești unghiul planului, cum este viteza bilei v_3 când ajunge la baza planului față de v_1 ? Dar lucrul mecanic al forței cu care bila acționează asupra cutiei?

Autoevaluare

Fișa mea de Autoevaluare.

1. Astăzi am învățat
2. Mi s-a părut interesant
3. Mi-a fost ușor să
4. Mi-a fost dificil să

Află!

Variația energiei unui corp când trece dintr-o stare în alta este măsurată de lucrul mecanic efectuat de forța care acționează asupra lui.

Lucrul mecanic efectuat asupra cutiei depinde de masa și de viteza bilei, fiind cu atât mai mare cu cât aceste două mărimi sunt mai mari.

Prin urmare, energia cinetică a unui corp în mișcare cu o anumită viteză este egală cu lucrul mecanic efectuat de forța sub acțiunea căreia îi este imprimată corpului viteza respectivă.

Energia cinetică a unui corp de masă m aflat în mișcare cu viteza v față de un sistem de referință este egală cu jumătate din produsul dintre masa corpului și pătratul vitezei sale: $E_c = \frac{mv^2}{2}$.

Problemă rezolvată

O mașină cu $m = 450$ kg se mișcă uniform cu viteza $v_1 = 72$ km/h. Din pădure apare brusc o căprioară și șoferul frânează până la oprire. Distanța de frânare este de 30 m, iar forța de frecare dintre roțile mașinii și șosea este $F_f = 3\,000$ N. (Figura 27)

a) Care este variația energiei cinetice a mașinii până la oprirea ei?



Figura 27 Problema rezolvată

b) Ce valoare are lucrul mecanic total (lucrul mecanic al tuturor forțelor care acționează asupra mașinii)?

c) Ce concluzie poți să formulezi din aceste rezultate?

Rezolvare: (Figura 28)

$$a) \Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} \quad v_2 = 0, E_{c2} = 0$$

$$v_1 = 72 \text{ km/h} = 72 \cdot 1000 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 20 \text{ m/s}$$

$$E_{c1} = mv_1^2/2 = 450 \text{ kg} (20 \text{ m/s})^2/2$$

$$E_{c1} = 450 \cdot 400/2 = 90 \cdot 1000 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = 0 - 90 \cdot 1000 = -90 \cdot 1000 \text{ J}$$

$$b) L_t = L_G + L_N + L_{Ff}$$

$L_G = 0$, deoarece greutatea este perpendiculară pe direcția mișcării

$L_N = 0$, deoarece reacțiunea normală este perpendiculară pe direcția mișcării

$$L_{Ff} = -F_f d \Rightarrow L_{Ff} = -3 \cdot 1000 \text{ N} \cdot 30 \text{ m} = -90 \cdot 1000 \text{ J}$$

$$L_t = 0 + 0 + (-90 \cdot 1000) = -90 \cdot 1000 \text{ J}$$

$$c) \Delta E_c = L_t = -90 \cdot 1000 \text{ J}$$

Observăm că lucrul mecanic total al forțelor care acționează asupra corpului are aceeași valoare ca variația energiei cinetice a corpului între cele două stări.

Variația energiei cinetice a unui corp între două stări este egală cu lucrul mecanic al tuturor forțelor care acționează asupra corpului pe durata acestei variații: $\Delta E_c = L_t$ (teorema variației energiei cinetice).

Aplică!

5 Dacă viteza unui corp se mărește de două ori, de câte ori se va mări energia sa cinetică?

6 Laura este împreună cu sora ei pe bancheta din spate a automobilului. Acesta se deplasează cu viteza $v = 54 \text{ km/h}$. Știind că greutatea Laurei este $G = 480 \text{ N}$, să se calculeze energia sa cinetică în raport cu automobilul și în raport cu Pământul. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

7 În supermarket, Liviu împinge căruțul de cumpărături pe o distanță de 3 m , cu o forță de 8 N . Cu cât variază energia cinetică a căruțului în timpul acestei deplasări? (se neglijează forțele de frecare)

8 Un corp cu masa $m = 0,2 \text{ kg}$ este aruncat vertical în sus cu viteza $v_1 = 2 \text{ m/s}$. Să se calculeze variația energiei sale cinetice la urcarea până la înălțimea maximă. Care va fi lucrul mecanic efectuat de greutate până la acea înălțime?

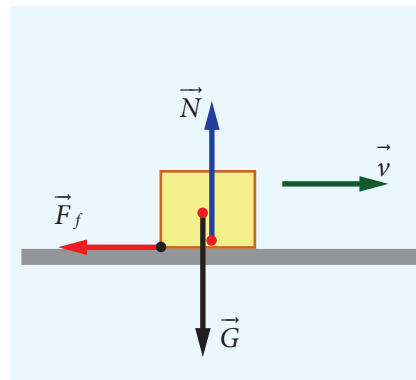


Figura 28 Reprezentarea forțelor (problemă rezolvată)

Important

- **Energia mecanică (E)** este o mărime fizică scalară ce caracterizează capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic. $[E]_{SI} = \text{J}$ (Joule)

- Energia mecanică a unui corp aflat în mișcare față de sistemul de referință ales se numește **energie cinetică (E_c)**.

$E_c = \frac{mv^2}{2}$, unde E_c este energia cinetică a corpului, m - masa sa, iar v - viteza corpului în raport cu sistemul de referință. $\Delta E_c = L_t$, $\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci}$, reprezintă variația energiei cinetice a corpului între două stări, iar L_t - lucrul mecanic total al forțelor care acționează asupra corpului între cele două stări.

Energia potențială gravitațională

Ce înveți?

- Ce este energia potențială gravitațională

Cuvinte-cheie

- energie potențială

Experiment

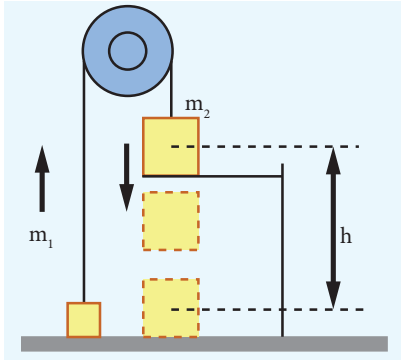


Figura 31 Scripete

Scop: Evidențierea energiei potențiale gravitaționale

Materiale necesare: două corpuri cu mase diferite ($m_2 > m_1$), suport de sprijin pentru corpul cu masa mai mare

Mod de lucru:

1. Așază corpul cu masa m_2 în echilibru pe un suport.
2. Scoate suportul de sub corpul cu masa m_2 . Acesta va cădea pe verticală pe distanța h , determinând urcarea simultană a corpului cu masa m_1 de care este legat printr-un fir considerat inextensibil.

Constatări:

- Care au fost cauzele care au determinat efectuarea de lucru mecanic de către corpul 2, aflat inițial în repaus?
- Prin cădere corpul 2 „furnizează lucru mecanic” corpului 1?

Din experiența ta!

- 1 Ai văzut un montagne russe? (Figura 29) Știi că acesta nu are motor sau sursă de energie proprie? Oare cum funcționează el?
- 2 Ai mers vreodată cu bicicleta fără să fie nevoie să pedalezi? În ce situații ai reușit să faci acest lucru? (Figura 30)



Figura 29 Montagne russe



Figura 30 Bicicletă în pantă

Află!

Un montagne russe funcționează, în mare măsură, pe baza gravitației. Când trenulețul ajunge în vârful șinei, sub acțiunea greutății el începe să coboare și viteza lui crește din ce în ce mai mult. Greutatea efectuează lucru mecanic în timpul coborârii, ceea ce înseamnă că trenulețul avea, în vârful șinei, energie. Ce fel de energie avea el, având în vedere că acolo viteza lui era zero?

Dacă te afli cu bicicleta în vârful unei pante, îți poți da drumul de acolo fără să fie nevoie să pedalezi. Din nou, forța de greutate efectuează lucru mecanic, generând mișcare, ceea ce înseamnă că atunci când te afli în vârf aveai energie chiar dacă erai în repaus.

Privește cele două corpuri legate între ele prin firul trecut peste un scripete ($m_2 > m_1$). (Figura 31)

Când se scoate suportul de sub corpul cu masa m_2 , acesta cade pe verticală pe distanța h .

El furnizează lucru mecanic și antrenează în urcare corpul cu masa m_1 .

Energia apei reținute de un baraj, a corpului aflat pe suportul din experimentul de mai sus, energia biciclistului și a trenulețului montagne russe este **energie potențială gravitațională**, datorată interacțiunii dintre corp și Pământ. Energia potențială gravitațională depinde de poziția corpului față de Pământ sau față de un alt reper ales.

Dacă masa m_2 , a corpului din experiment, trenulețul, bicicleta s-ar fi aflat la început la suprafața Pământului, aleasă ca nivel de referință și nu la o înălțime h față de acesta, atunci forțele lor de greutate nu ar fi efectuat lucru mecanic.

Descoperă!

3 Greutatea unui corp lăsat liber de la o înălțime oarecare față de suprafața Pământului efectuează lucru mecanic în timpul căderii și viteza corpului devine din ce în ce mai mare. (Figura 32)

Cum se modifică lucrul mecanic al greutateii corpului dacă se mărește înălțimea de la care este lăsat liber?

Află!

Corpul aflat la o anumită înălțime față de suprafața Pământului și Pământul alcătuiesc un sistem care interacționează prin forțe gravitaționale. Capacitatea unui corp de a efectua lucru mecanic depinde de poziția sa față de Pământ. Sistemul format din corp și Pământ trece din starea inițială în care are energia potențială E_{p1} în starea finală în care are energia potențială E_{p2} . Diferența acestor energii este măsurată de lucrul mecanic al greutateii corpului.

$$E_{p1} - E_{p2} = L_G = Gh = mgh$$

Dacă poziția finală (2) este la nivelul suprafeței Pământului, aceasta se alege, de obicei, drept nivel de referință și i se atribuie, prin convenție, o energie potențială egală cu zero.

Atunci, **energia potențială gravitațională** a unui corp aflat inițial la înălțimea h față de Pământ este: $E_p = mgh$.

Observație: Energia potențială a corpului în câmpul gravitațional al Pământului este cu atât mai mare cu cât înălțimea la care se găsește corpul față de suprafața Pământului este mai mare.

Aplică!



4 Alege răspunsul corect. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

A. Energia potențială gravitațională a unui corp aflat la înălțimea de 8 m față de sol este de 40 J. Când ajunge la un sfert din înălțimea de la care coboară, energia lui potențială va fi:

- a) 20 J; b) 24 J; c) 30 J; d) 10 J.

B. Un corp are greutatea de 10 N și cade vertical pe distanța de 5 m. Pierderea sa de energie potențială este de:

- a) 25 J; b) 50 J; c) 5 J; d) 15 J.

C. Energia potențială gravitațională a unui corp aflat la înălțimea $h = 50 \text{ m}$ față de Pământ este de 400 J. După ce a căzut 42 m, energia lui potențială devine:

- a) 64 J; b) 3 200 J; c) 336 J; d) 32 J.

5 Un sportiv se cațără pe o frânghie cu viteza 0,8 m/s. Dacă masa sportivului este de 60 kg, ce valoare va avea energia lui potențială gravitațională după 20 s?

- a) 960 J; b) 4 800 J; c) 9 600 J; d) 480 J.



Figura 32 Corp în cădere liberă

Important

Energia potențială gravitațională este datorată interacțiunii dintre corp și Pământ și depinde de poziția corpului față de Pământ, fiind egală cu produsul dintre masa corpului, accelerația gravitațională și înălțimea față de suprafața Pământului (nivelul de referință):

$$E_p = mgh.$$

Extindere: Energia potențială elastică

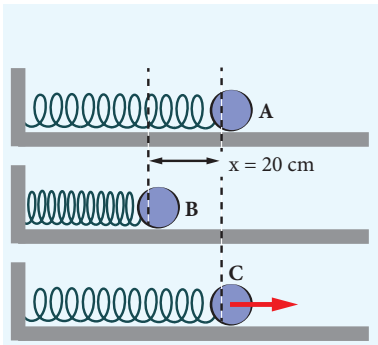
Ce înveți?

- Ce este energia potențială elastică

Cuvinte-cheie

- energie de poziție

Experiment



Scop: Evidențierea energiei potențiale elastice

Materiale necesare: resort, corp, suprafață lucioasă

Mod de lucru:

1. Prinde corpul de capătul liber al resortului așezat orizontal pe o suprafață lucioasă (pentru a neglija forța de frecare cu suprafața).
2. Comprimă resortul, de exemplu, întâi cu 10 cm, apoi cu 20 cm, împingând de corpul atașat.
3. Lasă liber sistemul format din resort și corp.

Constatări:

- Ce se întâmplă? Compară situațiile.
- Cine determină mișcarea corpului?

Din experiența ta!

- 1 Te-ai jucat cu o praștie? Dar cu un pistol de jucărie? Cum este propulsat corpul din praștie sau din pistolul de jucărie? Cine acționează asupra lui? Efectuează această forță lucru mecanic? (Figura 33)



Figura 33 Praștie/ Pistol de jucărie

Află!

Resortul elastic, praștia, arcul pistolului de jucărie au proprietăți elastice și în urma încetării acțiunii forței deformatoare, își revin la forma inițială sub acțiunea forței elastice.

Asupra corpului legat de resortul comprimat, ca și asupra corpului lansat de praștie sau de pistolul de jucărie acționează, așadar, forța elastică. Aceasta determină mișcarea corpurilor, în urma efectuării unui lucru mecanic asupra lor. Înseamnă că, având capacitatea de a efectua lucru mecanic, sistemul corp-resort are energie. Inițial sistemele din exemplele de mai sus sunt în repaus și, prin urmare, această energie nu este cinetică. Ea este o energie potențială, diferită de energia potențială gravitațională, numită **energie potențială elastică**.

Energia potențială elastică acumulată în resort se datorează modificării poziției (relative) a spirelor resortului unele față de altele, în urma unei acțiuni exterioare. Din acest motiv, energia potențială (gravitațională sau elastică) se mai numește și **energie de poziție**.

Deoarece lucrul mecanic efectuat de forța elastică asupra corpului este cu atât mai mare cu cât deformarea este mai mare (ai văzut acest lucru comprimând a doua oară resortul mai mult decât în primul caz), atunci și energia potențială elastică este cu atât mai mare cu cât deformarea resortului (alungire sau comprimare) este mai mare.

Află mai mult!

Un resort având constanta elastică $k = 100 \text{ N/m}$ este deformat sub acțiunea unei forțe deformatoare și apoi lăsat liber să își revină la forma inițială.

Știind că alungirea maximă este $\Delta l = 5$ cm, rezolvă cerințele următoare:

- Trasează graficul variației forței elastice din resort în funcție de alungire.
- Calculează aria figurii care se formează sub grafic.
- Ce semnificație fizică crezi că are aria calculată?
- Poți estima energia potențială elastică a resortului deformat?

Rezolvare:

a) Pentru a trasa graficul variației forței elastice din resort în funcție de alungire, vom completa un tabel de variație a celor două mărimi. (Tabelul 2)

$F_e = k \Delta l$	$\Delta l = 5$ cm, $F_e = 5$ N
1 cm = $0,01$ m = 10^{-2} m	$\Delta l = 2$ cm, $F_e = 2$ N
$\Delta l = 0$, $F_e = 0$	$\Delta l = 4$ cm, $F_e = 4$ N
$\Delta l = 1$ cm, $F_e = 1$ N	
$\Delta l = 3$ cm, $F_e = 3$ N	

Apoi trasăm graficul variației forței elastice din resort în funcție de alungire. (Figura 34)

b) Calculăm aria figurii formate sub grafic, adică a triunghiului dreptunghic:

$$A = 5 \cdot 5 \cdot 10^{-2} / 2 \quad A = 12,5 \cdot 10^{-2}$$

c) Știind că: $F_e = 5$ N, $\Delta l = 5$ cm = $5 \cdot 10^{-2}$ m, iar aria figurii geometrice delimitată de graficul variației forței elastice în funcție de alungire și axa pe care sunt reprezentate valorile alungirilor resortului, este $A = F_e \Delta l / 2$ observăm că produsul dintre forță și alungire (verificăm prin unități de măsură: Nm = J) reprezintă un lucru mecanic, care, în acest caz este lucrul mecanic al forței elastice $A = L_{Fe}$.

Înlocuim expresia forței elastice în formula ariei cuprinsă între graficul de variație a forței elastice cu deformarea și axa pe care este reprezentată deformarea resortului (care din punct de vedere fizic are semnificația lucrului mecanic) și ținem seama de faptul că forța elastică se opune deformării și rezultă: $L_{Fe} = \frac{-k(\Delta l)^2}{2}$.

d) La lecția despre energia potențială gravitațională, ai învățat că $E_{p1} - E_{p2} = L$. Dar $E_{p1} = 0$ (resort nedeformat) și atunci $E_{p2} = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$.

Aplică!

2 Un resort elastic cu constanta $k = 20$ N/m este comprimat cu $\Delta l = 1$ cm și, apoi, se destinde.

- Care este lucrul mecanic al forței elastice în timpul acestei destinderi?
- De câte ori se mărește lucrul mecanic al forței elastice, dacă se mărește comprimarea de două ori?

Tabelul 2

Δl (cm)	0	1	2	3	4	5
F (N)	0	1	2	3	4	5

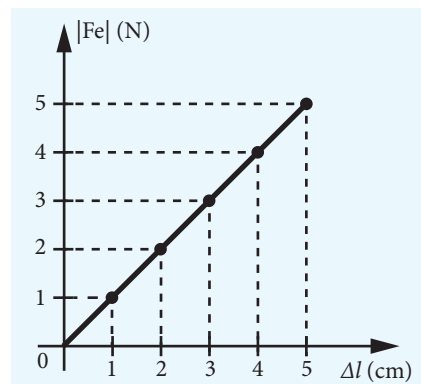


Figura 34 Graficul variației forței elastice în funcție de alungire

Important

Energia potențială elastică se datorează poziției părților componente ale sistemului corp-resort, aflate în interacțiune unele cu altele și se calculează cu formula:

$$E_{pe} = \frac{k(\Delta l)^2}{2}, \text{ unde } \Delta l \text{ este deformarea resortului, iar } k \text{ este constanta elastică a acestuia.}$$

Energia mecanică. Conservarea energiei mecanice

Ce înveți?

- Conservarea energiei mecanice

Cuvinte-cheie

- conservare
- mărime de stare
- mărime de proces
- sistem izolat



Figura 35 Pista de skateboard

Din experiența ta!

1 a) Observă *Figura 35* și specifică tipul energiei mecanice pe care o are sportivul pe măsură ce se mișcă pe pista de skateboard.

b) O astfel de mișcare poate dura la nesfârșit? Cine poate influența mișcarea sportivului pe pistă?

Află!

Plecând din partea de sus a pistei (A), asupra sportivului se exercită numai propria greutate (dacă se neglijează forța de frecare) care efectuează lucru mecanic și determină mișcarea. În punctul de sus al pistei el are energie potențială, aflându-se la o înălțime maximă față de sol, energie care se micșorează pe măsură ce coboară și înălțimea scade. În schimb, el capătă o viteză din ce în ce mai mare și prin urmare, crește energia lui cinetică. Această energie este maximă în punctul cel mai de jos al pistei (B), acolo unde energia potențială este zero, alegând nivelul de referință la acel nivel. Viteza maximă pe care o are în acel punct îi permite sportivului să urce în partea dreaptă la aceeași înălțime (C) la care s-a aflat inițial, dacă nu avem frecare cu suprafața pistei.

O astfel de mișcare ar putea dura la nesfârșit, dacă nu există frecare cu suprafața pistei sau frecare cu aerul. În situațiile reale, există forțe de frecare și sportivul pierde din energie, ajungând de fiecare dată la o înălțime din ce în ce mai mică.

Într-un punct intermediar al pistei (M), situat între înălțimea maximă și sol (punctul cel mai de jos al pistei), sportivul are și energie potențială (deoarece se află la o înălțime față de Pământ) și energie cinetică (deoarece a căpătat viteză).

Suma dintre energia cinetică și energia potențială a unui sistem într-o anumită stare mecanică se numește **energie mecanică**: $E = E_c + E_p$.

Observație: Fiecărei stări mecanice a unui sistem îi corespunde o energie mecanică. Prin urmare, **energia mecanică este o mărime fizică de stare**. În schimb, dacă sistemul trece dintr-o stare în altă stare (de exemplu, din punctul de sus al pistei A, în punctul cel mai de jos al acesteia), această trecere este măsurată de lucrul mecanic al forțelor care acționează în sistem. **Lucrul mecanic este o mărime de proces** (el nu poate fi definit într-o stare, are sens numai în trecerea de la o stare la alta).

Problemă rezolvată

2 Ai o minge de baschet cu masa $m = 1 \text{ kg}$ și îi dai drumul să cadă de la înălțimea $h = 10 \text{ m}$. (Figura 36)

Calculează energia mingii în stările A, B și apoi M, punctul M fiind situat la înălțimea $h_M = 6 \text{ m}$ față de sol. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

Rezolvare:

Energia mecanică a mingii în starea A este:

$$E_A = E_{cA} + E_{pA}; E_{cA} = 0 \text{ (mingea e lăsată liber, nu are viteză, } v_A = 0)$$

$$E_{pA} = mgh = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ J}$$

$$E_A = 0 \text{ J} + 100 \text{ J} = 100 \text{ J}$$

Energia mecanică a mingii în starea B (la sol) este:

$$E_B = E_{cB} + E_{pB}; E_{pB} = 0 \text{ (} h_B = 0)$$

Pentru a calcula E_{cB} , ne amintim că variația energiei cinetice a unui corp este măsurată prin lucrul mecanic efectuat de forțele care acționează asupra lui (în cazul nostru, greutatea corpului):

$$\Delta E_{cAB} = L_{GAB} \leftrightarrow E_{cB} - E_{cA} = L_{GAB} \rightarrow E_{cB} = mgh \rightarrow E_{cB} = 100 \text{ J}$$

$$E_B = 100 \text{ J} + 0 \text{ J} = 100 \text{ J}$$

Energia mecanică a mingii în starea M este: $E_M = E_{cM} + E_{pM}$

$$\Delta E_{cAM} = L_{GAM}; \quad h_{AM} = h - h_M = 10 \text{ m} - 6 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$E_{cM} - E_{cA} = L_{GAM} \quad E_{cM} = mgh_{AM} \quad E_{cM} = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 4 \text{ m} = 40 \text{ J}$$

$$E_{pM} = mgh_M = 1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 6 \text{ m} = 60 \text{ J}$$

$$E_M = 40 \text{ J} + 60 \text{ J} = 100 \text{ J}$$

Observăm că $E_A = E_B = E_M = 100 \text{ J}$ (în absența frecării cu aerul), adică energia mecanică are aceeași valoare în toate stările.

Sistemul minge-Pământ se consideră izolat, adică nu interacționează cu alte corpuri.

În formula lucrului mecanic al greutatei mingii care cade gravitațional din A în B ($L_{GAB} = mgh$) niciuna dintre mărimile fizice conținute, nu face referire la forma traiectoriei și lungimea drumului parcurs spre Pământ. Chiar dacă mingea coboară din poziția inițială A până în poziția finală B pe treptele unei scări, astfel încât lungimea traiectoriei să fie mai mare decât h , lucrul mecanic al greutatei sale este același ca în cazul căderii libere. Forța al cărei lucru mecanic efectuat nu depinde decât de pozițiile inițială și finală ale corpului se numește **forță conservativă**. Forța gravitațională și forța elastică sunt forțe conservative.

Legea conservării energiei mecanice: Energia mecanică a unui sistem fizic izolat asupra căruia acționează numai forțe conservative rămâne constantă, adică se conservă ($E_{\text{inițială}} = E_{\text{finală}}$), $E = E_c + E_p$.

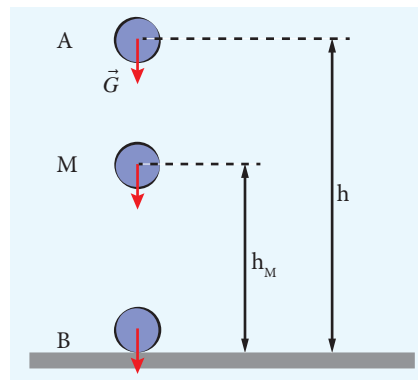


Figura 36 Reprezentarea căderii libere a unei mingi de baschet

Important

- **Energia mecanică** a unui corp este egală cu suma dintre energia cinetică și energia potențială a corpului: $E = E_c + E_p$.
- Energia mecanică este o **mărimă fizică de stare**, în timp ce lucrul mecanic este o **mărimă fizică de proces**.
- **Legea conservării energiei mecanice:** Energia mecanică a unui sistem fizic izolat asupra căruia acționează numai forțe conservative rămâne constantă, adică se conservă ($E_{\text{inițială}} = E_{\text{finală}}$).



Figura 37 Arc întins

Observație: În timpul mișcării energia potențială și energia cinetică a unui corp se modifică (una scade, cealaltă crește – vezi *mișcarea mingii de baschet și a sportivului care se mișcă pe pista de skateboard*), dar suma lor, energia mecanică, rămâne constantă în orice punct.

Legea conservării energiei mecanice este valabilă și în cazul în care energia potențială este elastică (energia potențială elastică a unui arc întins, de exemplu, se transformă în energie cinetică a săgeții). (Figura 37)

Aplică!

Portofoliu

3 Un corp cu masa $m = 20 \text{ g}$ este suspendat de un fir inextensibil de lungime $l = 1 \text{ m}$. El este lăsat liber din punctul A, situat la înălțimea $h = 0,6 \text{ m}$ față de poziția de echilibru (punctul O). (Figura 38)

Dacă se neglijează frecările, află:

- ce fel de energie are corpul în punctul A și ce valoare are această energie;
- cu ce viteză trece corpul prin O (poziția de echilibru);
- la ce înălțime se află corpul atunci când energia lui cinetică este dublă față de energia potențială.

4 Arcul unui pistol jucărie cu bile este inițial comprimat astfel încât energia înmagazinată este de 30 J . La apăsarea trăgaciului arcul este eliberat și împinge bila din plastic pe țeava pistolului spre ieșire. (Figura 39)

Considerând că pistolul este ținut fix în timpul tragerii, iar frecările din interiorul pistolului sunt foarte mici încât pot fi neglijate, să se afle:

- Ce tipuri de energie se transferă atunci când arcul începe să împingă bila.
- Care va fi viteza de ieșire a bilei din pistol dacă masa acesteia este $m = 0,5 \text{ g}$.

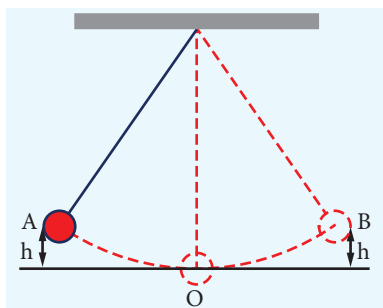


Figura 38 Corp suspendat de un fir inextensibil

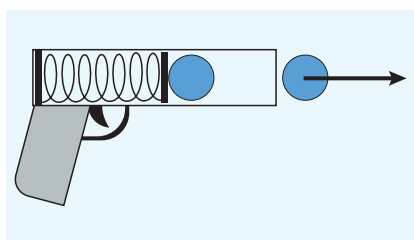


Figura 39 Pistol cu arc

OBSERV!

Lista mea de verificare	Da	Nu
Am identificat corect datele problemei?		
Am stabilit corect relațiile dintre datele problemei?		
Am aplicat corect formulele?		
Am calculat corect?		
Am verificat rezolvarea problemei?		
Am corectat când am greși?		
Am avut nevoie de ajutor?		

Energia mecanică în viața noastră

Ce veți face?

Un poster care va cuprinde informații despre modul în care utilizăm energia mecanică în diverse domenii/activități din viața noastră.

De ce veți face proiectul?

Pentru a face legătura dintre energia mecanică și activitățile cotidiene.

Cum veți face?

- Veți forma echipe de câte trei colegi.
- Veți pregăti coli de flipchart și markere.
- Veți desena în partea stângă a colii obiecte/dispozitive/sisteme care utilizează energia mecanică sau care transformă alt tip de energie în energie mecanică.
- Veți scrie în partea dreaptă a colii care este modul în care este utilizată energia mecanică de fiecare dintre dispozitivele/obiectele desenate în partea stângă a colii.

Sugestie:



- transmem energia mecanică pedalelor, care prin intermediul lanțului o transmit roților și le fac să se rotească.

Cum veți ști că ați reușit?

- Prezențați posterul colegilor și cereți-le să facă aprecieri și recomandări.

Ce se evaluează?

- Textele sunt scrise îngrijite; imaginile alese sunt sugestive; materialului este corect din punct de vedere științific.
- Analizează colaborarea în echipă folosind grila de evaluare. (Tabelul 3)

Tabelul 3

Criteriile	Punctaj			
	4	3	2	1
Contribuția la activitatea grupului	Am fost activ(ă) la discuțiile de grup.	Am contribuit la discuțiile de grup.	Am contribuit puțin la discuțiile de grup.	Am ales să nu particip.
	Accept și îndeplinesc toate sarcinile pe care mi le asum.	Finalizez sarcinile primite.	Finalizez sarcinile primite, dacă sunt încurajat(ă).	Nu finalizez sarcinile primite.
	Ajut grupul să stabilească obiective.	Contribui la stabilirea obiectivelor.	Contribui sporadic la stabilirea obiectivelor.	Întârzii procesul de stabilire a obiectivelor.
Cooperarea în grup	Discut multe idei și contribui cu informații relevante.	Pun în discuție idei, când sunt încurajat(ă).	Pun în discuție idei, ocazional, când sunt încurajat(ă).	Nu-mi place să pun în discuție ideile mele. Nu contribui la discuțiile de grup.
	Îi încurajez pe ceilalți membri ai grupului să discute ideile lor.	Permit tuturor membrilor grupului să discute ideile lor.	Permit majorității membrilor grupului să-și discute ideile.	Îi întrerup pe ceilalți, când își expun ideile.
	Sunt preocupat(ă) de sentimentele și ideile celorlalți.	Arăt simpatie față de sentimentele și ideile celorlalți.	Iau în considerare, uneori, sentimentele și ideile celorlalți.	Nu iau în considerare sentimentele și ideile celorlalți.

Extindere: Metode de conversie a energiei mecanice

Ce înveți?

- Metodele de conversie a energiei mecanice

Cuvinte-cheie

- conversie a energiei
- energie eoliană
- hidroenergie
- energia mareelor

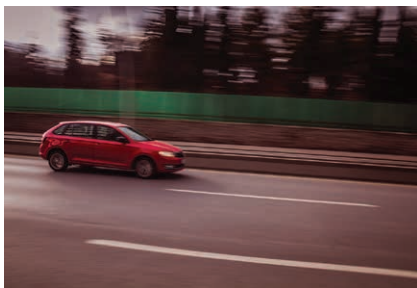


Figura 41 Bec, mașină, fierbător

Din experiența ta!

- 1 Ce corp posedă energie în *Figura 40* și cine folosește acea energie?
- 2 Care este importanța folosirii energiei mecanice? Dă exemple de utilizare a energiei mecanice în viața noastră.
- 3 Cum poate omul să folosească resursele naturale pentru a crea energie?



Figura 40 Corpuri care au sau consumă energie

Află!

Energia poate exista în mai multe forme: energie mecanică, energie termică, energie electrică, energie luminoasă, energie chimică, energie nucleară.

Un sistem posedă energie atunci când este capabil să producă transformări precum: aprinderea unui bec, punerea unui corp în mișcare, creșterea temperaturii unui corp etc. (*Figura 41*)

Atunci când un sistem fizic are capacitatea de a efectua lucru mecanic la trecerea dintr-o stare în altă stare, când are capacitatea de a genera mișcare, energia sa poate fi energie mecanică. Mersul nostru pe jos, mersul cu mașina, munca fizică, orice acțiune pe care o întreprindem înseamnă consum de energie, consum pe care îl compensăm prin transformarea unei forme de energie în altă formă de energie.

Transformarea energiei dintr-o formă în alta poate fi observată în multe dintre activitățile noastre zilnice. De exemplu, pentru a ridica un corp cu ajutorul unei macarale, energia electrică este transformată de către motorul acesteia în energie mecanică; dacă te plimbi cu bicicleta, de asemenea, energia bio-chimică a organismului obținută din consumul de alimente este transformată în energie mecanică și căldură.

Se poate obține energie din energia potențială și cinetică a apei, din energia geotermală și din energia cinetică a vântului, acestea fiind **forme primare de energie**.

La rândul ei, energia mecanică poate fi convertită în energie electrică sau în energie termică.

O parte din energia mecanică se poate transforma în căldură prin frecare.

De exemplu, dacă îți freci palmele una de cealaltă (energie mecanică), ele se încălzesc (energie termică). Convertirea energiei mecanice în căldură este întâlnită mai ales la piesele mobile ale mecanismelor mașinilor. Pentru învingerea frecărilor, în aceste situații, se consumă energie suplimentară, energie care se transformă în căldură ce poate duce la deformarea pieselor sau chiar la topirea lor.

Energia hidraulică constă în capacitatea apei de a efectua lucru mecanic la trecerea dintr-o poziție în alta. Exploatarea acestei energii se face în hidrocentrale, unde se transformă energia potențială gravitațională a apei în energie cinetică, energie care pune în mișcare paletelile unei turbine (generator electric) și transformă, astfel, energia mecanică în energie electrică. (Figura 42)

În mod asemănător este folosită **energia valurilor sau a mareelor**. Există instalații al căror rol este de a recupera energia mareelor sau a valurilor pentru a fi obținută energie electrică.

Energia eoliană este energia vântului, care este transformată în energie mecanică.

Centrala eoliană convertește energia vântului în energie electrică prin faptul că aerul pune în mișcare elicea centralei.

Moara de vânt, care transformă energia mecanică a curenților de aer în energie mecanică, se folosea în trecut pentru măcinarea cerealelor, dar poate fi folosită și astăzi pentru pomparea de apă de la mare adâncime. (Figura 43) Astăzi, turbinele eoliene moderne transformă energia vântului în energie electrică atingând puteri instalate de 50-60 KW.

Știi pe ce principiu funcționează un copac eolian? (Figura 44)

Acesta transformă energia vântului în energie electrică, frunzele eoliene funcționând ca niște microturbine, care produc curent electric folosind curenți de aer.

Observăm că energia se transformă dintr-o formă în altă formă și că ea nu poate fi nici creată nici distrusă. Energia luminii solare, a vânturilor, a apelor curgătoare, a proceselor biologice și a căldurii geotermale poate fi captată de către oameni prin diferite procedee. Aceste tipuri de energie sunt regenerabile, deoarece se obțin prin transferul energiei rezultate din procese naturale regenerabile. Printre avantajele utilizării energiei regenerabile se numără: costul redus de producere, reducerea poluării mediului înconjurător, reducerea dependenței de petrol și gaze naturale, inexistența deșeurilor ca urmare a utilizării acestora.

Aplică!

4 Scrie un referat despre energia eoliană ca energie regenerabilă.



Figura 42 Hidrocentrală



Figura 43 Moară de vânt

Important

- Se poate obține energie mecanică din energia potențială și cinetică a apei, din energia geotermală și din energia cinetică a vântului. La rândul ei, energia mecanică poate fi convertită în energie electrică și în energie termică.
- **Energia hidraulică** constă în capacitatea apei de a efectua lucru mecanic la trecerea dintr-o poziție în alta. Exploatarea acestei energii se face în hidrocentrale. **Energia eoliană** este energia vântului, care este transformată în energie mecanică.

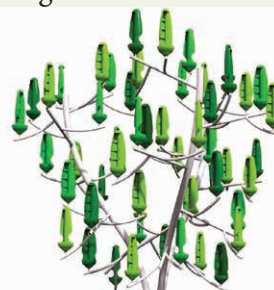


Figura 44 Copac eolian

Recapitulare

1 Scrie trei informații importante despre energia mecanică.

2 Alege răspunsul corect.

A. Un corp coboară uniform pe un plan înclinat. Lucrul mecanic al reacțiunii planului este:

- a) mgh ; b) $-mgh$; c) 0; d) $G_l l$.

B. Puterea mecanică medie este definită prin relația:

- a) $L\Delta t$; b) $\frac{L}{F}$; c) Lv ; d) $\frac{L}{\Delta t}$.

C. Tata conduce mașina cu viteza constantă de 30 km/h. De câte ori se mărește energia cinetică a mașinii, dacă viteza crește de două ori?

- a) de 2 ori; b) de 3 ori; c) de 4 ori; d) rămâne constantă.

D. Două corpuri cu masele $m_1 = 200$ g și $m_2 = 400$ g sunt lăsate să cadă liber de la aceeași înălțime $h = 1$ m. În absența frecării cu aerul, raportul vitezelor cu care ajung la sol $\frac{v_1}{v_2}$ este:

- a) 1; b) 2; c) $\frac{1}{2}$; d) 4.

3 Șerban se plimbă în parc cu bicicleta. El merge rectiliniu uniform cu viteza 9 km/h, timp de 10 minute. Știind că forța de frecare este de 50 N, calculează lucrul mecanic motor, lucrul mecanic rezistent și lucrul mecanic total.

4 În timpul orei de fizică, Oana a măsurat alungirea unui resort pentru diferite mase suspendate de acesta și a trasat graficul variației forței elastice în funcție de alungire. (Figura 45)

Calculează, folosind datele obținute de ea:

a) valoarea constantei elastice a resortului;

b) valoarea lucrului mecanic al forței elastice în timpul alungirii resortului, de la starea nedeformată până la alungirea de 3 cm.

5 Cascada Niagara deplasează 300 000 m³ de apă în fiecare minut. Știind că apa cade de la înălțimea de 50 m și că are densitatea 1 000 kg/m³, calculează puterea acestei cascade ($g = 10$ N/kg).

6 Mihaela a fost în weekend la schi și a coborât pe o pistă cu lungimea de 200 m, cu o denivelare între punctul de plecare și cel de sosire de 45 m. În absența frecării cu zăpada, află:

a) energia mecanică la plecare și la sosire, știind că Mihaela și echipamentul de schi cântăresc 56 kg;

b) lucrul mecanic al greutateii lor între cele două puncte; c) viteza Mihaelei la sosire;

d) Dacă există frecare și viteza Mihaelei la sosire este 15 m/s, află forța de frecare dintre schiuri și zăpadă ($g = 10$ N/kg).

7 Se dă tabelul de variație a energiei potențiale a unui corp în funcție de înălțimea la care se află (Tabelul 4). Trasează graficul variației energiei potențiale cu înălțimea. Ce valoare are energia potențială când corpul este la înălțimea de 3 m? La ce înălțime este corpul atunci când energia lui potențială este 10 J?

Tabelul 4

h (m)	0	1	2	3	4	5
E_p (J)	0	10	20	30	40	50

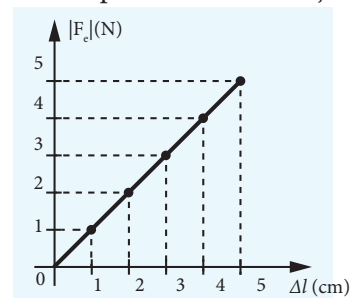


Figura 45 Variația forței elastice în funcție de alungire.

OBSERV!



Accesează manualul digital pentru a completa Fișa de observare a comportamentului.

Evaluare

Timp de lucru: **50 de minute**

Din oficiu **10 p**

- | | |
|---|---|
| <p>1 Notează A dacă propoziția este adevărată și F dacă este falsă.</p> <p>a) Energia potențială gravitațională depinde de poziția corpului față de Pământ, fiind egală cu produsul dintre masa corpului, accelerația gravitațională și înălțimea față de nivelul de referință.</p> <p>b) Direcția unei forțe motoare este perpendiculară pe direcția deplasării.</p> <p>c) Dacă viteza corpului este constantă și orientată pe aceeași direcție și în același sens cu forța, care la rândul ei este constantă, atunci puterea mecanică se poate exprima prin produsul dintre forța F și viteza v.</p> <p>d) Într-un sistem fizic izolat energia mecanică inițială este diferită de energia mecanică finală.</p> | <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> <p>2,5 p</p> |
| <p>2 Un corp care se mișcă fără frecare pe un plan orizontal ciocnește un resort elastic așezat orizontal și fixat de un perete.</p> <p>A. În timp ce corpul comprimă resortul, energia potențială a resortului:</p> <p>a) scade; b) crește; c) rămâne constantă.</p> <p>B. În timp ce corpul comprimă resortul, energia cinetică a corpului:</p> <p>a) scade; b) crește; c) rămâne constantă.</p> | <p>7,5 p</p> <p>7,5 p</p> |
| <p>3 Ce lucru mecanic efectuează o forță de 10 N pentru a deplasa pe distanța de 6 m un corp cu greutatea de 25 N?</p> | <p>10 p</p> |
| <p>4 Un tren se deplasează rectiliniu uniform cu o viteză de 72 km/h. Ce putere are locomotiva care remorchează trenul dacă forța de tracțiune este $8 \cdot 10^4$ N?</p> | <p>15 p</p> |
| <p>5 Un corp cu greutatea $G = 100$ N este ridicat uniform pe un plan înclinat cu lungimea $l = 4$ m și înălțimea $h = 2$ m. Forța de frecare dintre corp și plan este de 20 N. Care este randamentul planului înclinat?</p> | <p>20 p</p> |
| <p>6 Un corp cu masa $m = 500$ g este aruncat vertical în jos de la înălțimea $h = 10$ m cu viteză de 2 m/s. Află:</p> <p>a) cu ce viteză ajunge la sol;</p> <p>b) înălțimea la care energia lui cinetică este de trei ori mai mare decât energia potențială ($g = 10$ N/kg).</p> | <p>10 p</p> <p>10 p</p> |

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre probleme ai avut punctaj mai mic. Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!
Punctaj:	Punctaj:	

Exersezi și progresezi

1 Identifică în *Figura 46* forțele care efectuează lucru mecanic. Specifică dacă lucrul mecanic este motor sau este rezistent, pentru fiecare imagine.

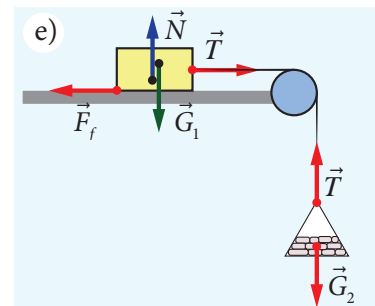
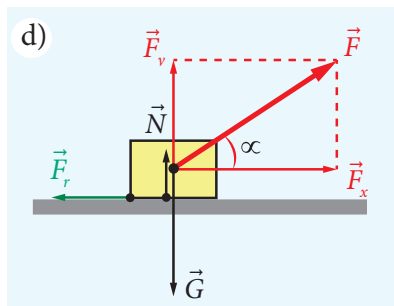


Figura 46 Corpuri aflate sub acțiunea unor forțe

- 2** Lucrul mecanic efectuat de greutatea unui corp atunci când acesta este ridicat la o înălțime față de sol:
 a) este pozitiv; b) nu depinde de masa corpului; c) este negativ; d) nu depinde de înălțime.
- 3** Expresia energiei cinetice a unui corp cu masa m , care se deplasează cu viteza v , este:
 a) $mv/2$; b) $m^2v/2$; c) $m^2v^2/2$; d) $mv^2/2$.
- 4** Două mașini au masele diferite (m_1 și m_2), dar aceeași energie cinetică. Dacă viteza primei mașini este dublă față de viteza celei de-a doua, atunci între masele lor există relația:
 a) $m_1 = m_2$; b) $m_1 = 4 m_2$; c) $m_2 = 4 m_1$; d) $m_2 = 2 m_1$.
- 5** Un corp este tras uniform cu o forță orizontală, având viteza $0,6 \text{ m/s}$. Forța de frecare dintre corp și suprafață este de 10 N . Puterea medie dezvoltată de forța de tracțiune este:
 a) 6 W ; b) 60 W ; c) $0,06 \text{ W}$; d) 600 W .
- 6** O minge cu masa $m = 1 \text{ kg}$ este lăsată să cadă liber de la o anumită înălțime. Când se află la înălțimea de 10 m ea are viteza de 2 m/s .
 a) Ce energie mecanică are mingea?
 b) Ce viteză va avea mingea când se află la înălțimea de 4 m ?
- 7** Un mic corp este suspendat de un fir inextensibil cu lungimea $l = 2 \text{ m}$. Când firul este vertical, se imprimă corpului o viteză orizontală și firul va devia la 90° față de poziția verticală. Ce viteză a fost imprimată corpului?

Portofoliu

8 De la baza unui plan înclinat se lansează un corp care are energia cinetică $E_{c0} = 25 \text{ J}$ și masa $m = 2 \text{ kg}$. Forța de frecare este un sfert din greutatea corpului. Știind că distanța pe care urcă pe plan este $d = 1,5 \text{ m}$, află cu ce energie cinetică va reveni corpul la bază. ($g = 10 \text{ N/kg}$)

Mișcarea de translație și mișcarea de rotație a corpurilor nedeformabile

Ce înveți?

- Ce este mișcarea de translație
- Ce este mișcarea de rotație

Cuvinte-cheie

- solid rigid



Figura 1 Avion în zbor și în aeroport



Figura 2 Vapor în larg și în port



Figura 3 Bile din fildeș



Figura 4 Diamant

Din experiența ta!

- 1 Observă *Figurile 1 și 2*.

În ce situație crezi că putem să nu ținem cont de dimensiunile avionului sau ale vaporului, pentru descrierea mișcărilor acestora?

Află!

Corpurile au anumite forme și dimensiuni, iar mișcarea lor este, de cele mai multe ori, una complexă. Sunt situații, însă, în care mișcarea unui corp poate fi redusă la mișcarea unui singur punct al său, în care se consideră a fi concentrată întreaga sa masă, dar sunt alte situații în care acest lucru nu este posibil. Dacă vorbim despre viteza sau accelerația avionului care zboară sau a vaporului aflat în largul mării, nu este important să știm ce formă și ce dimensiuni au acestea. În schimb, când avionul se află în aeroport sau când vaporul ancorează în port și efectuează diverse manevre, nu le mai putem reduce la puncte materiale, nu mai putem face abstracție de forma și de dimensiunile lor.

Când corpul este privit de la o distanță mult mai mare decât dimensiunile lui, toate părțile punctiforme din care este alcătuit acesta efectuează mișcări identice, astfel încât este suficient să studiem mișcarea unui singur punct pentru a caracteriza, în ansamblu, mișcarea lui. Dacă nu se pot neglija dimensiunile corpului, iar diferite puncte ale sale efectuează mișcări diferite, modelul anterior simplificat nu mai poate fi utilizat. Pentru astfel de situații, s-a introdus **modelul corpului nedeformabil** (solid rigid).

Observă și descoperă!

- 2 În *Figurile 3 și 4* poți observa două bile din fildeș și un diamant. Ce proprietăți legate de starea de agregare și de rezistență au obiectele?

Află!

Astfel de corpuri au formă proprie, volum propriu și o mare rezistență la deformare.

Un corp este **nedeformabil** (solid rigid) dacă distanța dintre oricare două puncte ale sale rămâne aceeași în timpul mișcării sale sau, cu alte cuvinte, ale cărui dimensiuni nu se modifică sub acțiunea forțelor aplicate lui.

Experiment

Scop: Evidențierea mișcării de rotație

Materiale necesare: echer, marker
Mod de lucru:

1. Ia un echer și marchează pe el, cu ajutorul markerului, două puncte.

2. Așază echerul cu o catetă pe masă și rotește-l în jurul celeilalte catete.

Constatări:

- Ce formă geometrică are traiectoria punctelor marcate pe echer în timpul rotației?



Figura 7 Roată de distracție; Ușă deschisă frigider

Important

- Un corp este **nedeformabil** dacă distanța dintre oricare două puncte ale sale rămâne aceeași în timpul mișcării.
- Mișcarea unui corp nedeformabil, în care segmentul care unește oricare două puncte ale sale își păstrează direcția în timpul deplasării, se numește **mișcare de translație**.
- Un corp nedeformabil are o **mișcare de rotație** în jurul unei axe fixe, numită axă de rotație, atunci când orice punct al său descrie un arc de cerc cu centrul pe axa de rotație.

Observă și descoperă!

3 Observă *Figurile 5 și 6* și urmărește un punct oarecare al automobilului în timpul deplasării lui, (de exemplu, centrul roții din spate) și un punct oarecare al valizei, (de exemplu A sau B), în timp ce omul o așază pe scaun.

a) Cum sunt traiectoriile descrise de centrele roților automobilului? Dar traiectoriile punctelor A și B ale valizei în timpul mișcării?

b) Cum sunt vitezele punctelor A și B în timpul mișcării? Ce poți spune despre poziția segmentului AB în timpul mișcării valizei, cum se poziționează acesta față de starea inițială, la momente de timp diferite?

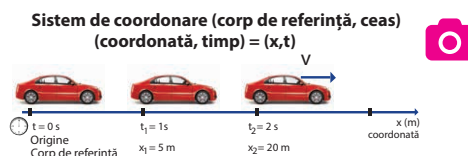


Figura 5 Mișcarea de translație 1

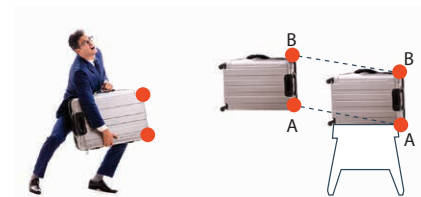


Figura 6 Mișcarea de translație 2

Află!

În exemplele de mai sus, toate punctele corpului se mișcă pe traiectorii paralele, cu aceeași viteză.

Mișcarea unui corp nedeformabil în care segmentul care unește oricare două puncte ale sale își păstrează direcția în timpul deplasării, se numește **mișcare de translație**.

Observă și descoperă!

4 Privește mișcarea unui punct oarecare al roții care se învârtă într-un parc de distracții față de axul roții și mișcarea descrisă de un punct oarecare al unei uși care se deschide. (*Figura 7*)

Cum sunt traiectoriile acestor puncte față de axa de rotație?

Află!

Un corp nedeformabil are o **mișcare de rotație** în jurul unei axe fixe, numită axă de rotație, atunci când orice punct al său descrie un arc de cerc cu centrul pe axa de rotație.

Observație: Axa de rotație este perpendiculară pe planele cercurilor descrise de punctele (particulele) corpului în timpul rotației.

Aplică!

5 Ce fel de mișcări au corpurile următoare:

- a) marginea unui titirez în mișcare;
- b) o telecabină care coboară;
- c) omul ce urcă cu scara rulantă.

Echilibrul de translație

Ce înveți?

- Condiția pentru echilibrul de translație

Cuvinte-cheie

- echilibru de translație
- echilibru mecanic



Figura 9 Sanie trasă de câini (forțe paralele care au același sens)

Din experiența ta!

1 Ce se întâmplă cu un corp aflat în cădere pe suprafața Pământului, pentru care se neglijează frecarea cu aerul și asupra lui acționează o singură forță, greutatea lui? (Figura 8)



Figura 8 Corp în cădere spre suprafața Pământului

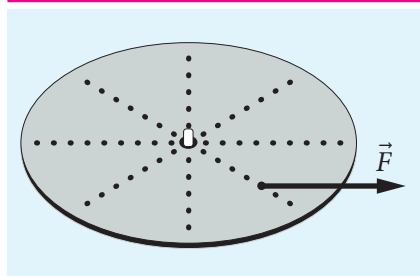
Află!

În realitate este foarte puțin probabil ca un corp să se găsească sub acțiunea unei singure forțe deoarece, de obicei, asupra lui acționează simultan mai multe forțe. Totuși, dacă asupra unui corp se exercită o singură forță, corpului îi poate fi schimbată starea de mișcare, fie că este vorba despre mișcarea de translație, fie că ne gândim la mișcarea de rotație.

Observă și descoperă!

2 Ce poți spune despre forțele exercitate asupra saniei (Figura 9), ca orientare și valoare (câinii fiind la fel de puternici)? Dar despre cele exercitate în Figura 10? Care sunt efectele acestor forțe în cele două situații?

Experiment



Scop: Evidențierea efectului de mișcare produs de o forță aplicată unui corp nedeformabil

Materiale necesare: suprafață plană, lucioasă (se neglijează frecarea), disc perforat, dinamometru cu cârlig

Mod de lucru:

Acționează asupra discului perforat aflat pe masă cu o forță orizontală aplicată într-un orificiu oarecare, dar nu pe direcția razei discului.

Constatări:

- Ce fel de mișcare va avea discul?



Figura 10 Forțe opuse ca sens

Află!

În Figura 9, forțele exercitate asupra saniei au aceeași direcție și același sens și modulul rezultantei acestora se obține adunând modulele lor. Efectul obținut este amplificat față de situația în care asupra corpului acționează o singură forță.

În Figura 10, forțele cu care acționează cele două persoane fiind egale și opuse ca sens, vor avea rezultanta egală cu diferența modulelor forțelor, adică zero.

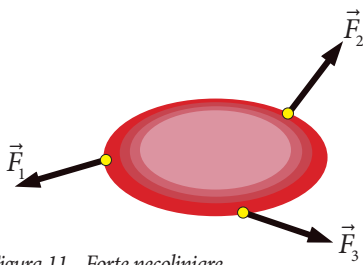


Figura 11 Forțe necoliniare

Observă și descoperă!

3 Compară efectul acțiunii simultane a celor trei forțe neconcurente asupra unui corp solid rigid (Figura 11), cu efectul produs de aceleași forțe care acționează concurrent (Figura 12).

Află!

În Figura 11, rezultanta forțelor \vec{R} este diferită de zero și, sub acțiunea celor trei forțe, corpul poate avea o mișcare de translație și una de rotație.

În Figura 12, se observă că rezultanta forțelor \vec{F}_3 și \vec{F}_2 este egală și opusă ca sens forței \vec{F}_1 , rezultanta tuturor forțelor fiind $\vec{R} = 0$.

Atunci când asupra corpului acționează simultan două sau mai multe forțe, este posibil ca efectele lor să se compenseze și, astfel, să nu existe nici mișcare de translație, nici mișcare de rotație. Într-o astfel de situație, corpul este în stare de **echilibru mecanic**.

Un corp este în **echilibru de translație**, atunci când rezultanta forțelor care acționează asupra lui este zero, $\vec{R} = 0$ (Figura 12). Echilibrul de translație poate fi static, când corpul este în repaus sau dinamic, când corpul este în mișcare rectilinie uniformă.

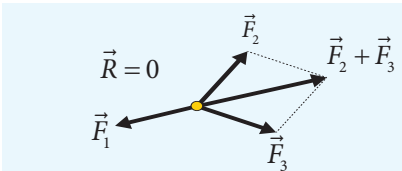


Figura 12 Forțe a căror rezultantă este nulă

Important

- Un corp se află în **echilibru mecanic** dacă efectele tuturor forțelor ce acționează asupra lui se anulează reciproc, astfel încât să nu existe nici mișcare de translație și nici de rotație.
- Un corp nedeformabil este în **echilibru de translație** atunci când rezultanta forțelor care acționează asupra lui este zero, $\vec{R} = 0$.
- Echilibrul de translație este static (repaus) sau dinamic (M.R.U).

Aplică!

4 Adrian împinge o bancă din clasă cu o forță de 50 N. Să se afle forța de frecare dintre bancă și podea, știind că banca este în echilibru dinamic de translație.

5 De o ladă trag doi copii cu forțe orizontale și egale între ele, cu valoarea de 20 N, care formează între direcțiile lor un unghi de 90°. Reprezintă grafic forțele, rezultanta lor și calculează forța de frecare exercitată asupra lăzii, știind că lada este în echilibru dinamic de translație.

Portofoliu

6 Ce greutate are tabloul din Figura 13, știind că este în echilibru (static) de translație?

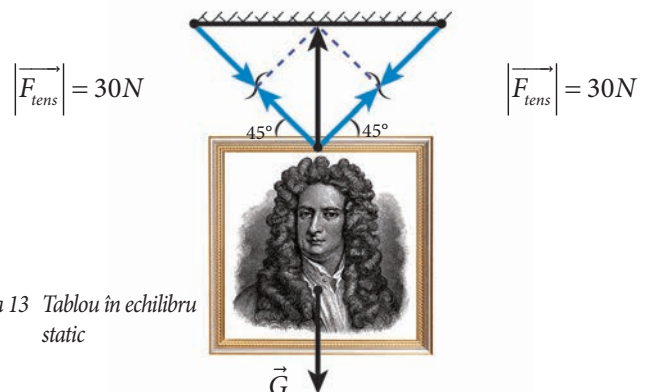


Figura 13 Tablou în echilibru static

Momentul forței. Unitate de măsură. Echilibrul de rotație

Ce înveți?

- Condiția pentru echilibru de rotație

- Ce este momentul forței

Cuvinte-cheie

- momentul forței
- cuplu de forțe
- momentul cuplului

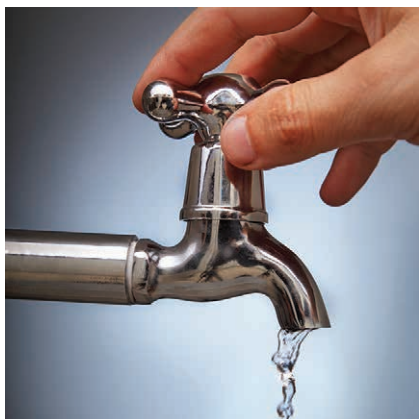


Figura 15 Robineți

Din experiența ta!

1 a) De ce crezi că se montează clanța ușii pe latura opusă balamalei? Cum ar fi fost influențat efectul de rotație de montarea clanței în mijlocul ușii?

b) Depinde efectul de rotație a ușii de mărimea forței cu care acționezi clanța?

c) În timpul deschiderii ușii poți orienta forța ta aplicată clanței astfel încât pentru acea orientare ușa să înceteze a se mai roti? (Figura 14)



Figura 14 Rotația ușii la deschidere

Află!

Ai observat că în timpul deschiderii ușii, punctele aflate pe dreapta pe care se găsesc balamalele (numită axă de rotație) rămân în repaus, în timp ce toate celelalte puncte descriu arce de cerc. Efectul de rotație a ușii ar fi îngreunat dacă s-ar monta clanța în mijlocul acesteia. Ți-ar fi mai greu să deschizi o astfel de ușă! De asemenea, dacă un adult acționează cu o forță mai mare decât tine asupra clanței, efectul rotației este altul, fiind mai ușor pentru el să deschidă ușa.

Efectul de rotație produs de o forță care acționează asupra unui corp cu **axă de rotație** este cu atât mai mare cu cât forța este mai mare și cu cât distanța la care se aplică forța față de axa de rotație este mai mare. (Figura 15)

Efectul de rotație produs de o forță este nul dacă direcția forței este paralelă cu axa de rotație, sau dacă direcția forței intersectează axa de rotație.

Punctul corpului solid, prin care trece axa de rotație, se numește **centru de rotație**.

În Figura 16, \vec{F} este forța care produce rotația corpului, \vec{r} este vectorul care are originea în centrul de rotație și vârful în originea forței, iar cu b notăm brațul forței.

Se numește **braț al forței**, b , distanța (perpendiculara) de la centrul de rotație la dreapta suport a forței care acționează asupra corpului.

Efectul de rotație se caracterizează cu ajutorul unei mărimi fizice numite **momentul forței** \vec{M} .

Momentul forței \vec{M} față de un punct fix al corpului (centrul de rotație), este mărimea fizică vectorială al cărei modul este egal cu produsul dintre modulul forței F și brațul său b față de acel punct:

$$M = F b.$$

$$[M]_{SI} = [F]_{SI} [b]_{SI} = \text{Nm}$$

Momentul forței se măsoară în Sistemul Internațional în **Newton metru**.

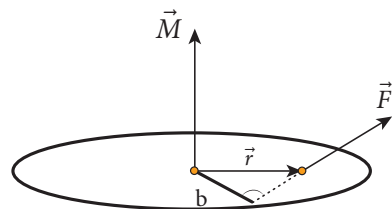


Figura 16 Brațul forței

Experiment

Scop: Evidențierea condiției de echilibru de rotație

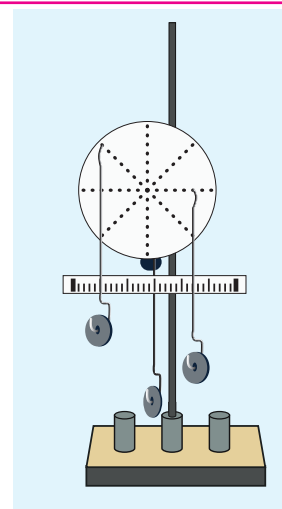
Materiale necesare: disc perforat, cârlige cu discuri crestate

Mod de lucru:

1. Suspendă de discul perforat cârlige cu discuri crestate (greutățile lor sunt forțele F_1 și F_2 care produc rotația discului).
2. Așază cârligele în orificii diferite (brațe diferite), astfel încât discul să rămână în echilibru.
3. Măsoară forțele (greutățile discurilor) și brațele lor.
4. Reia experimentul pentru alte mase, măsurând de fiecare dată forța și brațul ei.
5. Calculează momentele celor două forțe.
6. Trece datele în *Tabelul 1*.

Tabelul 1

m_1	F_1	b_1	M_1	m_2	F_2	b_2	M_2



Constatări:

- Ce ai observat?
- Cum sunt momentele forțelor la echilibru?

Află!

Ai observat, că atunci când discul este în echilibru, cele două momente ale forțelor care au tendința de a roti discul în sensuri opuse, devin egale.

Un corp este în **echilibru de rotație** atunci când suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul într-un sens este egală cu suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul în sens opus.

Echilibrul de rotație este **static**, când corpul se află în repaus sau **dinamic**, atunci când corpul se rotește uniform în jurul unei axe.

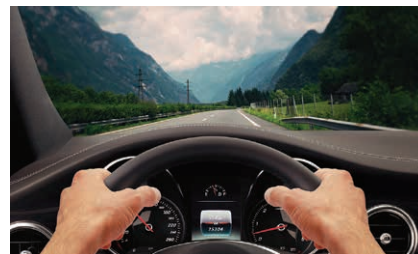


Figura 17 Volan

Descoperă!

2 a) Ce orientări și mărimi au forțele exercitate de mâinile șoferului când acesta rotește volanul automobilului? (*Figura 17*)

b) Dar forțele care acționează asupra tirbușonului când este scos dopul unei sticle? (*Figura 18*)

Află!

Un robinet pe care îl deschidem, volanul mașinii, tirbușonul care acționează asupra unui dop, se rotesc sub acțiunea a două forțe paralele, egale și de sens opus. (*Figurile 15, 17 și 18*)



Figura 18 Tirbușon

Ansamblul format din două forțe paralele, egale ca modul și de sens opus, care acționează asupra unui corp, se numește **cuplu de forțe**.

Un corp asupra căruia se exercită un cuplu de forțe are numai mișcare de rotație, deoarece rezultanta forțelor este zero (și corpul este în echilibru de translație). Efectul rotației produs de un cuplu de forțe se măsoară prin mărimea fizică numită **momentul cuplului**. (Figurile 19 și 20)

Momentul cuplului este egal cu produsul dintre mărimea forței și brațul cuplului: $M_c = F \cdot b$, $F = F_1 = F_2$, b brațul cuplului (distanța dintre dreptele suport ale forțelor). (Figura 19)

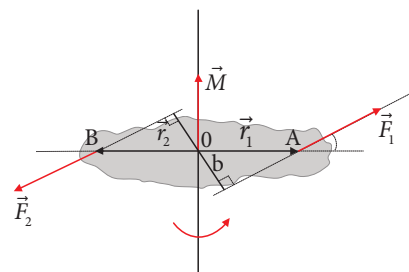


Figura 19 Cuplu de forțe (brațul cuplului de forțe)

Aplică!

- 3** Notează **A** dacă propoziția este adevărată și **F** dacă este falsă.
- Unitatea de măsură a momentului forței este Joule.
 - Momentul forței față de un centru de rotație este mărimea fizică scalară a cărei modul este egal cu suma dintre modulul forței F și brațul său b .
 - Un corp este în echilibru de rotație atunci când suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul într-un sens este egală cu suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul în sens opus.

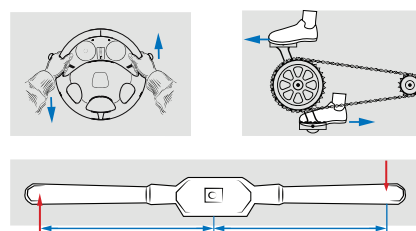


Figura 20 Exemple de cupluri de forțe

4 Asupra unui corp solid acționează trei forțe. Forțele F_1 și F_2 coplanare acționează în sensul acelor de ceasornic și au modulele egale cu 50 N, respectiv 70 N. Brațele lor sunt: $b_1 = 10$ cm și $b_2 = 8$ cm. În ce sens trebuie să acționeze o forță $F_3 = 100$ N, coplanară cu cele două forțe, pentru ca solidul să rămână în echilibru? Ce valoare are brațul acestei forțe?

5 Raza volanului unei mașini este $R = 30$ cm, iar momentul cuplului de forțe cu care rotește volanul este de 24 Nm. Ce valoare are forța F ?

6 Teodora acționează asupra ghidonului de la bicicletă cu două forțe paralele, de sens opus și egale fiecare cu 10 N. Dacă distanța între cele două forțe este 40 cm, află momentul cuplului de forțe care acționează asupra ghidonului.

Portofoliu

- 7** Scrie un referat despre noțiunea de *cuplu de forțe* care să cuprindă informații teoretice despre cuplul de forțe și exemple din viață în care acționează un cuplu de forțe.
- 8** Analizează, împreună cu colegul de bancă, stările de echilibru posibile a câtorva corpuri din clasă. Notează observațiile în caiet.

Important

- Momentul forței M față de un centru de rotație este mărimea fizică vectorială al cărei modul este egal cu produsul dintre modulul forței F și brațul său b : $M = F b$.

$$[M]_{SI} = [F]_{SI} [b]_{SI} = \text{Nm}$$

- Un corp este în **echilibru de rotație** atunci când suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul într-un sens este egală cu suma modulelor momentelor forțelor care rotesc corpul în sens opus.

Pârghia. Tipuri de pârghii

Ce înveți?

- Ce este o pârghie
- Cuvinte-cheie**
- mecanism simplu

Din experiența ta!

- 1 Identifică obiectele din *Figura 21*. La ce folosesc ele?



Figura 21 Unelte

Află!

În activitățile zilnice oamenii folosesc unelte și mașini care le ușurează munca. Roaba este folosită în construcții și în grădinarit. Cu ajutorul ei se transportă corpuri grele pe distanțe scurte. Cumpăna este utilizată la scoaterea apei din fântână, iar ranga este folosită la ridicarea sau deplasarea unor obiecte grele.

Mașinile și uneltele au în alcătuirea lor dispozitive care conțin un număr minim de componente, ce schimbă orientarea și mărimea forței, pentru ușurarea muncii omului, numite **mecanisme simple**. Mecanismele simple fundamentale sunt: pârghia, scripetele și planul înclinat; roata, osia, pana și șurubul sunt trei adaptări ale acestora.

Scripetele și planul înclinat au rolul de a micșora efortul celui care dorește să ridice obiecte grele la înălțime, iar pârghia, este un dispozitiv care micșorează efortul depus de om în anumite activități.

Pârghia este o bară rigidă care se poate roti în jurul unui punct fix, numit punct de sprijin. (*Figura 22*)

Asupra unei pârghii acționează două forțe:

1. **forța activă F** – forța care pune în mișcare pârghia;
2. **forța rezistentă R** – forța care trebuie „învingă”.

Distanța de la punctul de sprijin la direcția uneia dintre forțe se numește **brațul acelei forțe**.

În funcție de poziția punctelor de aplicație ale celor două forțe, pârghiile se clasifică astfel:

1. **pârghii de gradul I**, care au punctul de sprijin între punctele de aplicație ale celor două forțe;

Exemple: balansoarul, foarfeca (*Figura 23*), levierul.

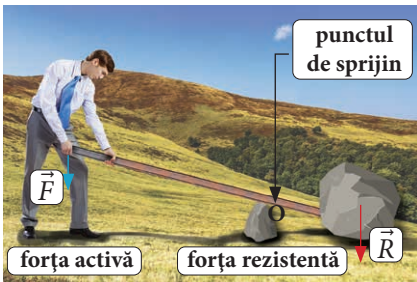


Figura 22 Pârghia

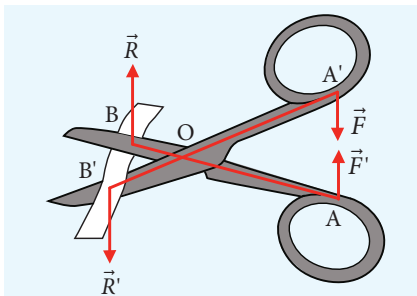


Figura 23 Foarfecă

2. **pârghii de gradul II**, pentru care punctul de aplicație al forței rezistente se află între punctul de sprijin și punctul de aplicație al forței active;

Exemple: roaba, pedala de frână, cleștele de spart nuci (Figura 24).

3. **pârghii de gradul III**, pentru care punctul de aplicație al forței active se află între punctul de sprijin și punctul de aplicație al forței rezistente.

Exemple: penseta (Figura 25), brațul omului.

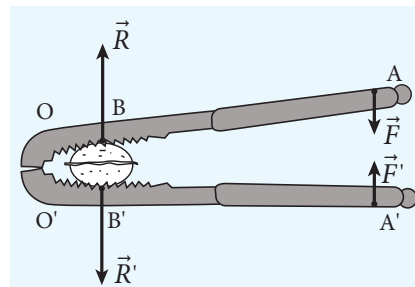


Figura 24 Clește pentru spart nuci

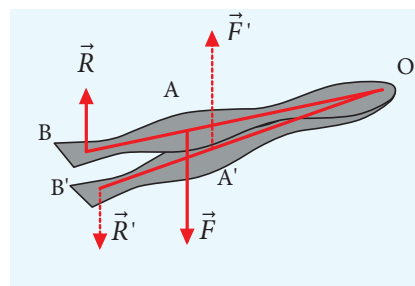


Figura 25 Pensetă

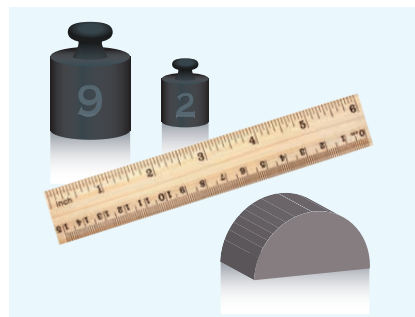
Experiment

Scop: Determinarea legii pârghiilor

Materiale necesare: riglă gradată de lemn, semicilindru din lemn, mase marcate

Mod de lucru:

1. Așază pe semicilindru riglă gradată astfel încât să fie în echilibru.
2. La distanța de 15 cm față de punctul de sprijin așază o masă marcată; greutatea acesteia va constitui forța rezistentă.
3. Așază o masă egală cu prima, simetric față de punctul de sprijin, astfel încât riglă să fie în echilibru; greutatea ei va constitui forța activă.
4. Notează distanța la care ai așezat a doua masă (brațul forței) față de punctul de sprijin.
5. Reia experimentul așezând mase diferite la distanțe diferite față de punctul de sprijin astfel încât să echilibrezi pârghia și notează atât masele, cât și brațele greutăților respective.
6. Completează Tabelul 2 cu datele obținute.



Tabelul 2

Nr. determinării	$F = G_2 = m_2 g(\text{N})$	$b_F(\text{m})$	$M_F = F b_F$	$R = G_1 = m_1 g(\text{N})$	$b_R(\text{m})$	$M_R = R \cdot b_R$

Constatări:

- Cum sunt distanțele (brațele forțelor) la care ai așezat corpurile cu masa egală?
- Cum sunt momentele celor două forțe la echilibru, indiferent de valoarea maselor folosite?
- Ce fel de echilibru are pârghia sub acțiunea celor două forțe?

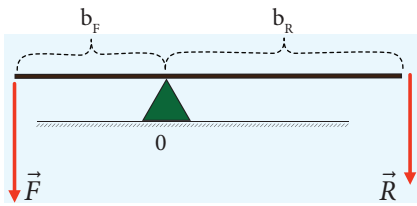


Figura 26 Pârghie în echilibru

Află!

Când pârghia este în echilibru, produsul dintre forța activă și brațul său este egal cu produsul dintre forța rezistentă și brațul acesteia. (Figura 26)

$$F \cdot b_F = R \cdot b_r$$

Deoarece cele două forțe produc rotația pârghiei în sensuri opuse, momentul forței rezultante aplicate unei pârghii este egal cu zero atunci când pârghia este în echilibru.

Când pârghia este în echilibru, momentul forței active față de punctul de sprijin este egal cu momentul forței rezistente față de același punct: $F \cdot b_F = R \cdot b_R$ (legea pârghiilor).

Important

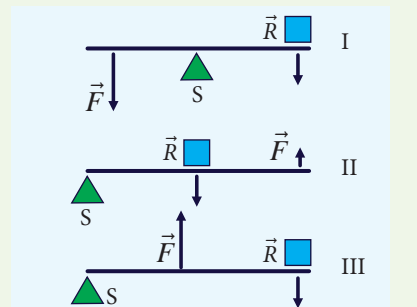
- **Pârghia** este o bară rigidă care se poate roti în jurul unui punct fix numit punct de sprijin. Așupra unei pârghii acționează două forțe:

1. forța activă \vec{F} – forța care pune în mișcare pârghia;
2. forța rezistentă \vec{R} - forța care trebuie „învingă”.

Legea pârghiilor:

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

- Pârghiile se clasifică în pârghii de gradul I, de gradul II și de gradul III, în funcție de poziția punctului de sprijin și a celor două puncte de aplicație ale forțelor activă și de rezistență.



Aplică!

2 Identifică pârghiile din Figura 27 și precizează tipul lor.



Figura 27 Tipuri de pârghii

3 Un om folosește o rangă cu lungimea $l = 3$ m pentru a învinge forța de rezistență a unui obiect greu pe care dorește să îl ridice (Figura 28). Unde trebuie să fixeze punctul de sprijin, dacă forța de rezistență are valoarea $R = 1,2$ kN, iar omul acționează perpendicular cu o forță de 600 N?

4 Un șofer acționează pedala de frână cu o forță \vec{F} . Știind că tija pistonului din cilindrul de frână este articulată cu brațul forței (OA) în punctul B și că punctul B se află față de punctul de sprijin O la un sfert din lungimea totală a brațului OA, iar forța care apasă pistonul în cilindrul de frână este $R = 120$ N, să se afle forța F cu care a acționat șoferul. (Figura 29)

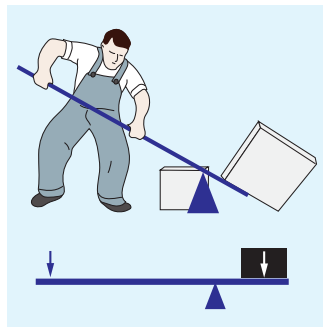


Figura 28 Rangă - problema 3

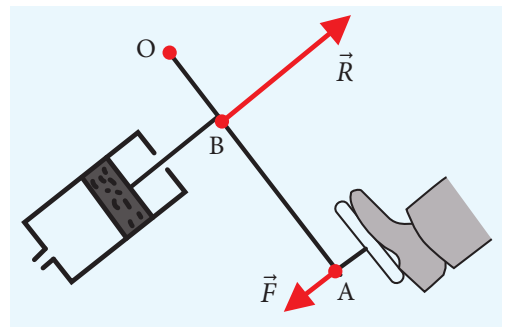


Figura 29 Pedală de frână

Pârghiile în sistemul locomotor (tratare interdisciplinară)

Ce înveți?

- Identificarea pârghiilor în aparatul locomotor

Cuvinte-cheie

- sistem osteo-articular
- sistem muscular
- tonus muscular
- flexie

Din experiența ta!

1 Privește sportivii din *Figura 30*.

a) Ce se întâmplă cu mușchii lor în timpul desfășurării unui antrenament?

b) Cine contribuie la realizarea mișcărilor corpului (ale brațelor și picioarelor) și, în același timp, la păstrarea echilibrului?



Figura 30 Sportivi

Află!

Aparatul locomotor este, din punct de vedere anatomic, cel care permite oamenilor și animalelor să se miște, fiind format din **sistemul osteo-articular** și din **sistemul muscular** (*Figura 31 a., b.*). Oasele și articulațiile au rol de suport și transmitere a mișcării, iar mușchii sunt cei care produc forțele active ale locomoției.

În timpul antrenamentelor, atunci când se depune efort, mușchii sportivilor se deformează (se contractă) în momentul în care sunt solicitați și revin la normal atunci când activitatea încetează. Pe parcursul mișcărilor, oasele se deplasează unele față de altele deoarece sunt articulate între ele. Oasele, articulațiile și mușchii contribuie la realizarea oricărei mișcări a corpului în spațiul înconjurător. Oasele servesc ca pârghii pe care acționează mușchii.

La realizarea mișcărilor complexe ale corpului, dar și la păstrarea echilibrului, participă mai multe grupe de mușchi. Împreună cu oasele și articulațiile, mușchii lucrează după sistemul unor pârghii de gradul I, de gradul II sau de gradul III.

Forța activă este produsă de mușchi în locul legării lui pe os, forța rezistentă este greutatea propriului corp, ori din exterior, iar la nivelul punctului de sprijin se află articulațiile.

În cazul pârghiei de gradul I, cea mai simplă dintre pârghii, forța de rezistență și forța activă se găsesc de o parte și de alta a punctului de sprijin. Aproximativ 25% dintre mușchii corpului omului acționează ca pârghii de gradul I. O astfel de pârghie este capul aflat în echilibru pe articulația sa cu coloana vertebrală, care este punctul de sprijin.



a.



b.

Figura 31 a. Sistemul osos; b. sistemul muscular

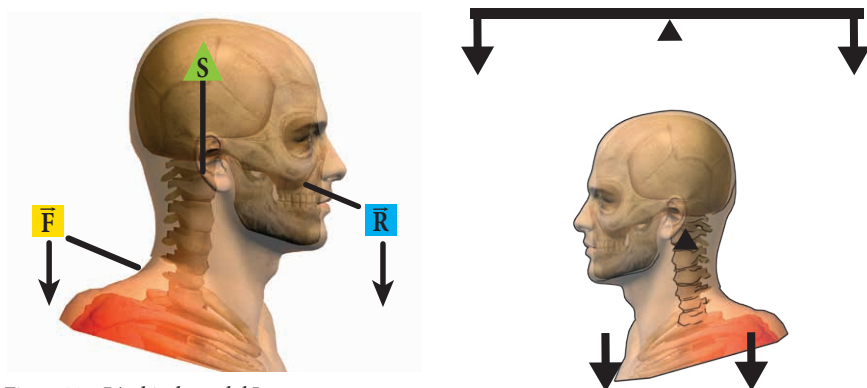


Figura 32 Pârghie de gradul I

Forța activă este produsă de mușchii gâtului, iar forța rezistentă este greutatea capului. (Figura 32)

Pe organismul uman, identificăm o pârghie de gradul II atunci când stăm în vârful picioarelor. Punctul de sprijin în acest caz este la contactul cu solul, reprezentat de degetele picioarelor, forța de rezistență este dată de greutatea sprijinită pe tibie, iar forța activă este produsă de mușchiul gambei. (Figura 33)

Pârghiile de gradul III sunt cele mai numeroase în organismul uman. Aproximativ 85% dintre mușchii noștri funcționează într-un moment sau altul ca pârghii de gradul III. Pentru exemplul din Figura 34, punctul de sprijin este în articulația cotului, forța de rezistență este reprezentată de greutatea mâinii și cea din palmă, iar forța activă este creată de mușchiul antebrațului. Gamba acționează la fotbal ca o pârghie de gradul III, la fel și coastele în timpul respirației, la inspirație și expirație.

În organismul omului mușchii se găsesc tot timpul într-o ușoară stare de contracție, numită **tonus muscular**, datorită căreia oasele sunt menținute în articulații. Datorită tonusului muscular, omul își poate păstra poziția verticală a corpului.

În corpul uman, aceeași pârghie își poate modifica gradul în funcție de poziția în care acționează fiecare parte a ei. Astfel, antebrațul poate acționa ca o pârghie de gradul III (când avem o greutate în palmă) în timpul **flexiei** (apropierea unuia dintre segmentele unei articulații față de celălalt segment al articulației), dar și ca o pârghie de gradul I în poziția stând pe mâini.

Aplică!

2 La sfârșitul lecției notează:

- o idee interesantă pe care ai aflat-o;
- o întrebare legată de tema lecției;
- un comentariu scurt pe această temă.

3 Scrie un referat în care să argumentezi importanța pârghiilor pentru funcționarea corpului uman.

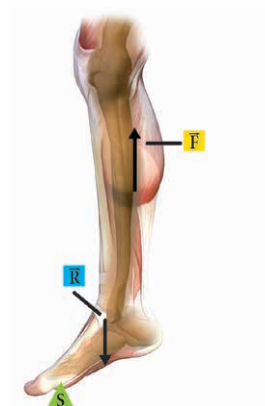


Figura 33 Pârghie de gradul II

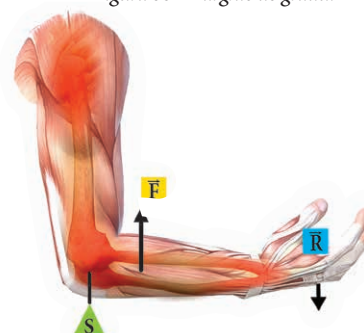


Figura 34 Pârghie de gradul III

Important

- Oasele, împreună cu articulațiile și mușchii formează în organism sisteme asemănătoare pârghiilor.
- Forța activă este reprezentată de forța dezvoltată de către mușchi, cea rezistentă este reprezentată de către greutatea propriului corp, sau din exterior, iar punctul de sprijin este reprezentat de articulațiile osoase.
- Identificăm în corpul uman toate tipurile de pârghii.
- Aceeași pârghie își poate modifica gradul în funcție de poziția în care acționează fiecare parte a ei.

Scripetele

Ce înveți?

- Cum funcționează scripetele

Cuvinte-cheie

- scripete fix
- scripete mobil

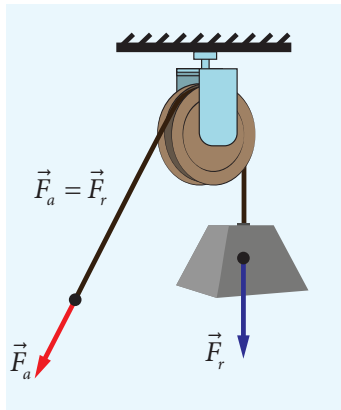


Figura 36 Scripete fix

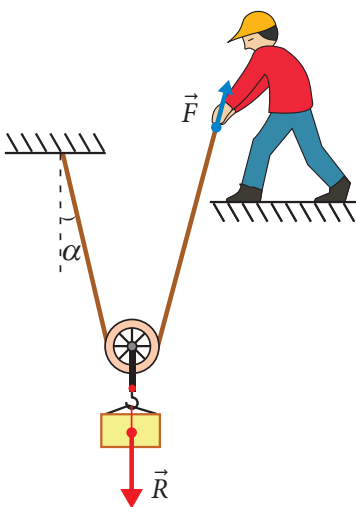


Figura 37 Scripete mobil

Din experiența ta!

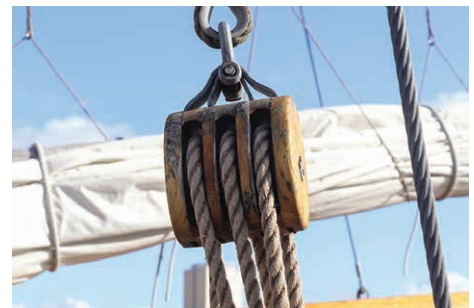
1 Observă Figura 35.

- Ce dispozitive putem folosi pentru a ridica mai ușor corpurile grele?
- Care este dispozitivul (mecanismul simplu) comun corpurilor din imagini? Cum funcționează el?

2 Identifică părțile componente ale unui scripete.



Figura 35 Scripete



Află!

Scripetele este unul dintre mecanismele simple care ușurează munca omului. El este format dintr-o *roată* prevăzută cu un șanț pe marginea sa circulară prin care trece *un cablu*, *un lanț* sau *un fir*. Scripetele se poate roti în jurul unui *ax central*. De axul roții este fixată o *furcă*, prevăzută cu un *cârlig* de prindere.

Scripeții pot fi de două tipuri:

a) **scripete fix** (a cărui axă este fixă, adică are punctul de sprijin în axa roții); (Figura 36)

b) **scripete mobil** (a cărui axă se poate deplasa, deci are punctul de sprijin la unul dintre capetele firului). (Figura 37)

Experiment

Scop: I. Evidențierea relației dintre forța activă și forța rezistentă în cazul unui scripete fix, la echilibru

II. Evidențierea relației dintre forța activă și forța rezistentă în cazul unui scripete mobil, la echilibru

Materiale necesare: dinamometru, scripete fix, scripete mobil, corp

Mod de lucru:

I. 1. Măsoară cu ajutorul dinamometrului greutatea corpului (forța rezistentă).

2. Prinde corpul de unul dintre capetele firului trecut peste scripetele fix și măsoară forța cu care tragi de celălalt capăt al firului (forța activă), astfel încât corpul să fie în echilibru.

3. Procedează la fel ca la punctul 2, dar schimbă direcția forței active.

Constatări:

- Ce relație există între forța activă măsurată la punctul 2 și greutatea corpului?

- După ce ai schimbat direcția forței active, valoarea acesteia s-a modificat?

II. 1. Măsoară cu ajutorul dinamometrului greutatea corpului (forța rezistentă).

2. Prinde corpul de scripetele mobil și măsoară cu dinamometrul forța activă.

3. Scrie condiția de echilibru de rotație $M_F = M_R$ pentru forțele active și rezistentă, calculând momentele celor două forțe în raport cu punctul O, ținând seama de relația dintre brațele celor două forțe: $F \cdot OA = R \cdot OB$; $OB = OA/2$.

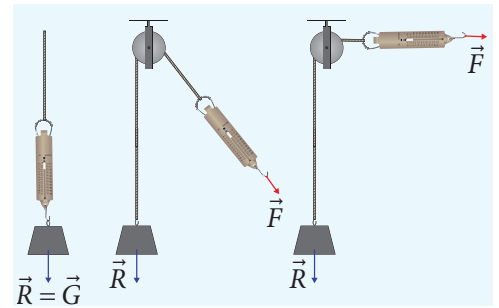
Constatări:

- Ce relație există între forța activă și cea rezistentă în cazul scripetelui mobil, la echilibru?

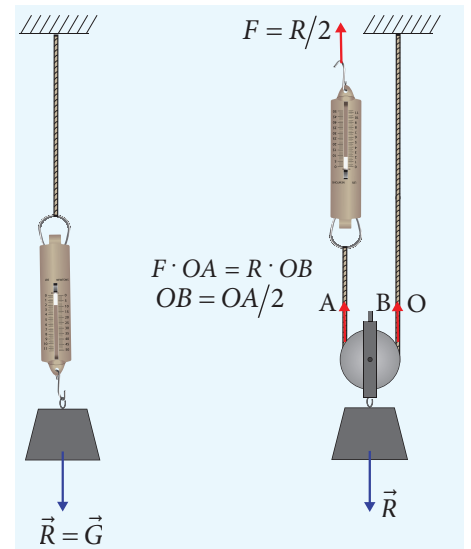
Află!

Scripetele fix este folosit pentru a schimba convenabil direcția și sensul de acțiune al forței active. La echilibru, modulul forței active este egal cu modulul forței rezistente, $F = R$. Distanța pe care se deplasează punctul de aplicație al forței active în timpul ridicării unui corp este egală cu distanța pe care se deplasează în sens invers punctul de aplicație al forței rezistente. (Figura 38 a.)

În cazul **scripetelui mobil**, la echilibru, forța activă este de două ori mai mică decât forța rezistentă, $F = \frac{R}{2}$.



Scop I



Scop II

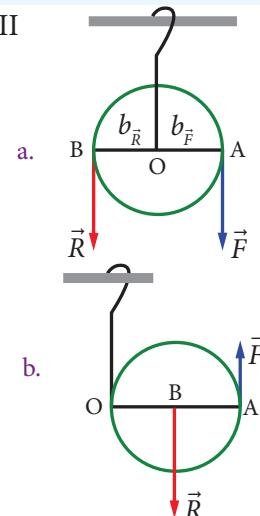


Figura 38 Scripete fix a. și scripete mobil b.

Distanța pe care se deplasează punctul de aplicație al forței active, în cazul scripetelui mobil, este de două ori mai mare decât distanța pe care se deplasează punctul de aplicație al forței rezistente. (Figura 38 b.)

Scripetii sunt dispozitive deosebit de importante, utilizate în transportul de echipamente grele pe verticală, dar și în acțiuni de salvare.

În practică, se utilizează scripeți fiși, scripeți mobili, dar și **scripeți compuși** (Figura 39), formați dintr-unul sau mai mulți scripeți fiși și mobili. Scripetele permite realizarea unei economii de forță și schimbarea sensului acesteia.

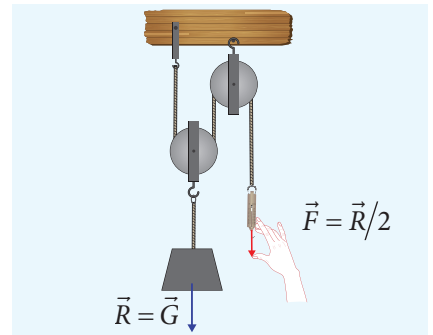


Figura 39 Scripete compus

Aplică!

3 Mihnea și Șerban trag de capetele unui cablu trecut peste un scripete atârnat de tavan. Masa lui Mihnea este de 60 kg, iar a lui Șerban de 50 kg. Șerban este sportiv și dezvoltă o forță musculară de două ori mai mare ca a lui Mihnea. Care dintre ei îl poate ridica pe celălalt?

Portofoliu

4 Ridici, pe rând, un corp cu greutatea $G = 100 \text{ N}$ cu fiecare dintre scripetii din Figura 40.

a) Specifică valoarea forței active în fiecare caz.

b) Distanța pe care se deplasează corpul este 2 m. Care este distanța pe care se deplasează punctul de aplicație al forței active în fiecare dintre situații?

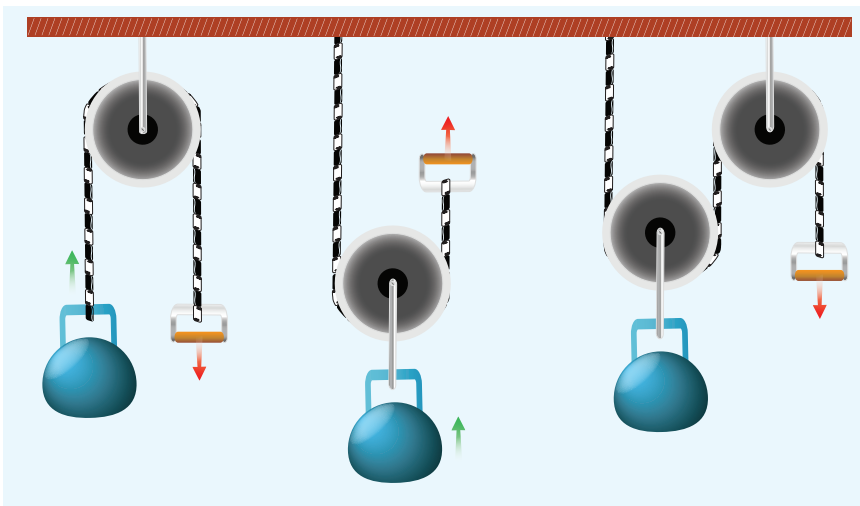


Figura 40 Scripeți

Important

- **Scripetele** este alcătuit dintr-o roată prevăzută cu un șanț pe marginea sa circulară, prin care trece un fir/cablu și care se poate roti în jurul unui ax central fixat într-o furcă.
- Scripetele poate fi *fix* sau *mobil*.
- În cazul scripetelui fix, la echilibru, modulul forței active este egal cu modulul forței rezistente, $F = R$.
- În cazul scripetelui mobil, la echilibru, forța activă este de două ori mai mică decât forța rezistentă, $F = \frac{R}{2}$.

5 Pe un șantier, un constructor ridică o placă de beton cu masa de 100 kg pe distanța de 5 m, folosind un scripete mobil.

a) Care este forța activă cu care a acționat constructorul?

b) Câți metri din lungimea firului a tras constructorul?

c) Ce lucru mecanic a efectuat forța activă? Dar cea rezistentă?

Centrul de greutate

Ce înveți?

- Ce este centrul de greutate
- Cuvinte-cheie**
- firul cu plumb
 - bază de sprijin



Figura 42 Bulgăre de sare

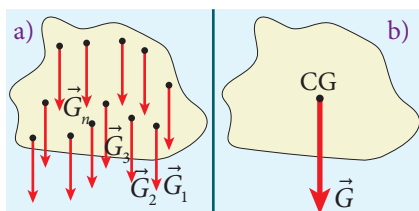


Figura 43 Greutatea corpului

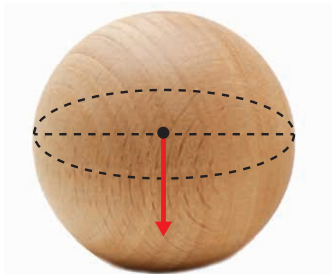


Figura 44 Sferă



Figura 45 Cilindru

Din experiența ta!

- 1** a) De ce crezi că mașinile de curse sunt foarte joase în comparație cu alte mașini? (Figura 41)
- b) Pentru care dintre mașini, virajul poate fi mai periculos? De ce crezi că este așa?



Figura 41 Tipuri de mașini

- 2** Ia un bulgăre mic de sare și sfărâmă-l între degete, lăsând bucățelele de sare să cadă. (Figura 42)

De ce cad ele, cine acționează asupra lor?

Află!

Mașinile de curse sunt foarte joase pentru a fi cât mai stabile în viraje și la viteze mari. Virajul într-o curbă este mai periculos pentru o mașină înaltă, față de una mai joasă, deoarece prima mașină este mai puțin stabilă în comparație cu cea de-a doua.

Orice corp solid, asemenea bulgărelui de sare, este format dintr-un număr foarte mare de particule, cu masă proprie, care sunt supuse fiecare, gravitației, fiind atrase de Pământ. Forța pe care o numim greutatea corpului este rezultanta tuturor forțelor de greutate ale particulelor din care este alcătuit corpul (Figura 43):

$$\vec{G} = \vec{G}_1 + \vec{G}_2 + \vec{G}_3 + \vec{G}_4 + \vec{G}_5 + \dots$$

Deoarece greutatea particulelor sunt paralele (având aceeași direcție și același sens), modulul greutății corpului va fi egal cu suma modulelor greutăților particulelor:

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_5 + \dots$$

Punctul de aplicație al greutății corpului se numește **centru de greutate**.

Pentru un corp care are un **centru de simetrie**, poziția centrului de greutate se află în acel centru de simetrie.

De exemplu, centrul de greutate al unei sfere omogene se află în centrul sferei. (Figura 44)

Dacă un corp are o axă de simetrie, centrul de greutate se află pe axa de simetrie. Ca exemplu, la un cilindru omogen, centrul de greutate se află la jumătatea înălțimii sale, pe axa de simetrie. (Figura 45)

Uneori, centrul de greutate nu aparține corpului. Gândește-te la un inel, la un colac de salvare, la un covrig, pentru care centrul de greutate este în centrul cercului și nu aparține corpului.

Descoperă!

3 Desenează figuri geometrice regulate: dreptunghi, romb, trapez isoscel, cerc, triunghi, pătrat, paralelogram. Unde crezi că se află centrul de greutate al acestora?

Află!

Pentru corpurile plane, omogene, cu forme geometrice regulate (pătrat, dreptunghi, trapez isoscel, paralelogram, romb) centrul de greutate se află la intersecția diagonalelor, pentru triunghi, la intersecția medianelor, pentru cerc, în centrul cercului. În cazul figurilor geometrice neregulate (vezi experiment), de fiecare dată când ai suspendat corpul (cartonul), dreptele $A_1 B_1$ și $A_2 B_2$ reprezintă direcția greutății lui, iar punctul de intersecție al celor două drepte este punctul de aplicație al greutății, numit **centru de greutate**.

În viața cotidiană trebuie să ținem seama de poziția centrului de greutate al unui corp. Cu cât centrul de greutate al unui corp este mai jos, mai aproape de Pământ (ca în cazul mașinii de curse), cu atât corpul este mai stabil, de exemplu, când se află pe o pantă abruptă. Cu cât centrul de greutate este mai sus, cu atât, sub acțiunea greutății, corpul se poate răsturna mai ușor când este pe o pantă abruptă sau când virează (cazul tirului). Pentru a asigura echilibrul părților componente în construcții (clădiri, poduri) este esențială cunoașterea poziției centrului de greutate al acestora.

Important

- Punctul de aplicație al greutății unui corp se numește **centru de greutate**.
- Un corp care are un centru de simetrie are poziția centrului de greutate în acel centru, iar dacă are o axă de simetrie, centrul de greutate se află pe acea axă. Există cazuri în care centrul de greutate nu aparține corpului (inel, colac de salvare).

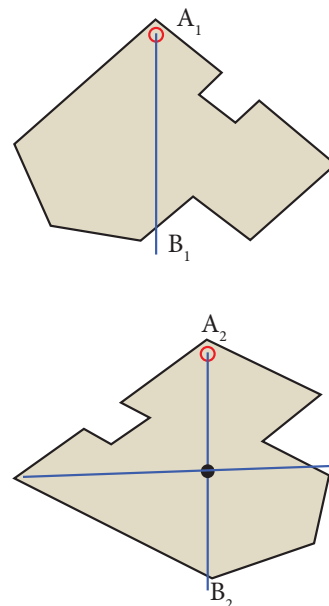
Aplică!

4 Într-un atelier mecanic se taie dintr-o tijă metalică subțire cu lungimea de 60 cm, două bucăți cu lungimea de 10 cm. Pe ce distanță se deplasează centrul de greutate al tijei, dacă bucățile se taie:

- a) de la ambele capete;
- b) de la un singur capăt.

5 Un pădurar taie dintr-un trunchi de copac de formă cilindrică, cu lungimea de 8 m, butuci care au lungimea de 2 m. Cu cât se deplasează centrul de greutate al trunchiului de copac după a doua tăiere?

Experiment



Scop: Determinarea experimentală a centrului de greutate a unui corp

Materiale necesare: figuri geometrice neregulate din carton, marker, fir cu plumb, suport

Mod de lucru:

1. Notează cu markerul pe una dintre figurile din carton două puncte A_1 și A_2 .
2. Suspendă figura de un suport prin intermediul unui fir prins în punctul A_1 .
3. Suspendă firul cu plumb de suport și marchează un punct B_1 aflat pe verticala dusă din punctul de suspensie A_1 .
4. Desenează dreapta $A_1 B_1$.
5. Procedeează la fel pentru punctul A_2 și desenează dreapta $A_2 B_2$.

Constatări:

- Ce reprezintă punctul de intersecție al celor două drepte $A_1 B_1$ și $A_2 B_2$?

Echilibrul corpurilor și energia potențială

Ce înveți?

• Care este legătura dintre echilibrul corpurilor și energia potențială

Cuvinte-cheie

- echilibru stabil
- echilibru instabil
- echilibru indiferent
- bază de susținere (de sprijin)

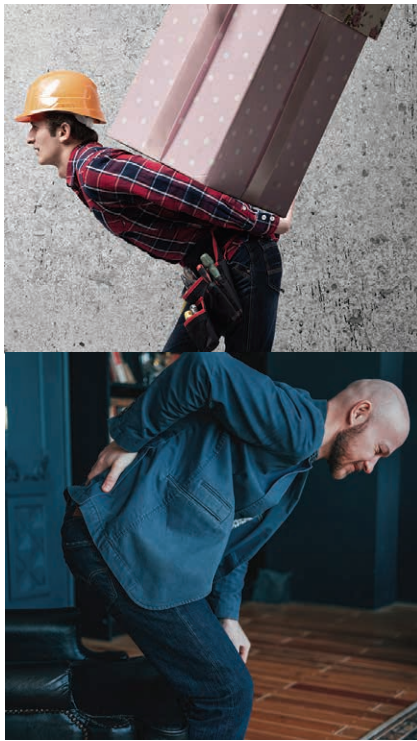


Figura 46 Poziția corpului în timpul unor activități

Din experiența ta!

1 De ce se apleacă omul din imagine în față, atunci când transportă o greutate? Dar persoana care vrea să se ridice de pe scaun? (Figura 46)

2 Analizează poziția corpului din Figura 47, aflat pe rând, în punctele A, B și C. Este corpul în echilibru în cele trei stări? Poate reveni singur sau nu la poziția de echilibru, după ce a fost scos din acea poziție?

Compară energiile potențiale ale corpului în câmpul gravitațional al Pământului, în stările A, B și C și formulează o concluzie.

Află!

Ne aplecăm în față atunci când ducem o greutate în spate sau când vrem să ne ridicăm de pe scaun, ca să putem rămâne în echilibru. În acest fel aducem centrul nostru de greutate într-o altă poziție mai stabilă decât aceea în care nu ne-am apleca.

Corpul din Figura 47 este în echilibru static în fiecare dintre stările A, B, C, deoarece rezultanta forțelor care acționează asupra lui ($\vec{R} = \vec{G} + \vec{N} = 0$) este zero în oricare dintre situații. Dacă ne gândim însă, la cât de stabilă este starea de echilibru în punctele A, B și C, observăm că apar diferențe între cele trei situații.

Astfel, dacă deplasăm corpul din starea A puțin spre dreapta, el nu va mai fi în echilibru și se va îndepărta din ce în ce mai mult de acea stare, fără să poată să se mai întoarcă acolo singur. În cazul stării B, dacă deplasăm, de asemenea, corpul spre dreapta (de exemplu) și îl lăsăm liber, corpul va reveni singur în starea de echilibru B. În ceea ce privește starea C, oricât am îndepărta corpul din această stare, el rămâne tot în echilibru.

În starea A corpul este în *echilibru instabil*, în starea B este în *echilibru stabil*, iar în starea C corpul este în *echilibru indiferent*.

Corpul este în **echilibru stabil**, dacă el revine în starea de echilibru, după ce a fost scos din ea și dacă, la mici deviații față de poziția de echilibru, centrul de greutate urcă.

Corpul este în **echilibru instabil**, dacă el nu revine singur în starea de echilibru după ce a fost scos din ea și dacă, la mici deviații față de poziția de echilibru, centrul de greutate coboară.

Corpul este în **echilibru indiferent**, dacă la mici deviații față de poziția de echilibru, rămâne tot în echilibru.

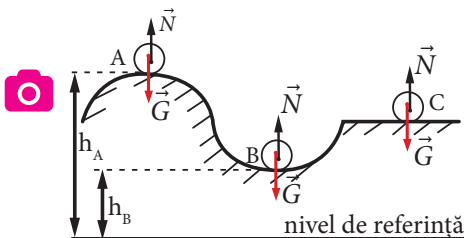


Figura 47 Echilibru instabil, stabil și indiferent

$$\left. \begin{array}{l} E_{pA} = mgh_A \\ E_{pB} = mgh_B \\ h_A > h_B \end{array} \right\} \rightarrow E_{pA} > E_{pB}$$

Punctul A corespunde maximului de energie potențială, iar punctul B, minimului de energie potențială.

La mici deviații față de poziția de echilibru indiferent, energia potențială rămâne neschimbată.

În poziția de echilibru stabil, energia potențială a corpului în câmpul gravitațional al Pământului este minimă.

În cazul unui corp suspendat, acesta este în echilibru stabil, dacă punctul de suspensie este deasupra centrului său de greutate, pe aceeași verticală. (Figura 48)

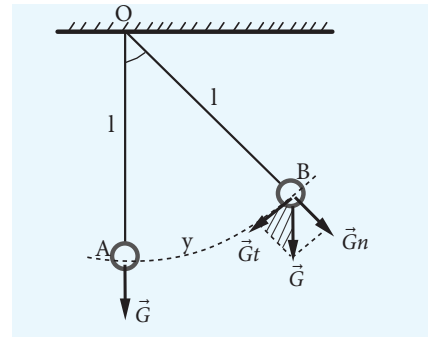


Figura 48 Echilibrul corpului suspendat

Obiectele din jurul nostru, așezate pe suprafețe plane, au o bază de susținere (de sprijin).

Baza de sprijin este suprafața din interiorul conturului obținut prin unirea punctelor marginale ale corpului, aflate în contact cu suprafața plană. **Exemplu:** Baza de sprijin a taburetelui este un dreptunghi. (Figura 49)



Figura 49 Bază de sprijin

Un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă verticala dusă din centrul de greutate cade în interiorul bazei de sprijin. (Figura 50)

Turnul din Pisa, cea mai renumită clădire înclinată, nu se răstoarnă deoarece verticala dusă din centrul lui de greutate, cade în interiorul bazei sale de susținere.



Figura 50 Echilibrul corpului sprijinit

Starea de echilibru a unui corp este cu atât mai stabilă cu cât suprafața de sprijin este mai mare și cu cât centrul său de greutate se află mai aproape de baza de susținere.

Aplică!

3 Observă imaginile din Figura 51.

- Sunt în echilibru stabil corpurile din imagini?
- Explică de ce este greu să stăm pe vârfuri și de ce acrobații care merg pe sârmă țin o bară în mâini.
- De ce schiorii se apleacă foarte mult în față și nu cad?



Figura 51 Tipuri de echilibru

Important

- În poziția de echilibru stabil, energia potențială a corpului în câmpul gravitațional al Pământului este minimă (are valoarea cea mai mică).
- Un corp suspendat este în echilibru stabil dacă punctul de suspensie este deasupra centrului său de greutate, pe aceeași verticală.
- Un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă verticala dusă din centrul de greutate cade în interiorul bazei de sprijin.
- Starea de echilibru a unui corp este cu atât mai stabilă cu cât suprafața de sprijin este mai mare și cu cât centrul său de greutate se află mai aproape de baza de susținere.

Investigație

Ce veți face?

Veți efectua o investigație (cercetare).

De ce veți face investigația?

Veți investiga ce relație există între tipurile de echilibru ale unui corp suspendat în câmp gravitațional și energia sa potențială.

Cum veți investiga?

1. Împărțiți-vă în echipe. Stabiliți întrebarea la care doriți să aflați răspunsul.
2. Formulați ipoteza, răspunzând la întrebare pe baza cunoștințelor anterioare.
3. Stabiliți cum veți proceda ca să verificați răspunsul dat de voi la întrebare (puteți efectua un experiment). Aveți nevoie de: corpuri pentru studiu, dinamometru, riglă, creion.
4. Comparați răspunsul dat înainte de experiment cu rezultatul obținut. Formulați o concluzie.
5. Prezentați în fața colegilor rezultatul investigației.

Cum veți ști că ați reușit?

- Veți analiza activitatea cu ajutorul grilei de autoevaluare de mai jos.

Autoevaluare

	Da	Nu
Am respectat etapele investigației?		
Am ales modul de lucru potrivit?		
Am prezentat clar și convingător concluzia?		
Am solicitat ajutor atunci când am avut nevoie?		
Prezentarea a fost apreciată de colegi?		

- Veți prezenta proiectul, iar colegii din celelalte echipe și domnul/doamna profesor vor face aprecieri și sugestii.

Sugestie:

1. **Întrebare:** Ce legătură este între tipul de echilibru al unui corp suspendat în câmp gravitațional și energia lui potențială?
2. **Ipoteza:** Dacă un corp atârnat are energie potențială minimă, atunci el se află într-o stare de echilibru stabil.
3. **Verificarea ipotezei:**
 - a) Alegeți un corp pentru studiu aflat în echilibru stabil (de exemplu un tablou/planșă suspendat(ă) de un suport).
 - b) Măsurați greutatea corpului.
 - c) Stabiliți centrul de greutate al corpului și măsurați înălțimea la care se află acesta față de un nivel de referință ales.
 - d) Modificați poziția inițială a corpului (acționați asupra tabloului/planșei cu o forță aplicată colțului de jos din dreapta, ridicându-l ușor, apoi asupra celui din stânga) și măsurați din nou înălțimea la care se află centrul de greutate.

- e) Observați cum se modifică poziția centrului lui de greutate în urma acțiunilor voastre.
 f) Lăsați liber tabloul suspendat și urmăriți ce se întâmplă.
 g) Notați valorile mărimilor fizice măsurate într-un tabel asemănător celui de mai jos:

Corpul: Tablou/planșă			
Greutatea corpului	Înălțimea la care se află centrul de greutate al corpului față de nivelul de referință ales	Energia potențială a corpului	Starea de echilibru în care se află corpul (stabil/ instabil/ indiferent)
Tablou/Poziția inițială	$h_1 = \dots$	$E_{p1} = \dots$	
Prima modificare a poziției inițiale	$h_2 = \dots$	$E_{p2} = \dots$	
A doua modificare a poziției inițiale	$h_3 = \dots$	$E_{p3} = \dots$	

h) Repetați acțiunea pentru celelalte corpuri alese.

4. Compararea răspunsului cu rezultatele înregistrate în tabel:

Comparați valorile energiilor potențiale ale corpului în cele trei situații și stările lui de echilibru în acele situații pentru fiecare corp ales și formulați o concluzie.

5. **Concluzie:** În urma acțiunilor efectuate asupra corpurilor, centrul de greutate al acestora se ridică, energia lor potențială crește și echilibrul corpurilor devine instabil.
 Ipoteza: (s-a confirmat/nu s-a confirmat).



Recapitulare

- 1 Te plimbi cu bicicleta și vrei să mărești efectul de rotație al roților. Cum poți folosi simultan ambele pedale ale bicicletei?
- 2 De ce poți tăia pâine mai ușor cu un cuțit mai lung decât cu unul mai scurt?
- 3 Octavian deschide ușa clasei în care învață și trage de clanță cu o forță de 2 N. Clanța se află la 50 cm față de balama. Care este momentul forței cu care a acționat Octavian față de axul ușii?
- 4 Bunicul scoate apă din fântână acționând asupra roții în punctul P, cu o forță de 80 N. (Figura 52)

Știind că lungimea brațului manivelei este de 40 cm, află care este momentul forței cu care acționează bunicul față de axul roții.

- 5 Cu ajutorul unui scripete fix este ridicat un corp cu masa $m = 40$ kg. Scripetele are un randament de 75% ($\eta = L_{\text{util}}/L_{\text{consumat}}$). Află valoarea forței active F_1 .

Dacă ridici cu o forță activă F_2 același corp, dar cu un scripete mobil care are același randament, ce relație există între cele două forțe F_1 și F_2 ? ($g = 10$ N/kg)

- 6 Pentru a ridica un corp greu, Adrian folosește o rangă cu lungimea de 2 m. Știind că forța activă cu care acționează el are valoarea de 40 N și este aplicată la 160 cm față de punctul de sprijin, află masa corpului care trebuie ridicat. ($g = 10$ N/kg)

- 7 Ce forță trebuie să depună mușchiul brațului unui sportiv care ridică în palmă o halteră de 4 kg, știind că distanța de la mușchi la articulație este de trei ori mai mică decât distanța de la articulație la halteră? (Figura 53)

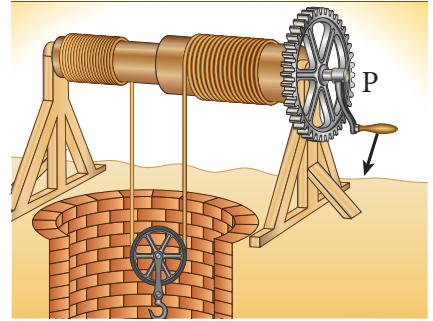


Figura 52 Fântână



Figura 53 Halteră

Portofoliu

- 8 În laboratorul de fizică există baghete destinate lucrărilor practice de electricitate. O baghetă este alcătuită jumătate din lungimea ei din sticlă și cealaltă jumătate din ebonită. Andrei a învățat despre centrul de greutate și s-a gândit să îl determine pentru o astfel de baghetă. El a căutat în tabele densitățile celor două materiale și a găsit că densitatea sticlei este $\rho_1 = 2\,000$ kg/m³ și densitatea ebonitei $\rho_2 = 1,2$ kg/dm³. Dacă lungimea baghetei este de 32 cm la ce distanță față de capătul de sticlă a găsit Andrei centrul de greutate al baghetei?

OBSERV!

Accesează manualul digital pentru a completa Fișa de observare a comportamentului.



Evaluare

Timp de lucru: **50 de minute**

Din oficiu **10 p**

- 1** Notează **A** dacă propoziția este adevărată și **F** dacă este falsă.
- a) Momentul unei forțe a cărei direcție intersectează axul de rotație nu este niciodată nul. **2,5 p**
- b) Atunci când pârghia este în echilibru, momentul forței active față de punctul de sprijin este egal cu momentul forței rezistente față de același punct. **2,5 p**
- c) În poziția de echilibru stabil, energia potențială a corpului în câmpul gravitațional al Pământului este maximă. **2,5 p**
- d) Un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă verticala dusă din centrul de greutate cade în interiorul bazei de sprijin. **2,5 p**

- 2** Vâsla unei bărci este o pârghie. Specifică gradul pârghiei, punctul de sprijin, forța activă și forța rezistentă. **10 p**

- 3** Completează *Tabelul 3* astfel încât să fie respectată legea pârghiilor. **15 p**

Tabelul 3

F (N)	b_F (m)	R(N)	b_R (cm)
600		1400	60
	0,5	500	40
25	4	20	

- 4** Asupra unei bare cu lungimea $l = 9$ m aflată în echilibru acționează un om cu o forță activă de 250 N pentru a învinge o forță rezistentă de 2 000 N. Află poziția punctului de sprijin al barei. **15 p**

- 5** Cu ajutorul scripetelui compus este ridicat un corp pe distanța $h = 10$ m. Știind că forța activă aplicată este $F = 25$ N, să se afle masa corpului ridicat și distanța d pe care s-a deplasat punctul de aplicație al forței active. (*Figura 54*) **20 p**

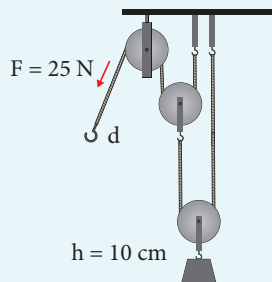


Figura 54 Scripete compus

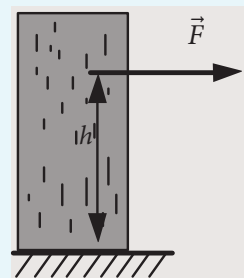


Figura 55 Frigider

- 6** Un frigider are greutatea $G = 800$ N și lățimea 70 cm. La ce înălțime minimă (h) trebuie aplicată o forță $F = 250$ N, pentru ca frigiderul să poată fi rotit față de o muchie a bazei de sprijin sub acțiunea ei? (*Figura 55*) **20 p**

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre probleme ai avut punctaj mai mic. Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!
Punctaj:	Punctaj:	

Exersezi și progresezi

- 1 Dacă apeși pedala bicicletei vertical în jos și nu poți scoate bicicleta din repaus, ce poziție are pedala?
- 2 Corpul 3 din *Figura 56* are masa de 2 kg. Ce mase au corpurile 1 și 2 dacă sistemul celor trei corpuri este în echilibru?
- 3 Mihai și Dănuț au masele $m_1 = 30$ kg și $m_2 = 20$ kg. Ei vor să se dea într-un balansoar care are lungimea de 3 m. Dacă Dănuț se așază la un capăt al balansoarului, la ce distanță față de el se va așeza Mihai pentru ca balansoarul să fie în echilibru? Care va fi în această situație forța de reacțiune în punctul de sprijin al balansoarului?
- 4 Un corp este rotit în jurul unui punct de o forță de 40 N. Ce valoare are momentul forței dacă brațul ei este de 30 cm? Cu cât variază valoarea forței, dacă brațul ei scade de două ori, pentru ca momentul forței să rămână constant?
- 5 Pentru a ridica un corp cu masa $m = 100$ kg se folosește o pârghie de gradul întâi la care brațul forței rezistente este de 6 ori mai mic decât brațul forței active. (*Figura 57*)
Care este valoarea forței active pentru ca pârghia să fie în echilibru în poziție orizontală?

Portofoliu

- 6 Cele două corpuri din *Figura 58* au masele $m_1 = 4$ kg și $m_2 = 8$ kg și sunt în repaus. Corpul 2 este acționat printr-un resort cu constantă elastică $k = 400$ N/m, care formează cu direcția verticală un unghi de 60° .
Află:
a) alungirea resortului;
b) forța de reacțiune normală pe plan exercitată asupra celui de-al doilea corp;
c) valoarea forței de frecare dintre cel de-al doilea corp și suprafață, pentru care acesta nu începe să alunece.
- 7 O bară omogenă AB este articulată în punctul A și legată prin sistemul de scripete la celălalt capăt. Greutatea barei este $G_1 = 300$ N. (*Figura 59*)
Să se afle masa corpului suspendat de scripete astfel încât sistemul să fie în echilibru.

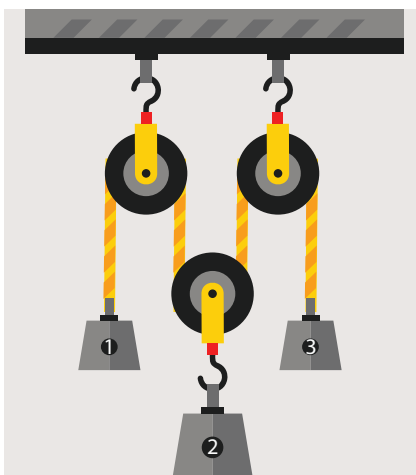


Figura 56 Sistem de scripete



Figura 57 Pârghie

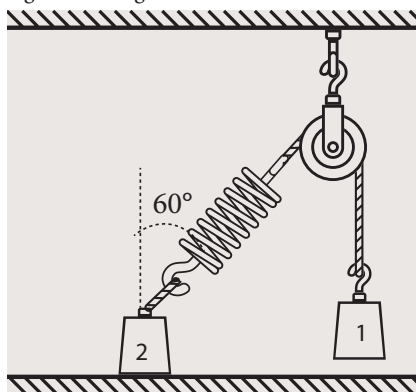


Figura 58 Scripete

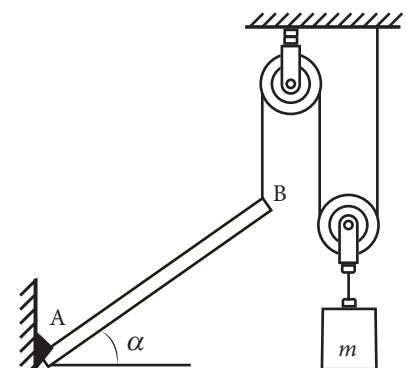


Figura 59 Bară articulată

Presiunea. Presiunea hidrostatică

Ce înveți?

- Ce este presiunea
- Ce este și de cine depinde presiunea hidrostatică

Cuvinte-cheie

- presiune
- presiunea hidrostatică
- Pascal (Pa)
- manometru

Din experiența ta!

1 Un turist se deplasează prin zăpada mare, afânată: fără rachete de zăpadă (Figura 1), cu rachete de zăpadă (Figura 2). În ce situație acesta înaintează mai ușor?

2 De ce obiectele de tăiat sau găurit, au lamele sau vârfurile ascuțite? (Figura 3)



Figura 1 Turist fără rachete de zăpadă



Figura 2 Turist cu rachete de zăpadă



Figura 3 Cuțit

Află!

Efectele apăsării pe o suprafață depind atât de orientarea, valoarea și uniformitatea distribuirii forței de apăsare pe suprafață, cât și de aria suprafeței respective. Repartizarea forței pe o suprafață mare reduce efectul de apăsare, iar pe o suprafață mică îl intensifică.

Menținerea turistului deasupra stratului de zăpadă este rezultatul exercitării forței de apăsare (greutatea lui) pe suprafața întinsă a rachetelor de zăpadă (sau a schiurilor). Cu obiectele ascuțite se acționează pe o suprafață foarte mică astfel încât se produce un efect puternic de apăsare (străpungerea sau tăierea corpurilor).

Presiunea este mărimea fizică scalară definită prin raportul dintre modulul forței ce apasă uniform și perpendicular pe o suprafață și aria acelei suprafețe:

$$p = \frac{F}{S}; F - \text{modulul forței}; S - \text{aria suprafeței}; \langle p \rangle_{SI} = \frac{\langle F \rangle_{SI}}{\langle S \rangle_{SI}} = \frac{N}{m^2} = Pa.$$

Un Pascal (Pa) este valoarea presiunii exercitată de o forță de un Newton distribuită uniform și perpendicular pe o suprafață de un metru pătrat.

Unități de măsură pentru presiune, tolerate, utilizate des:

$$1 \text{ atm} = 101325 Pa \approx 10^5 Pa \text{ (atmosfera fizică)}; 1 \text{ bar} = 10^5 Pa \approx 1 \text{ atm};$$

$$1 \text{ torr} = 1/760 \text{ atm} \approx 133,32 Pa \text{ (calculat la } 0^\circ \text{ și } g = 9,80665 \text{ m/s}^2\text{)}.$$

Observă instrumentul de măsură a presiunii numit **manometru**. (Figura 4)



Figura 4 Manometru

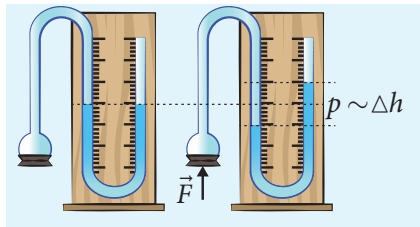


Figura 5 Manometru cu capsulă manometrică

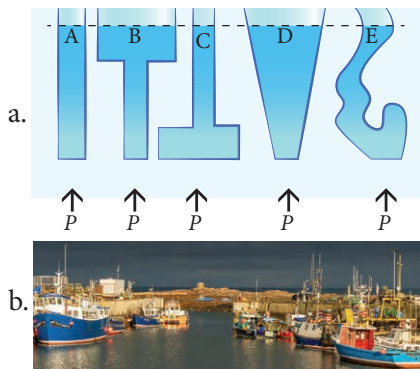


Figura 6 Lichide în repaus

Experiment

Scop: Evidențierea:

1. orientării forțelor de apăsare ale lichidului asupra pereților vasului

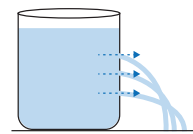


Figura 8 Vas găurit

(Figura 8);

2. dependenței presiunii hidrostaterice de adâncime (calitativ).

Materiale necesare: vas de plastic în care sunt practicate orificiile la înălțimi diferite, apă

Mod de lucru: Umpli repede paharul cu apă și urmărești curgerea jeturilor.

Constatări:

- Ce indică orientările și lungimile diferite ale jeturilor de apă despre direcțiile forțelor de apăsare din partea lichidului asupra pereților vasului și mărimii presiunilor lichidului la diverse niveluri?

Acesta este un dispozitiv în care acțiunea forței de presiune produce un efect specific, transformat în indicații citibile, proporțional cu valoarea presiunii măsurate.

Manometru cu capsulă manometrică (Figura 5) este alcătuit dintr-un tub din sticlă transparentă, în formă de U ce conține un lichid colorat și o capsulă acoperită cu o membrană elastică, cuplată la unul din brațele tubului. Când membrana elastică nu este apăsată, nivelul lichidului în ambele ramuri este același. La apăsarea membranei, aerul comprimat în capsula manometrică apasă lichidul și produce o diferență de nivel între ramuri direct proporțională cu presiunea exercitată.

Din experiența ta!

3 Ce proprietăți ale lichidelor recunoști în Figura 6 a. și b.?

4 Ții în palmă întâi un pahar gol, apoi același pahar umplut cu apă. De ce simți o apăsare diferită asupra mâinii din partea paharului?

Află!

Toate moleculele de lichid fiind identice, sunt atrase cu aceeași forță de către Pământ, astfel încât așezarea uniformă a acestora în vas va determina forma plană și orizontală a suprafeței lichidului aflat în repaus. Forța de atracție gravitațională a Pământului asupra unui lichid realizează presiune pe suprafața cu care vine în contact.

De exemplu: Paharul plin cu apă apasă mai tare pe suprafața palmei.

Presiunea statică a lichidului, produsă în interiorul acestuia de către greutatea coloanei de lichid ce apasă la un nivel dat, se numește **presiune hidrostatică**.

În vasul cilindric (Figura 7), coloana de lichid omogen aflat în repaus, având densitatea ρ și de înălțime h , apasă cu greutatea G pe stratul de molecule cu suprafața S :

$G = mg = \rho V_{\text{coloană}} g = \rho Shg$, g - accelerația gravitațională a Pământului.

Stratul de suprafață S este supus presiunii:

$$p = \frac{G}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh.$$

În formula presiunii lichidului se găsesc mărimi fizice ce exprimă **natura lichidului** (ρ), **adâncimea** la care se măsoară (h) și **accelerația gravitațională** (g). Deoarece lichidul este considerat în echilibru mecanic static (repas), forțele de apăsare ale acestuia pe pereții vasului se exercită perpendicular, astfel încât nu pot determina mișcarea lichidului de-a lungul pereților.

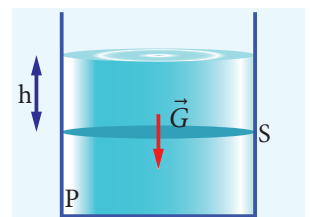


Figura 7 Vas cilindric

Observă și descoperă!

5 Într-un vas cu apă în repaus, delimitezi imaginar un cilindru de apă ca în *Figura 9*. Ce exprimă forțele reprezentate? Ce legătură găsești între presiunile hidrostactice de la cele două niveluri (h_1 și h_2) și greutatea coloanei de apă, de formă cilindrică, cu aria bazei S , cuprinsă între cele două niveluri? (*Indicație:* Volumul unui cilindru drept se calculează ca produsul dintre aria bazei și înălțime.)

Află!

Pe fața superioară a cilindrului de apă acționează forța de apăsare \vec{F}_1 exercitată de stratul de apă cu grosimea h_1 iar pe cea inferioară \vec{F}_2 determinată de stratul de apă cu grosimea h_2 . Forțele de apăsare pe pereții laterali opuși ai cilindrului, cauzate de presiunile hidrostactice de la același nivel, se anulează reciproc, fiind egale. Pentru că lichidul se află în repaus, rezultanta forțelor reprezentate în *Figura 9* este zero.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{G} = 0, \text{ adică } F_2 - G - F_1 = 0, \text{ astfel } F_2 - F_1 = G \quad (1)$$

unde $G = mg = \rho Vg = \rho S(h_2 - h_1)g$ (2) și $F_1 = p_1 S$ (3) iar $F_2 = p_2 S$ (4)

Înlocuind (2), (3) și (4) în relația (1) se obține: $p_2 S - p_1 S = \rho S(h_2 - h_1)$, de unde $p_2 - p_1 = \rho g(h_2 - h_1)$, relație numită principiul **fundamental al hidrostacității**.

Important

- **Presiunea** este mărimea fizică scalară, derivată, exprimată prin raportul dintre forța care acționează normal (perpendicular) și uniform pe o suprafață și aria acelei suprafețe: $p = F/S$.
- **Presiunea hidrostactică** este apăsarea exercitată de greutatea unui lichid aflat în repaus pe suprafața cu care vine în contact. Este dependentă de densitatea lichidului, adâncimea la care se află suprafața apăsată și accelerația gravitațională din acel loc: $p = \rho gh$.

Aplică!

6 Între ramurile tubului de tip U al unui manometru cu capsulă manometrică, apa $\rho_a = 1 \text{ g/cm}^3$ are o denivelare de 10 cm. La ce adâncime se află capsula în apă, știind că atunci când este în aer, nivelurile lichidului din ambele ramuri sunt identice? (*Figura 10*)

Portofoliu

7 Un scafandru coboară până la adâncimea de 120 m. Cunoscând că, în medie, suprafața pielii unui om este de aproximativ 2 m^2 , iar densitatea apei de mare este de 1200 kg/m^3 , calculează ce forță de apăsare suportă pielea scafandruului numai din partea apei.

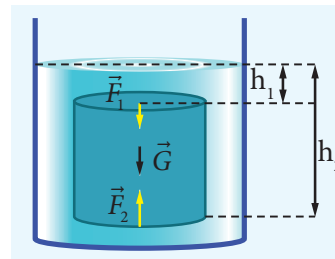


Figura 9 Vas cu apă

Experiment

Scop: Descoperirea factorilor de care depinde presiunea hidrostactică

Materiale necesare: manometrul cu capsulă manometrică, vas, apă distilată, apă sărată, alcool sanitar, riglă

Mod de lucru:

1. Introduci capsula manometrică în apa distilată: a) la niveluri diferite, orientată identic; b) la același nivel, orientată pe diverse direcții.
2. Introduci capsula manometrică la același nivel, în saramură și apoi în alcool sanitar.

Constatări:

- Ce legătură observi între diferențele de nivel (Δh) din cele două ramuri ale tubului U și diferitele adâncimi la care se află capsula manometrică?
- Se modifică Δh pentru orientări diferite ale capsulei, la aceeași adâncime?
- Ce dependență constăți între Δh și tipul lichidului din vas, la aceeași adâncime?

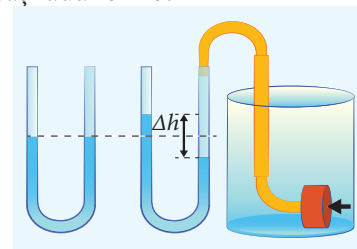


Figura 10 Manometru cu capsulă manometrică

Presiunea atmosferică (abordare interdisciplinară – Geografie)

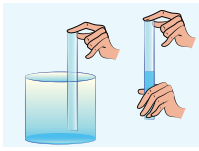
Ce înveți?

- Ce este presiunea atmosferică
- Ce proprietăți are presiunea atmosferică terestră

Cuvinte-cheie

- presiune atmosferică
- barometru
- mmHg

Experiment



Scop: Evidențierea presiunii atmosferice

Materiale: tub de sticlă, vas cu apă

Mod de lucru:

1. Introduci tubul de sticlă vertical în vasul cu apă.
2. Astupi partea de sus a tubului cu degetul și ridici tubul din vas.

Constatări:

- De ce nu curge apa din tubul ținut vertical?

Important

- **Presiunea atmosferică** este forța exercitată de aerul atmosferic pe unitatea de suprafață, datorită atracției gravitaționale a Pământului.
- **Barometrul** este instrumentul de măsură a presiunii atmosferice.
- **Milimetru coloană de mercur:** $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr}$.

Din experiența ta!

1 Observă *Figura 11*.

- a) Ce știi despre atmosfera terestră?
- b) De ce aerul atmosferic nu se pierde în spațiul cosmic?

Află!

Atmosfera terestră reprezintă stratul de aer ce înconjoară Pământul, menținut de atracția gravitațională a acestuia. Aerul atmosferic este un amestec de gaze cu masa de aproximativ $5 \cdot 10^{15}$ tone, concentrat în proporție de circa 90% în primii 10 km ai troposferei.

Forța de atracție exercitată de Pământ asupra aerului atmosferic, determină creșterea densității atmosferei cu apropierea de sol și este cea care realizează presiune pe suprafața cu care vine în contact, numită **presiune atmosferică**.

Ea depinde de latitudine, altitudine și densitatea aerului din acel loc. Presiunea atmosferică se exprimă uzual în **milimetri coloană de mercur**: $1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr} \approx 0,013 \text{ atm}$.

Presiunea aerului calculată la nivelul mării, latitudinea de 45 grade și temperatura de zero grade Celsius, cu valoarea de 760 mmHg este numită **presiunea atmosferică normală**.

Instrumentul de măsură a presiunii atmosferice se numește **barometru**. **Exemplu:** barometrul sifon (*Figura 12*).

Lichidul din tubul barometric este în echilibru static dacă forțele ce acționează la același nivel în cele două ramuri comunicante exercită presiuni egale. Presiunea aerului atmosferic este egală cu presiunea hidrostatică a coloanei de lichid cu înălțimea h .

Aplică!

2 Adăpătoarea păsărilor (*Figura 13*) conține un vas cu apă, întors cu deschiderea într-o farfurie de adâncime h sub orificiul de comunicare. Dispozitivul funcționează ca un barometru sifon, cu deosebirea că în vas intră aer și simultan se scurge apă în farfurie pentru echilibrarea presiunilor din cele două ramuri comunicante. Calculează presiunea aerului din vas dacă $H = 38 \text{ cm}$,

$\rho_a = 1 \text{ g/cm}^3$ iar aerul atmosferic are presiune normală.



Figura 11 Atmosfera terestră

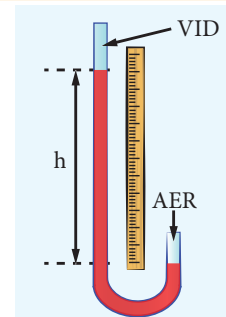


Figura 12 Barometru sifon

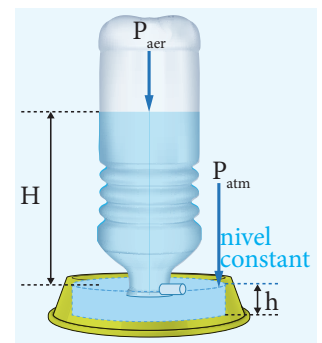


Figura 13 Adăpătoare păsări

Legea lui Pascal. Aplicații

Ce înveți?

- Transmiterea forței cu ajutorul lichidelor
- Legea lui Pascal
- Aplicații ale legii lui Pascal

Cuvinte-cheie

- vase comunicante
- incompresibilitate
- dispozitive hidraulice

Observă și descoperă!

- 1 Un lichid se află în repaus într-un sistem de vase comunicante ca în *Figura 14*. De ce nivelul lichidului este același în toate vasele, indiferent de forma sau volumul acestora?
- 2 Ce proprietate a lichidului permite transmiterea apăsării de la pedală către roți, în cadrul sistemului de frânare al automobilului? (*Figura 15*)
- 3 De ce sare dopul B când ciocanul lovește dopul A? (*Figura 16*)

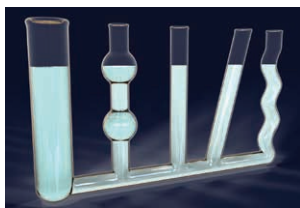


Figura 14 Vase comunicante

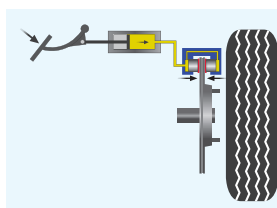


Figura 15 Sistem de frânare hidraulic

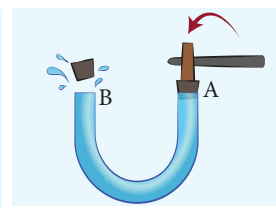


Figura 16 Tub U cu dopuri

Află!

În vasele ce comunică în partea inferioară, numite **vase comunicante**, forțele de apăsare gravitațională ale coloanelor de lichid omogen, creează aceeași presiune ($p = \rho gh$) la nivelul tubului de comunicare, pentru ca lichidul să se aflu în echilibru static. Astfel suprafața liberă din fiecare coloană se află la același nivel (**principiul vaselor comunicante**). Acest principiu a fost descoperit de fizicianul **Blaise Pascal**. Suprafața liberă a lichidelor este elastică și exercită o presiune foarte mare asupra interiorului lichidului, de aceea lichidele sunt practic incompresibile. Transmiterea unei modificări a presiunii apărută într-un loc în interiorul lichidului se bazează pe proprietatea de **incompresibilitate** a lichidului (**principiul transmiterii presiunii în fluide**).

Presiunea exercitată din exterior asupra unui lichid aflat în repaus, se transmite integral, cu aceeași intensitate, pe toate direcțiile, în lichid cât și la pereții vasului care îl conține. (**Legea lui Pascal**)

Informează-te! +•

Legea lui Pascal se aplică la următoarele dispozitive hidraulice:

- **Presa hidraulică** (*Figura 17*) - dispozitiv alcătuit din două vase comunicante ce conțin lichid până la nivelul pistoanelor de secțiuni diferite, care etanșează cele două vase. Presiunea realizată din exterior de către forța F_1 pe pistonul cu suprafața S_1 , se transmite integral în tot lichidul cât și la pistonul de arie S_2 , asupra căruia va acționa forța F_2 multiplicată: $F_1 / S_1 = F_2 / S_2$.

Informează-te!



Blaise Pascal matematician, fizician și filozof francez, a calculat mărimea presiunii hidrost-

tatic, a descris paradoxul hidrost-tatic, legea vaselor comunicante și principiul preseii hidraulice. Numele Pascal a fost dat unității de măsură a presiunii în SI.

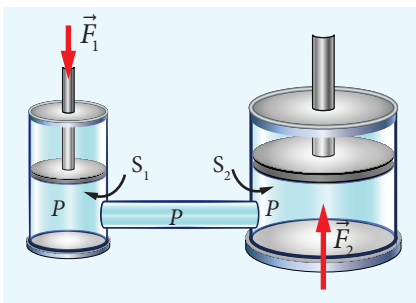
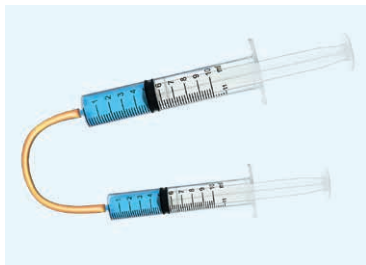


Figura 17 Presă hidraulică

Experiment



Scop: Transmiterea presiunii într-un lichid. Modelul preseii hidraulice

Materiale: două seringi cu diametre diferite, tub de plastic, riglă, apă

Mod de lucru:

1. Scoți pistoanele din seringi și le măsoară diametrele, apoi le calculezi ariile. Umpli cu apă seringă mică.
2. Cuplezi orificiul seringii mici la tub, iar prin apăsarea pistonului, îl umpli complet cu apă, apoi îl cuplezi la orificiul seringii mari.
3. Apeși pe pistonul mic, împingând prin tub un volum de apă identificat pe scala gradată a seringii, spre a doua seringă.
4. Fixezi vertical, cele două seringi pe același suport, cu orificiile cuplate orientate în jos.
5. Așezi corpuri cu mase marcate pe capetele celor două pistoane, astfel încât sistemul să fie în echilibru static.

Constatări:

- Ce volum de apă s-a transferat din seringă mică în cea mare?
- Care sunt cele mai potrivite mase marcate pentru obținerea echilibrului static al pistoanelor?

- **Cricul hidraulic** (Figura 18) – dispozitiv hidraulic folosit pentru ridicarea de greutate, prin acțiune manuală sau mecanică. Este utilizat la ridicarea parțială a automobilelor sau ca parte componentă a scaunelor și fotoliilor hidraulice (stomatologie sau frizerie).

- **Elevatorul hidraulic** (Figura 19) – dispozitiv hidraulic pentru ridicarea vehiculelor.

- **Frâna hidraulică** (Figura 20) – transmite forța de apăsare a pedalei de frână, prin lichidul incompresibil (lichidul de frână) către roțile automobilului.



Figura 18 Cric hidraulic



Figura 19 Elevator hidraulic

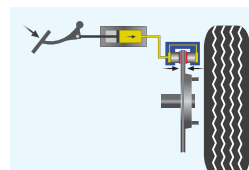


Figura 20 Frâna hidraulică



Important

- **Legea lui Pascal:** Presiunea exercitată din exterior asupra unui lichid aflat în repaus, se transmite integral, la fel de tare și în toate direcțiile, în tot lichidul cât și la pereții vasului care îl conține.
- **Principiul transmiterii presiunii în fluide** se bazează pe incompresibilitatea lichidului.
- **Dispozitivul hidraulic** realizează lucru mecanic pe baza principiului transmiterii presiunii în fluide.

Aplică!

4 Pentru a ridica un automobil, mecanicul apasă mânerul unui cric hidraulic cu o forță de 10 kgf (1 kilogram-forță = 10 N). Suprafața unui piston este de 100 de ori mai mare decât a celuilalt. Reușește mecanicul să ridice automobilul cu masa de o tonă?

Indicație: Aplici formula egalității presiunilor din cele două vase comunicante ale cricului conform legii lui Pascal.

Portofoliu

5 La presarea semințelor pentru obținerea uleiului se folosește o pârghie ideală de tip I cu lungimea $l = 1$ m și brațul forței active de 80 cm.

Forța maximă de apăsare a omului este 100 N. Calculează raportul diametrelor cilindrilor preseii hidraulice care realizează identic acest proces.

Indicație: Aplici legea pârghiilor și legea lui Pascal.

Legea lui Arhimede. Aplicații

Ce înveți?

- Legea lui Arhimede
- Plutirea corpurilor în fluidele aflate în repaus
- Aplicații ale legii plutirii corpurilor în lichide și gaze

Cuvinte-cheie

- forță arhimedică
- greutate aparentă
- forță ascensională
- centru de presiune

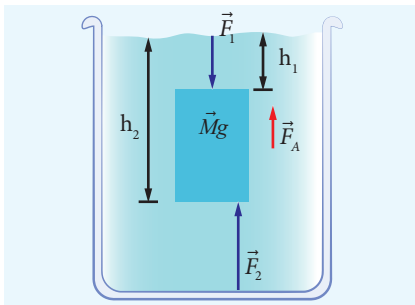


Figura 25 Reprezentare forță arhimedică



Arhimede din Siracuză

(287-221 î.Hr.) a fost matematician, fizician, astronom, inginer și filosof al Greciei antice. Considerat părintele hidrostatiei, a descoperit Legea plutirii corpurilor.

Observă și descoperă!

- 1 De ce nu se scufundă copilul aflat într-o bilă de mers pe apă din Figura 21?
- 2 Cum este posibil ca oul în apă foarte sărată să plutească, dacă în apa dulce se scufundă? (Figura 22)
- 3 De ce bulele de gaz produse suflând printr-un pai, pe fundul unui vas transparent cu apă, se ridică pe direcție verticală? (Figura 23)
- 4 Cum explici că bulele de aer mari se ridică mai repede la suprafață decât cele mici? (Figura 24)



Figura 21 Bilă de mers pe apă



Figura 22 Ou în apă foarte sărată și în apă dulce



Figura 23 Bule de gaz



Figura 24 Bule de aer mari și mici

Află!

Conform principiului fundamental al hidrostatiei, asupra unui corp introdus într-un lichid acționează o forță rezultantă numită **forță arhimedică** (F_A), orientată vertical în sus, ca rezultantă a diferenței dintre forțele de apăsare pe suprafețele inferioară și superioară ale corpului (Figura 25): $F_A = F_2 - F_1 = (p_2 - p_1) S = \rho_{\text{lichid}} g (h_2 - h_1) S = Mg$.

Direcția și sensul forței arhimedice: **verticală, de jos în sus.**

Modulul forței arhimedice, $F_A = \rho_{\text{lichid}} g V_{\text{lichid dezlucit}}$:

- este egal cu modulul greutății lichidului dezlucit de corp,
- $F_A = \rho_l g V_l = m_l g = G_l$;
- crește cu mărirea densității lichidului;
- crește cu volumul corpului scufundat;
- nu depinde de masa corpului scufundat;
- nu depinde de adâncimea la care este scufundat corpul.

Legea lui Arhimede: Un corp scufundat într-un lichid aflat în repaus, este împins vertical în sus, cu o forță al cărei modul este egal cu greutatea lichidului dezlucit de corp.

Aplică!

- 5 Scufunzi complet în aceeași cantitate de apă dintr-un vas, ținând în palmă, pe rând, o lingură metalică, iar apoi un ou (Figura 26). Știind că ambele corpuri au aceeași masă, explică diferențele observate.



Figura 26 Lingură și ou scufundate

6 O radieră suspendată de un cârlig al unui cântar de mână este scufundată în apă la diferite adâncimi. De ce indicațiile cântarului nu diferă în funcție de adâncime? (Figura 27)

7 Calculează forța arhimedică ce acționează asupra radiatorii prezentată în Figura 27 dacă volumul acesteia se poate determina măsurând volumul de apă scurs în vasul mic, considerat cilindric ca în Figura 28. Se cunosc: $\rho_{\text{apă}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$, înălțimea coloanei de apă din vasul cilindric este $h = 12 \text{ mm}$, iar aria bazei acestuia este $S = 1400 \text{ mm}^2$.

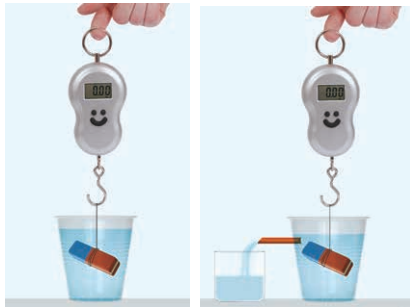


Figura 27 Radieră scufundată
Figura 28 Radieră scufundată și vas mic

Experiment

Scop: Descoperirea și măsurarea forței de acțiune a lichidului asupra unui corp scufundat în acesta

Materiale: două vase adânci identice, volume egale de apă pură și saramură, cântar electronic de bucătărie cu cârlig (precizie 1 gram), desfăcător metallic de dopuri (corp de lucru)

Mod de lucru:

1. Măsori greutatea corpului în aer, apoi scufundat total în apă/saramură.
2. Înregistrezi în Tabelul 1 greutatea măsurată pentru corpul aflat total în aer și apoi în cele două lichide.
3. Calculezi și înregistrezi în tabel diferențele dintre greutatea corpului, măsurată în aer și apoi în fiecare lichid, pe baza cărora formulezi concluzii despre forțele arhimedice.

Constatări:

- Ce constăți despre forța de acțiune a lichidului asupra corpului?
- Dar despre dependența ei de natura lichidului?

Tabelul 1

Nr. det.	Greutatea corpului în aer	Lichidul	Greutatea aparentă a corpului în lichid	Diferența $G_{\text{in aer}} - G_{\text{in lichid}}$	Obs.
1		apă			
2		saramură			

Observă și descoperă!

8 Figura 29 prezintă trei poziții ale aceluiași ou în trei tipuri de saramură cu concentrații diferite. Care ar fi cauza pozițiilor staționare diferite ale oului?

Portofoliu

9 Care este explicația celor trei situații posibile (la suprafață, în interiorul mării, pe fundul mării), în care se află submarinele din Figura 30 a. b. c.?

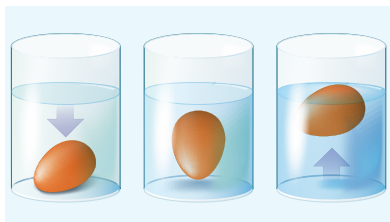


Figura 29 Pozițiile oului



Figura 30 Submarine

Află!

Plutirea unui corp omogen introdus într-un lichid aflat în repaus. (Figura 31)

- Dacă $G > F_A \Leftrightarrow \rho_c > \rho_l$ corpul **se scufundă** (Figura 31 a.) sub acțiunea forței numită **greutate aparentă**: $G_a = G - F_A$.
- Dacă $G = F_A \Leftrightarrow \rho_c = \rho_l$ corpul **rămâne în echilibru** în interiorul lichidului. (Figura 31 b.)
- Dacă $G < F_A \Leftrightarrow \rho_c < \rho_l$ corpul **se ridică** la suprafață (Figura 31 c.) sub acțiunea unei forțe numită **forță ascensională**: $F_a = F_A - G$.

Condiția de plutire a unui corp este $G = F_A$.

Punctul de aplicație al forței arhimedice se numește **centru de presiune**. Pentru un corp omogen, cu formă geometrică regulată, acesta se găsește în *centrul de simetrie* al porțiunii de corp aflată în lichid. Centrul de presiune coincide ca poziție cu *centrul de greutate* al corpului, când acest corp se află integral în lichid.

Plutirea unui corp neomogen introdus într-un lichid aflat în repaus. (Figura 32)

- Vapoarele pot fi considerate corpuri neomogene care plutesc.
- Poziția *centrului de greutate* C al vaporului nu coincide cu cea a *centrului de presiune* O.
 - Dacă C este situat sub O, pe aceeași verticală, vaporul va pluti, fiind în starea de echilibru stabil. Scos din această stare, el va reveni la poziția inițială sub acțiunea *cuplului de forțe* \vec{G} și \vec{F}_A .

Observă și descoperă!

10 Baloanele umplute cu hidrogen sau cu aer cald, lăsate libere, se ridică în aer (Figura 33). Care ar fi cauza?

11 Urmărind experimentul virtual din Figura 34, explică de ce introducerea balonului în incinta cu dioxid de carbon a dus la dezechilibrarea balanței.

Află!

Legea lui Arhimede se verifică și în cazul gazelor, astfel încât reformulată, se poate enunța:

Un corp scufundat într-un **fluid** aflat în repaus, este împins vertical în sus, cu o forță a cărei modul este egal cu **greutatea fluidului dezlocuit** de corp.

Când forța arhimedică a aerului atmosferic este mai mare decât greutatea unui corp, asupra acestuia va acționa o forță ascensională $F_a = F_A - G$, ca în cazul balonului cu aer cald, a cărui densitate medie este mai mică decât a aerului.

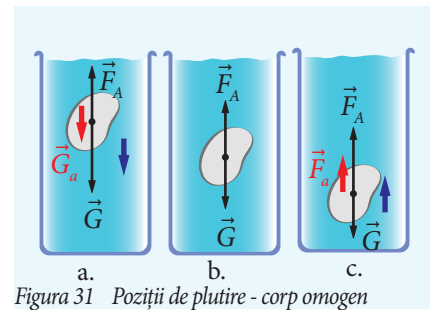


Figura 31 Poziții de plutire - corp omogen

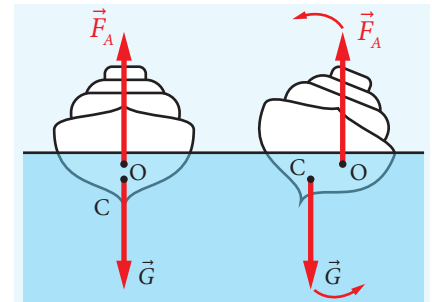


Figura 32 Condiția de plutire la suprafață - corp neomogen



Figura 33 Balon cu aer cald

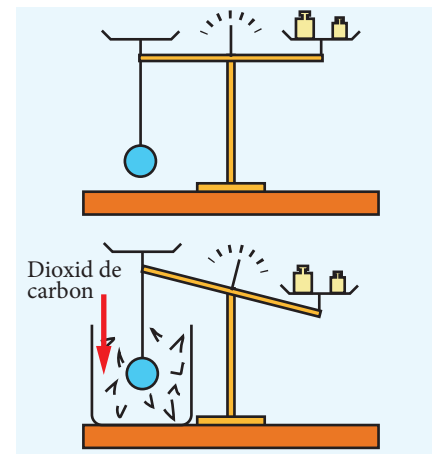


Figura 34 Balanță

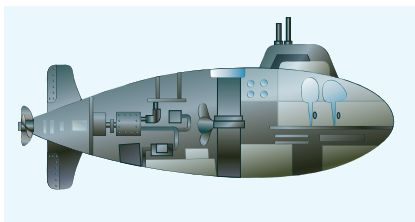


Figura 35 Submarin



Figura 36 Aerostat



Important

- **Legea lui Arhimede:** Un corp scufundat într-un fluid aflat în repaus, este împins vertical în sus, cu o forță al cărei modul este egal cu greutatea lichidului dezlucuit de corp.
- **Condiția de plutire a unui corp** este $G = F_A$.
- Dacă $\rho_{\text{corp}} > \rho_{\text{fluid}}$ corpul **se scufundă** sub acțiunea **greutății aparente**.
- Dacă $\rho_{\text{corp}} < \rho_{\text{fluid}}$ corpul **se ridică** sub acțiunea **forței ascensionale**.
- Dacă $\rho_{\text{corp}} = \rho_{\text{fluid}}$ corpul se află în **echilibru mecanic static** în orice loc din interiorul fluidului.

Autoevaluare

Completează următoarele enunțuri, gândindu-te la această lecție.

1. Am reușit să
2. Am avut dificultăți la
3. Activitatea mea poate fi apreciată cu nota

Informează-te!



Aplicații ale legii lui Arhimede

- **Submarinul** (Figura 35) este o navă ce poate pluti la suprafața sau în interiorul mărilor și oceanelor, prin variația controlată a greutateii sale.
- **Aerostatele** (Figura 36) sunt aeronave construite din anvelope ușoare umplute cu un gaz cu densitatea mai mică decât a aerului. În această categorie se găsesc: balonul cu aer cald, dirijabilele, balonul sondă.
- **Densimetrul** (Figura 37) este instrumentul de măsură utilizat pentru determinarea densității lichidelor.
- **Liniile de încărcare a vapoarelor** (Figura 38) sunt marcaje pe suprafața laterală, ce indică nivelul maxim de scufundare în cazul încărcării acestora pentru a pluti în siguranță în ape cu densități diferite.

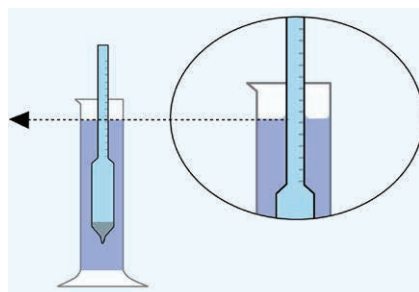


Figura 37 Densimetru

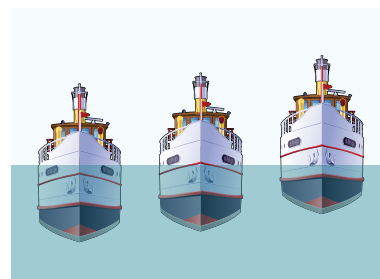


Figura 38 Linie de încărcare vapor

Aplică!

Portofoliu

12 Un ghețar care plutește în mare are volumul de deasupra apei egal cu $V_1 = 150 \text{ m}^3$. Află volumul total al ghețarului.

$$\text{Se dau: } \rho_{\text{apă de mare}} = \frac{1\,030 \text{ kg}}{\text{m}^3}; \rho_{\text{gheață}} = \frac{900 \text{ kg}}{\text{m}^3}.$$

Indicație: Aplici formula condiției de plutire a ghețarului, unde $V_{\text{lichid dezlucuit}} = V_{gh} - V_1$, iar $m_{gh} = \rho_{gh} V_{gh}$.

13 Un balon cu aer cald, având masa de 400 kg și volumul de 600 m^3 se ridică vertical în aerul atmosferic cu densitatea $\rho = \frac{1,3 \text{ kg}}{\text{m}^3}$. Calculează forța ascensională, dacă greutatea oamenilor din nacelă este de 2 000 N.

Indicație: Aplici formula forței ascensionale și ieși în calcul masa totală a sistemului oameni-balon.

14 Un vapor cu masa de 30 tone trece din Marea Neagră

($\rho_{\text{apă sărată}} = 1\,028 \text{ kg/m}^3$) în Dunăre ($\rho_{\text{apă dulce}} = 1\,007 \text{ kg/m}^3$). Calculează raportul volumelor părților cufundate în cele două tipuri de apă.

Indicație: Aplici formula condiției de plutire a vaporului.

Recapitulare

1 Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.

A. Presiunea este:

- a) o mărime fizică scalară;
- b) o mărime fizică vectorială;
- c) măsura forței de apăsare;
- d) un fenomen fizic.

B. Presiunea hidrostatică depinde de:

- a) forma vasului care conține lichidul;
- b) natura vasului care conține lichidul;
- c) natura lichidului;
- d) direcția pe care se măsoară în interiorul lichidului.

C. Legea lui Pascal se aplică:

- a) tuturor corpurilor;
- b) fluidelor;
- c) lichidelor;
- d) gazelor.

D. Forța arhimedică:

- a) acționează pe toate direcțiile în fluid;
- b) depinde de forma corpului din fluid;
- c) depinde de natura fluidului;
- d) se manifestă asupra corpurilor introduse doar în lichide.

2 Stabilește valoarea de adevăr a următoarelor afirmații:

- a) Presiunea crește odată cu mărirea suprafeței pe care acționează forța de apăsare.
- b) Atmosfera fizică (atm) este unitate de măsură pentru presiune.
- c) Presiunea atmosferică normală este de 760 mmHg.
- d) Ascensiunea baloanelor cu aer cald este consecința acțiunii forței arhimedice a aerului atmosferic.

3 Reprezintă forțele ce acționează din partea fluidului asupra:

- a) peretelui unui baraj de acumulare de la suprafață, către fundul lacului;
- b) peretelui unui balon cu aer cald, la diferite înălțimi de urcare.

4 Un om exercită o presiune de 1,4 kPa pe platforma unui cântar, cu suprafața de 0,5 m². Ce masă are omul?

5 Corpul uman suportă, fără a fi afectat, presiuni maxime de cca. 4 atm. Considerând că la suprafața apei presiunea atmosferică are valoare normală, află adâncimea maximă la care poate cobori scafandrul.

6 Pentru a comprima un nit de aluminiu, se acționează asupra acestuia cu o forță de 200 kgf, cu ajutorul unei prese hidraulice manuale. Forța de apăsare a mâinii este de 2 kgf. Care este raportul diametrelor pistoanelor, dacă se neglijează frecările?

7 Un corp cu masa $m = 1$ kg este suspendat de un resort pe care îl alungește cu 5 cm în aer. Dacă acest corp se scufundă complet în ulei ($\rho_{\text{ulei}} = 900$ kg/m³), alungirea resortului scade cu 10%. Se dă $g \cong 10$ N/kg.

- a) Ce greutate aparentă are corpul?
- b) Care este volumul de ulei dezlocuit de corpul scufundat?

8 Scrie un eseu despre aplicațiile forței arhimedice la gaze.

OBSERV!



Accesează manualul digital pentru a completa Fișa de observare a comportamentului.

Evaluare

Timp de lucru: **50 de minute**

Din oficiu **10 p**

<p>1 Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.</p> <p>I. Unitatea de măsură a presiunii în SI este:</p> <p>a) N; b) N/m; c) Pa; d) Nu are.</p> <p>II. Presiunea atmosferică influențează:</p> <p>a) starea vremii; b) atracția gravitațională a Pământului;</p> <p>c) presiunea hidrostatică; d) turtirea Pământului la poli.</p> <p>III. Frâna hidraulică este o aplicație practică pentru:</p> <p>a) principiul fundamental al hidrostaticii; b) presiunea hidrostatică;</p> <p>c) legea lui Arhimede; d) legea lui Pascal.</p> <p>IV. Dacă un corp omogen este scufundat într-un lichid:</p> <p>a) masa lui scade; b) îi crește masa; c) greutatea lui se micșorează; d) îi crește greutatea.</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p>
<p>2 Notează cu adevărat(A) sau fals (F) enunțurile.</p> <p>a) Presiunea este o mărime fizică vectorială deoarece cuprinde forța în formula de definiție.</p> <p>b) Presiunea hidrostatică depinde de înălțimea coloanei de lichid indiferent de volumul acestuia.</p> <p>c) Conform legii lui Pascal forța de apăsare exercitată asupra unui lichid se transmite integral în tot lichidul cât și la pereții vasului ce-l conține.</p> <p>d) Ascensiunea baloanelor cu aer cald este o consecință a acțiunii forței arhimedice din partea aerului atmosferic.</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p>
<p>3 Cea mai înspăimântătoare piscină din lume atârna la etajul 24 al hotelului Holliday Inn din Shanghai, părând suspendată peste o șosea. Calculează forța de apăsare la care este supus fundul de sticlă (grosime cca. 20 cm) al piscinei având la interior lungimea 30 m, lățimea 6 m și adâncimea 1,5 m.</p>	<p>10 p</p>
<p>4 Între ramurile comunicante ale unui vas de tip U, apa pură conținută are o diferență de nivel de 0,15 m. Ce presiune are aerul din vasul cuplat printr-un tub la ramura cu nivelul mai mic?</p>	<p>10 p</p>
<p>5 Este posibil ca graficul dependenței presiunii hidrostatice de adâncime să nu conțină punctul din originea axelor? Este posibil ca două astfel de dependențe grafice aparținând la două lichide diferite să se intersecteze într-un punct în afara originii axelor? Argumentează răspunsurile.</p>	<p>15 p</p>
<p>6 În timpul funcționării unui cric hidraulic fără frecări, maneta de acționare împinge în jos pistonul mic pe distanța de 10 cm. Ariile pistoanelor se află în raportul 1/100. Câte acționări ale manetei sunt necesare pentru a produce o ridicare de 2 cm?</p>	<p>15 p</p>

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre probleme ai avut punctaj mai mic. Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!
Punctaj:	Punctaj:	

Exersezi și progresezi

- 1** Completează spațiile libere astfel încât să obții enunțuri corecte.
- Presiunea se calculează prin raportul dintre ce acționează perpendicular și uniform pe
 - Fluidele sunt substanțele aflate în stările de agregare și cu proprietatea de a curge.
 - Instrumentul de măsură a presiunii atmosferice este
 - Funcționarea frânei hidraulice se bazează pe legea lui
 - Punctul de aplicație al forței arhimedice se numește
- 2** Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile și corectează enunțul acolo unde este fals.
- Presiunea hidrostatică la suprafața apei este egală cu presiunea atmosferică.
 - În vasele comunicante un lichid urcă la aceeași înălțime.
 - Centrul de presiune este centrul de greutate al lichidului dezlocuit de corp.
 - Un corp neomogen cu densitatea mai mare decât a apei poate pluti la suprafața acesteia.
 - Utilizarea densimetrelor se bazează pe legea transmiterii presiunii în lichide.
- 3** Parbrizul unui automobil (*Figura 39*) rezistă la o presiune maximă de 150 N/cm^2 . O pietricică cubică de volum $V = 1 \text{ cm}^3$ ciocnește sticla cu forța $F = 200 \text{ N}$, sub unghiul $\alpha = 45^\circ$.
Se fisurează parbrizul?
- 4** O minge sferică cu masa $m = 220 \text{ g}$ și volumul $V = 10 \text{ litri}$ este legată printr-un fir inextensibil, de masă neglijabilă, de fundul unui vas cu apă ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$). Mingea este scufundată total, sub nivelul suprafeței libere a lichidului (*Figura 40*).
Determină:
- presiunea hidrostatică în punctul cel mai de jos al mingii;
 - tensiunea din fir.
- 5** În vasul ce conține pe fundul lui un cub din lemn cu latura de $0,1 \text{ m}$, ($\rho_{\text{lemn}} = 600 \text{ kg/m}^3$), se toarnă încet apă ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$).
- Reprezintă grafic dependența forței arhimedice, care acționează asupra cubului, de înălțimea coloanei de apă.
 - Calculează procentul din volumul cubului aflat deasupra apei.



Figura 39 Parbriz auto

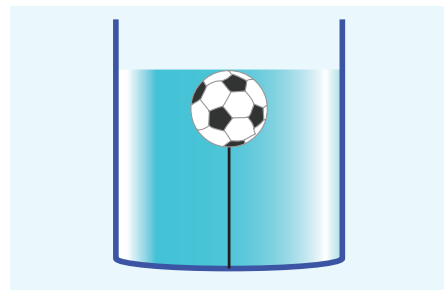


Figura 40 Mingea ținută sub apă

Unde mecanice

Ce înveți?

- Despre mișcarea oscilatorie
- Ce este unda mecanică

Cuvinte-cheie

- mișcare oscilatorie
- undă
- perturbație
- propagare

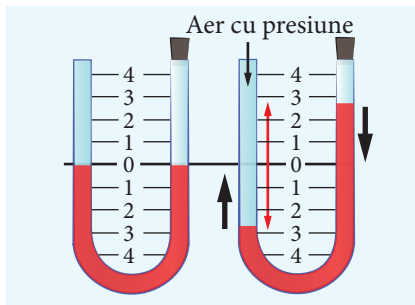


Figura 1 Tub U cu lichid

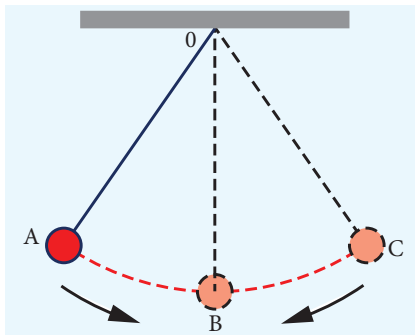


Figura 2 Pendul gravitațional

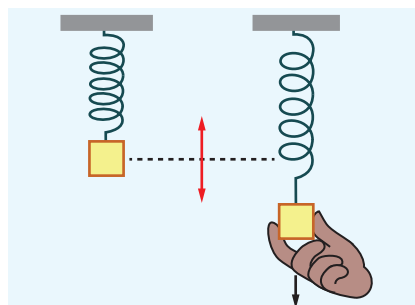


Figura 3 Pendul elastic

Descoperă!

- 1 Toarnă apă într-un tub din plastic transparent (**exemplu:** o bucată de furtun cu diametrul $d = 1$ cm) îndoit în formă de U, iar după ce acoperi unul dintre capete cu mâna, suflă aer prin celălalt capăt pentru un timp scurt. Ce observi urmărind mișcarea coloanei de apă? (Figura 1)
- 2 Suspendă un corp solid (**exemplu:** bilă metalică) de un fir lung inextensibil și lovește-l astfel încât să-l scoți din poziția lui de repaus. Ce observi urmărind mișcarea acestui corp? (Figura 2)
- 3 De un resort din oțel agață un corp solid și trage de acesta vertical, apoi eliberează-l. Urmărește mișcarea corpului suspendat. (Figura 3)

Află!

Unele corpuri sunt constrânse să realizeze mișcări pe traiectorii parcurse în ambele sensuri (dus-întors) față de o poziție inițială de repaus (de echilibru).

Dacă mișcarea se reia din aceeași poziție după un interval de timp, numit **periodă**, se spune că este o mișcare periodică.

Mișcarea oscilatorie, (oscilația sau vibrația) este mișcarea periodică ce se realizează de o parte și de alta față de o poziție de echilibru.

Dacă nu ar exista forțe de frecare, perioada de oscilație ar fi constantă iar mișcarea oscilatorie ar fi ideală. În realitate nu pot exista oscilații ideale deoarece nu se pot elimina frecările, de aceea perioada mișcării nu este o constantă, ci descrește în timp.

Sistemul fizic care realizează mișcare de oscilație se numește **oscilator**.

Pendulul gravitațional (Figura 2) și **pendulul elastic** (Figura 3) sunt oscilatori reali, a căror mișcare de oscilație inițială încetează după un timp, din cauza frecărilor.

Din experiența ta!

4 Arunci o piatră în apa liniștită a unui lac. Ce se întâmplă la suprafața apei? Care crezi că este explicația?

5 Ai observat că membrana difuzorului unui sistem audio se ridică și se coboară în ritmul sunetelor muzicale emise? De ce oare? (Figura 4)

Află!

La contactul pietrei cu apa se produce o perturbație mecanică a mediului (deformarea mecanică a lichidului). **Perturbația** se exprimă prin modificarea unor mărimi fizice specifice. Încercând să revină la pozițiile inițiale, moleculele deranjate încep să aibă o mișcare oscilatorie, pe care o transmit din aproape în aproape moleculelor vecine, astfel încât spunem că s-a produs **propagarea** perturbației. La suprafața apei se observă valuri circulare concentrice care se îndepărtează de locul impactului și devin din ce în ce mai mici pe măsură ce energiile cinetică și potențială ale moleculelor de lichid se micșorează.

Vibrația membranei difuzorului sistemului audio produce, asemenea pietrei, perturbația particulelor de aer din imediata vecinătate a sa, acestea „prind viață” primind energia pe care o transmit particulelor vecine asemănător moleculelor de apă ale valurilor. Din aproape în aproape, particulele de aer „conduc muzica” până la urechea ascultătorului. (Figura 4)

Un model fizic în care se simulează mișcările prezentate anterior este alcătuit din bile identice legate între ele prin resorturi de același tip (pendule elastice cuplate), asupra cărora s-a produs o deformare sub acțiunea unei forțe, ca în Figura 5.

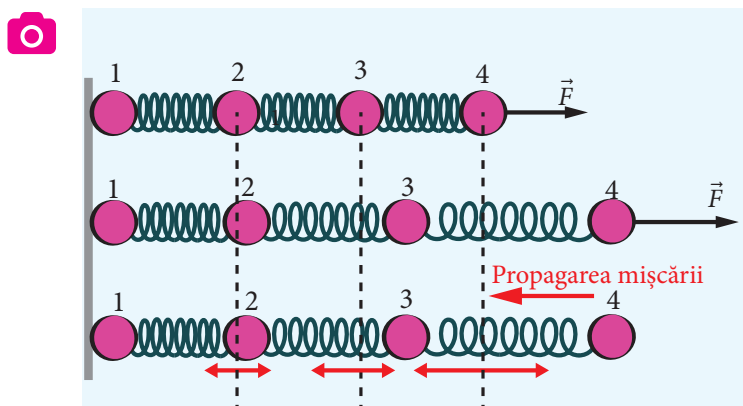


Figura 5 Pendule elastice cuplate

Perturbația reprezintă deranjarea poziției bilelor, însoțită de alungirea resorturilor.



Figura 4 Membrana vibrantă a difuzorului

Important



- **Mișcarea oscilatorie** este mișcarea periodică care se realizează de o parte și de alta față de o poziție de echilibru.
- **Unda mecanică** este forma de propagare a unei perturbații prin mișcări oscilatorii într-un mediu material.
- **Caracteristicile undei:**
 - se propagă din aproape în aproape;
 - transportă energie fără transport de substanță.

Particulele mediilor prezentate mai sus (apă, aer) sunt asemenea bilelor, iar resorturile semnifică legăturile chimice dintre ele.

După încetarea acțiunii forței deformatoare, se poate intui că propagarea perturbației se produce de la bila 4 către bila 1 sub forma mișcărilor oscilatorii ale bilelor ce își transmit energia mecanică succesiv.

Acest fenomen de transmitere a unei perturbații într-un mediu se numește **undă**.

Dacă perturbația este o deformare mecanică, mișcarea transmisă este oscilatorie, iar fenomenul se numește **undă mecanică**.

Proprietățile mediului (**exemplu:** natura substanței, densitatea, temperatura) în care se produce perturbația determină modul de propagare a acesteia.

Deoarece forțele de legătură dintre particulele unui mediu material sunt de tip elastic, undele mecanice propagate se mai numesc **unde elastice**.

Sistemul de bile din *Figura 5* este chiar modelul unui **mediu material elastic** (interacțiunea se face prin forțe elastice). În zona de acțiune asupra unui corp elastic, particulele vor începe să vibreze, iar mișcarea lor oscilatorie se va propaga, sub forma unei unde elastice, prin tot corpul.

Aplică!

6 Cum ar putea fi pusă în mișcare, de pe marginea unei piscine, atingând doar suprafața apei, o minge care plutește pe apa liniștită a piscinei, aproape de centrul acesteia? (*Figura 6*)

7 Construiește un model fizic pentru propagarea unei unde mecanice folosind piese din jocul Domino. (*Figura 7*)

8 Găsește o modalitate prin care o riglă de plastic să execute mișcare oscilatorie.

Autoevaluare

Reflectează asupra activității tale din această lecție. Redactează o fișă în care să completezi următoarele enunțuri:

- Prin rezolvarea exercițiilor am învățat
- Cel mai mult mi-a plăcut
- Mi-a fost ușor să
- Am avut dificultăți la Pentru a depăși aceste probleme este nevoie să
Profesorul mă poate ajuta/sprrijini cu
- Am reușit să



Figura 6 Minge plutind



Figura 7 Piese de Domino

Unde seismice, valuri (abordare interdisciplinară – Geografie)

Ce înveți?

- Despre producerea și propagarea undelor mecanice prin mediile solide și lichide ale Pământului

Cuvinte-cheie

- undă seismică
- magnitudine seismică

Experiment

Scop: Modelarea unui seism

Mijloace necesare: 2 resorturi moi și lungi, mașinuță de jucărie cu platformă, figurine de plastic

Mod de lucru:

1. Cuplează cele două resorturi între capetele mașinuței și câte un suport fix aflat de o parte și de cealaltă a jucăriei.
2. Plasează figurinele pe platforma mașinuței.
3. Deplasează mașinuța din poziția inițială și permite mișcarea liberă a acesteia.

Constatări:

- Ce fel de mișcare va avea mașinuța?
- Ce se întâmplă cu figurinele?
- Ce fenomen ai simulat astfel?

Din experiența ta!

- 1 Ce poți spune despre structura internă a Pământului în comparație cu cea a unui ou? (Figura 8)
- 2 Scoarța terestră pare alcătuită din piese puzzle – plăcile tectonice. De ce se mișcă acestea și care sunt efectele mișcării lor? (Figura 9)

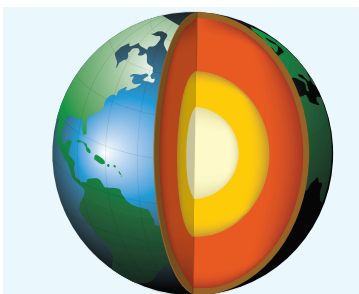


Figura 8 Structura internă a Pământului

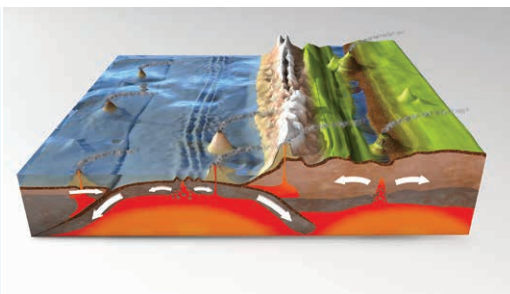


Figura 9 Plăcile tectonice

Află!

Interacțiunea plăcilor tectonice produce inițial o puternică deformare în acea zonă. Rocile componente aflate în contact eliberează brusc energie și încep să oscileze. *S-a produs un cutremur (seism)!*

Cutremurele de pământ se produc: prin modificări structurale ale scoarței terestre (90%); în urma erupțiilor vulcanice (7%); din cauza căderilor meteoriților; prin prăbușirea cavernelor subterane; în urma unor explozii, operațiuni miniere, operațiuni de umplere a lacurilor de acumulare.

Perturbația apărută în acea zonă numită *focar* sau *hipocentru* (Figura 10) se propagă în toate direcțiile sub forma unor unde elastice denumite **unde seismice**.

Undele seismice sunt înregistrate cu instrumentele de măsură numite **seismografe**, iar graficul oscilațiilor seismice se numește **seismogramă**. (Figura 11)

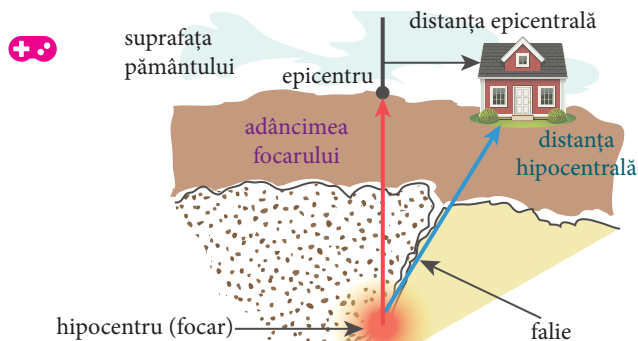


Figura 10 Cutremur de pământ

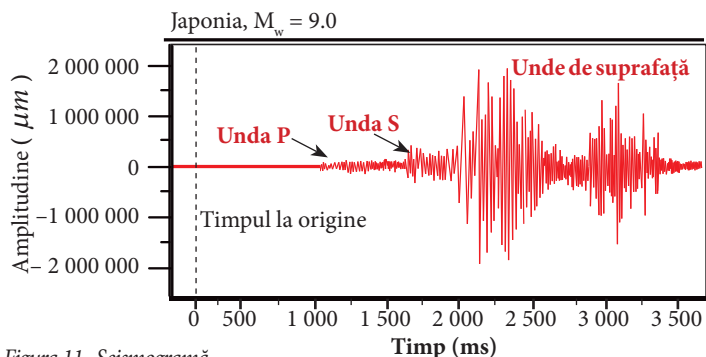
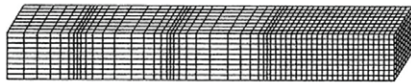


Figura 11 Seismogramă

Unda P



Direcția de propagare

Figura 12 Unda primară

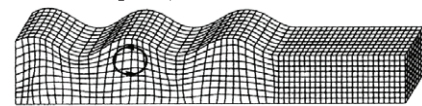
Unda S



Direcția de propagare

Figura 13 Unda secundară

Unde de suprafață



Direcția de propagare

Figura 14 Unde de suprafață

Tabelul 1

Scara Richter	Scara Mercalli	Descriere
< 3,5	I	detectat numai de seismografe
3,5	II	resimțit slab de populație
4,2	III	
4,5	IV	se simte; corpurile vibrează slab
4,8	V	
5,4	VI	produce panică; distrugerii moderate
6,1	VII	
6,5	VIII	
6,9	IX	cutremur puternic; distrugerii mari
7,3	X	
8,1	XI	cutremur catastrofal
> 8,1	XII	

Stațiile seismice detectează două tipuri principale de unde seismice: unde de volum și unde de suprafață.

Undele seismice de volum se propagă prin interiorul pământului sub două forme de oscilație:

1) **undele primare (P)** – se deplasează prin comprimări și dilatări succesive ale mediului (mișcări asemănătoare burdufului unui acordeon), transmise pe direcția de propagare, cu viteze de 5-7 km/s în crusta terestră. Ajung primele la stațiile seismice și se propagă atât în uscat cât și în apă. (Figura 12)

2) **undele secundare (S)** – se deplasează prin oscilații ale particulelor mediului perpendicular pe direcția de propagare, cu viteze de 3-4 km/s (ca vibrația corzii de vioară). Ele au amplitudine mai mare decât undele P și sunt ulterior înregistrate pe seismografe. Nu se propagă prin apă. (Figura 13)

Undele de suprafață sunt generate în urma interacțiunii undelor P și S cu suprafața Pământului. Acestea sunt considerate principala cauză a distrugerilor provocate de cutremure. (Figura 14)

Magnitudinea seismică este o mărime ce caracterizează energia eliberată în focarul unui cutremur sub formă de unde seismice. Scara Richter indică valorile posibile ale magnitudinii fiind gradată de la 1 la 9. (Tabelul 1)

Intensitatea seismică descrie cutremurul din punct de vedere al gravității distrugerii, deformărilor suprafeței terestre și reacțiilor populației, redată de Scara Mercalli prin valori de la 1 la 12. (Tabelul 1)

Cutremurele submarine puternice pot determina apariția unor valuri înalte numite valuri seismice (tsunami).

Valurile se aseamănă undelor seismice de suprafață și pot fi produse în principal de vânturi și cutremure (Figura 15). Timpul de trecere a două creste succesive prin același punct, se numește **perioada valului**.

Amplitudinea valului este dată de înălțimea sa.

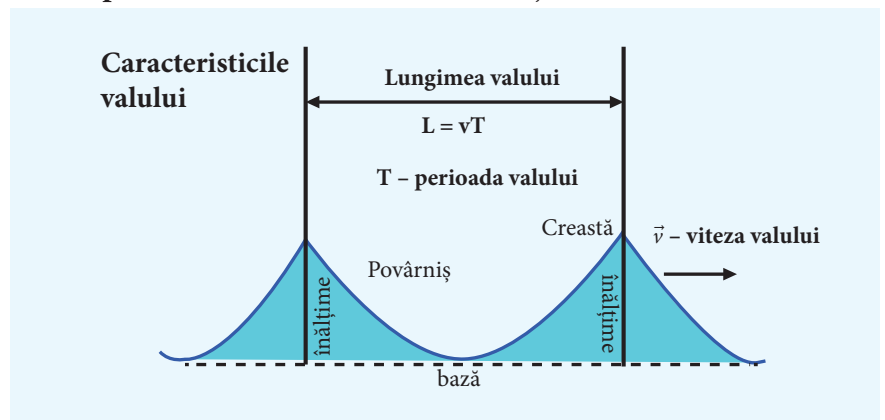


Figura 15 Valul

Important

- **Unda seismică** este unda elastică produsă prin eliberarea bruscă a energiei în focarul unui cutremur.
- **Magnitudinea seismului** arată energia eliberată din focar în urma producerii unui cutremur.
- **Valul** este unda elastică ce înaintează prin mișcări oscilatorii ale maselor de apă.

Aplică!

3 Identifică propagarea undelor P și S cu ajutorul arcurilor Slinky. (Figura 16)

4 Observă seismograma din Figura 17.

- Identifică undele P și S și pe cele de suprafață.
- După cât timp de la producere (momentul zero) este înregistrată unda seismică S?
- Ce magnitudine maximă are cutremurul știind că amplitudinii de 12 mm îi corespund 4 grade pe scara Richter?

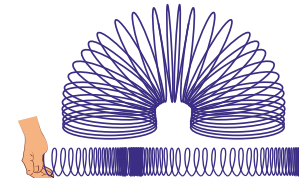


Figura 16 Arcuri Slinky

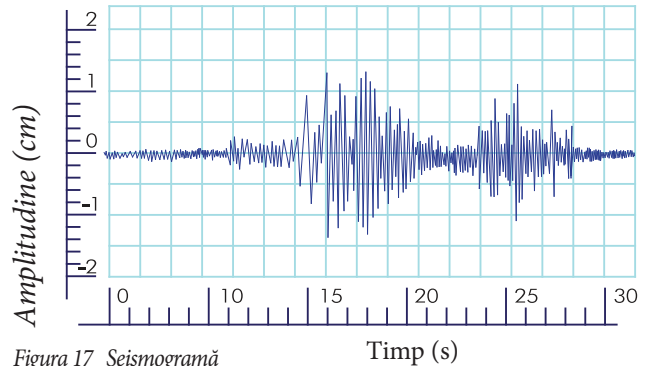


Figura 17 Seismogramă

Proiect

Cutremure celebre

Ce veți face?

- Veți face planșe despre 3-5 cutremure, dintre care unul să fie produs în România, iar altul submarin.

De ce veți face proiectul?

- Veți aplica noțiunile studiate pentru a descrie producerea și caracteristicile cutremurelor; veți stabili acțiuni/măsuri de siguranță în caz de cutremur.

Cum veți face?

- Veți forma echipe de câte 5 elevi și veți căuta pe Internet informații (cauze, magnitudine, intensitate, unde seismice, efecte, acțiuni și măsuri în caz de cutremur etc.).
- Veți analiza informațiile găsite și veți realiza o prezentare a fiecărui cutremur, folosind imagini sau desene sugestive.
- Veți elabora un ghid cu acțiuni și măsuri în caz de cutremur.
- Veți prezenta planșa/planșele și ghidul conceput.

Sugestie:

Cutremurul

- Locul producerii:
- Data producerii:
- Magnitudine:
-

Ghid

Cum să te porțorți în caz de cutremur?

- Înainte de cutremur: informați-vă despre cum să vă comportați în timpul cutremurului;
- În timpul cutremurului: păstrați-vă calmul,
-

Cum veți ști că ați reușit?

- Veți prezenta proiectul (planșa/planșele și ghidul) colegilor și profesorului, iar ei vor face aprecieri și recomandări.

Ce se evaluează: formularea clară a prezentărilor, imaginile sugestive, scrierea corectă, corectitudinea informațiilor.

Producerea și percepția sunetelor

Ce înveți?

- Identifici sursele sonore și tipurile de sunete
- Cum se produc undele sonore
- Modalități de percepție a sunetului

Cuvinte-cheie

- sursă sonoră
- sunet
- percepție auditivă



Figura 18 Unde mecanice pe coarda de chitară

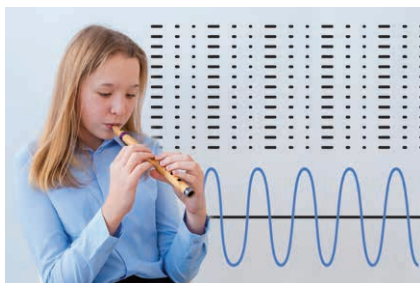


Figura 19 Sunet în aer



Figura 20 Aplauze

Din experiența ta!

- 1 Precizează ce simți, auzi și vezi în fiecare dintre situațiile de mai jos:
 - a) dacă ciupești corzile chitarei;
 - b) dacă suflă într-un fluiet;
 - c) când urmărești membrana difuzorului unei boxe audio, aflată în funcțiune.

Află!

În locul ciupirii, pe coarda de chitară se produce o perturbație, ce se propagă prin aceasta, sub formă de undă mecanică elastică. (Figura 18)

Coarda oscilează și transmite mișcare aerului din imediata vecinătate, în același mod în care cutremurul submarin transferă mișcarea apei (tsunami).

În tubul fluietului, ca și la suprafața membranei difuzorului, se creează oscilații ale particulelor de aer, care duc la apariția zonelor de aer cu densitate mare (comprimări) și a celor cu densitate scăzută (destinderi). (Figura 19)

Ca mediu elastic, aerul se va comprima și destinde din aproape în aproape, începând de la locul perturbației. Astfel a apărut o undă elastică ce se transmite în aer, asemănător undei seismice de tip P. Dacă unda elastică este percepută de urechea umană, se numește **undă sonoră** sau **sunet**.

Observație: În *Acustică* (partea Fizicii care studiază sunetele), noțiunea de sunet este folosită și pentru undele elastice nepercepute de urechea umană, dar auzite de unele animale (**exemple:** câini, păsări, liliaci, delfini).

Corpurile care vibrează pot genera unde sonore care creează senzații auditive diferite: **sunete muzicale** - plăcute auzului (Figurile 18 și 19), **poanete** - rezultate din variații bruște și scurte ale presiunii aerului la nivelul urechii și **zgomote**, ambele neplăcute auzului. (Figura 20)

Coardele elastice sunt fire flexibile, fixate la ambele capete și tensionate, care emit sunete prin vibrația lor, produsă prin: ciupire, lovire sau frecare. **Exemplu:** corzile chitarei, harpei sau viorii. (Figura 21)



Figura 21 Instrumente muzicale cu corzi



Coardele vocale umane pot fi considerate surse sonore deoarece emisia sunetului de către acestea se aseamănă cu cea a corzilor instrumentelor muzicale.

Simțul auditiv este răspunzător de percepția sunetelor. Acesta furnizează informații despre poziția sursei sonore, tipul acesteia, modul de producere a sunetului și caracteristicile sunetului, dar are fidelitate limitată și poate da uneori erori de percepție.

Simțurile vizual și tactil completează, iar câteodată înlocuiesc parțial simțul auditiv, pentru percepția sunetului. În unele cazuri, unele sonore produc vibrații ale substanțelor, ce pot fi identificate vizual și tactil.

Oamenii cu grad mare de afectare a funcției auditive, percep vizual și tactil vibrațiile, aceste simțuri dezvoltându-se suplimentar pentru compensarea deficienței auditive.

Corpurile solide elastice și coloanele de aer din tuburile instrumentelor muzicale, efectuează mișcări de oscilație pentru care se poate măsura timpul după care se repetă oscilația completă, numit **perioadă**.

Perioada de oscilație este *intervalul de timp corespunzător unei oscilații*: $T = \frac{t}{n}$, unde t este timpul în care se efectuează un număr de n de oscilații. $(T)_{SI} = s$ (secunda).

Inversul perioadei de oscilație, se definește ca *număr de oscilații efectuate într-o secundă*, se numește **frecvența de oscilație**: $\nu = \frac{1}{T}$, $\nu = \frac{n}{t}$, $(\nu)_{SI} = s^{-1} = Hz$ (**Hertz**).

Perioada oscilației și frecvența de oscilație sunt mărimi fizice ce caracterizează și comportamentul undelor sonore.

Aplică!

2 Identifică sursele sonore în cazul: a) pianului; b) vocii umane; c) aplauzelor; d) automobilului în funcțiune.

3 Identifică modalitățile în care omul produce sunetul când: a) cântă la vioară; b) cântă la nai; c) bate toba; d) sparge o sticlă.

4 Ești nemișcat, cu ochii închiși și te afli în una dintre cele două situații: 1) în apropierea unei cascade; 2) într-o încăpere în care un sistem audio surround redă zgomotul apei în cădere, iar ventilatoare bine poziționate îți trimit un curent de aer ca cel produs de cascadă. Cum știi în ce situație te găsești?

5 Un sunet produs de o soprană are frecvența de aproximativ 1 000 Hz. Ce perioadă de oscilație au coardelor vocale ale cântăreței?

Experiment

Scop: Evidențierea modalităților de percepție a sunetelor

Materiale necesare: masă de lemn, pahar de cristal, vas larg, pietre, apă, cristale de zahăr, difuzorul unui sistem audio

Mod de lucru:

1. Lovește scurt și repetat cu unghia degetului paharul gol.
2. Pune apă în pahar până la diferite niveluri și repetă acțiunea.
3. Ciocnește două pietre una de cealaltă, introduse în întregime în vasul cu apă.
4. Lovește masa foarte ușor cu degetul. Ascultă sunetul produs: din apropierea mesei și apoi cu urechea alipită de suprafața acesteia.
5. Pune cristale de zahăr pe membrana difuzorului așezat orizontal cu membrana în sus și pornește muzica.

Constatări:

- Cu ce simțuri identifici sunetele produse?

Important

- **Sursa sonoră** este corpul care vibrează și produce sunete.
- **Sunetul** este efectul vibrațiilor produse în natură de către sursele sonore transportate sub formă de unde sonore.
- **Percepția auditivă** este efectul produs de sunet asupra sistemului auditiv.

Sistemul auditiv (abordare interdisciplinară – Biologie)

Ce înveți?

- Transmiterea vibrațiilor prin sistemul auditiv
- Pragurile percepției auditive a urechii umane
- Tipuri de unde sonore
- Nivelul intensității sonore a unui sunet

Cuvinte-cheie

- sistem auditiv
- intensitatea sunetului
- infrasunet
- ultrasunet

Amintește-ți de la Biologie!

- 1 Identifică părțile componente ale analizatorului auditiv (acustico - vestibular) din Figura 22. Ce rol are fiecare componentă?

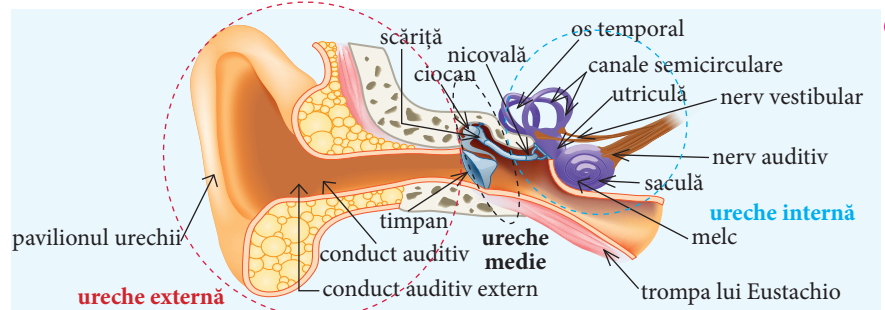


Figura 22 Analizator auditiv (acustico - vestibular)

Află!

Urechea, organ complex cu rol în conștientizarea poziției și mișcărilor capului și în menținerea echilibrului, are trei componente principale: urechea externă (pavilion, conduct auditiv, timpan), urechea medie (cavitate cu aer ce conține cele mai mici oase ale organismului uman: ciocanul, nicovala și scărița) și urechea internă (cohlee plină cu fluid, canale semicirculare, terminații nervoase).

Pavilionul urechii captează vibrațiile sonore și le orientează prin conductul auditiv extern către membrana elastică a urechii – timpanul. (Figura 22)

Acesta amplifică de minim 15 ori presiunea sunetului. Vibrațiile preluate de timpan se transmit osciloarelor auzului cuplate între ele prin articulații mobile. Uneori, cei doi mușchi ai urechii medii (mușchiul ciocanului și cel al scăriței) pot mări suplimentar presiunea sunetului, chiar de 20 ori.

În urechea internă celulele senzoriale auditive transmit informațiile către nervul auditiv iar acesta, mai departe sub forma de impulsuri electrice creierului, care le analizează și le interpretează ca sunet. (Figura 23)



Figura 23 Schema propagării sunetului prin ureche

Informează-te!

- Valurile și seismele produc infrasunete.
- Pentru orientarea lor în timpul lungilor călătorii, păsările emit infrasunete.
- Câinii pot auzi sunete cu frecvențe cuprinse între 30 Hz și 50 000 Hz.



Figura 24 Modalități de captare a sunetului

Observă și descoperă!

2 Figura 24 prezintă două modalități de captare a sunetelor din jur: un tub subțire alipit de ureche și curbarea palmei sub formă de pâlnie. În care din cele două situații omul va auzi mai bine? Ce rol are curbarea palmei în formă de pâlnie? Cu ce parte a urechii se aseamănă tubul subțire și ce rol are în situația dată?

3 La apropierea cutremurelor, animalele se agită pentru că percep sunetele acestora. Tu ai auzit aceste sunete? Dacă nu, care ar fi cauza?

4 Te afli în apropierea unei piste de decolare. Un avion tocmai decolează. De ce îți astupi urechile?

Află!

Pentru a putea fi percepută ca sunet, unda sonoră trebuie să producă părților mobile ale urechii (ciocănel, scărișă și nicovală) o mișcare oscilatorie cu anumite caracteristici de frecvență și intensitate.

Frecvența de vibrație (numărul de compresioni/dilatări ale aerului din unitatea de timp) permite clasificarea undelor sonore: **infrasonete** ($\nu < 16$ Hz); **sunete** ($\nu \in [16; 20\ 000]$ Hz); **ultrasonete** ($\nu > 20\ 000$ Hz). (Figura 25)

Urechea omului are capacitatea de a percepe doar sunetele.

Prezența infrasonetelor și a ultrasunetelor în apropierea organismului uman se recunoaște prin efectele fiziologice pe care le are asupra acestuia: somnolență, amețală, greață, fals efect de euforie sau migrene și chiar pierderea echilibrului.

Nivelul de intensitate sonoră al unui sunet arată **tăria sunetului** ce produce percepție auditivă și se măsoară în **beli (B)** în cinstea inventatorului primului telefon, Alexander Graham Bell. Unitatea de măsură în utilizarea curentă este un submultiplu al belului, **decibelul (dB)**. Percepția auditivă a urechii umane variază de la nivelul inferior 0 dB (*pragul de audibilitate*) până la 140 dB (*pragul de sensibilitate sau de durere*) valoare de la care urechea începe să doară și sunetul nu mai este clar. (Figura 26)

Expunerea pe timp lung la valori ce depășesc limita superioară produce deteriorări ale aparatului auditiv.

Aplică!

5 Care dintre cele două reprezentări ale undelor sonore (Figura 27), are o frecvență mai mare? De ce?

6 Un semnal sonor emis cu ocazia lansării unei navete spațiale este de 190 dB. Are vreun efect asupra urechii umane?

7 Cum explici faptul că auzi când zboară o muscă, dar nu și un fluture?

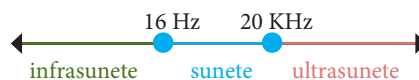


Figura 25 Harta frecvențelor undelor sonore

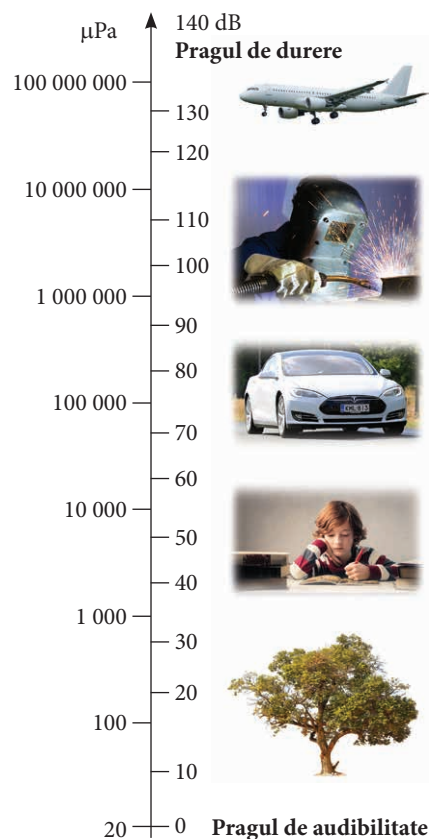


Figura 26 Nivelul intensității sonore

Important

- **Urechea umană** receptează doar frecvențele corespunzătoare sunetelor.
- **Nivelul de intensitate sonoră** al unui sunet arată **tăria sunetului** ce produce percepție auditivă și se exprimă uzual în **decibeli (dB)**.

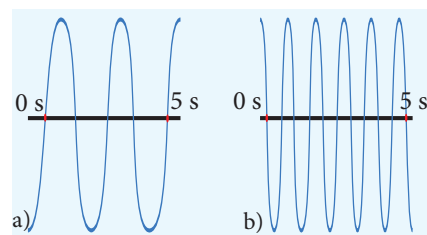


Figura 27 Unde sonore

Propagarea sunetului. Ecoul

Ce înveți?

- Despre propagarea sunetelor în diferite medii materiale
- Ce este și cum apare ecoul

Cuvinte-cheie

- viteză de propagare
- reflexia sunetului
- ecoul

Din experiența ta!

- 1 În Soare au loc explozii extrem de puternice (petele solare). De ce crezi că nu le auzi?
- 2 De ce fluierul arbitrilor unui joc sportiv este auzit de către toți oamenii din jurul său? (Figura 28)
- 3 Avionul pe cer este la mare distanță de tine, dar auzi zgomotul produs de motoarele sale. Cum explici? (Figura 29)
- 4 De ce uneori sunetul vocii tale se întoarce, ca și cum este produs de peretele muntelui către care strigi? (Figura 30)



Figura 28 Arbitru în acțiune



Figura 29 Avion în zbor



Figura 30 Eco

Află!

Propagarea unei sonore se face prin transmiterea mișcării de la un oscilator la altul (Figura 31). Pentru a ajunge de la sursa sonoră (emițător) la receptor (ureche), este necesară o cale de transmitere a sunetului. Aceasta este formată din particulele mediului material elastic, ce reprezintă oscilatorii microscopici.

Între Soare și Pământ lipsește materia pe o distanță foarte mare astfel încât lipsește calea de transmitere a sunetului. Propagarea sunetului în vid nu este posibilă!

Intensitatea sunetului emis de un avion în zbor are o valoare considerabilă (≈ 120 dB), astfel încât energia transmisă de la o particulă la alta, deși *parcurge* o distanță mare, ajunge până la ureche, cu toate că o parte se pierde (sunetul este atenuat). În orice mediu material (solid, lichid, gazos) cu proprietăți fizice constante, sunetul emis de o sursă se propagă rectiliniu și uniform în toate direcțiile. Astfel fluierul arbitrilor este auzit de către toți participanții la jocul sportiv.

Rapiditatea de transfer a mișcării oscilatorii între particulele mediului, se numește **viteză de propagare a sunetului**. Ea depinde în principal de starea de agregare, densitatea și temperatura mediului respectiv (foarte puțin de presiune).

Viteza de propagare a sunetului în aer are expresia matematică:

$$v_{\text{sunet în aer}} = (331 + 0,6 t) \text{ m/s}; \quad t = \text{numărul de grade peste } 0^\circ \text{ C.}$$

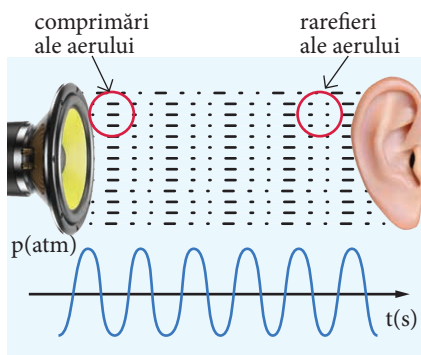


Figura 31 Propagarea unei sonore

Vibrațiile sonore incidente pe un corp solid, se întorc parțial în mediul din care au provenit, cu aceeași viteză ca și a sunetului direct. Are loc fenomenul de **reflexie a undelor sonore** asemănător reflexiei luminii.

Sunetul reflectat se poate suprapune total sau parțial peste cel inițial ori se poate auzi în mod distinct și atunci se numește **ecou**. (Figura 32)

Percepția unui sunet persistă în ureche cel puțin o zecime de secundă (0,1 s) astfel încât, ecoul se poate produce doar dacă unda sonoră reflectată ajunge după acest interval de timp.

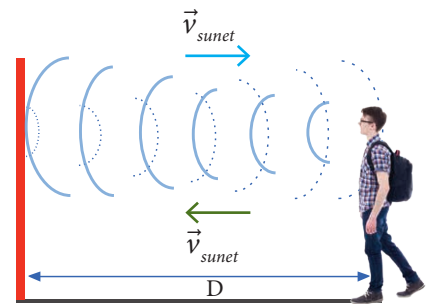


Figura 32 Reflexia undelor sonore

Aplică!

5 Pe Lună nu există atmosferă. Un astronaut aflat acolo ar putea auzi zgomotul produs de lansarea unei rachete?

6 Analizează datele din Tabelul 2.

- Identifică factorii de care depinde viteza de propagare a sunetului.
- Ce dependență observi între viteza de propagare și starea de agregare a mediului?
- Reprezintă grafic viteza de propagare a sunetului în aer în funcție de diferite temperaturi.

Tabelul 2

Mediul în care se propagă sunetul	Viteza sunetului (m/s)
aer la 0° C	331
aer la 20° C	343
aer la 100° C	391
apă la 20° C	1 482
lemn de stejar	3 850
fier	5 000
sticlă	5 640

7 Găsește distanța minimă la care trebuie să te afli pentru a putea obține ecou, când emiți un sunet perpendicular pe un perete, în aerul atmosferic cu temperatura de 20° C. (Figura 32 și Tabelul 2)

8 De ce în pădure este dificil să îți dai seama de unde vine sunetul?

9 Realizează o prezentare PowerPoint despre ecou și expune-o colegilor având structura următoare:

- Titlul;
- Informații teoretice despre ecou;
- Ecoul în natură;
- Aplicații practice ale ecoului (de exemplu: măsurarea adâncimii mării, construcția sălilor de concert, ecografie);
- Concluzii personale.

Important

- Ecoul** este fenomenul acustic de percepere în mod distinct a unui sunet reflectat, față de cel inițial.
- Reflexia undelor sonore** este fenomenul de întoarcere a sunetului în mediul din care a venit atunci când întâlnește suprafața de separație a două medii cu densități diferite.
- Viteza de propagare a sunetului** depinde de următoarele caracteristici ale mediului în care se propagă: stare de agregare, densitate, temperatură.

Autoevaluare

Completează următoarele enunțuri, gândindu-te la această lecție.

- Am reușit să
- Am avut dificultăți la
- Activitatea mea poate fi apreciată cu nota

Caracteristici ale sunetului (abordare calitativă interdisciplinară – Muzică)

Ce înveți?

- Sunetul muzical și proprietățile lui
- Poluarea sonoră

Cuvinte-cheie

- sunet muzical
- nota muzicală
- poluare fonică
- izolare fonică

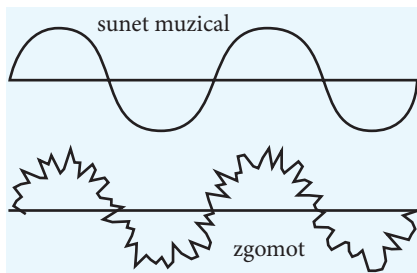


Figura 33 Sunet muzical și zgomot



Figura 34 Note muzicale

Experiment

Scop: Cum se face izolarea fonică

Materiale necesare: telefon mobil, pătură de lână

Mod de lucru: Ascultă soneria telefonului mobil, de la aceeași distanță, în trei situații: 1) telefonul neacoperit; 2) dispozitivul acoperit de pătură; 3) telefonul învelit și urechile acoperite cu palmele.

Constatări:

- Ce observi prin compararea percepțiilor auditive din cele trei cazuri?

Din experiența ta!

- 1 Ai simțit plăcere sau deranj auditiv în timpul unui concert de muzică clasică? Dar în timpul unei meci de baschet în sală?
- 2 De ce în spectacolele de operă poți auzi interpretii de la distanță mare în sală, fără ca aceștia să folosească microfon?
- 3 Sunetele produse de corzile chitarei sunt diferite. Care crezi că este cauza?
- 4 Poți identifica două instrumente muzicale diferite doar prin ascultarea aceluiași sunet emis de către fiecare?

Află!

Sunetul ce se obține în urma mișcărilor oscilatorii periodice ale surselor sonore (**exemplu:** coarde, coloane de aer, membrane, bare metalice sau din lemn) se numește **sunet muzical**.

El produce senzații auditive plăcute spre deosebire de zgomot, rezultat din mișcări neperiodice ale corpurilor, care deranjează auditiv ascultătorul. (Figura 33)

Reprezentarea grafică a sunetelor muzicale sunt **notele muzicale**. (Figura 34)

Calitățile sunetului muzical, elementele fundamentale pe baza cărora un sunet muzical se distinge de un altul, sunt: a) intensitatea sunetului; b) înălțimea sunetului; c) timbrul muzical; d) durata sunetului.

Intensitatea sunetului, calitatea sunetului de a produce o senzație auditivă mai *tare* sau mai *slabă*, este direct proporțională cu amplitudinea vibrațiilor. Sunetul cu amplitudinea mai mare, A_2 este mai intens decât cel cu amplitudinea A_1 . (Figura 35)

Cântăreții de operă emit sunete de intensitate mare, astfel încât pot fi ușor auzite la distanță.

Înălțimea sunetului se datorează în principal frecvenței vibrațiilor coloanei de aer, coardelor sau membranelor ce produc sunetul. (Figura 36)

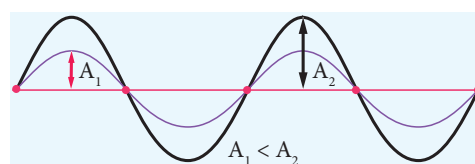


Figura 35 Amplitudini ale sunetului

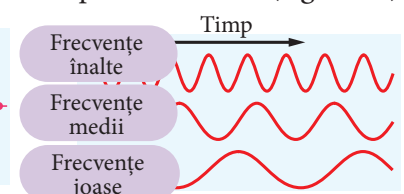


Figura 36 Tipuri de unde în funcție de frecvență

Denumirile sunetului în funcție de frecvență sunt prezentate în Tabelul 3.

Corzile instrumentelor au grosimi variate ce determină vibrații cu frecvențe diferite, astfel încât sunetele obținute sunt notele muzicale cunoscute (Tabelul 4). De exemplu, nota muzicală numită DO central, are frecvența $v_{DO} = 261,626$ Hz.

Timbrul muzical este calitatea sunetului prin care putem deosebi sunete de aceeași frecvență și intensitate, dar emise de surse diferite. Astfel, în funcție de timbrul sunetului emis se pot recunoaște diverse instrumente muzicale.

Durata sunetului, cea care stabilește ritmul muzical, poate influența și condiționa celelalte calități.

Descoperă!

5 Care este sursa reacțiilor sugerate de Figura 37? Cum pot fi diminuate efectele asupra omului și animalelor?

6 În unele săli de spectacol vocea aceluiași interpret de muzică se aude mai clar decât în alte săli. Cum explici?

Află!

Sunetele produse de activitățile umane sau de utilaje, mașini, care afectează sau dezechilibrează activitatea omului sau a animalelor definesc **poluarea sonoră (fonică)**.

Posibilități de reducere a poluării fonice prin izolare fonică: fabricarea unor draperii care absorb puternic sunetele, folosirea materialelor izolante pentru pereții clădirilor, acoperirea motoarelor mașinilor cu materiale izolante, limitarea orelor de aterizare și decolare, plantarea arborilor în preajma zonelor industriale.

Aplică!

7 Încadrează imaginile în categoria sunetelor muzicale sau a zgomotelor. (Figura 38)



Figura 38 Sunete muzicale și zgomote

8 Identifică notele muzicale corespunzătoare pozițiilor 1-7 din Diagrama notelor muzicale în funcție de frecvență (Figura 39). Ce observi?

9 Realizează o prezentare PowerPoint despre poluarea sonoră și expune-o colegilor la clasă.

Tabelul 3

Tipuri de sunet	Frecvență (Hz)
Acute (Înalte)	> 1000
Medii	400-1000
Grave (Profunde)	30-400

Tabelul 4

Notă muzicală	Frecvență (Hz)
DO	261,626
RE	293,665
MI	329,628
FA	349,228
SOL	391,995
LA	440
SI	493,883



Figura 37 Zgomote

Important

- **Sunetul muzical** este vibrația ce produce senzații auditive plăcute.
- **Nota muzicală** este o reprezentare grafică a sunetului muzical.
- **Calitățile sunetului muzical** sunt: intensitate, înălțime, timbru și durată.
- **Poluarea sonoră** este un ansamblu de sunete ce produc dezechilibru în activitatea omului și a cărui intensitate depășește 80 dB.

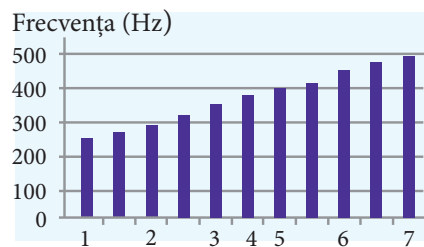


Figura 39 Diagrama note muzicale - frecvențe

Recapitulare

1 Încercuiește litera corespunzătoare afirmației corecte.

A. Unda mecanică este:

- a) o mărime fizică din Mecanică; b) mișcarea oscilatorie a unui resort; c) o perturbație;
d) fenomenul fizic de propagarea unei perturbații într-un mediu material.

B. Frecvența de oscilație are ca unitate de măsură în SI: a) Hz; b) dB; c) m/s; d) Pa.

C. Undele seismice sunt produse de:

- a) existența plăcilor tectonice ale Pământului; b) eliberarea bruscă de energie în pământ;
c) variațiile presiunii atmosferice; d) gravitația Pământului.

D. Intensitatea sunetului, cu valoarea de 20 dB:

- a) nu creează disconfort auditiv; b) provoacă durere urechii;
c) este prea mică pentru ca sunetul să se audă; d) creează disconfort auditiv.

2 Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.

- a) Proprietatea principală a undei mecanice este transportul de energie fără transport de substanță.
b) Intensitatea seismică este indicată de scara de magnitudine Richter.
c) Sunetele se aud mai slab în camerele mobilate, deoarece o mare parte din energia undelor sonore este absorbită de către obiectele existente.
d) Sunetul se propagă în orice mediu dacă intensitatea acestuia este suficient de mare.

3 Analizează seismograma din *Figura 40*.

- a) Marchează pozițiile undelor seismice P și S.
b) Identifică cu aproximație valoarea intervalului de timp dintre cele două fronturi de undă indicate prin săgețile din imagine.

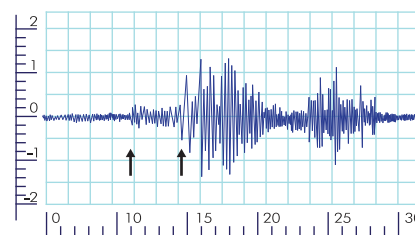


Figura 40 Seismogramă



Figura 41 Tsunami

Portofoliu

4 Epicentrul seismului submarin din Oceanul Indian, din anul 2004, a fost situat la distanța de 4 100 km față de țărmul Somaliei. În cât timp a ajuns valul tsunami în Somalia dacă viteza de propagare a acestuia a fost în medie de 600 km/h? (*Figura 41*)

5 Sunetul produs de tunet în timpul unei furtuni este auzit după 3 s de la observarea fulgerului. Temperatura aerului atmosferic este de 15° C.

Calculează la ce distanță de observator s-a produs fulgerul.

6 Pentru a obține ecou prin reflexia pe doi pereți, sunetul se propagă asemănător luminii pe oglinzi plane (*Figura 42*). Află distanța parcursă până la la receptarea primului ecou dacă viteza sunetului în aer este de 340 m/s.

Portofoliu

7 Fă echipă cu colegul de bancă și realizați o prezentare PowerPoint cu tema *Modalități de protecție în caz de cutremur* respectând structura următoare: 1) Titlul temei; 2) Informații teoretice despre cutremure; 3) Efectele cutremurelor asupra oamenilor și animalelor; 4) Comportamentul în timpul și după producerea unui cutremur; 5) Concluzii personale.

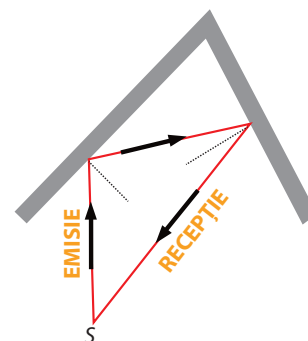
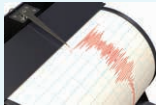


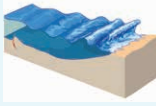



Figura 42 Reflexia sunetului

Evaluare

Timp de lucru: **50 de minute**

Din oficiu **10 p**

<p>1 Încercuiește litera corespunzătoare răspunsului corect.</p> <p>A. Mișcarea unui pendulul gravitațional este: a) mișcare oscilatorie; b) o undă elastică; c) undă seismică; d) toate variantele sunt greșite.</p> <p>B. Unitatea de măsură a intensității sunetului este: a) Hz; b) dB; c) N; d) Pa.</p> <p>C. Unda seismică de tip S se propagă: a) doar în solide; b) doar în apă; c) în ambele medii; d) în orice mediu.</p> <p>D. Sunetul devine poluant dacă are valori ale intensității: a) < 80 dB; b) \approx 50 dB; c) > 80 dB; d) >10 dB.</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>5 p</p>
<p>2 Notează cu adevărat (A) sau fals (F) enunțurile.</p> <p>a) Unda mecanică se propagă din aproape în aproape, în orice mediu material.</p> <p>b) Magnitudinea cutremurului indică forța seismului de a produce efecte resimțite de populație.</p> <p>c) Pavilionul urechii are rol în captarea și direcționarea vibrațiilor sonore.</p> <p>d) Sunetele emise de vocile femeilor și ale copiilor sunt ascuțite pentru că au frecvențe înalte.</p>	<p>7,5 p</p> <p>7,5 p</p> <p>7,5 p</p> <p>7,5 p</p>
<p>3 Reprezintă grafic dependența vitezei de propagare a sunetului în aer în funcție de cinci valori ale temperaturii mediului. Se va folosi formula vitezei de propagare a sunetului în aer de la pagina 124.</p>	<p>15 p</p>
<p>4 Realizează corespondența dintre imagini și termenii dați.</p> <p>a)  1. Ecou</p> <p>b)  2. Izolare fonică</p> <p>c)  3. Poluare fonică</p> <p>d)  4. Seism</p> <p>e)  5. Sunet muzical</p> <p>6. Val tsunami</p>	<p>2 p</p> <p>2 p</p> <p>2 p</p> <p>2 p</p> <p>2 p</p> <p>2 p</p>
<p>5 Perioada vibrațiilor muzicale emise de o interpretă de muzică clasică este de o milisecundă. Află dacă este soprană sau altistă.</p>	<p>15 p</p>

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre exerciții ai avut punctaj mai mic.
Punctaj:	Punctaj:	Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!

Exersezi și progresezi

- 1 Completează spațiile libere astfel încât să obții enunțuri corecte.
 - a) Timpanul este membrana aflată în urechea care transmite vibrațiile osciloarelor auzului, ce se găesc în urechea
 - b) Frecvența de vibrație a aerului reprezintă numărul de și ale aerului din unitatea de timp.
 - c) Instrumentul de măsură a nivelului de intensitate sonoră este *sonometrul* și are înscrisă pe scală unitatea de măsură numită
 - d) Sunetul distinct obținut în anumite condiții, prin reflexia unei unde sonore pe o suprafață, se numește
- 2 Stabilește valoarea de adevăr a următoarelor afirmații și reformulează enunțul care este greșit.
 - a) Intensitatea seismică caracterizează un cutremur din punct de vedere al efectelor produse suprafeței terestre și populației.
 - b) O coardă metalică poate fi sursă de unde sonore chiar dacă nu este tensionată.
 - c) Corzile unei chitare deformate prin ciupire emit sunete mai înalte, cu cât sunt mai întise, pentru că forța elastică de revenire este mai mare și astfel este mai mare și frecvența oscilației.
 - d) Recunoașterea tipului de instrumente muzicale, fără a le vedea, se poate face după timbrul sonor specific fiecăruia.
 - e) Infrasonetele și ultrasunetele nu pot fi auzite de urechea umană pentru că frecvențele lor nu aparțin sunetelor.

3 Ca să amplifice sunetele din amfiteatre (*Figura 43*), grecii antici așezau în locuri potrivite amfore mari sau, făceau construcția, astfel încât în unele locuri rămâneau goluri (nișe). De ce consideri că aceste metode contribuiau la amplificarea sunetelor?



Figura 43 Amfiteatru antic

Portofoliu

4 De ce meduzele percep, cu mult timp înainte, apropierea unei furtuni pe mare?

5 *Diapazonul* este instrumentul muzical în formă de U, realizat din oțel, care vibrează prin lovire și emite nota muzicală LA. (*Figura 44*)

Apropie-l de ureche fără a o atinge, apoi pune piciorul diapazonului pe osul din apropierea urechii. Compară cele două percepții auditive și argumentează răspunsul.



Figura 44 Diapazon

6 Viteza sunetului în apă depinde de mai mulți factori: presiune hidrostatică, temperatură și salinitate. Variația vitezei de propagare cu temperatura este 4 m/s la 1° C. Un submarin se află în apa Mării Negre la temperatura de 0° C. Știind că viteza sunetului la 13° C este de 1 500 m/s, află viteza unui sunet emis de submarin în aceste condiții.

7 Te afli la distanța $AB = 30$ m față de peretele unei clădiri și la $AC = 20$ m față de vârful unei movile de pământ. Viteza sunetului este de 340 m/s și $m(\widehat{BCA}) = 90^\circ$. (*Figura 45*)

- a) Desenează direcțiile de propagare ale undei acustice pentru a auzi ecoul unui sunet pe care-l emiți către peretele clădirii.
- b) După cât timp auzi ecoul?

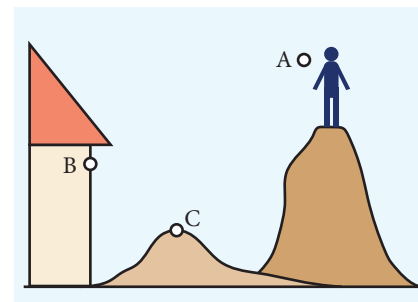


Figura 45 Propagarea undelor acustice

Recapitulare finală

Valoarea accelerației gravitaționale se consideră $g = 10 \text{ N/kg}$.

- Exprimă următoarele valori ale mărimilor fizice în unități de măsură fundamentale din SI.
 a) 250 000 μm ; b) 2 Gm; c) 820 000 mm^2 ; d) 0,0009 dam^2 ; e) 1,2 km^2 ; f) 12 300 000 mm^3 ;
 g) 55 l; h) 3 100 cm^3 ; i) 4 800 dl; j) 38 000 ms; k) 20 min; l) 2,5 h.
- La ora de fizică Ioana a măsurat lungimea manualului și a găsit următoarele valori: 26,2 cm; 26,1 cm; 27,1 cm și 26,3 cm. Care este eroarea medie de măsurare? Care este valoarea cea mai apropiată de adevăr a lungimii cărții?
- Două forțe concurente formează un unghi de 90° . Valoarea rezultantei celor două forțe este $F = 40 \text{ N}$, iar una dintre forțe are modulul $F_1 = 24 \text{ N}$. Află valoarea forței F_2 .
- Ce valoare are rezultanta a trei forțe concurente, dacă știi că $F_1 = F_3 = 2 \text{ N}$ și $F_2 = 4 \text{ N}$. Forțele F_1 și F_2 au sensuri opuse, iar direcția forței F_3 este perpendiculară pe direcția forțelor F_1 și F_2 . Ce valoare trebuie să aibe o altă forță F_4 și cum să fie ea orientată astfel încât rezultanta celor patru forțe să fie nulă? Rezolvă problema și pe cale grafică!
- Ramona se plimbă cu hidrobicicleta și pedalează spre sud cu viteza constantă față de mal $v_1 = 1 \text{ m/s}$. Vântul suflă dinspre vest cu viteza $v_2 = 7 \text{ m/s}$. Pe ce direcție și cu ce viteză înaintază Ramona?

Portofoliu

- În Figura 1 sunt prezentate caracteristicile forței elastice. Reprezintă în mod asemănător caracteristicile forței de frecare.

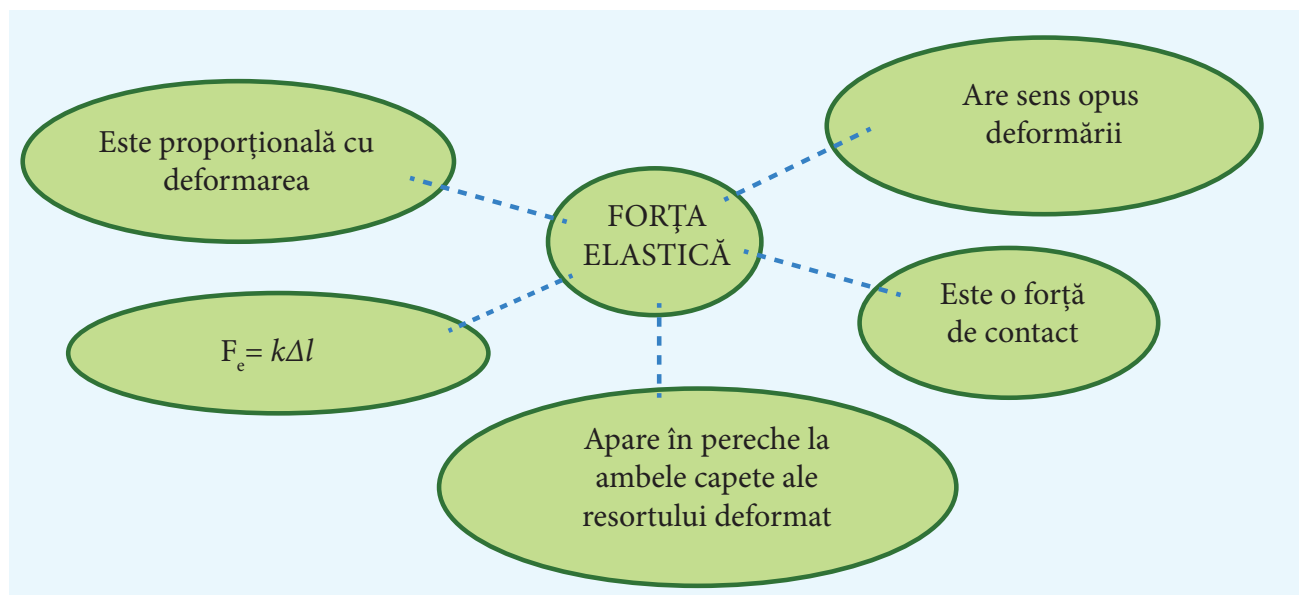


Figura 1 Caracteristicile forței elastice

7 Construiește un dinamometru. Pentru a realiza acest lucru ai nevoie de următoarele: un resort elastic, un cilindru transparent din plastic, dopuri de plută, hârtie milimetrică și cârlige de sârmă.

8 Rareș dorește să determine constanta elastică a unui resort și suspendă de acesta, corpuri cu mase diferite măsurând alungirea resortului. Datele obținute le-a trecut în *Tabelul 1*.

Tabelul 1

m (g)	100	200	300	400	500
Δl (cm)	0,5	1	1,5	2	2,5

- Ce constantă elastică are resortul?
- Ce valoare are alungirea resortului atunci când a suspendat corpul cu masa de 300 g?
- Trasează graficul variației alungirii resortului în funcție de greutatea corpului suspendat.

9 La ora de fizică Șerban a suspendat de un resort un corp cu masa $m_1 = 0,2$ kg și a măsurat o alungire a resortului elastic Δl_1 . Colegul lui de bancă, Octavian, a folosit același resort și a suspendat un corp cu masa $m_2 = 300$ g, măsurând o alungire a acestuia Δl_2 . Diferența dintre cele două alungiri este de 1 cm. Ce constantă elastică are resortul folosit de ei? (*Figura 2*)

Portofoliu

10 De un resort se suspendă un corp cu masa $m_1 = 200$ g și se măsoară lungimea lui $l_1 = 15$ cm, apoi se suspendă un alt corp cu masa $m_2 = 300$ g și noua lungime a resortului va fi $l_2 = 18$ cm. Care este constanta elastică a resortului și care era lungimea lui inițială l_0 ?

11 Un plan înclinat cu lungimea $l = 4$ m și înălțimea $h = 2$ m are randamentul $\eta = 75\%$. Care este forța minimă necesară ridicării unui corp cu masa $m = 100$ kg pe planul înclinat? Ce valoare are forța de frecare dintre corp și plan?

12 Două corpuri cu mase egale $m = 200$ g sunt așezate pe o suprafață orizontală și legate între ele printr-un resort care are constanta elastică $k = 100$ N/m. Asupra unuia dintre corpuri se acționează cu o forță F care va determina mișcarea uniformă a corpurilor. Forța de frecare exercitată asupra fiecărui corp reprezintă 20% din greutatea lui. Află valoarea forței F și alungirea resortului în timpul mișcării.

13 Două corpuri cu masele $m_1 = 200$ g și $m_2 = 100$ g sunt legate cu un fir inextensibil și de masă neglijabilă trecut peste un scripete ideal (*Figura 3*). Deplasarea pe plan orizontal se face cu frecare, raportul dintre forța de frecare și reacțiunea normală la plan (μ) fiind 0,1.

a) Ce valoare are forța orizontală F , aplicată corpului cu masa m_1 , care produce mișcarea cu viteza constantă a sistemului de corpuri?

b) Ce valoare are tensiunea în fir?

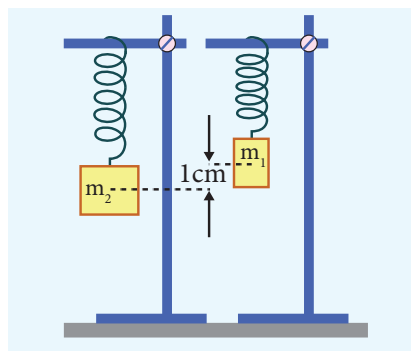


Figura 2 Resort

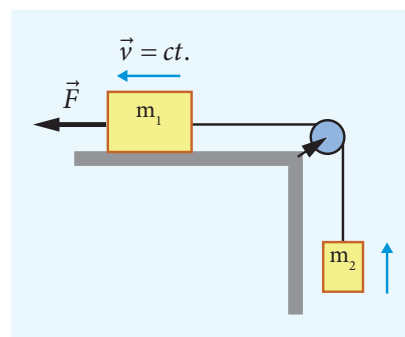


Figura 3 Corpuri legate prin fir

14 O săniuță cu masa $m = 5 \text{ kg}$ coboară uniform cu frecare pe o pantă cu lungimea $l = 10 \text{ m}$, de la înălțimea $h = 2 \text{ m}$. (Figura 4)

a) Cu ce forță trebuie trasă săniuța, cu viteza constantă, pentru a o aduce în locul de unde a coborât?

b) Care este raportul dintre forța de frecare a săniuței cu zăpada și forța de reacțiune normală pe plan?

c) Care este lucrul mecanic al forței de tracțiune la urcarea săniuței pe pantă?

d) Ce valoare are lucrul mecanic al forței de frecare pe întreg drumul parcurs de săniuță (dus-întors)?

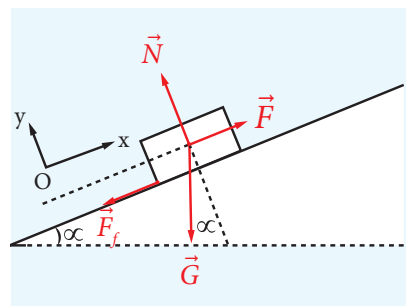


Figura 4 Urcare uniformă pe planul înclinat

15 Un sportiv escaladează muntele pe verticală pentru a ajunge în vârful acestuia. Un alt sportiv, cu aceeași masă ca el urcă muntele pe serpentine, până în același loc. Lucrul mecanic al greutății primului sportiv față de al doilea:

- a) este mai mare; b) este mai mic; c) este egal; d) nu se poate preciza.

16 O macara ridică uniform un corp cu masa $m = 150 \text{ kg}$ la înălțimea $h = 10 \text{ m}$, într-un timp de 20 s . (Figura 5)

A. Lucrul mecanic al greutății corpului este:

- a) $45\,000 \text{ J}$; b) $1\,500 \text{ J}$; c) $-15\,000 \text{ J}$; d) $15\,000 \text{ J}$.

B. Energia cinetică a corpului este:

- a) $18,75 \text{ J}$; b) $37,50 \text{ J}$; c) 750 J ; d) $187,50 \text{ J}$.

C. Puterea mecanică medie a motorului macaralei este:

- a) $30\,000 \text{ W}$; b) $3\,000 \text{ W}$; c) 750 W ; d) $7\,500 \text{ W}$.

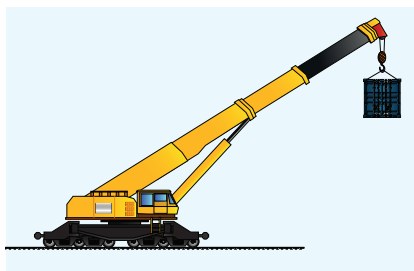


Figura 5 Macara

17 Pentru a menține în poziție orizontală o bară omogenă la capătul căreia (în B) s-a agățat un corp cu masa $M = 10 \text{ kg}$, se acționează la capătul A cu o forță F. Dacă $OA = 3OB$ și masa porțiunii OB a barei este $m_1 = 1 \text{ kg}$, să se afle forța F. (Figura 6)

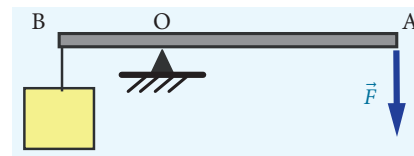


Figura 6 Bară omogenă

Portofoliu

18 Argumentează de ce pereții barajelor pentru lacurile de acumulare se construiesc cu grosime crescătoare spre bază, calculând valoarea forței de apăsare pe unitatea de suprafață a zidului ($S = 1 \text{ m}^2$) pentru cinci valori ale adâncimii h (până la 100 m). Trasează graficul dependenței $F = f(h)$.

19 Observă, calculează și explică situația de echilibru static prezentată în Figura 7. Formulează ipoteze despre posibilitățile de utilizare în practică a principiului observat.

20 Ce procent din volumul unui aisberg cu densitatea medie a gheții de $\rho_{gh} = 0,92 \text{ g/cm}^3$ se găsește sub apa oceanului $\rho_{ap\text{ ocean}} = 1\,030 \text{ kg/m}^3$?

21 Cum poți simula propagarea unei unde mecanice, folosind trei pendule gravitaționale identice și două resorturi?

22 De ce trebuie re acordată o vioară cu care se va cânta în sala de concert dacă violonistul a susținut mai înainte programul artistic în aer liber geros?

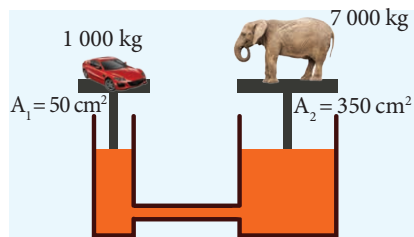


Figura 7 Echilibru static

Evaluare finală

Timp de lucru: 50 de minute

Din oficiu 10 p

- 1** Notează A dacă propoziția este adevărată și F dacă este falsă.
- a) Energia potențială gravitațională este cu atât mai mare cu cât înălțimea la care se află corpul față de Pământ este mai mare. **2,5 p**
- b) Presiunea scade odată cu mărirea suprafeței pe care acționează forța de apăsare. **2,5 p**
- c) Puterea mecanică este cu atât mai mare cu cât lucrul mecanic se efectuează într-un timp mai scurt. **2,5 p**
- d) Un corp sprijinit este în echilibru stabil dacă verticala dusă din centrul de greutate cade în exteriorul bazei de sprijin. **2,5 p**
- 2** Explicați pe baza informațiilor din *Figura 8*, ce relație este între densitățile celor două lichide, știind că punctele A și B se află pe direcție paralelă cu axa presiunilor. **10 p**
- 3** Un tren se deplasează paralel cu un automobil aflat pe șosea, având aceeași viteză ca și automobilul. Energia cinetică a trenului față de energia cinetică a automobilului este:
- a) egală; b) mai mică; c) mai mare; d) egală cu zero. **10 p**
- 4** Un corp cu masa $m = 400 \text{ g}$ este lăsat să cadă liber de la înălțimea $h = 10 \text{ m}$.
- a) Dacă se neglijează frecarea cu aerul, află viteza cu care ajunge corpul la suprafața Pământului. **20 p**
- b) Ce energie cinetică va avea corpul când va ajunge la înălțimea $h_1 = 2 \text{ m}$ față de sol?
- 5** Corpul 1 din *Figura 9*, aflat pe plan, are masa 6 kg , iar planul înclinat are lungimea $l = 8 \text{ m}$ și înălțimea $H = 4 \text{ m}$. Forța de frecare dintre corp și plan este $F_f = 10 \text{ N}$.
- a) Ce masă are corpul 2, dacă el coboară uniform timp de 20 s pe distanța $h = 1 \text{ m}$? **40 p**
- b) Află lucrul mecanic al greutateii corpului 2 pe distanța h .
- c) Află lucrul mecanic al forței de frecare dintre corpul 1 și plan în timpul acestei mișcări.
- d) Ce putere dezvoltă forța de tensiune în fir în timpul deplasării?

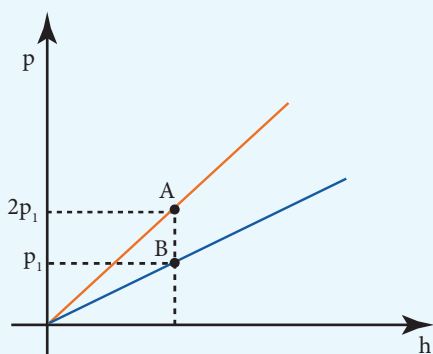


Figura 8 Dependența presiunii hidrostactice în funcție de adâncime

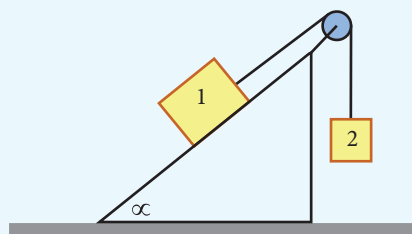


Figura 9 Corpuri în mișcare uniformă

Autoevaluare elev	Evaluare profesor	Observă la care dintre exerciții ai avut punctaj mai mic. Notează pe caiet ce dificultăți ai întâmpinat și care crezi că sunt lecțiile asupra cărora ar trebui să revii. Recitește-le!
Punctaj:	Punctaj:	

Evaluarea portofoliului

Ce cuprinde portofoliul tău?

- Cuprinsul portofoliului;
- Lucrările individuale marcate în manual;
- Lucrări propuse de doamna/domnul profesor;
- Alte lucrări, alese de tine;
- O fișă cu impresii:

Mi-a plăcut

Mi s-a părut interesant

A fost ușor să

Mi-a fost dificil să

Cum știi dacă ai reușit?

- Portofoliul va fi evaluat de doamna/domnul profesor.
- Te vei autoevalua, folosind grila de autoevaluare. Dacă întâmpini dificultăți, cere ajutorul.



Autoevaluare

	Da	Nu
1. Lucrările sunt aranjate într-o mapă sau un dosar?		
2. Portofoliul cuprinde toate lucrările de la rubrica Ce cuprinde portofoliul tău ?		
3. Lucrările sunt aranjate în ordinea dată de cuprins?		
4. Toate lucrările din portofoliu respectă cerințele de rezolvare?		
5. Aspectul portofoliului este îngrijit?		
6. Mi-a plăcut să îmi organizez portofoliul?		
7. Lucrările din portofoliu arată că am progresat?		



FIZICĂ

clasa a VII-a

ISBN: 978-606-9030-56-1



www.intuitext.ro