Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova

Ion BOTGROS  Viorel BOCANCEA  Vladimir DONICI  Nicolae CONSTANTINOV

# FIZICĂ

*Manual pentru clasa a **VII**-a*

*Ediția a IV-a, actualizată*

CARTIER
educațional

Elaborat conform Curriculum-ului disciplinar în vigoare și aprobat prin Ordinul Ministrului nr. 433 din 25 mai 2012.
Editat din sursele financiare ale Fondului Special pentru Manuale.

Comisia de experți: Virgil Cheptea, *doctor conferențiar universitar*; Marian Constantin, *profesor de fizică, grad didactic întâi*; Titu Mereuță, *profesor de fizică, grad didactic întâi;* Maria Cotoros, *inspector de fizică, grad didactic superior;* Sergiu Burlacu, *profesor de fizică, grad didactic doi;* Miron Potlog, *profesor de fizică, grad didactic superior.*

Recenzenți: Eugen Cheorghiță, *doctor habilitat, profesor universitar;* Nadejda Ovcerenco, *doctor în pedagogie, conferențiar universitar*; Valeriu Podborschi, *conferențiar universitar*; Nelu Vicol, *doctor în filologie, conferențiar universitar.*

**CARTIER**
Editura Cartier, SRL, str. București, nr. 68, Chișinău, MD2012.
Tel./fax: 20 34 91, tel.: 24 01 95. E-mail: cartier@cartier.md
cartier.md

*Cărțile CARTIER pot fi procurate online pe shop.cartier.md și în toate librăriile bune din România și Republica Moldova. Cartier eBooks pot fi procurate pe iBooks, Barnes & Noble și cartier.md*

LIBRĂRIILE CARTIER
*Librăria din Centru*, bd. Ștefan cel Mare, nr. 126, Chișinău. Tel./fax: 21 42 03. E-mail: librariadincentru@cartier.md
*Librăria din Hol*, str. București, nr. 68, Chișinău. Tel./fax: 24 10 00. E-mail: librariadinhol@cartier.md
*Librăria online*, shop.cartier.md, tel. 068 555 579. E-mail: vanzari@cartier.md

Colecția *Cartier educațional* este coordonată de Liliana Nicolaescu-Onofrei
Editor: Gheorghe Erizanu
Lector: Em. Galaicu-Păun
Coperta: Vitalie Coroban
Design/tehnoredactare: Ana Cioclo, Marina Darii
Prepress: Editura Cartier
Tipărită la Bons Offices

Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici, Nicolae Constantinov
FIZICĂ, MANUAL PENTRU CLASA A VII-A
Ediția a IV-a, actualizată conform cerințelor ordinului ME nr. 872 din 17 octombrie 2016
„Cu privire la punerea în aplicare a Hotărârilor Consiliului Suprem pentru Știință și Dezvoltare a AȘM nr. 167 din 07.07.2016 și nr. 205 din 25.07.2016" asupra normelor ortografice ale scrierii lui „â" și „sunt" în grafia limbii române.
© 2018, 2012, 2007, 2002, Editura Cartier, pentru prezenta ediție.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții
Fizică: Manual pentru clasa a 7-a/ Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici [et al.]; com. de experți: Virgil Cheptea [et al.]; Min. Educației, Culturii și Cercet. al Rep. Moldova. – Ed. a 4-a, actualizată. – Chișinău: Cartier, 2018 (Tipogr. „Bons Offices"). – 144 p. – (Colecția „Cartier educațional"/ coord. de Liliana Nicolaescu-Onofrei, ISBN 978-9975-79-896-9). Apare din sursele financiare ale Fondului Special pentru Manuale. – 11500 ex.
ISBN 978-9975-86-288-2.
53(075.3)
F 62

**Acest manual este proprietatea Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova**

Școala/Liceul _____ Manualul nr. _____

| Anul | Numele și prenumele elevului care a primit manualul | Anul școlar | Starea manualului | |
|---|---|---|---|---|
| | | | la primire | la returnare |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

- Profesorul trebuie să controleze dacă numele elevului este scris corect.
- Elevii cărora le este destinat manualul nu trebuie să facă niciun fel de notații pe pagini.
- Rugăm ca manualele să fie păstrate cât mai îngrijit.
- Starea manualului se va înscrie folosind termenii: nouă, bună, îngrijită, nesatisfăcătoare, proastă.

*Dragi elevi!*

Acest manual de „Fizică” vine să continue, în anul al doilea de studiu al fizicii, cunoașterea naturii, inițiată în clasele precedente. Din el veți afla despre diversitatea fenomenelor și proceselor din jurul vostru, despre multe lucruri cunoscute astăzi numai datorită fizicii, care, pe bună dreptate, este considerată o știință fundamentală. Viața ne demonstrează că „Fizica” este utilă nu numai tehnicienilor, ci și tuturor oamenilor, indiferent de domeniul lor de activitate: artă sau politică, business sau știință, sport sau comerț.

Cu regret, în cadrul orelor de fizică, deseori sunt prezentate prioritar aplicațiile tehnice ale fizicii, pe când potențialul ei umanistic rămâne neexplorat. Ca disciplină școlară, „Fizica” are drept scop, în primul rând, formarea intelectuală și spirituală a elevului, care se află zilnic în contact cu realitatea. Activitățile de analiză și cercetare, prezentate în manual pentru unele situații reale, întâlnite deseori în viața cotidiană, vă vor ajuta să vă dezvoltați abilitățile de cunoaștere științifică. Studiind acest manual, veți învăța multe lucruri interesante și folositoare, rezolvând în mod independent diverse situații din experiența proprie de viață.

Manualul are un conținut concis și accesibil, fiind însoțit de activități și imagini atractive, ajutându-vă să vă formați o imagine amplă despre varietatea fenomenelor și proceselor din jurul vostru.

*Vă dorim mult succes!*

*Autorii*

# Cuprins


**Capitolul 1. MIȘCAREA ȘI REPAUSUL** ..... 6

1. Achiziții teoretice ..... 7

1.1. Poziția unui corp în spațiu ..... 7

1.2. Mișcarea mecanică ..... 10

1.3. Descrierea mișcării mecanice ..... 13

1.4. Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza ..... 16

1.5. Reprezentarea grafică a mișcării ..... 19

Rezumat ..... 22

Evaluare ..... 24

2. Achiziții practice ..... 25

2.1. Soluționează situații ..... 25

A. Exersează ..... 25

B. Experimentează ..... 30

C. Cercetează ..... 31

Evaluare sumativă ..... 34

**Capitolul 2. FORȚA** ..... 35

1. Achiziții teoretice ..... 36

1.1. Inerția. Masa inertă ..... 36

1.2. Forța – măsură a interacțiunii ..... 40

1.3. Forța de greutate. Ponderea ..... 43

1.4. Forța elastică ..... 46

1.5. Forța de frecare ..... 49

Rezumat ..... 52

Evaluare ..... 53

2. Achiziții practice ..... 55

2.1. Soluționează situații ..... 55

A. Exersează ..... 55

B. Experimentează ..... 59

C. Cercetează ..... 60

Evaluare sumativă ..... 61

**Capitolul 3. PRESIUNEA. FORȚA ARHIMEDE** ..... 62

1. Achiziții teoretice ..... 63

1.1. Presiunea solidelor ..... 63

1.2. Presiunea în lichide ..... 66

1.3. Presiunea în gaze. Legea lui Pascal ..... 69

1.4. Vase comunicante ..... 73

1.5. Presiunea atmosferică ..... 75

1.6. Forța Arhimede. Plutirea corpurilor ..... 77
Rezumat ..... 81
Evaluare ..... 83
2. Achiziții practice ..... 84
2.1. Soluționează situații ..... 84
A. Exersează ..... 84
B. Experimentează ..... 85
C. Cercetează ..... 88
Evaluare sumativă ..... 89

**Capitolul 4.** LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ ..... 90
I. Lucrul, puterea și energia ..... 91
1. Achiziții teoretice ..... 91
1.1. Lucrul mecanic ..... 91
1.2. Puterea mecanică ..... 95
1.3. Energia mecanică ..... 98
1.4. Conservarea energiei mecanice ..... 102
Rezumat ..... 106
Evaluare ..... 108
2. Achiziții practice ..... 109
2.1. Soluționează situații ..... 109
A. Exersează ..... 109
B. Experimentează ..... 111
C. Cercetează ..... 113
Evaluare sumativă ..... 115

II. Mecanisme simple ..... 116
1. Achiziții teoretice ..... 117
1.1. Pârghia ..... 118
1.2. Scripetele ..... 121
1.3. Planul înclinat ..... 124
1.4. Randamentul mecanismelor simple ..... 126
Rezumat ..... 128
Evaluare ..... 130
2. Achiziții practice ..... 131
2.1. Soluționează situații ..... 131
A. Exersează ..... 131
B. Experimentează ..... 133
C. Cercetează ..... 133
Evaluare sumativă ..... 135

Tabelul densităților unor substanțe ..... 136
Conceptele de bază studiate în clasa a VII-a la fizică ..... 137
Răspunsuri la probleme ..... 141

Capitolul 1

# MIȘCAREA ȘI REPAUSUL

**1. Achiziții teoretice**

1.1. Poziția unui corp în spațiu

1.2. Mișcarea mecanică

1.3. Descrierea mișcării mecanice

1.4. Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza

1.5. Reprezentarea grafică a mișcării

Rezumat

Evaluare

**2. Achiziții practice**

2.1. Soluționează situații

A. Exersează

B. Experimentează

C. Cercetează

Evaluare sumativă

# Capitolul 1. MIȘCARE ȘI REPAUS

## 1. Achiziții teoretice

## 1.1. Poziția unui corp în spațiu

*Informație* Din cele studiate în clasele precedente la „Științe" (cl. a II-a ÷ a V-a) și la „Fizică" (cl. a VI-a) cunoști despre varietatea corpurilor din natură, cum ar fi: stelele, Pământul și alte planete; munții, oceanele, atmosfera, copacii, omul și alte organisme vii, clădirile, mașinile și altă tehnică de pe suprafața Pământului etc., care în fizică se numesc ***corpuri fizice***.

Se spune că mulțimea corpurilor fizice sunt amplasate în spațiu. Fiecare dintre aceste corpuri se află într-un anumit loc pe care îl ocupă în spațiul nemărginit al lumii înconjurătoare.

Asemănător tuturor corpurilor fizice, și tu ocupi în spațiu un anumit loc. De exemplu, la lecție te afli în una din băncile clasei. Locul comun în care se află toate corpurile din clasă constituie ***spațiul clasei***.

Fie că ai ieșit în timpul recreației în curtea școlii. Locul în care se află toate corpurile din imediata apropiere: elevii, școala, copacii, strada, casele de locuit, mașinile care trec pe stradă etc. constituie ***spațiul local***.

Dacă extindem spațiul local, constatăm întinderea care cuprinde totalitatea corpurilor de pe suprafața Terrei – toate acestea constituie ***spațiul terestru***.

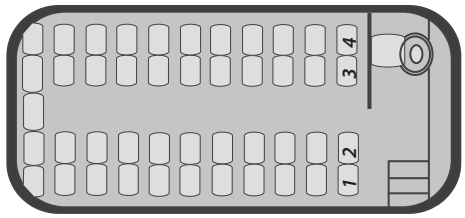
Acum să ne imaginăm întinderea nemărginită care cuprinde toate corpurile cerești. Prin aceasta înțelegem ***spațiul universal***.

*Reține!*

- *Fiecare corp din natură ocupă în spațiu la momentul dat un anumit* ***loc****.*
- ***Locul*** *unde se află un corp în spațiu în momentul dat de timp este numit în fizică* ***poziția*** *corpului.*

*Situația 1* În fig. 1 este reprezentată schema salonului unui autocar de pe ruta „Chișinău-Iași".

- Examinează atent cu colegul tău de bancă această situație.
- Unde se află locul tău indicat pe bilet față de volanul autobuzului? Aproape? Departe? La stânga? La dreapta? În centru? Dar față de ușa de la intrare?
- Determină unde se află locul 21 față de volanul autocarului. Dar față de ușa de la intrare în autocar?
- Cum sunt așezate aceste 2 locuri față de centrul salonului din autocar?



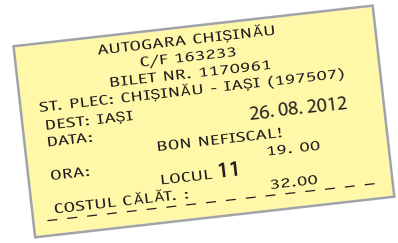




*Fig. 1* *a)* *b)*

*Concluzie:* *Poziția unui corp poate fi stabilită numai în raport cu un **alt corp**.*

*Definiție:* *Corpul în raport cu care se stabilește poziția altor corpuri se numește **corp de referință**.*

În situația analizată mai sus ușa de la intrare în autocar, volanul autocarului în raport cu care poate fi determinată poziția (locul) tău în autobuz sunt ***corpuri de referință*** pentru corpurile din spațiul autocarului.

*Situația 2* În continuare vom examina altă situație din viața cotidiană.

La radio a fost transmisă următoarea știre: „Pe ruta Chișinău-Orhei a avut loc un accident rutier" (fig. 2).

- Este suficientă informația transmisă pentru a determina locul accidentului?
- Cum poate fi precizată această știre pentru a veni în ajutor?

Pentru determinarea exactă a locului accidentului este necesar să indicăm la ce distanță de la corpul de referință se află locul respectiv. Această informație o putem citi pe bornele kilometrice de pe marginea șoselei. În imaginile alăturate sunt reprezentate fețele unei borne kilometrice de pe traseul Chișinău-Orhei (fig. 3).

*Fig. 2*

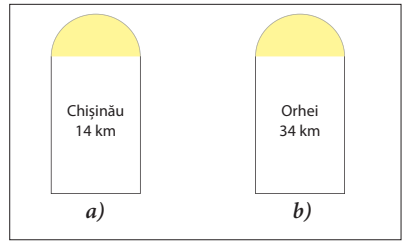
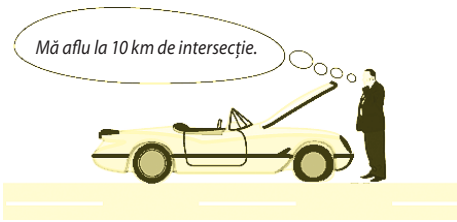



*Fig. 3*

*Concluzie:* *Pentru determinarea **poziției** unui corp este necesar să cunoaștem **distanța** până la corpul de referință.*

*Situația 3* În fig. 4 a) este reprezentată o situație rutieră ce s-a întâmplat cu o persoană care s-a pornit cu mașina din or. Bălți spre satul său natal. Ea comunică prin telefonul mobil că mașina i s-a defectat și are nevoie de ajutor, aflându-se la distanța de 10 km de intersecție (fig. 4, b).



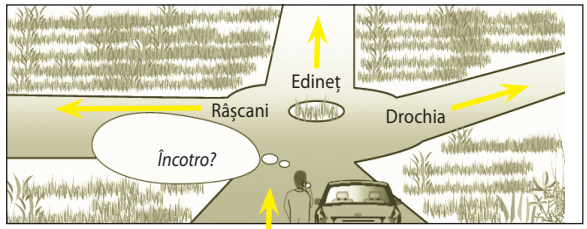




*Fig. 4* *a)* *b)*

- Este suficientă oare informația transmisă pentru a ajunge la locul unde se află mașina defectată (fig. 4, a)?
- Ce informație suplimentară trebuie să cunoască șoferul de la intersecție care îi vine în ajutor (fig. 4, b)?

*Concluzie:* *Pentru determinarea **poziției** corpului este necesar a cunoaște, în afară de **distanță**, și **orientarea** lui față de corpul de referință.*

În practică, orientarea corpului în locurile nemarcate (pădure, munți, mări etc.) se determină cu ajutorul **busolei**. Pentru aceasta, așezăm busola în locul unde se află corpul de referință. Măsurăm unghiul dintre direcția spre nord și direcția spre corpul a cărui orientare dorim s-o aflăm (fig. 5, a și b).

Direcția spre nord este indicată de vârful vopsit al acului indicator al busolei.

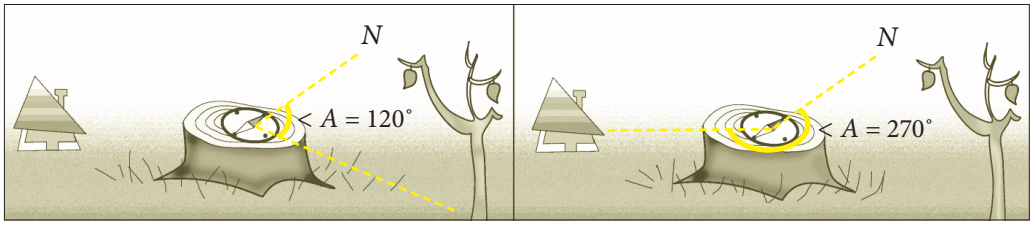



*Fig. 5* *a)* *b)*

*Reține* *Pentru determinarea poziției unui corp este necesar să cunoaștem **orientarea** lui față de corpul de referință și **distanța** dintre aceste corpuri.*

***Distanța*** dintre corpul de referință și corpul a cărui poziție se determină și ***unghiul*** care exprimă orientarea acestui corp față de corpul de referință reprezintă ***coordonatele polare*** ale corpului dat.

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Alcătuiește o propoziție cu termenii: corp fizic, spațiu, timpul și locul dat.
2. Definește noțiunea: corp de referință. Dă exemple.
3. Explică noțiunea: poziția corpului dat. Dă exemple.
4. Dă 2÷3 exemple de poziție a unui corp în raport cu diferite corpuri de referință.
5. Ce este necesar să cunoști pentru a determina poziția unui corp în plan?
6. Ce numim coordonate polare?
7. Ce trebuie să cunoști cu precizie în următoarele situații: când dorești să-ți vizitezi prietenul, când pleci la teatru, la cinema sau la un antrenament sportiv?

# 1.2. Mișcarea mecanică

*Informație* În natură întâlnim diferite corpuri care se mișcă, de exemplu: Pământul împreună cu toate corpurile terestre, ca și celelalte planete, se mișcă în jurul Soarelui, Luna se mișcă în jurul Pământului, iar împreună cu el – în jurul Soarelui,

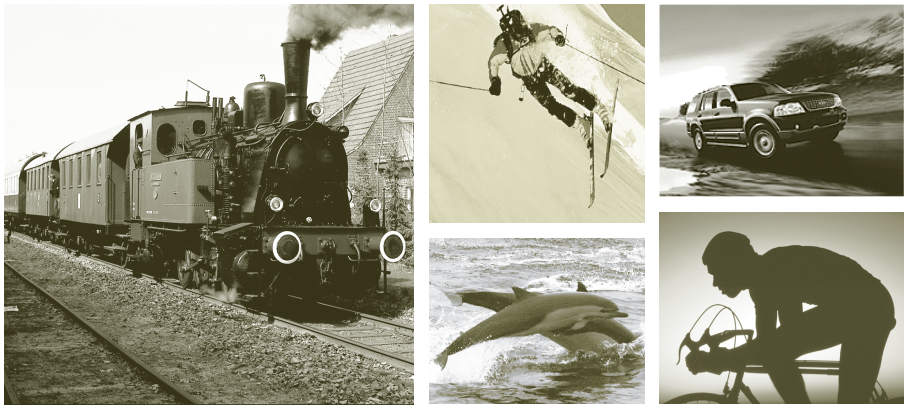


*Fig. 1*

avioanele și păsările zboară, elevii aleargă pe terenul sportiv, trenul se mișcă pe calea ferată, iar mașinile pe diferite șosele, apa curge în râu, iar peștii plutesc în ea etc. Deci, în comportarea acestor corpuri elementul comun este ***mișcarea***.

*Situația 1*

- Examinează atent poziția a trei corpuri: a autoturismului, a mingii și a Lunii, reprezentate în imaginile din fig. 2 (a, b, c).
- Ce se întâmplă cu poziția fiecărui corp: a automobilului, a mingii și a Lunii peste o durată oarecare de timp?
- Formulează concluzia.

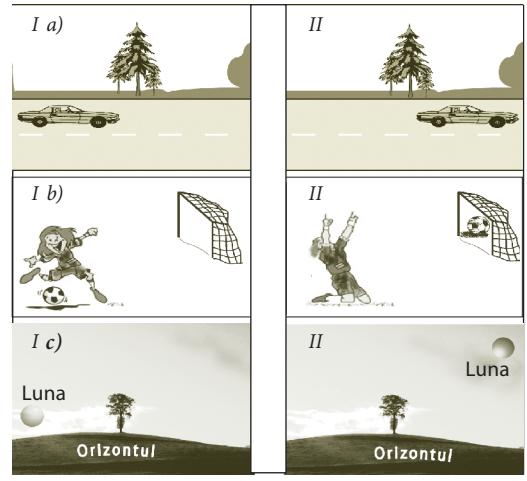



*Fig. 2*

*Definiție:* *Schimbarea în timp a poziției corpului în raport cu alte corpuri se numește* ***mișcare mecanică***.

*Află mai mult!* În sens larg, prin mișcare se înțelege orice schimbare (creșterea unui copac, îngălbenirea frunzelor etc.). Chiar și viața omului este considerată o mișcare. ***Mișcarea*** reprezintă o noțiune fundamentală în fizică. Mișcarea mecanică **e cel mai simplu** tip de mișcare în lumea înconjurătoare.

**Situația 2**

- În fig. 3 (a, b, c) este reprezentată mișcarea unui autoturism alături de un troleibuz.
- Examinează atent această situație.
- Ce se întâmplă cu poziția troleibuzului în raport cu monumentul lui Ștefan cel Mare?

*Fig. 3* *a)* *b)* *c)*

- Își schimbă oare troleibuzul poziția față de autoturism?
- Dar autoturismul față de troleibuz?

**Concluzie:**

- *Unul și același corp poate fi în același timp **în mișcare** față de un corp de referință și **în repaus** față de altul.*
- *Se spune că mișcarea și repausul sunt **relative**.*

Atât timp cât corpul își **schimbă** poziția în raport cu corpul de referință ales, se spune că el se află în **stare de mișcare**. Corpul aflat în stare de mișcare se mai numește **mobil**. Atunci când poziția corpului nu se schimbă în raport cu corpul de referință ales, se spune că corpul se află în **stare de repaus**.

**Situația 3**

- În fig. 4 este reprezentată mișcarea unui automobil pe traseul Chișinău-Hâncești.
- Determină poziția automobilului la ora $9^{00}$. La ora $9^{10}$.
- La ce oră a ajuns automobilul la kilometrul 30?
- Poate oare avea automobilul diferite poziții în același moment?

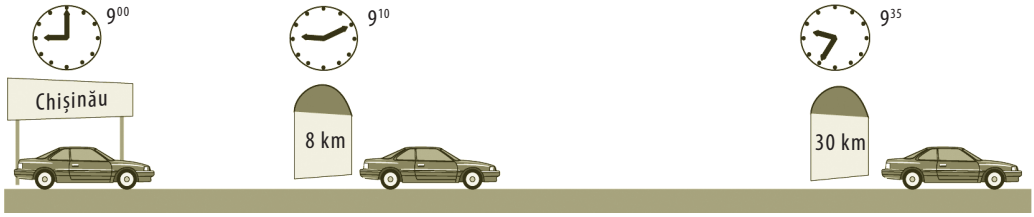



*Fig. 4* *a)* *b)* *c)*

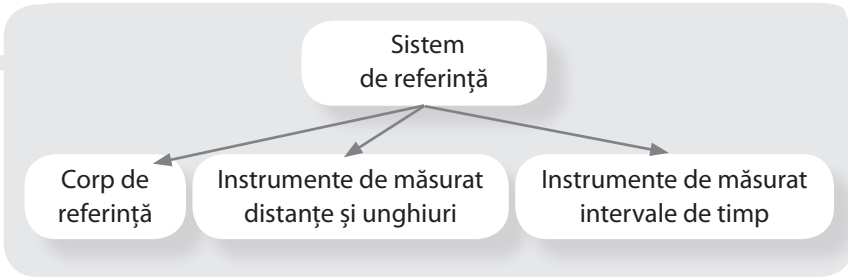
**Concluzie:** *Schimbarea poziției corpului în raport cu corpul de referință are loc într-un anumit **interval de timp**.*

De exemplu, dacă considerăm drept corp de referință indicatorul de la ieșirea din orașul Chișinău, atunci intervalul de timp necesar automobilului pentru a parcurge distanța până la kilometrul 8 este de 10 min. Pentru măsurarea intervalelor de timp se utilizează **cronometrul** sau **ceasornicul**.

**Definiție**

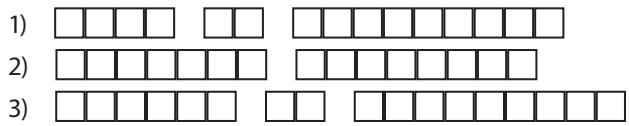
*Sistemul constituit din corpul de referință și instrumentele de măsurat distanțe, unghiuri și intervale de timp este numit în fizică* ***sistem de referință*** *(SR).*

**Reține!**



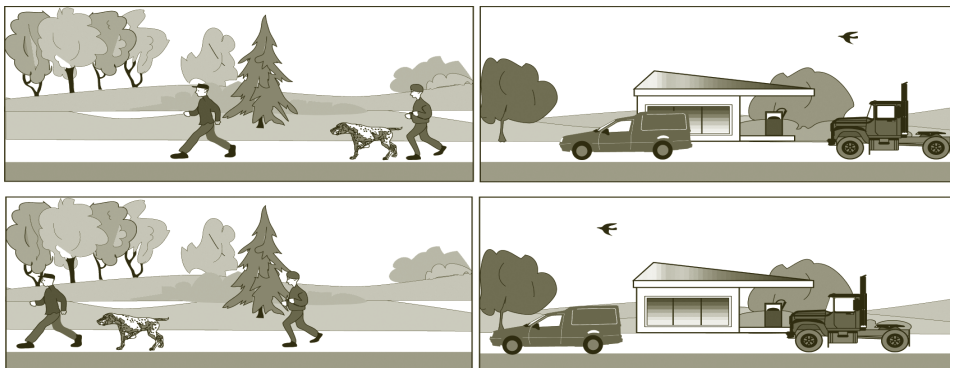

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce numim *mișcare mecanică*?
2. Prin ce se deosebește starea de mișcare de starea de repaus a unui corp? Dă exemple din viață.
3. Descrie un exemplu privind relativitatea stării de mișcare și a stării de repaus a unui mobil.
4. Din ce este constituit sistemul de referință?
5. Un elev afirmă că numai unele corpuri se află în stare de repaus, iar altul, invers – că toate corpurile din Univers se află în permanentă mișcare. Care dintre elevi are dreptate? Argumentează răspunsul.
6. Completează în caiet căsuțele de mai jos cu noțiunile studiate recent.



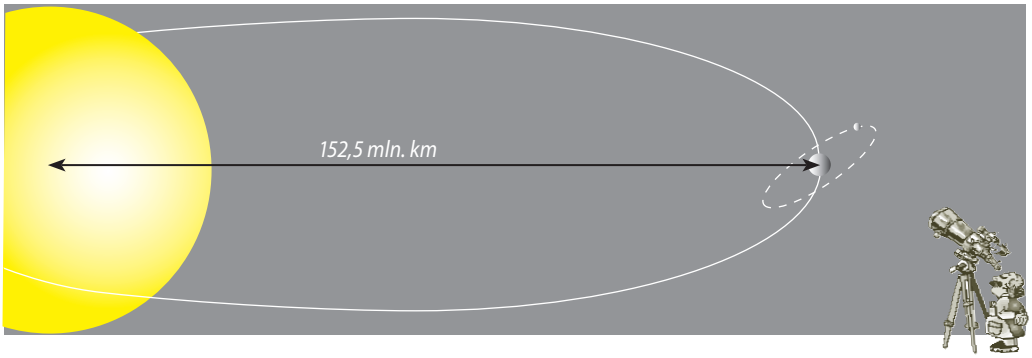

7. În figurile de mai jos sunt reprezentate pozițiile corpurilor peste un anumit interval de timp. Determină care corpuri se află în stare de repaus în raport cu:

   a) bradul; b) primul băiat; c) benzinăria; d) autoturismul.



# 1.3. Descrierea mișcării mecanice

*Informație* Deseori mișcarea unui corp nu este atât de simplă, după cum ni se pare la prima vedere, iar descrierea acesteia poate fi destul de complicată. Pentru a soluționa această problemă se fac unele simplificări. De exemplu, un automobil cu lungimea de 4 m a parcurs de la Chișinău o distanță de 100 km. Distanța parcursă de el este de 25.000 de ori mai mare decât lungimea lui. Avem aceeași situație dacă ne referim la mișcarea Pământului în jurul Soarelui. Distanța dintre Pământ și Soare este de aproximativ 25.000 de ori mai mare decât raza Pământului. Deci în ambele cazuri dimensiunile automobilului sau

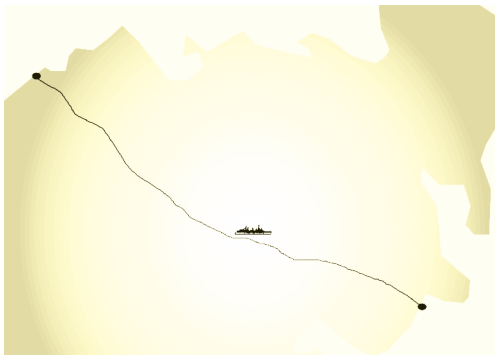



ale Pământului pot fi neglijate, deoarece sunt foarte mici față de distanța respectivă. În astfel de cazuri, automobilul sau Pământul, ca și alte corpuri care se mișcă, pot fi reprezentate printr-un **punct**.

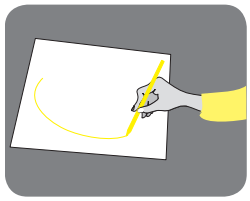
*Definiție:* *Corpul ale cărui dimensiuni pot fi neglijate în condițiile date se numește **punct material**.*

*Situația 1*

- În imaginile de mai jos este reprezentată mișcarea unei motonave în două cazuri: pe mare și pe râu la trecerea pe sub un pod.
- Putem oare neglija dimensiunile motonavei atunci când calculăm distanța parcursă de ea pe mare? Dar la trecerea ei sub un pod de peste râu?



**Concluzie:** *În unele situații, dimensiunile corpului pot fi neglijate. În asemenea cazuri, corpul poate fi considerat* ***punct material*** *și reprezentat grafic printr-un punct. De exemplu, zborul unui avion la înălțime mare poate fi considerat drept mișcarea unui punct pe bolta cerească în raport cu observatorul de pe pământ.*



Mișcarea tuturor corpurilor din natură este foarte diferită, iar descrierea acestora reprezintă pentru om o necesitate practică de mare importanță.

Orice corp se mișcă în spațiu de-a lungul unei linii.

De exemplu, linia descrisă de un pix pe o foaie de hârtie este linia pe care s-a mișcat vârful pixului.

**Definiție:**

- *Linia de-a lungul căreia s-a mișcat mobilul se numește* ***traiectorie****.*

**Situația 2**

- În imaginile de mai jos sunt reprezentate plutirea unei motonave și zborul unui avion.

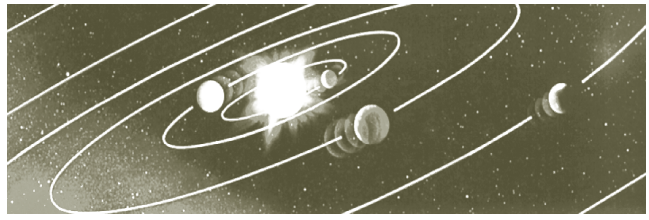
- Compară traiectoria avionului cu cea a motonavei.
- Discută cu colegul tău despre forma acestor traiectorii.

**Reține!**

- *Dacă traiectoria unui mobil este o linie dreaptă, atunci mișcarea se numește* ***rectilinie****.*
- *Dacă traiectoria unui mobil este o linie curbă, atunci mișcarea se numește* ***curbilinie****.*

Cel mai simplu caz de mișcare curbilinie este mișcarea **circulară.** Traiectoria acestei mișcări reprezintă un cerc. Drept exemplu de mișcare circulară poate servi mișcarea vârfurilor acelor ceasornicului.

Traiectoria planetelor se aseamănă, într-o anumită măsură, cu niște cercuri.



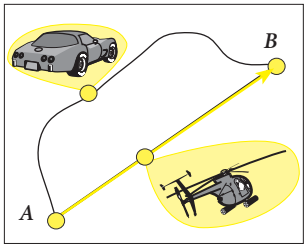



*Fig. 1*

În imaginea alăturată (fig. 1) sunt reprezentate traiectoriile mișcării din localitatea $A$ în localitatea $B$ a unui autoturism și a unui elicopter. Autoturismul s-a mișcat pe șosea, parcurgând o anumită distanță. Această distanță este egală cu lungimea traiectoriei.

Traiectoria mișcării elicopterului este o linie dreaptă. Lungimea ei este egală cu distanța dintre localitatea $A$ (poziția inițială) și localitatea $B$ (poziția finală).

Orientarea acestui segment de dreaptă se indică printr-o săgeată (fig. 1).

*Definiții:*

- Lungimea traiectoriei se numește ***drum parcurs (distanță parcursă)***.
- Segmentul de dreaptă orientat de la poziția inițială a mobilului spre poziția lui finală se numește ***deplasare***.

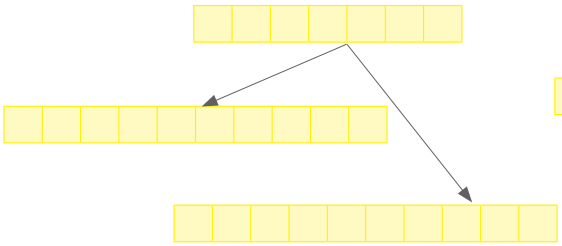
*Reține!*

***Drumul parcurs*** *și* ***deplasarea*** *sunt mărimi fizice care au în SI unitatea de măsură* ***metrul.***

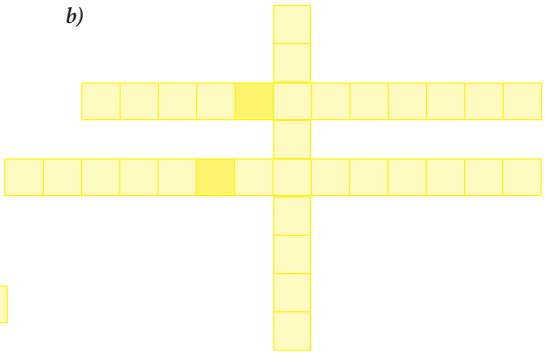
*Verifică-ți cunoștințele*

1. Completează în caiet căsuțele cu noțiunile studiate recent.

*a)*



*b)*



2. Dă exemple de corpuri care pot fi considerate puncte materiale în anumite condiții.
3. Ce se numește „traiectorie”?
4. Cum se clasifică traiectoriile? Dă exemple de fiecare tip.
5. Cum se clasifică mișcarea mecanică în funcție de traiectoriile parcurse de mobil?
6. Definește noțiunile: „drum parcurs” de mobil și „deplasarea” mobilului. Dă 2÷3 exemple.
7. Compară exemplele privind drumul parcurs și deplasarea mobilului în mișcarea rectilinie și mișcarea curbilinie. Formulează concluzii.
8. Ce se ia în considerație la achitarea taxei într-un taxi: drumul parcurs sau deplasarea?

# 1.4. Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza

*Informație* Din lecțiile precedente cunoști că mișcarea unui mobil poate fi deosebită de alte mișcări după forma traiectoriei pe care se mișcă mobilul. În funcție de aceasta mișcările mecanice se clasifică în ***rectilinii*** și ***curbilinii***. De exemplu, un tren se mișcă rectiliniu pe o cale ferată dreaptă, iar un automobil se

mișcă curbiliniu pe un drum cotit. Deci, ***traiectoria*** este una din caracteristicile mișcării mecanice. În natură și în practica de zi cu zi mișcările pot fi deosebite și după alte caracteristici.

*Experimentul 1* Fie că pe o masă se află un cărucior. Vom analiza două cazuri:

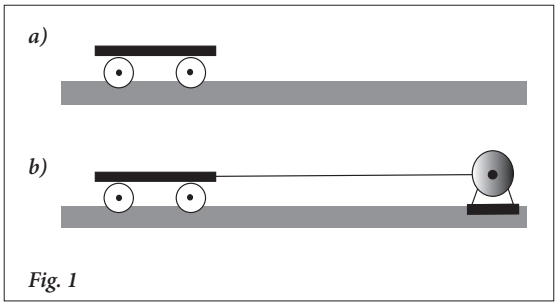


*Fig. 1*

**Cazul I.** Căruciorul este lovit astfel încât el se mișcă **rectiliniu** pe suprafața mesei (fig. 1, a). Cum se va schimba mișcarea lui?

**Cazul II.** Același cărucior, fiind unit cu un fir de axul unui motoraș electric, de asemenea se mișcă rectiliniu (fig. 1, b). Se va schimba mișcarea căruciorului în acest caz?

Descrie și compară mișcările rectilinii ale căruciorului în ambele cazuri.

*Experimentul 2* Un capăt al sforii se leagă de cărucior, iar celălalt de axul unui motor (fig. 2, a).

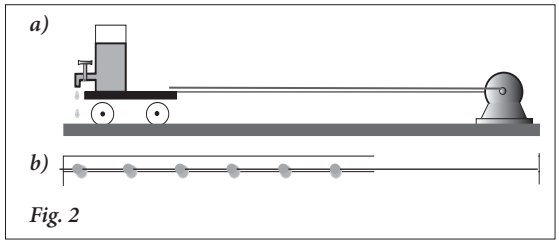


*Fig. 2*

În vasul cu robinet se toarnă tuș. Robinetul se reglează astfel încât din el, în intervale egale de timp, să cadă câte o picătură de tuș. Căruciorul, fiind pus în mișcare de motor, lasă în urma sa pe o fâșie de hârtie picături de tuș, aflate la distanțe egale una de alta (fig. 2, b).

*Definiție:* *Mișcarea în care mobilul parcurge distanțe egale în orice intervale egale de timp se numește **mișcare uniformă**.*

În funcție de forma traiectoriei pe care se mișcă mobilul, mișcarea uniformă poate fi **rectilinie** sau **curbilinie.**

În natură mișcarea uniformă se observă foarte rar. Aproximativ uniformă poate fi mișcarea unui tren pe o porțiune de cale ferată, mișcarea unui automobil pe o porțiune de drum, zborul unui avion care a atins înălțimea cuvenită etc. Aproape de mișcarea uniformă este mișcarea Pământului (și a planetelor) în jurul Soarelui, a Lunii în jurul Pământului. Uniformă este și mișcarea acelor ceasornicului.

În natură majoritatea mișcărilor nu sunt uniforme.

De exemplu, trenul, plecând din gară, parcurge, în intervale egale de timp, distanțe din ce în ce mai mari, și invers, la sosire în gară, trenul parcurge, în intervale egale de timp, distanțe din ce în ce mai mici. Același lucru se întâmplă și cu avionul, în timpul decolării și aterizării, la pornirea și oprirea unui automobil etc.

*Definiție:* *Mișcarea în care mobilul parcurge distanțe diferite în orice intervale egale de timp se numește mișcare **neuniformă** sau mișcare **variată.***

*Situația 1*

- În imaginea de mai jos este reprezentată mișcarea a două mobile pe o traiectorie rectilinie: a unui pieton și a unui biciclist.

- Compară intervalele de timp în care a avut loc mișcarea uniformă a pietonului și a biciclistului.
- Cum se mișcă biciclistul în comparație cu pietonul?
- Dă exemple de mobile care, în același interval de timp, pot parcurge o distanță mai mare decât biciclistul.

*Concluzie:* *Două mișcări uniforme se pot deosebi prin **rapiditatea** lor.*

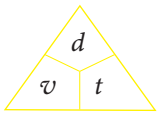
*Definiție:* *Mărimea fizică ce caracterizează rapiditatea mișcării mobilului se numește **viteză.***

În mișcarea uniformă viteza corpului este egală numeric cu **raportul** dintre distanța parcursă ($d$) și intervalul de timp ($t$) în care a fost parcursă această distanță. Viteza se notează cu $v$.

*Reține!* *În mișcarea uniformă valoarea numerică a vitezei este permanent **constantă.***

În formă matematică această afirmație se reprezintă în felul următor:

$$\text{Viteza} = \frac{\text{distanța parcursă}}{\text{timp}} \quad \text{sau} \quad v = \frac{d}{t}$$



Cu alte cuvinte, viteza indică ce drum parcurge mobilul într-o unitate de timp. Unitatea de măsură a vitezei în SI este 1 m/s. Această afirmație se scrie astfel:

$$[v] = \frac{[d]_{SI}}{[t]_{SI}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

**Reține!**

*1 m/s este viteza mobilului care parcurge 1 m timp de 1 s.*

Din relația $v = \frac{d}{t}$ rezultă că distanța parcursă de mobil $d = v \cdot t$. Astfel, cunoscând viteza mobilului, putem afla distanța pe care el o parcurge de la corpul de referință în orice moment de timp, mișcându-se rectiliniu și uniform. Timpul se începe a măsura atunci când poziția mobilului coincide cu poziția corpului de referință.

**Reține!**

*Relația $d = v \cdot t$ exprimă dependența distanței parcurse de timp și caracterizează* ***legea schimbării poziției corpului, care se mișcă rectiliniu și uniform.***

Această lege exprimă relația dintre trei mărimi fizice: drumul parcurs de mobil, viteza mobilului și intervalul de timp aflat în mișcare.

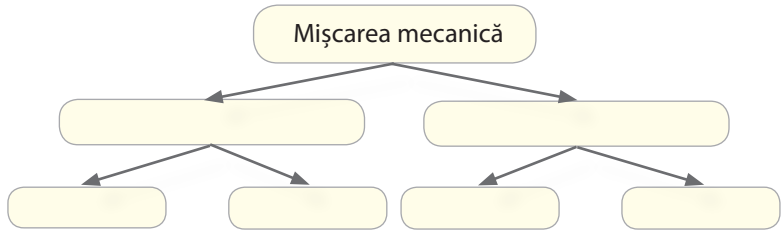
**Află mai mult**

Atunci când mobilul se mișcă neuniform, viteza lui pe diferite porțiuni de drum este diferită. De exemplu, un automobil, parcurgând drumul de la Chișinău la Orhei, a dezvoltat pe unele porțiuni ale drumului o viteză de 80 km/h, iar pe altele, o viteză mai mică. Ajungând la Orhei într-o oră, el a parcurs distanța de 48 km. În acest caz, se spune că automobilul s-a mișcat pe ruta Chișinău-Orhei cu viteza medie de 48 km/h.

$$\text{Viteza medie} = \frac{\text{distanța totală parcursă}}{\text{timpul total}} \quad \text{sau} \quad \vec{v} = \frac{d_{tot}}{t_{tot}}.$$

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Completează în caiet schema:



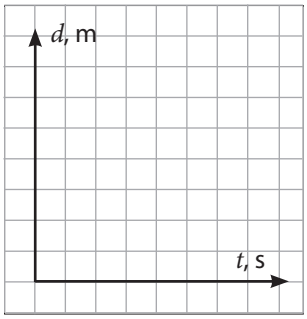

2. Definește noțiunile: „mișcare uniformă” și „mișcare neuniformă”. Dă 3÷4 exemple.
3. Prin ce se deosebește mișcarea rectilinie uniformă de mișcarea rectilinie neuniformă? Dar două mișcări rectilinii uniforme?
4. Definește viteza în mișcarea rectilinie uniformă. Care este unitatea sa de măsură în SI?
5. Scrie expresia matematică și numește mărimile fizice care caracterizează legea mișcării rectilinii uniforme.

# 1.5. Reprezentarea grafică a mișcării

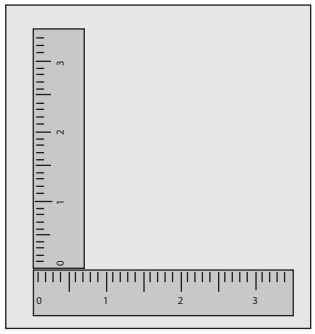
*Analizează situația!*

Un biciclist s-a mișcat uniform cu viteza de 5 m/s.

- Completează tabelul.

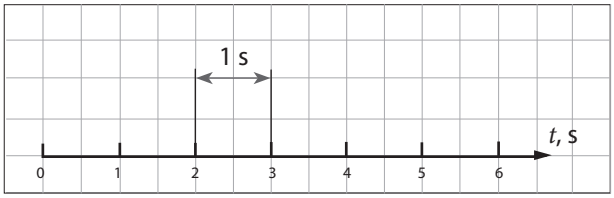



| *t*, s | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d*, m | 0 | | | | | | |



- Construiește în caiet un sistem de două axe perpendiculare. Acest sistem se aseamănă cu două rigle, al căror punct de intersecție corespunde valorilor „zero". Săgețile la capetele axelor indică sensul creșterii valorilor.
- Pe **axa orizontală** notează în ordine crescătoare valorile timpului, iar pe **axa verticală –** valorile drumului parcurs. Este important să alegi câte o scară potrivită pentru fiecare axă (fig. 1).

Se recomandă ca diferența a două valori consecutive, notate pe axe, să fie 1, 2, 5, 10 sau produse ale acestor numere. Această diferență se alege ținând cont de valoarea maximă din tabel și de lungimea axei.



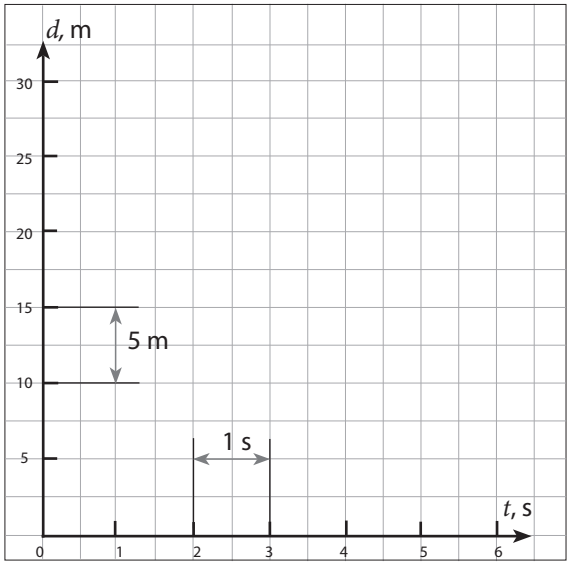




*Fig. 1*

În cazul nostru lungimea axei timpului e de ≈ 6 cm, iar valoarea maximă a timpului din tabel e de 6 s. Așadar, diferența dintre două valori consecutive pe axa timpului se poate lua drept o unitate.

Astfel, lungimii de 1 cm pe axa timpului îi corespunde 1 s, iar lungimii de 3 cm – 3 s etc. Nu este obligatoriu ca scara pentru axa verticală să coincidă cu scara de pe axa orizontală.

În exemplul nostru, valoarea maximă a drumului parcurs de biciclist e de 30 m.

Lungimea axei de coordonate a drumului parcurs e de 6 cm (fig. 1). Deci, lungimii de 1 cm pe axa drumului parcurs îi corespunde un drum de 5 m.

Pentru a construi **graficul** distanței parcurse de biciclist, este necesar a găsi punctele ce corespund perechilor de valori (valoarea timpului și valoarea drumului parcurs) din tabel.

*Activitate practică*

Trasați o linie întreruptă paralelă cu axa drumului parcurs prin punctul $t = 6$ s (de pe axa orizontală (fig. 2)), apoi o linie întreruptă paralelă cu axa timpului prin punctul $d = 30$ m (de pe axa verticală), punct care corespunde valorii $t = 6$ s din tabel.

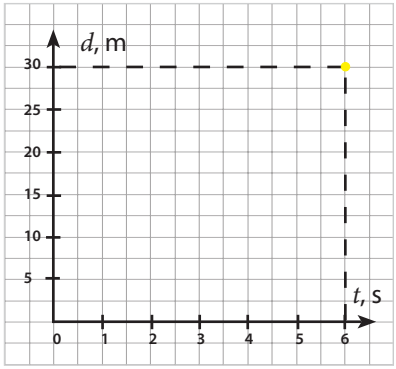


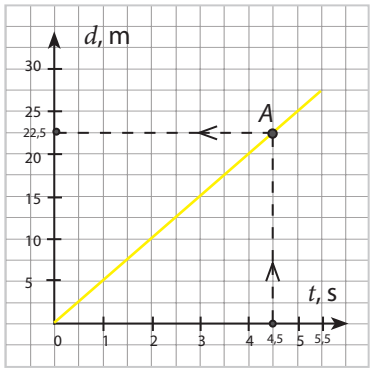

*Fig. 2*

La intersecția lor, se obține un punct ce corespunde perechii de valori (6 s, 30 m).

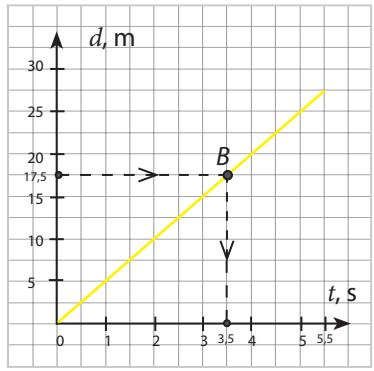
- Procedând similar, construiți punctele care corespund celorlalte perechi de valori din tabel.
- Câte puncte ați obținut în total?
- Ce obțineți unind aceste puncte?

*Reține!*

*Graficul distanței parcurse la mișcarea uniformă este o linie **dreaptă**.*




*a)*




*b)*

*Fig. 3*

Cu ajutorul acestui grafic se poate afla **drumul parcurs** de mobil în orice interval de timp.

De exemplu, cunoscând graficul mișcării biciclistului, putem afla drumul parcurs de el în 4,5 s. Pentru aceasta, trasăm o paralelă punctată cu axa drumului parcurs prin punctul $t = 4{,}5$ s de pe axa timpului.

Notăm prin A punctul obținut la intersecția cu graficul mișcării. Apoi trasăm prin acest punct o paralelă cu axa timpului. Punctul $d = 22{,}5$ m, obținut la intersecția cu axa drumului, indică drumul parcurs de biciclist în 4,5 s (fig. 3, a).

Cu ajutorul graficului distanței se poate afla și **timpul** în care un mobil a parcurs un anumit drum.

De exemplu, cunoscând graficul mișcării biciclistului, putem afla timpul în care acesta a parcurs drumul $d = 17{,}5$ m (fig. 3, b).

Pentru aceasta, trasăm o paralelă punctată cu axa timpului prin punctul $d = 17{,}5$ m de pe axa drumului parcurs. Notăm prin $B$ punctul obținut la intersecția acestei paralele cu graficul mișcării. Trasăm prin punctul $B$ o paralelă punctată cu axa drumului parcurs. Punctul $t = 3{,}5$ s, obținut la intersecția acestei paralele cu axa timpului, indică timpul necesar biciclistului pentru a parcurge drumul $d = 17{,}5$ m.

*Concluzie:* *Reprezentarea grafică a mișcării uniforme ne permite să determinăm ușor drumul parcurs în orice interval de timp, și invers, să determinăm intervalul de timp în care a fost parcurs un anumit drum.*

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Utilizând graficul distanței parcurse de biciclist construit în caiet, află:
   a) drumul parcurs de biciclist în 1,5 s, 5,5 s și 0,5 s;
   b) timpul necesar biciclistului pentru a parcurge 7,5 m, 28 m.
2. Construiește, în același sistem de axe, graficul distanței parcurse de biciclist pentru cazul când el s-a mișcat uniform cu viteza de 8 m/s.
   – Compară graficul obținut cu cel precedent.
   – Formulează concluzia.
3. În fig. 4 este reprezentat graficul dependenței vitezei unui mobil de timp. Cum s-a mișcat mobilul și ce drum a parcurs el în 5 s?

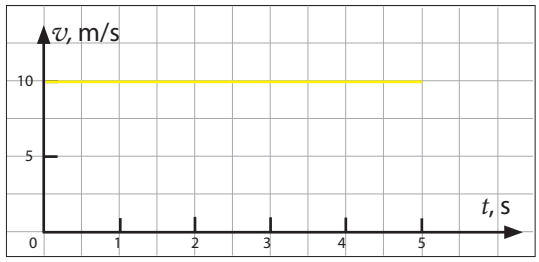



*Fig. 4*

4. În fig. 5 este reprezentat graficul dependenței drumului parcurs de timp. Determină din acest grafic viteza pietonului.

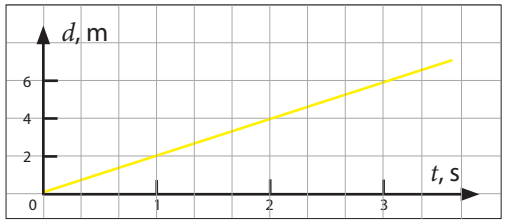



*Fig. 5*

5. Știind că viteza unui automobil este de 25 m/s, determină timpul în care acesta a parcurs distanța de 60 km.
6. Un biciclist a parcurs distanța dintre două localități egală cu 63 km timp de 1h 15 min. Determină viteza medie a biciclistului.

a)

b)

c)

*Fig. 1*

# Rezumat

Avionul, trenul și biciclistul din fig. 1 a, b, c sunt trei corpuri fizice.

**Linia de start** pentru avion, **stația de pornire** pentru tren și **linia de start** pentru biciclist reprezintă *corpurile* de referință față de care se studiază respectiv poziția fiecărui corp.

Atunci când avionul se află la linia de start, trenul – în stația de pornire, iar biciclistul – la linia de start, se spune că corpurile fizice se află în *stare de repaus*.

Atât timp cât avionul, trenul sau biciclistul **își schimbă poziția** față de corpurile de referință, aceste corpuri fizice se află în stare de mișcare. Corpul aflat în **stare de mișcare** este numit ***mobil***. Pentru determinarea poziției avionului, a trenului sau a biciclistului în mișcare se recurge la reprezentarea fiecărui corp ca un tot întreg, iar dimensiunile lor pot fi neglijate. În aceste cazuri corpul fizic este numit ***punct material***.

Linia de-a lungul căreia avionul, trenul sau biciclistul s-au mișcat față de corpul de referință este numită ***traiectoria*** mișcării.

Traiectoria unei mișcări poate fi o linie dreaptă sau o linie curbă, numite respectiv ***traiectorie rectilinie*** (fig. 2, a) și ***traiectorie curbilinie*** (fig. 2, b, c). În funcție de traiectoriile descrise de mobil, mișcările mecanice se clasifică în: *mișcare rectilinie* și *mișcare curbilinie*.

*Fig. 2* *a)* *b)* *c)*

Mișcarea rectilinie sau cea curbilinie a mobilului poate fi reprezentată schematic (fig. 3 a, b).

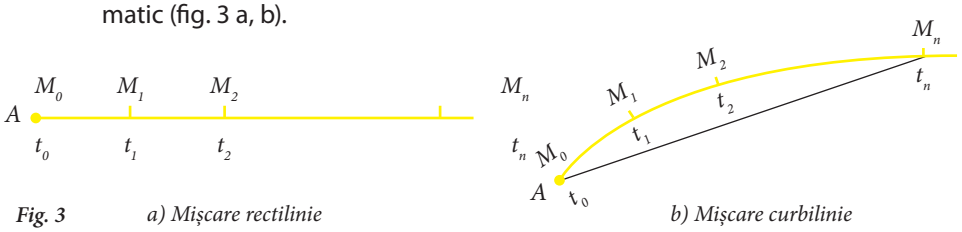



*Fig. 3* *a) Mișcare rectilinie* *b) Mișcare curbilinie*

Punctele $M_0$, $M_1$, $M_2$, …, $M_n$ reprezintă pozițiile succesive ale mobilului la momentele de timp respective $t_0$, $t_1$, $t_2$, …, $t_n$.

Poziția $M_0$, în momentul de timp $t_0$, se numește ***poziția inițială*** a mobilului, iar poziția $M_n$ la momentul de timp $t_n$ se numește ***poziția finală*** a mobilului. Pozițiile $M_1$, $M_2$ etc., aflate între $M_0$ și $M_n$, se numesc *poziții intermediare*.

Lungimea traiectoriei pe care se mișcă mobilul din poziția inițială $M_0$ în poziția finală $M_n$ în intervalul de timp *t* este numită ***drum parcurs*** de mobil. Iar segmentul de dreaptă orientat care unește poziția inițială cu poziția finală (fig. 3, b) este numit ***deplasarea*** mobilului. Drumul parcurs se caracterizează *numai* prin *valoare numerică*, urmată de unitatea de măsură a lungimii. În SI, unitatea de măsură a lungimii este ***metrul*** (m); așadar, drumul parcurs de un pieton se scrie: 150 m, 300 m etc. Pe când *deplasarea* se caracterizează și prin *sensul* mișcării – de la poziția inițială spre poziția finală. În mișcarea rectilinie drumul parcurs este egal cu valoarea deplasării mobilului.

Dacă în oarecare intervale egale de timp $t_1 = t_2 = \ldots$ mobilul parcurge drumuri (distanțe) egale $d_1 = d_2 = \ldots$ pe o traiectorie rectilinie sau curbilinie, atunci mișcarea mecanică este numită ***uniformă***. Și invers, când în oarecare intervale egale de timp $t_1 = t_2 = \ldots$ mobilul parcurge diferite drumuri (distanțe) $d_1 \neq d_2 \neq \ldots$, mișcarea este numită ***neuniformă*** sau ***variată***.

În mișcarea uniformă unele mobile se mișcă mai repede decât altele, de exemplu: avionul se mișcă mai repede decât trenul, iar acesta, la rândul său, mai repede decât biciclistul. Mărimea fizică ce caracterizează *rapiditatea* mișcării mobilului se numește ***viteză***.

$$\text{viteza} = \frac{\text{drum parcurs}}{\text{interval de timp}} \text{ sau } v = \frac{d}{t}.$$

Relația $d = v \cdot t$ exprimă dependența drumului parcurs de timp și caracterizează ***legea schimbării poziției mobilului*** care se *mișcă uniform*.

Graficul mișcării rectilinii uniforme a unui mobil reprezintă o ***linie dreaptă***.

În mișcarea uniformă valoarea numerică a vitezei este permanent constantă. Unitatea de măsură a vitezei în Sistemul Internațional (SI) este de 1 m/s.

Sistemul constituit din corpul de referință și instrumentele de măsurat distanțe, unghiuri și intervale de timp se numește în fizică ***sistem de referință***.

# EVALUARE

Testul respectiv este propus pentru verificarea nivelului de formare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

**I. La itemii 1-2 prezintă răspunsul succint.**

**1.** Continuă următoarele afirmații astfel ca ele să fie corecte:

a) *Poziția* unui corp în spațiu este ..... — **1 punct**

b) *Corp de referință* se numește corpul în raport ..... — **1 punct**

c) *Mișcarea mecanică* reprezintă schimbarea poziției ..... — **1 punct**

d) *Sistemul de referință* este constituit din ..... — **3 puncte**

e) *Punct material* se numește corpul ale cărui ..... — **1 punct**

f) Se numește *traiectorie* linia..... — **1 punct**

g) Se numește *drum parcurs* lungimea ..... — **1 punct**

h) Se numește *deplasare* segmentul de dreaptă orientat ... — **2 puncte**

i) Se numește *mișcare mecanică uniformă* mișcarea..... — **1 punct**

j) Se numește *mișcare mecanică variată* mișcarea..... — **1 punct**

k) *Viteza* este mărimea fizică ce caracterizează ..... — **1 punct**

l) *Legea mișcării rectilinii uniforme* exprimă relația dintre ... — **3 puncte**

**2.** Transferă în SI:

- 360 km/h ..... — **2 puncte**
- 7200 m/h ..... — **2 puncte**
- 1,2 km/min. ... — **2 puncte**
- 72 km/min. ... — **2 puncte**
- 180 dm/min. ... — **2 puncte**
- 10,8 km/min. ... — **2 puncte**

**II. În itemii 3-4 prezintă răspunsul în formă liberă.**

**3.** Analizează situațiile, utilizând noțiunile de bază studiate.

a) Determină poziția casei tale în raport cu 2 corpuri de referință din jurul ei ..... — **2 puncte**

b) Numește 2 corpuri din mediul înconjurător care se află în stare de repaus și 2 care se află în stare de mișcare, alegând respectiv corpurile de referință ..... — **2 puncte**

c) În ce condiții un vehicul poate fi considerat punct material: la determinarea vitezei lui pe traseu sau la parcarea în garaj? ..... — **2 puncte**

d) Demonstrează în ce caz drumul parcurs este mai mare decât deplasarea și în ce caz acestea sunt egale ..... — **2 puncte**

e) Numește porțiunile de drum pe care un tren se mișcă între două stații uniform și neuniform (variat). ..... — **3 puncte**

**4.** Scrie un eseu din 10 propoziții despre mișcarea mecanică uniformă rectilinie (sau curbilinie), utilizând termenii studiați. ..... — **10 puncte**

## 2. Achiziții practice

# 2.1. Soluționează situații

### A. Exersează

În acest paragraf sunt prezentate diverse situații din viață pe care le poți întâlni deseori. Soluționarea lor se bazează pe cunoștințele achiziționate la lecțiile precedente. Studiază-le, examinează-le, cercetează-le, caută soluții și ia deciziile respective.

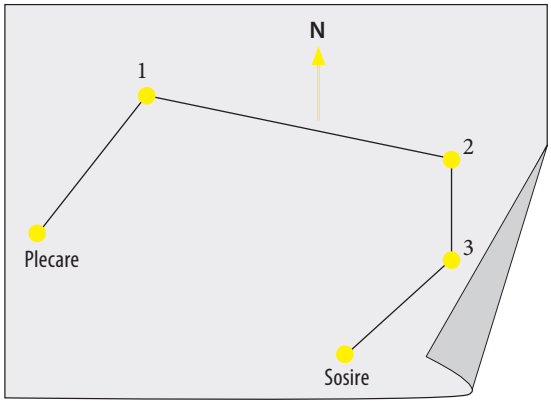



*Fig. 1*

1. Un turist s-a deplasat din localitatea *A* în localitatea *B*, folosindu-se de busolă, conform traseului schițat în fig. 1. Știind că fiecărui centimetru din schiță îi corespunde un kilometru, determină distanța parcursă de turist. Cum vei transmite prin telefonul mobil informația despre traseul parcurs?
2. Privește harta (fig. 2). Ce indicații vei da unui oaspete al capitalei care dorește să ajungă de la Casa Presei la Cinematograful „Patria”? Dar de la Teatrul „M. Eminescu” la Ambasada României?
3. Găsește pe harta Republicii Moldova localitatea ta. Determină orientarea localităților din apropiere și distanța până la ele.
4. În imaginea de mai jos este reprezentată harta insulei din celebrul roman de aventuri al lui Robert Louis Stevenson „Comoara din insulă”. Descrie poziția *fortului* în raport cu diferite corpuri de referință.

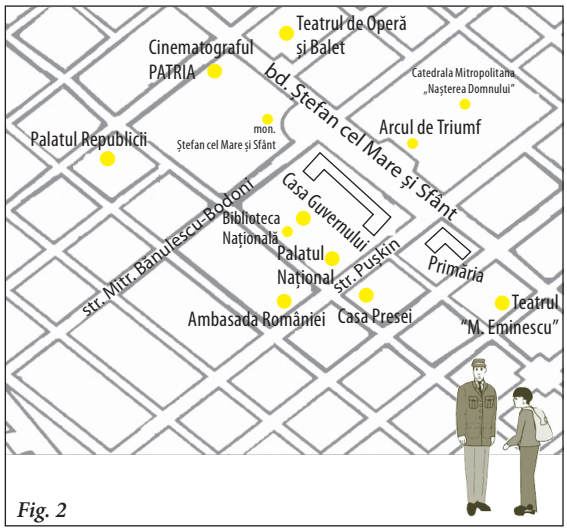
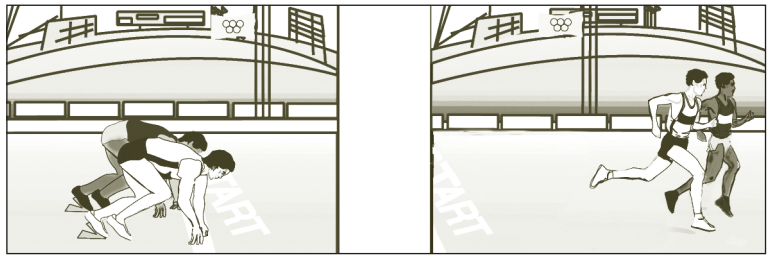



*Fig. 2*

5. Privește imaginile de mai jos.

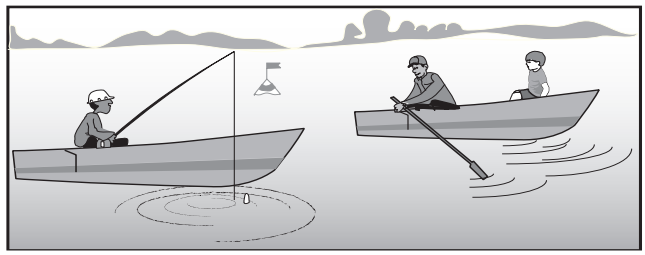


– În ce stare se află sportivii în imaginea din stânga? Dar în cea din dreapta?
– Numește câteva corpuri de referință în raport cu care sportivii se mișcă.
– Dă exemple asemănătoare.

6. Un copil, mergând cu autobuzul, a exclamat: „Mămico, copacii aleargă!”. Numește câteva corpuri de referință în raport cu care copacii se mișcă. Cum crezi, de ce afirmația copilului pare la prima vedere absurdă?

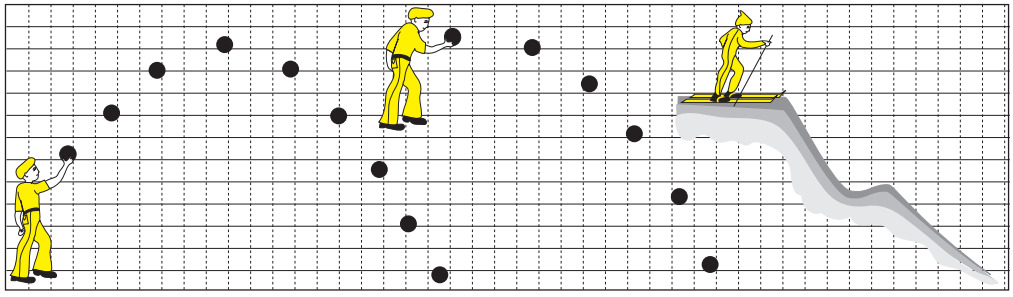
7. Dă exemple de corpuri:
   a) considerate în stare de repaus în raport cu Pământul, dar aflate în stare de mișcare în raport cu alte corpuri;
   b) considerate în stare de mișcare în raport cu Pământul, dar aflate în stare de repaus în raport cu alte corpuri.

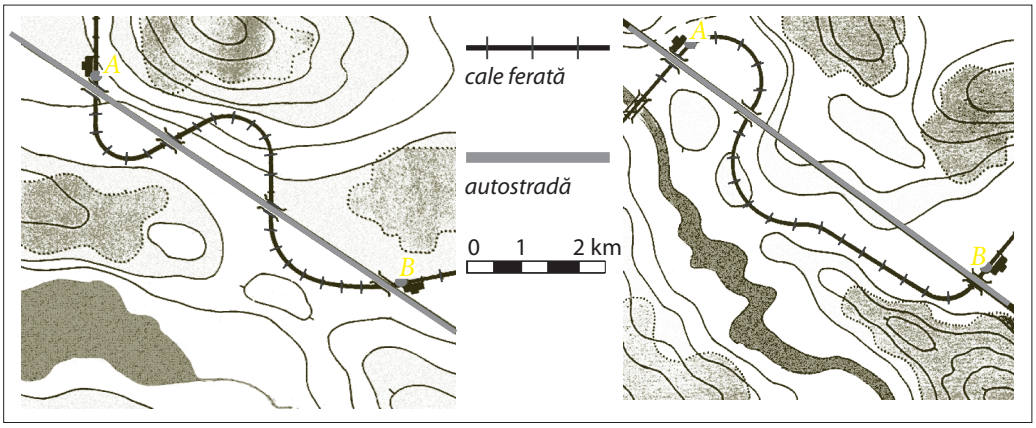
8. Privește imaginea de mai jos. Identifică pe ea 6÷7 corpuri. Considerând pe rând fiecare din aceste corpuri drept corp de referință, stabilește starea de mișcare sau de repaus a celorlalte corpuri.



9. Un automobil se mișcă pe o șosea. În ce condiții automobilul poate fi considerat punct material?
   Dă exemple în care automobilul nu poate fi considerat drept punct material.

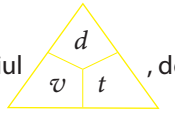
10. Desenează în caiet traiectoriile mișcării corpurilor reprezentate în fiecare desen. Stabilește care este deplasarea corpurilor în fiecare caz.






**11.** Din orașul $A$ în orașul $B$ se poate ajunge pe calea ferată și pe autostradă. Determină, din ambele imagini, deplasările și drumurile parcurse de un automobil și de un tren.

**12.** Un elicopter a parcurs distanța dintre două orașe tur-retur. Determină drumul parcurs și deplasarea, dacă distanța dintre orașe e de 100 km.

**13.** Utilizând triunghiul 

, determină:

a) $v=$ b) $t=$ c) $d=$

**14.** Pe lângă unitatea de măsură a vitezei în SI, în practică se mai utilizează unitatea km/h. Transformă 1 km/h în m/s și invers.

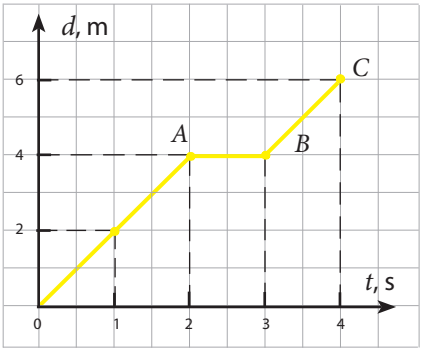
**15.** Un pieton, mișcându-se uniform rectiliniu, a parcurs un drum de 360 m timp de 12 min. Determină viteza pietonului, în m/s.

**16.** Distanța de la Pământ până la Lună e de 384 000 km. Determină timpul necesar luminii pentru a parcurge acest drum, dacă se știe că viteza luminii e de 300 000 km/s.

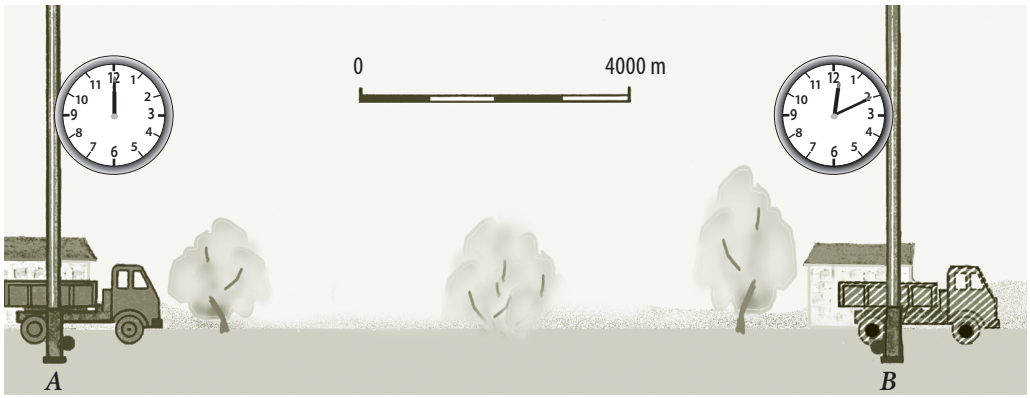
**17.** Pământul se mișcă în jurul Soarelui cu viteza de 30 km/s. Ce distanță va parcurge Pământul timp de 1 h?

**18.** Descrie graficul mișcării unui biciclist reprezentat în fig. 3.

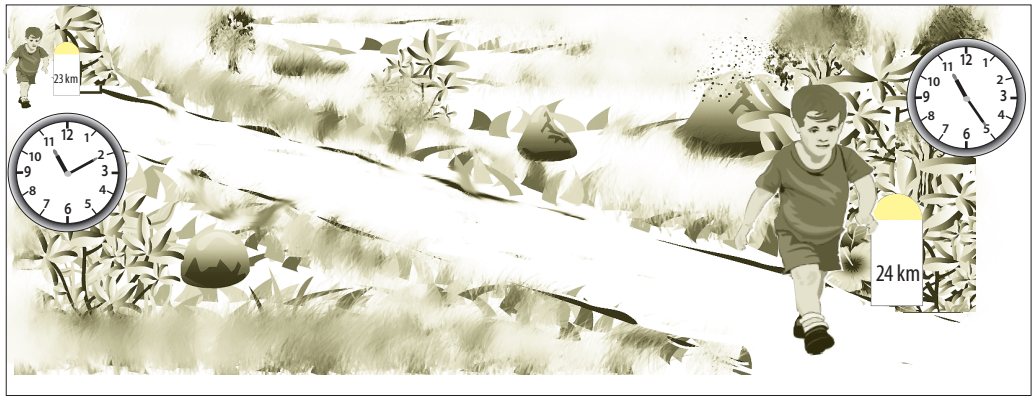
*Fig. 3*



**19.** Un automobil s-a deplasat uniform din punctul *A* în punctul *B*. În figura de mai jos sunt fixate momentele de timp în care automobilul a trecut prin aceste puncte. Utilizând scara, determină viteza automobilului.




**20.** Un elev fixează timpul lângă fiecare bornă kilometrică. Determină ce drum a parcurs el, dacă s-a deplasat uniform timp de 1h.




**21.** Determină viteza mobilului, a cărui mișcare este reprezentată în fig. 4. Construiește acest grafic în caiet. În același sistem de axe, construiește graficul distanței parcurse de alt mobil, care s-a pornit cu 8 *s* mai târziu din același loc și cu aceeași viteză.

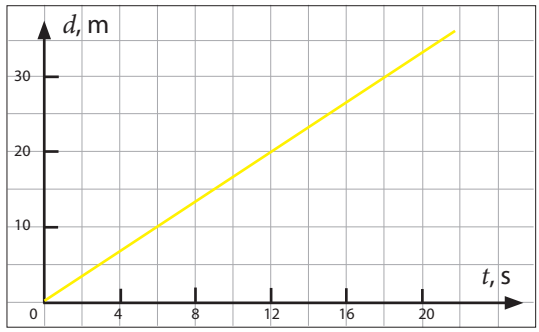



*Fig. 4*

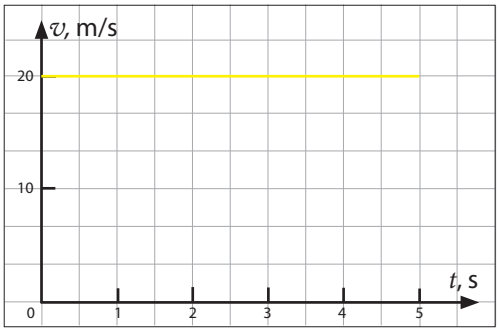



*Fig. 5*

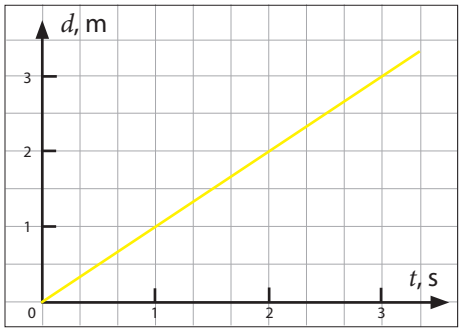



*Fig. 6*

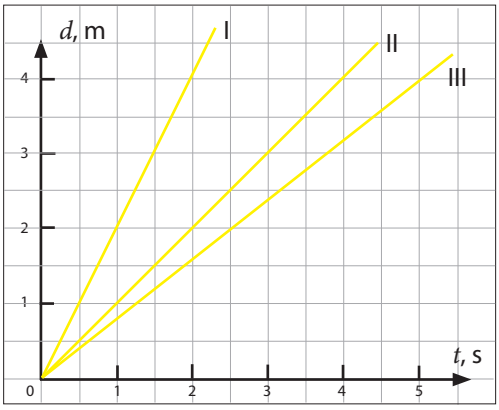



*Fig. 7*

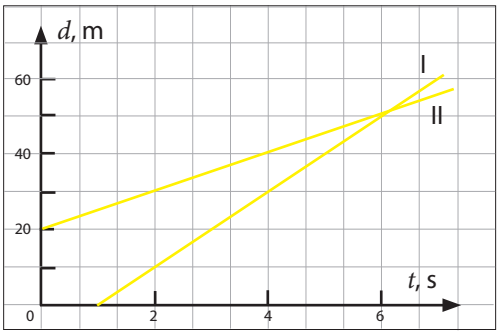



*Fig. 8*

**22.** Un avion a zburat timp de 30 min. cu viteza de 450 km/h, apoi 200 km – cu viteza de 500 km/h. Determină:

a) distanța parcursă;

b) viteza medie.

**23.** Un motociclist s-a mișcat uniform cu viteza de 20 m/s timp de 10 min., apoi s-a oprit. Odihnindu-se 5 min., a continuat mișcarea cu viteza de 15 m/s timp de 20 min. Construiește graficul mișcării motociclistului.

**24.** În fig. 5 este reprezentat graficul vitezei unui automobil.

a) Determină viteza automobilului.

b) Ce traiectorie descrie automobilul?

c) Ce distanță parcurge automobilul în timp de 5 s?

**25.** În fig. 6 este reprezentat graficul mișcării unui pieton.

a) Ce tip de mișcare efectuează pietonul?

b) Determină viteza pietonului.

**26.** În fig. 7 sunt prezentate graficele mișcării a trei mobile.

a) Care dintre aceste mobile se mișcă cu viteză mai mare?

b) Calculează viteza fiecărui mobil.

c) Care este distanța dintre mobile la $t = 2$ s?

**27.** În fig. 8 sunt prezentate graficele mișcării a două mobile.

a) Determină vitezele mobilelor.

b) Pozițiile mobilelor la $t_0 = 0$.

c) Momentul și locul întâlnirii.

d) Momentul în care distanța dintre mobile este $d = 20$ m.

## B. Experimentează

1. Schițează pe o foaie de hârtie planul cabinetului de fizică. Alegând instrumentele necesare, determină pozițiile a trei corpuri din cabinet și indică-le pe plan. Determină poziția celui de-al doilea corp în raport cu primul, a celui de-al treilea corp în raport cu al doilea.
2. Un grup de turiști a mers 5 km spre nord, apoi 3 km spre vest și 1 km spre sud. Desenează în caiet schema traseului parcurs de turiști, calculează deplasarea și drumul parcurs.
3. Construiește în caiet trei traiectorii ale mișcării unui corp astfel încât:
   a) drumul parcurs să fie mai mare decât deplasarea;
   b) drumul parcurs să fie egal cu deplasarea;
   c) deplasarea să fie egală cu 0.
4. Alege trei jucării sau alte trei obiecte de dimensiuni mici și demonstrează starea de mișcare, starea de repaus și relativitatea mișcării.

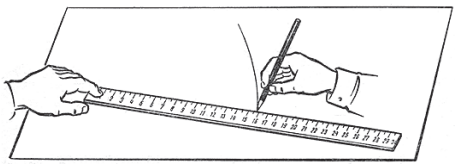


*Fig. 1*

5. Având la dispoziție o riglă cu lungimea de 30÷35 cm, un creion și o foaie de hârtie A4, așază rigla pe foaia de hârtie și apas-o la un capăt cu degetul mâinii stângi (fig. 1). Cu ajutorul creionului deplasează rigla sub un anumit unghi, astfel încât creionul să nu se miște în raport cu rigla.
   a) În ce stare se află vârful creionului în raport cu foaia de hârtie? Dar în raport cu rigla?
   b) Care este forma traiectoriei descrise de vârful creionului în raport cu corpul de referință aflat în repaus? Dar cu corpul de referință aflat în mișcare?

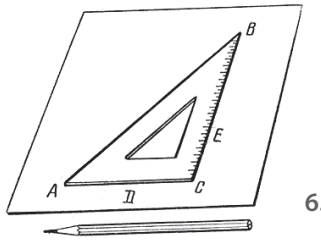



*Fig. 2*

6. Având la dispoziție un echer, un creion și o foaie de hârtie A4, așază echerul pe foaia de hârtie și notează cu creionul punctele $D$ și $E$ de lângă laturile unghiului drept (fig. 2).
   a) Deplasează vârful creionului din punctul $D$ spre punctul $E$ de-a lungul laturilor triunghiului în sensul $DABE$.
   b) Determină drumul parcurs de vârful creionului în raport cu foaia de hârtie.
   c) Determină deplasarea vârfului creionului.
   d) Compară drumul parcurs cu deplasarea și formulează concluzii.
7. Având la dispoziție două rigle identice cu lungimea de 30÷35 cm și o bară de lemn de forma unui paralelipiped drept cu dimensiunile 40 x 25 x 8 mm, așază bara de lemn și riglele pe masă (fig. 3). Deplasează rigla și bara de lemn pe riglă de-a lungul riglei aflate în repaus la o anumită distanță (fig. 4).

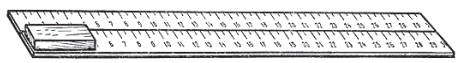


*Fig. 3*

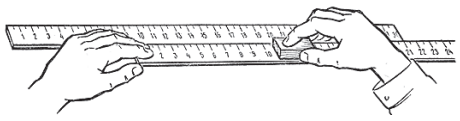


*Fig. 4*

Determină: a) deplasarea barei de lemn în raport cu rigla aflată în mișcare;
b) deplasarea riglei aflate în mișcare în raport cu rigla aflată în repaus;
c) deplasarea barei de lemn în raport cu rigla aflată în repaus.

**8.** Experimentează având instrumentele necesare: un tub din sticlă cu lungimea de 200-250 mm și cu diametrul interior 7÷8 mm, umplut cu apă, o bilă din stearină, trei inele elastice care se pot fixa pe tub, o riglă cu lungimea de 30-35 cm, un dop din cauciuc pentru tubul de sticlă și un cronometru.

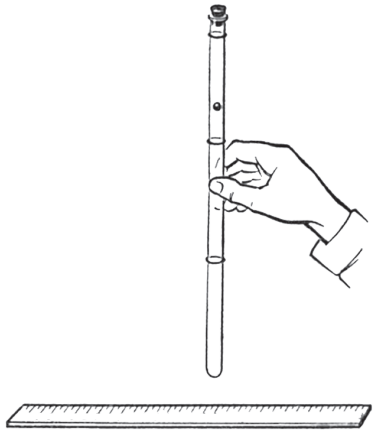


*Fig. 5*

a) Așază tubul plin cu apă în poziție verticală și ține-l în această poziție până când bila de stearină se va ridica la capătul de sus (fig. 5).

b) Întoarce brusc tubul cu apă cu 180° și în același moment fixează timpul și determină viteza medie a bilei.

c) Fixează un inel elastic la mijlocul tubului și convinge-te că bila parcurge 1/2 din lungimea tubului în 1/2 din intervalul de timp în care bila se mișcă.

d) Fixează două inele elastice, apoi toate trei la distanțe egale, și convinge-te că bila se mișcă uniform. Determină viteza mișcării bilei.

## C. Cercetează

**1.** Imaginează-ți că te afli în compartimentul unui vagon ce staționează în gară. Prin fereastră se vede numai vagonul altui tren ce staționează pe linia vecină. La un moment dat, unul din trenuri începe să se miște.

a) Cum vei stabili dacă trenul în care te afli staționează sau a pornit?

b) În ce caz poți stabili dacă trenul vecin se mișcă?

c) Dacă ambele trenuri s-ar mișca **la fel**, s-ar schimba atunci poziția pasagerului față de trenul vecin?

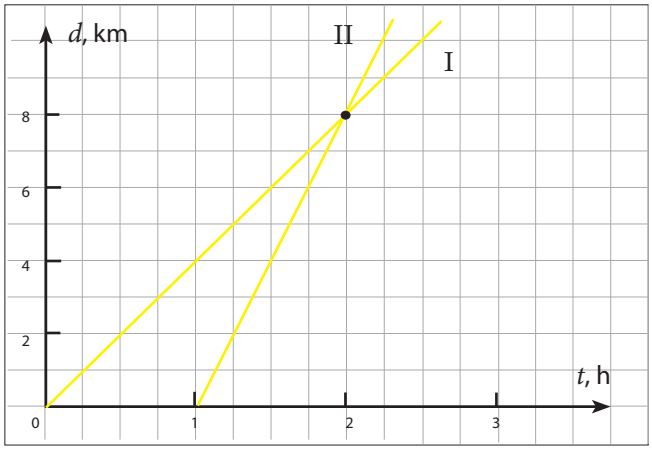



*Fig. 1*

**2.** În fig. 1 sunt reprezentate graficele mișcării a doi turiști. Determină:

a) viteza mișcării fiecărui turist;

b) distanța parcursă de fiecare turist până la întâlnire;

c) peste cât timp de la începutul mișcării celui de-al doilea turist a avut loc întâlnirea.

**3.** Un motociclist a plecat din localitatea $A$ cu viteza de 15 m/s. Peste 2 min., din aceeași localitate, în urma motociclistului a pornit un autoturism cu viteza de 20 m/s. Construiește graficele distanțelor parcurse de motociclist și autoturism. Determină:
a) timpul necesar autoturismului pentru a ajunge motociclistul;
b) la ce distanță de localitatea $A$ a avut loc întâlnirea.

**4.** Un elev s-a pornit de la școală spre casă cu viteza de 1 m/s. El a decis să traverseze strada din apropierea școlii, dar în acest moment a observat un automobil, care se mișca cu viteza de 20 m/s. Va avea loc accidentul, dacă elevul se afla la distanța de 20 m, iar automobilul la distanța de 400 m de la punctul de întretăiere a traiectoriilor? Reprezintă grafic mișcarea elevului și a automobilului.

**5.** Un biciclist a ieșit din curtea blocului, a înconjurat cartierul locativ de forma unui pătrat cu latura de 250 m și s-a întors în curte.
a) Construiește în caiet traiectoria parcursă de biciclist.
b) Poate fi considerat biciclistul punct material în raport cu bicicleta? Dar în raport cu drumul parcurs?
c) Cum se schimbă poziția biciclistului pe parcursul mișcării în raport cu poziția lui inițială?
d) Considerând mișcarea biciclistului uniformă, calculează drumul parcurs timp de 1/2 din intervalul de timp aflat în mișcare.

**6.** Două automobile se mișcă în același sens pe o șosea rectilinie destul de lungă, astfel încât distanța dintre ele nu se schimbă într-un anumit interval de timp. Analizează această situație și răspunde la următoarele întrebări:
a) În raport cu care corp al doilea automobil se află în stare de repaus? Dar în raport cu care corp se află în stare de mișcare?
b) Calculează viteza primului automobil, dacă el a parcurs distanța de 6 km timp de 5 min.
c) Calculează drumul parcurs de al doilea automobil timp de 10 min.
d) Cu ce este egală deplasarea fiecărui automobil timp de 20 min.?

**7.** Analizează drumul parcurs de un pieton, reprezentat în fig. 2, și răspunde la următoarele întrebări:
a) Descrie mișcarea pietonului pe fiecare porțiune de drum.
b) Compară vitezele pietonului pe fiecare porțiune de drum.
c) Calculează viteza medie a pietonului pe întregul drum parcurs.
d) Cu ce este egală deplasarea pietonului din poziția inițială în poziția finală?

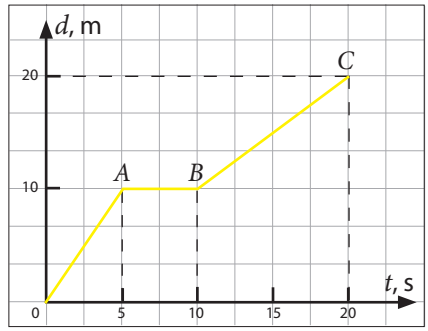



*Fig. 2*

**8.** Cercetează situația din fig. 3, în care sunt reprezentate 3 mobile pe un traseu rectiliniu.

a) Determină pozițiile inițiale ale celor trei mobile în raport cu benzinăria.

b) Calculează în cât timp și unde se vor întâlni:

– automobilul cu autoturismul; – automobilul cu motociclistul.

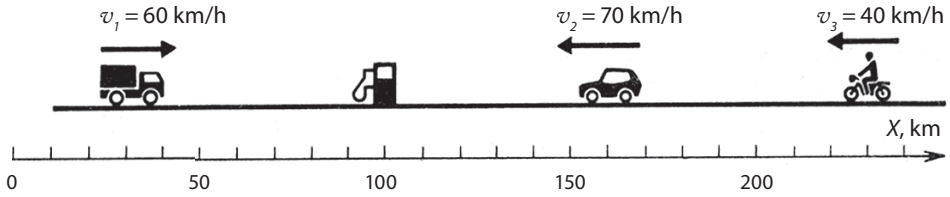
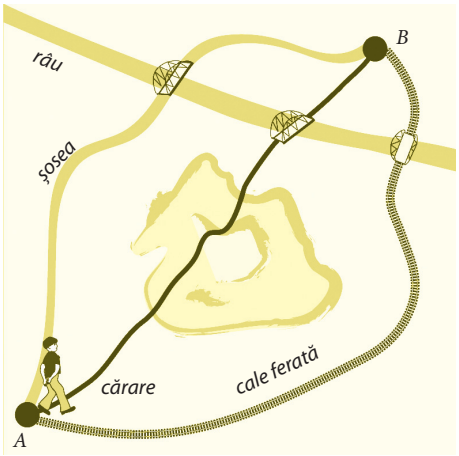



*Fig. 3*




**9.** Imaginează-ți că ai de parcurs drumul dintre localitățile $A$ și $B$ (vezi imaginea alăturată), având la dispoziție două mijloace de transport:

a) *bicicleta*, cu care se poate ajunge în localitatea $B$ în 2 ore, pe șosea, iar pe cărare, într-o oră;

b) *trenul*, care parcurge distanța dintre localități într-o oră.

Ce decizie vei lua pentru a ajunge în localitatea $B$ în cel mai scurt timp? Examinează două cazuri:

a) vremea e frumoasă;

b) vremea e ploioasă.

Condiții suplimentare:

a) trenul circulă la intervalul de 2 ore;

b) pe timp de ploaie, cu bicicleta se poate merge numai pe șosea.

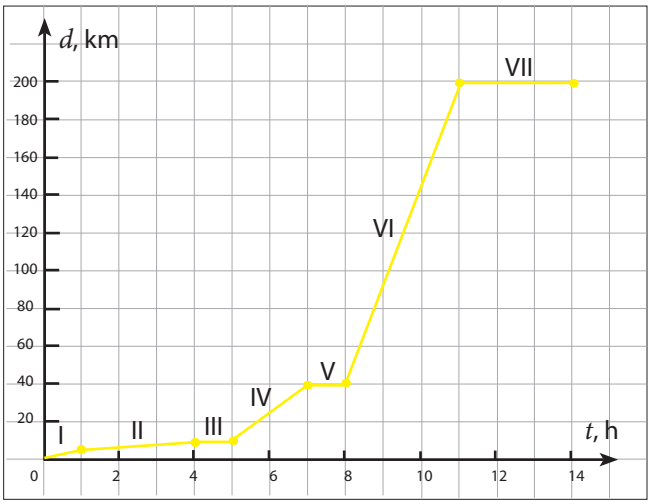



*Fig. 5*

**10.** Folosind graficul din fig. 5, răspunde la următoarele întrebări:

a) Care sunt vitezele cu care s-a deplasat turistul pe fiecare porțiune de drum?

b) Care este viteza medie pe întreaga porțiune?

c) Cu ce unitate de transport s-a deplasat acesta pe fiecare porțiune de drum?

d) Peste cât timp și la ce distanță de casă s-a odihnit turistul?

# EVALUARE SUMATIVĂ

Testul respectiv este propus pentru verificarea nivelului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

**I.** Pentru două mobile ce se mișcă uniform și în același sens este dat tabelul de valori:

| | $t$, s | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mobilul 1 | $d_1$, m | 0 | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 |
| Mobilul 2 | $d_2$, m | 4 | 10 | 16 | 22 | 28 | 34 |

**1.** Reprezintă, în același sistem de axe, graficele distanțelor parcurse de mobile. ..... — **4 puncte**

**2.** Determină:

a) viteza cărui mobil este mai mare; ..... — **2 puncte**

b) la ce distanță se află mobilele unul față de altul, în momentele de timp $t_0 = 0$ s, $t_1 = 2$ s, $t_2 = 4$ s; ... — **2 puncte**

c) care e semnificația punctului de intersecție a graficelor? ..... — **2 puncte**

**3.** Admitem că mobilul 1 s-a oprit după 10 s de la începutul mișcării.

a) Construiește graficul distanței parcurse de acest mobil pentru $t > 10$ s. ..... — **2 puncte**

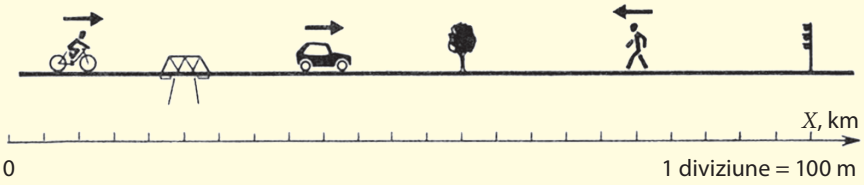
b) Ce interval de timp este necesar mobilului 2 pentru a ajunge mobilul 1? ..... — **2 puncte**

c) Peste cât timp de la începutul mișcării mobilele s-au întâlnit a doua oară? ..... — **2 puncte**

d) Stabilește intervalul de timp dintre întâlniri. ..... — **2 puncte**

e) Stabilește distanța dintre locurile întâlnirii. ..... — **2 puncte**

**II.** Cercetează imaginea de mai jos în care sunt prezentate un traseu rectiliniu și trei mobile: biciclistul, pietonul și autoturismul. De-a lungul traseului este trasată axa de coordonate $OX$.




**1.** Considerând *copacul* corp de referință, determină deplasarea și drumul parcurs pentru trei cazuri:

a) automobilul a ajuns la semafor. ..... — **2 puncte**

b) pietonul a ajuns la copac. ..... — **2 puncte**

c) biciclistul a ajuns la semafor și s-a întors la copac. ... — **2 puncte**

**2.** Determină deplasarea și drumul parcurs de fiecare mobil în aceleași trei cazuri, dacă *podul* se consideră corp de referință. ..... — **12 puncte**

Capitolul 2

# FORȚA

**1. Achiziții teoretice**

1.1. Inerția. Masa inertă

1.2. Forța – măsură a interacțiunii

1.3. Forța de greutate. Ponderea

1.4. Forța elastică

1.5. Forța de frecare

Rezumat

Evaluare

**2. Achiziții practice**

2.1. Soluționează situații

A. Exersează

B. Experimentează

C. Cercetează

Evaluare sumativă

## 1. Achiziții teoretice

# 1.1. Inerția. Masa inertă

*Informație* De fiecare dată când te plimbi cu bicicleta pe o șosea plană, ai observat că, atunci când încetezi să pedalezi, bicicleta își micșorează viteza. La fel, un autoturism își micșorează viteza după ce șoferul oprește motorul.

Dar în ce caz bicicleta și autoturismul își vor păstra viteza constantă? Pentru a răspunde la această întrebare, efectuează următorul experiment.

*Experiment* ***Materiale necesare:*** un plan înclinat, o bilă, nisip și o coală de hârtie abrazivă. Vom cerceta mișcarea bilei pe suprafața orizontală a mesei (fig. 1, a, b, c).

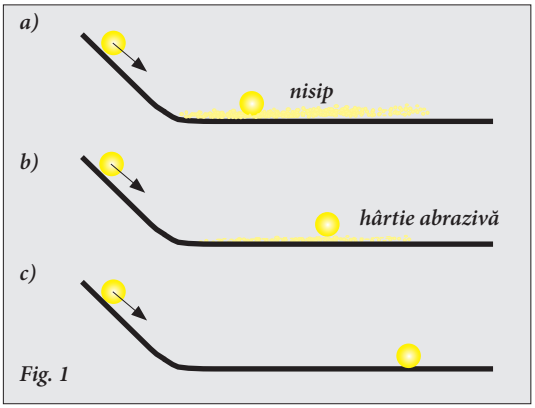
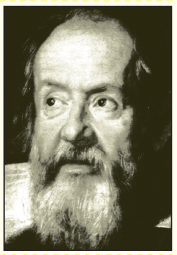


*Fig. 1*

- Se va micșora oare viteza bilei pe planul orizontal al mesei, dacă asupra ei nu vor acționa alte corpuri, cum ar fi: nisipul, hârtia abrazivă, aerul etc.?
- Care ar fi concluzia?

Pentru prima oară la această întrebare a răspuns renumitul fizician și astronom italian Galileo Galilei. El scria: *„Atunci când corpul se mișcă pe un plan orizontal, neîntâmpinând nici o rezistență, mișcarea lui este uniformă și ar continua veșnic, dacă ar exista un astfel de plan infinit în spațiu”.*

*Scurt istoric* **Galileo Galilei (1564-1642)** este considerat unul din fondatorii științelor despre natură. A cercetat minuțios inerția, căderea corpurilor, mișcarea pendulului. A făcut observări asupra corpurilor cerești, descoperind munții de pe Lună, petele de pe Soare, patru sateliți ai planetei Jupiter ș.a. Galileo Galilei este primul savant care a folosit metoda experimentală de cercetare în știință.



**Află mai mult!** Galileo Galilei a ajuns la concluzia dată analizând experimentul reprezentat în figura de mai jos (fig. 2, a, b).

În ambele cazuri bila se ridică pe planul opus aproape la aceeași înălțime de la care a pornit. Atunci când înclinarea celui de-al doilea plan devine **zero**, bila va continua să se miște cu o viteză constantă pe toată lungimea planului orizontal. Ea se va opri doar sub acțiunea altor corpuri.

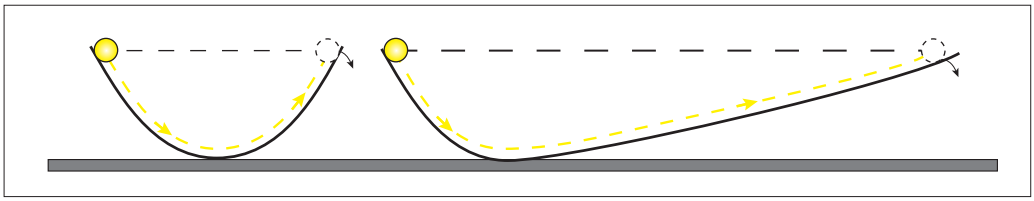


*Fig. 2* *a)* *b)*

**Reține!** *Mișcarea corpului în lipsa unor acțiuni din partea altor corpuri se numește **mișcare din inerție.***

**Informație** În viața de zi cu zi, deseori există necesitatea de a schimba viteza corpurilor.

De exemplu, fie că două camioane identice (fig. 3), dar cu încărcături diferite, se mișcă cu aceeași viteză (40 km/h). Atunci când ajung la semafor, care tocmai e pe roșu, șoferii apasă pe frână în același moment.

- Care dintre aceste mobile se va opri *mai repede*, reducând viteza de la 40 km/h până la zero?

Fie că semaforul e pe verde.

- Care dintre aceste mobile își va schimba *mai repede* viteza de la zero la 40 km/h?

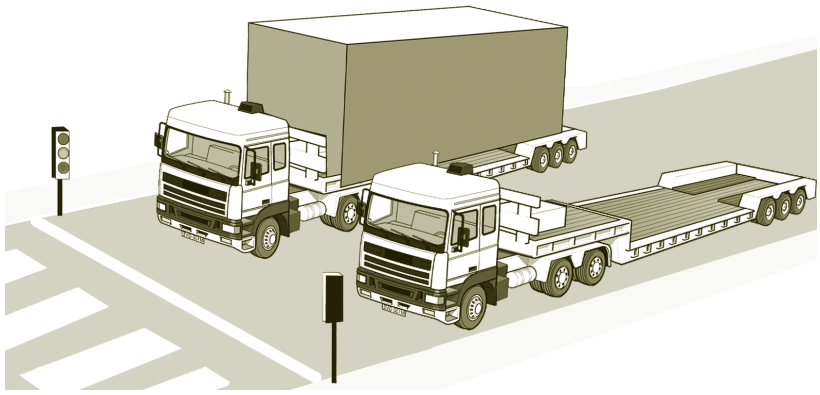


*Fig. 3*

**Concluzie:** *Corpurile se deosebesc prin proprietatea lor de a se opune modificării vitezei, proprietate numită* ***inerție****.*

Din exemplul de mai sus rezultă că autocamionul cu o încărcătură mai mare este mai **inert**, deoarece se opune mai mult modificării vitezei. *Inerția* corpurilor este o proprietate **măsurabilă**, iar acesteia, după cum cunoașteți, îi corespunde o mărime fizică.

În cazul inerției, această mărime fizică este **masa corpului**, care se caracterizează doar prin valoare numerică.

**Definiții:**

- *Mărimea fizică ce caracterizează inerția corpului se numește* ***masă inertă****.*
- *Mărimea fizică ce se caracterizează numai prin valoare numerică se numește* ***mărime fizică scalară****.*

Masa se notează cu simbolul $m$. Unitatea de măsură pentru masă în Sistemul Internațional (SI) este *kilogramul* (kg).

**Scurt istoric**

- Ca etalon al unității de măsură a masei s-a stabilit convențional un cilindru din platină și iridiu (metale nobile) cu diametrul și înălțimea de 39 mm.
- Etalonul kilogramului (fig. 4) se păstrează în Franța, lângă Paris, în orașul Sèvres (Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți).

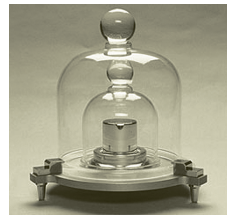


*Fig. 4*

**Experiment**

***Materiale necesare:*** un stativ, două cilindre de dimensiuni egale: unul din oțel, altul din aluminiu.

- Montează dispozitivul reprezentat în fig. 5, a.
- Abate ambele cilindre (unul din oțel, iar altul din aluminiu) în părți opuse, la distanțe egale de la poziția inițială (fig. 5, b).

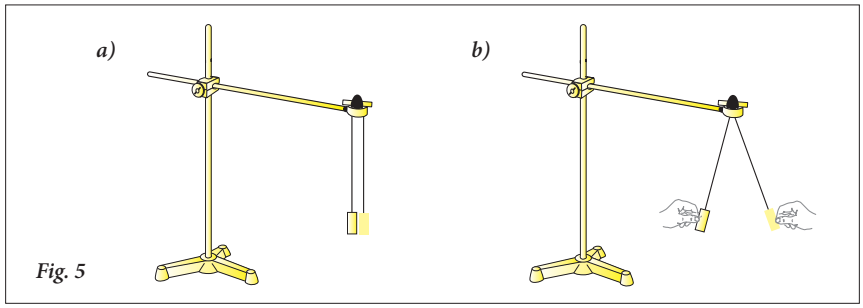



*Fig. 5*

- Lasă cilindrele să cadă în același moment de timp. Care cilindru a obținut o viteză mai mare după interacțiune?
  Care cilindru are o masă mai mare?
  Formulează concluzia.

**Reține!**

*Masele corpurilor se pot compara prin **interacțiunea** acestora.*

În practică acest procedeu de comparare directă a maselor nu este comod. De aceea masa unui corp se măsoară cu ajutorul **balanței**, prin cântărire.

La cântărire se compară masa corpului necunoscut cu masa etalonului.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce se numește inerție?
2. Ce se numește masă inertă?
3. a) În fig. 6 a, căruciorul pe care se află o bară de lemn se mișcă rectiliniu și uniform.
   Ce se va întâmpla cu bara la ciocnirea căruciorului cu blocul fix?
   Verifică experimental răspunsul.
   b) În fig. 6 b, căruciorul și bara de pe el se află în stare de repaus. Ce se va întâmpla cu bara de lemn, dacă căruciorul va fi tras brusc de cârlig spre dreapta?

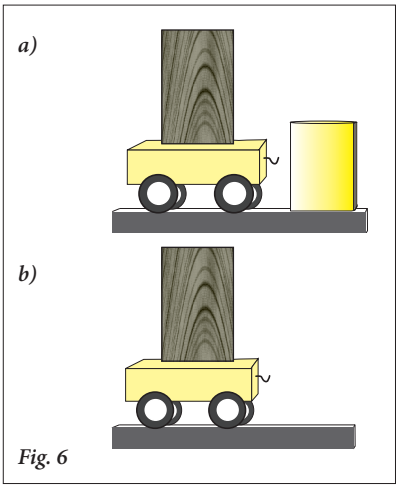


*Fig. 6*

4. Completează în caiet propozițiile:
   *Corpul care-și modifică mai greu viteza este mai …… . Corpul care-și modifică mai …… viteza este mai puțin …….*

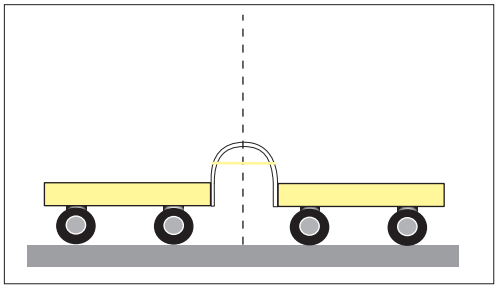


*Fig. 7*

5. Privește imaginea alăturată (fig. 7). Reprezintă pe desen poziția cărucioarelor după interacțiune, pentru trei cazuri:
   a) masele ambelor cărucioare sunt identice;
   b) masa căruciorului din dreapta e mai mare;
   c) masa căruciorului din stânga e mai mare.
6. Imaginează-ți că ești șoferul unui autobuz. Autobuzul se mișcă cu viteză constantă. Ce se va întâmpla cu pasagerii atunci când vei frâna brusc? Dar atunci când vei porni brusc din loc?
7. Efectuează următoarele transformări:

| | |
|---|---|
| 1 kg = … g; | 1 g = … kg; |
| 1 g = … mg; | 1 mg = … g; |
| 1 t = … kg; | 1 kg = … mg. |

# 1.2. Forța – măsură a interacțiunii

**Informație** Din studiile anterioare cunoști despre efectele de modificare a stării de repaus și a celei de mișcare a corpului dat, care au loc numai datorită interacțiunii cu alt corp sau alte corpuri. În fizică, efectele de interacțiune care modifică starea mecanică a corpurilor sunt numite ***efecte dinamice*** (de mișcare).

Afară de efectele dinamice există și efecte de repaus de interacțiune, numite ***efecte statice***.

De exemplu, dacă suspendăm de capătul liber al unui resort (fig. 1 a) un corp, observăm că resortul se întinde (fig. 1 b). Se spune că resortul s-a deformat. Dacă corpul încetează acțiunea (fig. 1 c), deformarea dispare.

Deformările care dispar după încetarea acțiunii sunt numite ***deformări elastice***, iar efectele de deformare elastică se referă la *efecte statice* de interacțiune.

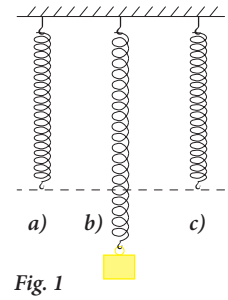


*Fig. 1*

**Reține!** *Toate cauzele ce contribuie la provocarea efectelor dinamice sau statice se exprimă printr-o mărime fizică, numită* ***forță.***

**Definiție:** *Mărimea fizică ce caracterizează acțiunea unui corp asupra altui corp se numește* ***forță.***

*Prin ce se caracterizează forța?*

Fie că acționăm cu o forță (în cazul dat, cu forța mâinii) asupra unui resort (fig. 2 a). Observăm că resortul se comprimă.

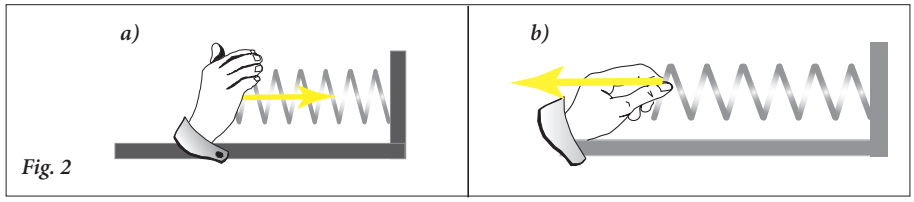


*Fig. 2*

Acționând asupra resortului cu o forță de aceeași valoare, dar orientată în sens opus (fig. 2 b), resortul se întinde.

**Concluzie:** *Rezultatul acțiunii unei forțe asupra unui corp elastic depinde nu numai de valoarea forței, dar și de orientarea ei.*

**Definiție:** *Mărimile fizice care se caracterizează nu numai prin valoare numerică (precum mărimile scalare), dar și prin* ***orientare*** *(direcție și sens), se numesc* ***mărimi fizice vectoriale****.*

Forța este o mărime fizică vectorială și se notează cu litera $F$ cu săgeată deasupra ($\vec{F}$).

Ca orice mărime vectorială, forța este reprezentată grafic (fig. 3) printr-un segment orientat, care are următoarele caracteristici:

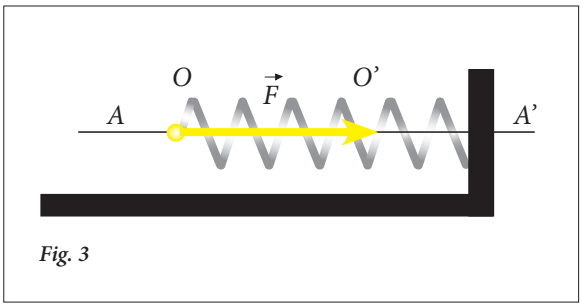
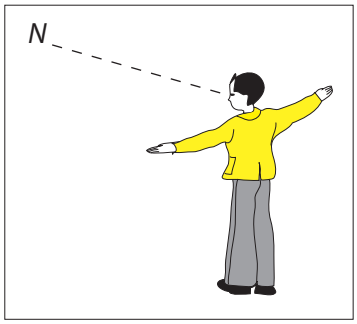


*Fig. 3*

- **mărime** (lungimea segmentului $OO'$ proporțională cu valoarea numerică a forței), numită și **modul**;
- **punct de aplicație** (punctul $O$), care este **originea vectorului**;
- **direcție** (dreapta $AA'$);
- **sens**, indicat de vârful săgeții (vectorul forței de pe desen are sensul spre dreapta).

**Activitate practică**

- Privește atent imaginea alăturată.
- Ia și tu poziția reprezentată în imagine.




- Pe ce **direcție** sunt orientate brațele tale?
- Ce **sens** indică mâna dreaptă? Dar stânga?
- De-a lungul cărei **direcții** privești?
- În ce **sens** este orientată fața ta? Dar ceafa?
- Pe ce **direcție** este orientat corpul în poziție verticală?
- În ce **sens** față de podea este orientat capul? Dar picioarele?

**Concluzie:** *Fiecărei direcții în spațiu îi corespund **două sensuri** contrare.*

Modulul forței se notează prin $|\vec{F}|$ sau, simplu, $F$.

În Sistemul Internațional (SI), unitatea de măsură pentru forță este *newtonul* (N). Această denumire a fost dată în cinstea ilustrului savant englez Isaac Newton (1642-1727).

Valoarea numerică (modulul) a forței se determină prin măsurare cu aparatul numit ***dinamometru***. Cuvântul *dinamometru* provine de la cuvintele grecești *„dinamis" – forță* și *„metrou" – măsurare.*

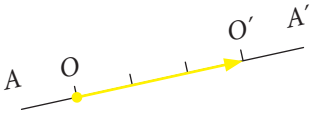


*Fig. 4*

**Reține!** *Mărimile **vectoriale** (fig. 4) se caracterizează prin:*

- *modul (segmentul $OO'$);*
- *origine (punct de aplicație $O$);*
- *direcție (dreapta $AA'$);*
- *sens (săgeată, de la $A$ la $A'$).*

**Definiție:** *Doi vectori orientați de-a lungul aceleiași drepte de acțiune se numesc **vectori colineari.***

Deseori în viața cotidiană întâlnim situații când asupra unui corp se exercită concomitent două forțe colineare, care pot fi: de *același sens* (fig. 5, a, b) sau de *sens opus* (fig. 6, a, b).

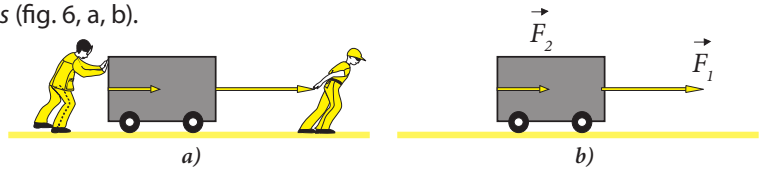



*Fig. 5*

*Fig. 6*

**Reține!** *Acțiunea ambelor forțe $\vec{F}_1$ și $\vec{F}_2$ poate fi exprimată prin una singură, numită **rezultantă**, notată cu $\vec{R}$.*

Aceasta este forța care, acționând singură asupra corpului, produce un efect analogic cu cele două forțe împreună. Modulul rezultantei se determină în funcție de sensul celor două forțe colineare. Deci, când forțele $\vec{F}_1$ și $\vec{F}_2$ acționează în același sens, rezultanta lor $R = F_1 + F_2$. Atunci când forțele acționează în sens opus: $R = F_1 - F_2$ (dacă $F_1 > F_2$) sau $R = F_2 - F_1$ (dacă $F_2 > F_1$).

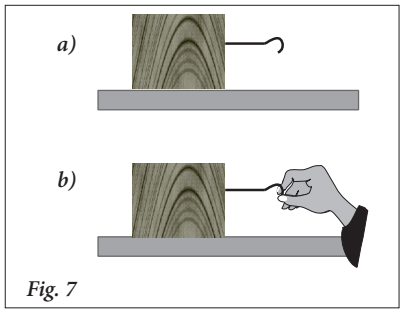



*Fig. 7*

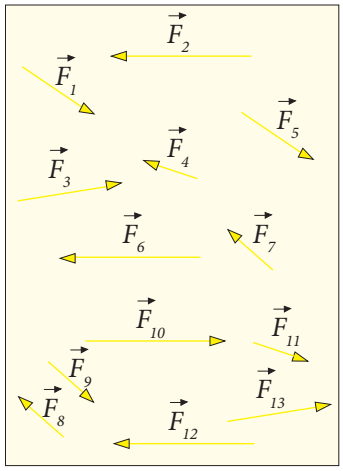



*Fig. 8*

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce numim efecte dinamice și efecte statice de interacțiune?
2. Ce se numește forță?
3. Din ce considerente forța reprezintă o mărime fizică vectorială?
4. Reprezintă grafic vectorul unei forțe și explică prin ce se caracterizează acesta.
5. Care este unitatea de măsură a forței în SI?
6. Un bloc de lemn se află în stare de repaus pe suprafața orizontală a mesei (fig. 7, a).
   a) Trage cu mâna de cârligul acestui bloc, astfel încât el să se miște spre dreapta (fig. 7, b).
   b) Desenează în caiet blocul cu cârlig și reprezintă pe desen forța ce acționează asupra blocului.
   c) Indică punctul de aplicație, direcția și sensul acestei forțe.
7. Privește desenul alăturat (fig. 8). Care din vectorii reprezentați au:
   a) modul egal;
   b) aceeași direcție;
   c) sens opus;
   d) aceeași orientare?

# 1.3. Forța de greutate. Ponderea

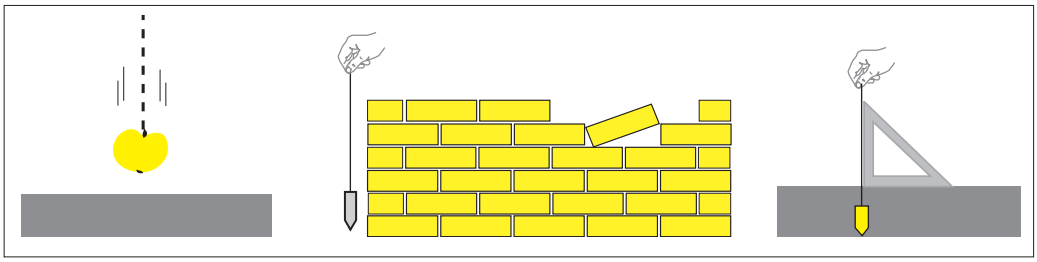
În clasa a VI-a ați studiat forța de greutate – forța cu care Pământul atrage orice corp aflat în apropierea sa.

*Informație*

Știți deja că forța este o mărime fizică vectorială, caracterizată nu numai de valoare, dar și de orientare (direcție și sens).

Care sunt direcția și sensul forței de greutate?

Privește imaginile de mai jos.

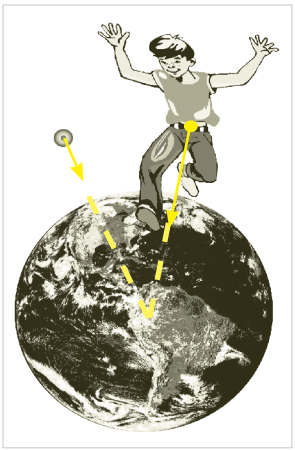


- Pe ce traiectorie se mișcă mărul?
- Ce unghi formează traiectoria mișcării mărului cu suprafața orizontală?
- Care sunt direcția și sensul forței de greutate ce acționează asupra corpului suspendat de fir?

*Reține!*

***Direcția** forței de greutate este perpendiculară pe suprafața planetei.*
***Sensul** forței de greutate este orientat spre centrul planetei.*

Paralel cu forța de greutate în fizică se folosește și noțiunea de **greutate** a corpului, numită ***pondere***.



*Definiție:*

***Forța** cu care un corp acționează asupra unui suport sau a unei suspensii în urma atracției lui de către Pământ se numește **greutatea** (**ponderea**) corpului.*

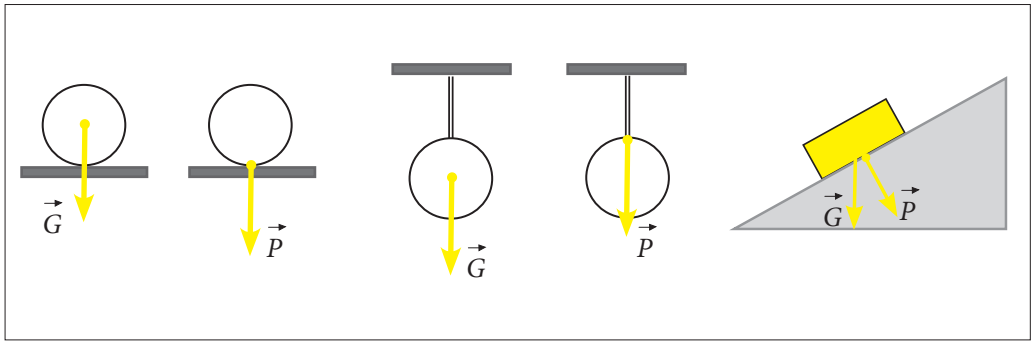
Greutatea corpului se notează cu litera $\vec{P}$.

*Reține*

Forța de greutate $\vec{G}$ și greutatea corpului $\vec{P}$ se deosebesc prin ***punctul de aplicație***.

*Activitate de comunicare*

- Priviți atent imaginile de mai jos.



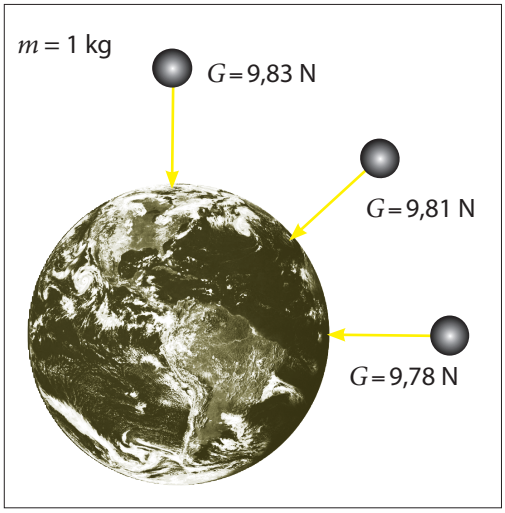

- Unde se află punctul de aplicație al forței de greutate $\vec{G}$? Dar al greutății corpului $\vec{P}$?

*Concluzie:* *Uneori **greutatea corpului** poate avea altă valoare decât cea a forței de greutate.*

*Reține!*

***Greutatea corpului** are aceeași valoare ca și **forța de greutate** atunci când corpul se află în repaus pe un suport orizontal sau se mișcă rectiliniu uniform în raport cu Pământul.*

Cunoașteți din cursul de fizică pentru clasa a VI-a că forța de greutate se calculează după formula: $G = mg$, unde $m$ este **masa corpului**, iar $g$ — **accelerația gravitațională.** Pentru locul dat de pe suprafața Pământului $g$ este constantă.




În zona geografică în care locuim, valoarea constantei $g$ este egală cu 9,8 N/kg. *Altfel spus, un corp cu masa de 1 kg este atras de Pământ cu o forță de 9,8 N.*

În diferite locuri de pe suprafața Pământului, un corp cu masa de 1 kg este atras diferit, de exemplu:

– la Polul Nord – cu forța de 9,83 N;
– la Paris – cu forța de 9,81 N;
– la ecuator – cu forța de 9,78 N.

Valoarea accelerației gravitaționale $g$ depinde de distanța de la centrul planetei.

De exemplu, în munți ea are o valoare mai mică decât la poalele munților.

*Știi că…* **La înălțimea de 297 km valoarea accelerației nu mai este egală cu 9,8 N/kg, ci cu 9 N/kg.**

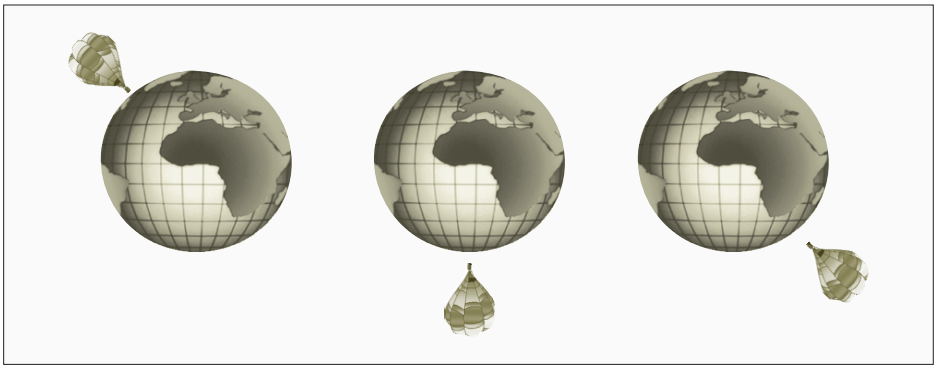
*Află mai mult* Raportul $g = G/m$ depinde și de masa planetei. Cu cât masa planetei este mai mare, cu atât mai mare este și accelerația $g$.

De exemplu, valoarea numerică a accelerației $g$ pe suprafața unor corpuri cerești (la ecuator) este prezentată în tabelul de mai jos:

| Corpul ceresc | Luna | Mercur | Venus | Marte | Jupiter | Uranus | Neptun |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Accelerația gravitațională, $g$, N/kg | 1,6 | 3,7 | 8,8 | 3,8 | 23,5 | 9,8 | 13,5 |

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Ce se numește forță de greutate? Dar greutate (pondere) a unui corp?
2. Completează în caiet propozițiile:
   a) Direcția forței de greutate este … pe suprafața … .
   b) Sensul forței de greutate este spre … planetei.
3. Reprezintă grafic forța de greutate și greutatea unui corp în două cazuri:
   a) corpul se află pe un suport orizontal;
   b) corpul este suspendat vertical.
4. Care este deosebirea dintre forța de greutate și greutatea corpului? În ce caz aceste forțe sunt egale?
5. Desenează în caiet un dinamometru de cârligul căruia este fixat un corp (o bilă). Indică pe desen vectorul forței de greutate și vectorul greutății bilei.
6. Ești de acord cu afirmația: „Greutatea unui sac cu zahăr este de 50 kg”?
7. Reprezintă pe desen vectorii forțelor de greutate ce acționează asupra corpurilor.



8. Determină greutatea unui camion cu masa de 2,4 t.

# 1.4. Forța elastică

La această lecție vei afla despre forțele care apar la deformarea elastică a corpurilor.

*Informație* Știți că la interacțiune corpurile se pot deforma. De exemplu, un resort se alungește la suspendarea unui corp de capătul inferior al acestuia (fig. 1, b).

Aceeași situație se întâmplă și cu o riglă metalică, dacă pe ea se plasează o masă marcată (fig. 2, a). Însă, la încetarea acțiunii, corpul revine la forma inițială (fig. 2, b). Astfel de deformări se numesc **elastice**.

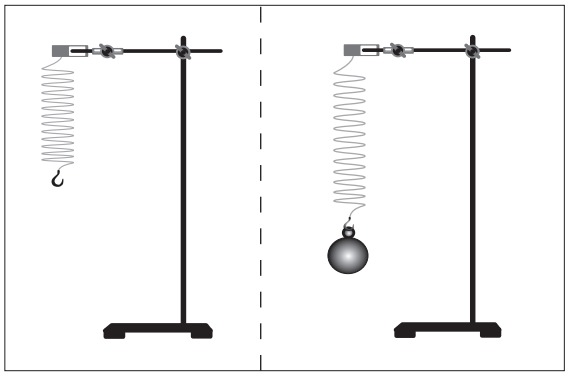


*Fig. 1* *a)* *b)*

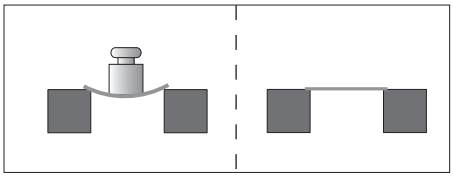


*Fig. 2* *a)* *b)*

*Concluzie:* *La încetarea acțiunii forței deformatoare, corpul deformat elastic revine la forma inițială sub acțiunea altei forțe.*

*Definiție:* *Forța sub acțiunea căreia un corp deformat elastic revine la forma inițială se numește* ***forță elastică****.*

Forța elastică se notează prin $\vec{F}_e$ și, ca orice forță, se caracterizează prin:

- **punctul de aplicație**, care coincide cu punctul de aplicație al forței deformatoare;
- **modul**, care este egal cu modulul forței deformatoare ($F_e = P$);
- **direcție**, care coincide cu direcția forței deformatoare;
- **sens**, care este opus sensului forței deformatoare.

De exemplu, dacă suspendăm de resort un corp cu masa $m$, resortul se deformează (fig. 3). Forța elastică are același modul, punct de aplicație și direcție ca și forța deformatoare (în cazul dat greutatea corpului), iar sensul ei este opus sensului forței deformatoare.

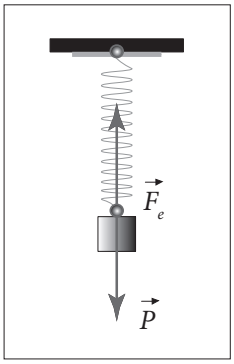



*Fig. 3*

*Activitate practică*

**Lucrare de laborator. *Legea deformărilor elastice***

**Scopul lucrării:** Stabilirea dependenței dintre deformația (alungirea) resortului, notată prin $\Delta l = l - l_0$, și forța deformatoare.

***Materiale necesare:*** resort, stativ, mase marcate, riglă.

**Mod de lucru:**

- Alcătuiți planul experimentului.
- Realizați experimentul conform planului întocmit.
- Înregistrați rezultatele experimentului într-un tabel de forma:

| Nr. măsurării | $l_0$ (m) | $m$ (kg) | $F = P$ (N) | $l$ (m) | $\Delta l = l - l_0$ (m) | $k = \frac{F}{\Delta l}\ \left(\frac{\text{N}}{\text{m}}\right)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

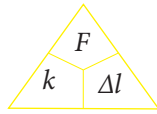
*Definiție:*

*Mărimea* ***k*** *egală cu raportul dintre forța deformatoare* ***F*** *și deformația (alungirea) corpului* ***Δl*** *se numește* ***constantă elastică*** *a corpului.*

$$\text{Constanta elastică} = \frac{\textit{forța deformatoare}}{\textit{deformația (alungirea)}}$$

În formă matematică, această afirmație se scrie în felul următor:

$$k = \frac{F}{\Delta l}$$




Unitatea de măsură a constantei elastice $k$ în SI este:

$$[k]_{SI} = \frac{[F]_{SI}}{[\Delta l]_{SI}} = \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

Constanta elastică caracterizează ***elasticitatea*** corpului. Ea se mai numește ***rigiditate***.

*Reține!*

- *Deformația este direct proporțională cu forța deformatoare, adică:* $\Delta l \sim F$.

Deoarece forța elastică $F_e$ este egală în modul cu forța de deformare $F$, atunci

$$F_e = k\Delta l.$$

Această relație este numită ***legea deformării elastice***.

Legea deformării elastice permite să construim ***instrumente de măsură*** a forței.

*Activitate practică*

## Lucrare de laborator. *Gradarea dinamometrului*

*Materiale necesare:* un stativ, un dinamometru (a cărui scară gradată se acoperă cu o hârtie), 3-5 mase marcate a câte 102 g fiecare, o riglă.

**Mod de lucru:**

- Fixați dinamometrul de stativ și notați poziția inițială a indicatorului (fig. 4). Aceasta este diviziunea „0”.
- Suspendați pe rând de cârligul dinamometrului câte o masă marcată.
- Notați de fiecare dată poziția indicatorului, care corespunde diviziunii „1”; „2” ș.a.m.d.
- Comparați distanțele dintre diviziunile vecine.
- Notați diviziunile ce corespund zecimilor de newton.

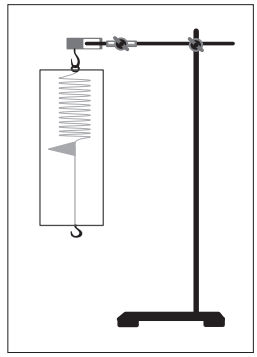


*Fig. 4*

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Ce se numește forță elastică?
2. Ce se numește deformare elastică? Dar forță deformatoare?
3. Care este cauza apariției forței elastice?
4. Numește caracteristicile forței elastice.
5. Asupra resortului din fig. 5 acționează în punctul $A$ forța deformatoare $\vec{F}$ orientată: a) în dreapta; b) în stânga. Reprezentați în caiet resortul, forța deformatoare și forța elastică pentru fiecare caz.

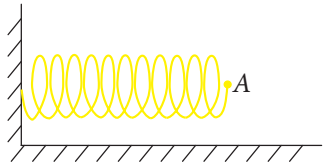
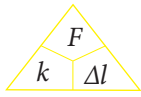



*Fig. 5*

6. Privește imaginea alăturată. Desenează în caiet un arc întins cu săgeată. Reprezintă pe desen forța deformatoare și forța elastică.

7. Scrie expresia matematică și numește mărimile fizice care caracterizează legea deformării elastice.
8. Utilizând triunghiul 

, determină:

   a) $k =$ b) $\Delta l =$ c) $F =$

9. Ce forță acționează asupra unui resort cu constanta elastică de 10 N/m, dacă alungirea lui este de 2 cm?

# 1.5. Forța de frecare

**Informație** Deseori ați observat mișcarea unor corpuri pe suprafața Pământului. De exemplu, la derdeluș, o săniuță lunecând pe zăpadă se oprește după un timp oarecare. Mișcarea ei încetează deoarece asupra săniuței acționează o forță orientată în sens opus mișcării.

**Definiție:** *Forța ce se opune mișcării unui corp pe suprafața altuia se numește* ***forță de frecare****.*

Forța de frecare se notează prin $\vec{F}_f$.

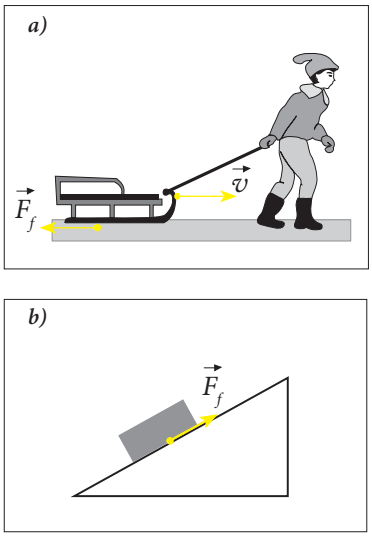



*Fig. 1*

Această forță întotdeauna este orientată în sens **opus** mișcării corpului dat pe suprafața altuia (fig. 1, a ).

În cazul când corpul se află în repaus, forța de frecare este orientată în sensul **opus** mișcării posibile a corpului, adică în sens opus forței ce tinde să miște corpul (fig. 1, b).

Anume forța de frecare împiedică dezlegarea șireturilor, ieșirea unui cui bătut într-o scândură, alunecarea la mișcarea pe gheață ș.a.m.d.

Care sunt cauzele apariției forței de frecare?

- Una din cauze este existența asperităților pe suprafețele de contact (fig. 2, a), chiar și pe acele suprafețe care ne par foarte netede. Forța de frecare poate fi micșorată considerabil, dacă între suprafețele de contact ale corpurilor solide se introduce un strat subțire de anumite lichide (de exemplu, ulei) (fig. 2, b).

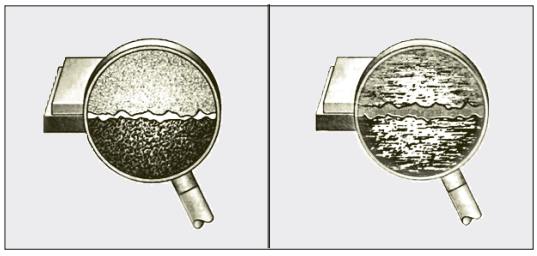


*Fig. 2* *a)* *b)*

În unele cazuri forța de frecare poate fi mărită. În acest caz asperitățile se fac mai pronunțate. De exemplu, la roțile autocamioanelor în timpul poleiului se pun lanțuri (fig. 3, a), iar pe talpa încălțămintei de iarnă se face un desen în relief (fig. 3, b).

- Altă cauză este atracția reciprocă dintre moleculele corpurilor care se află în contact direct.

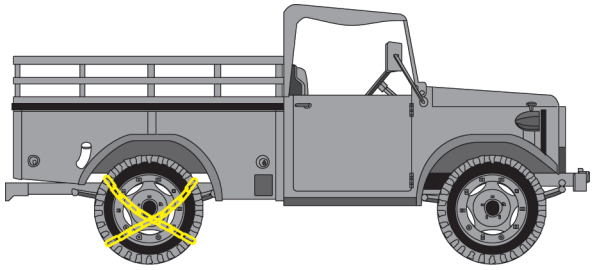


*Fig. 3* *a)*

*b)*

*Activitate practică*

**Lucrare de laborator. *Studiul frecării***

*Materiale necesare:* dinamometru, tăvălug, bară din lemn, mase marcate.

**Mod de lucru:**

- Fixați dinamometrul de cârligul blocului de lemn și trageți lent de el (fig. 4). Ce observați?

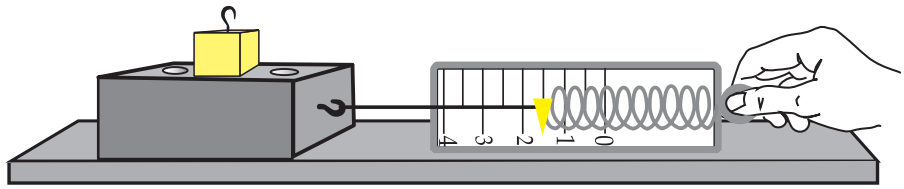



*Fig. 4*

- Trageți dinamometrul cu viteză constantă. În acest caz dinamometrul indică forța de frecare.
- Repetați experimentul, așezând blocul pe suprafața laterală cu aria mai mică. Depinde oare forța de frecare de aria suprafeței de contact?
- Repetați experimentul, fixând de cârligul dinamometrului un tăvălug (fig. 5).

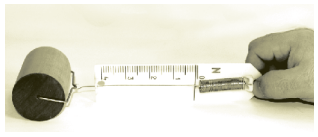
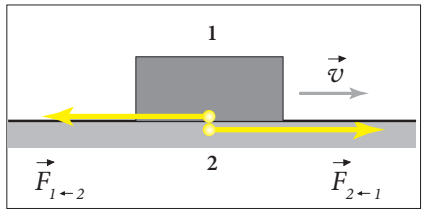


*Fig. 5*

- Comparați indicațiile dinamometrului pentru următoarele două cazuri:
  - tăvălugul se rostogolește;
  - tăvălugul alunecă pe suprafața mesei.
- Dați exemple de utilizare a cilindrilor (sau a bilelor) la micșorarea forței de frecare.
- Formulați concluziile corespunzătoare.

*Află mai mult!*

La contactul dintre două corpuri care alunecă unul față de altul apar două forțe de frecare, numite **forțe de frecare la alunecare** (vezi figura). Aceste forțe au același modul și sunt orientate de-a lungul suprafeței de contact în sens opus.



*Verifică-ți cunoștințele*

1. Numește cauzele apariției forței de frecare.
2. Ce se numește forță de frecare?
3. În ce caz forța de frecare este mai mare: la rostogolire sau la alunecare?
4. Cum se măsoară forța de frecare?
5. Numește caracteristicile forței de frecare.
6. Dă exemple din tehnică unde forța de frecare se mărește intenționat și exemple unde ea se micșorează.
7. Reprezintă grafic forțele de frecare ce acționează asupra corpurilor din fig. 6 (săgețile indică sensul mișcării corpurilor).

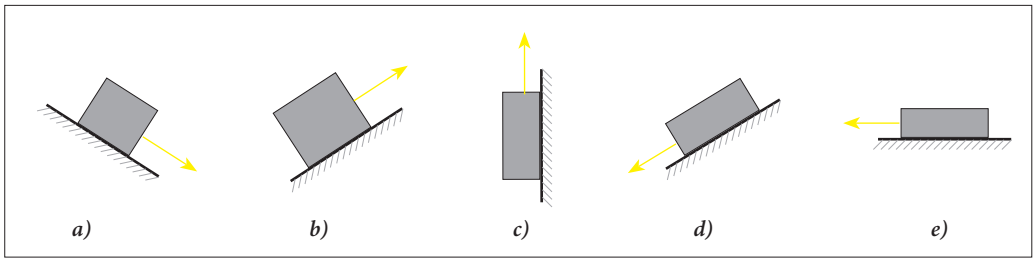
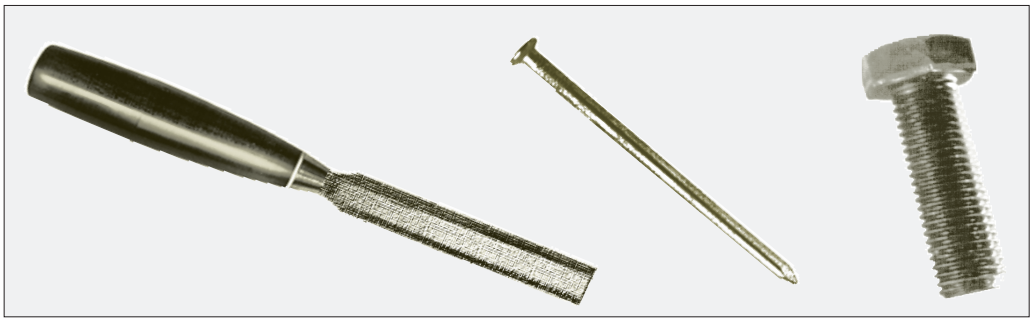



*Fig. 6*

8. Privește imaginea alăturată. Cum sunt orientate forțele de frecare în timpul mișcării schioarei?
9. Privește imaginile de mai jos. Ce se întreprinde pentru a mări (micșora) forța de frecare care apare la contactul acestor corpuri cu altele?



# Rezumat

În natură toate corpurile se află în acțiuni reciproce, numite în fizică **interacțiuni.** Interacțiunea și mișcarea sunt două noțiuni fundamentale în fizică, care există numai împreună și se explică prin relația **cauză-efect**. Interacțiunea este **cauza**, iar schimbarea stării de mișcare sau de repaus este **efectul**.

Mișcarea corpului în lipsa acțiunilor din partea altor corpuri se numește **mișcare din inerție.** Proprietatea corpului de a se opune modificării vitezei se numește **inerție**.

Proprietatea unui corp sau a unui fenomen fizic care poate fi măsurată se numește **mărime fizică.** Mărimea fizică ce se caracterizează prin valoare numerică și orientare (direcție și sens) se numește **mărime fizică vectorială.**

Mărimea fizică ce caracterizează inerția unui corp se numește **masă inertă**. Masa corpului se notează cu litera $m$. Unitatea de masă în SI este kilogramul (kg).

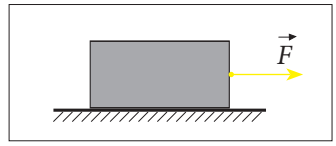
Mărimea fizică ce caracterizează acțiunea unui corp asupra altuia se numește **forță**. Forța este o mărime fizică vectorială, care se reprezintă prin simbolul $\vec{F}$. Valoarea numerică a forței $\vec{F}$ este egală cu modulul vectorului forței și se notează prin $|\vec{F}|$ sau $F$.

Unitatea de măsură a forței în Sistemul Internațional (SI) este **newtonul (N).**

Valoarea numerică a forței se determină cu dinamometrul.

**Vectorul forței**, ca orice mărime fizică vectorială, se caracterizează prin:

- **modul** (valoare numerică);
- **origine** (punct de aplicație);
- **direcție** (dreaptă de acțiune);
- **sens**.




În mecanică se disting următoarele tipuri de forță:

- forța de greutate;
- greutatea (ponderea);
- forța elastică;
- forța de frecare.

Forța de greutate este numită forță de acțiune la distanță, iar greutatea, forța elastică și forța de frecare sunt numite forțe de contact.

**Forța de greutate** și **greutatea (ponderea)** apar în urma atracției Pământului. *Forța de greutate* reprezintă *forța cu care corpul dat este atras de Pământ*, iar *greutatea (ponderea)* acestui corp este *forța cu care el acționează asupra unui suport orizontal* sau asupra *unei suspensii*.

**Forța elastică** este numită forța sub acțiunea căreia un corp, deformat elastic, revine la starea inițială.

**Forța de frecare** este numită forța care se opune mișcării corpului pe suprafața altui corp.

# EVALUARE

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de asimilare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

**I. La itemii 1-5 prezintă răspunsul succint.**

**1.** Continuă următoarele propoziții astfel ca ele să fie corecte:

a) Mișcarea corpului în lipsa unor acțiuni din partea altor corpuri se numește ..... — **1 punct**

b) Rezultatul acțiunii unei forțe asupra unui corp depinde nu numai de valoarea forței, dar și de ..... ei..... — **1 punct**

c) Mărimile fizice care se caracterizează nu numai prin valoarea numerică, ci și prin orientare se numesc ..... — **1 punct**

d) Forța sub acțiunea căreia un corp deformat elastic revine la forma inițială se numește ..... — **1 punct**

e) Forța care se opune mișcării unui corp pe suprafața altuia se numește ..... — **1 punct**

f) Corpul care-și modifică mai greu viteza este mai ..... — **1 punct**

g) Deformația este ..... cu forța deformatoare.... — **1 punct**

h) Forța de frecare este orientată ..... mișcării. — **1 punct**

i) Greutatea (ponderea) este forța..... — **1 punct**

j) Forța cu care pământul atrage corpurile din apropierea sa se numește ..... — **1 punct**

**2.** Transferă în SI:

a) 2,5 t = ... ..... — **1 punct**

b) 350 mg = ... ..... — **1 punct**

c) 10,5 g = ... ..... — **1 punct**

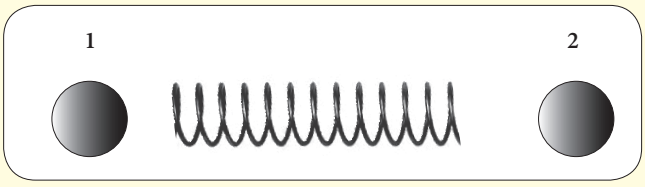
d) 0,45 t = ... ..... — **1 punct**

e) 30 mg = ... ..... — **1 punct**

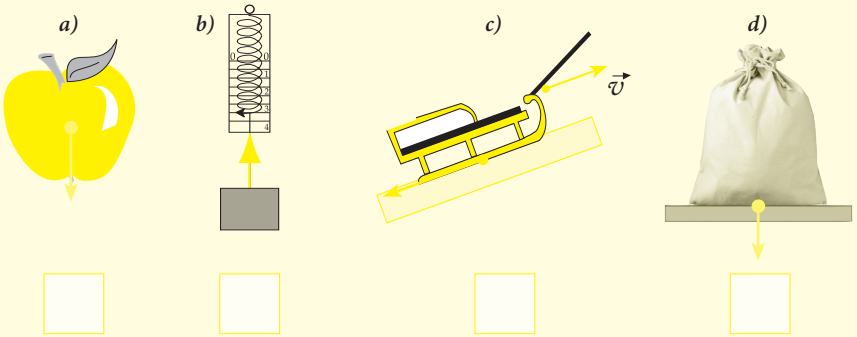
f) 0,8 g = ... ..... — **1 punct**

**3.** În imagine sunt reprezentate două bile după ce au interacționat cu un resort. Care din aceste bile are o masă mai mare?

Scrie răspunsul în spațiul rezervat. ..... — **3 puncte**



**4.** Scrie în spațiile rezervate forța reprezentată pe desen. — câte 1 punct



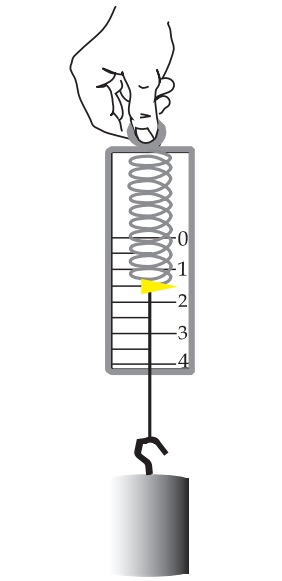




*Fig. 1*

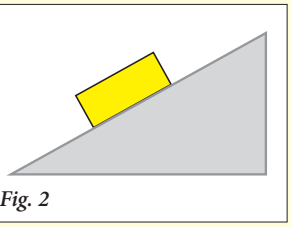


*Fig. 2*

**5.** Determină constanta elastică a resortului dinamometrului (fig. 1), dacă distanța dintre diviziunile marcate cu 0 și 1 este de 2 cm.
$k$ =… ..... — 3 puncte
Care este valoarea forței de greutate ce acționează asupra masei marcate?
$G$ =..... — 1 punct

**II. La itemii 6-8 prezintă rezolvarea completă.**

**6.** Determină greutatea unui astronaut cu masa de 100 kg:
a) pe Lună ..... — 2 puncte
b) pe Marte ..... — 2 puncte

**7.** Determină alungirea unei tije cu rigiditatea de 50 N/m, dacă:
a) asupra acesteia se va acționa cu o forță de 1 N ..... — 1 punct
b) de aceasta se va suspenda un corp cu masa de 200 g ..... — 2 puncte

**8.** Cum este orientată forța de frecare ce acționează asupra barei din fig. 2, atunci când:
a) bara se află în repaus ..... — 1 punct
b) bara se mișcă uniform pe plan în sus ..... — 1 punct
c) bara se mișcă uniform pe plan în jos ..... — 1 punct

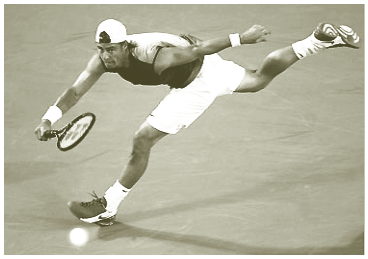
**III. Scrie un eseu privind subiectul „Tipuri de forțe”, în care:**
a) să se caracterizeze fiecare tip de forță; … — 4 puncte
b) să se dea câte un exemplu de fiecare forță. ..... — 4 puncte

## 2. Achiziții practice

# 2.1. Soluționează situații

### A. Exersează

1. Privește imaginea alăturată. Care e rolul centurii de siguranță? Ce se întâmplă cu șoferul atunci când automobilul își schimbă viteza brusc (frânează sau pornește)? Dă exemple asemănătoare.
2. În care din imaginile de mai jos se manifestă inerția corpurilor?



3. În desen (fig. 1) sunt reprezentate trei autocisterne în care este indicat nivelul apei.

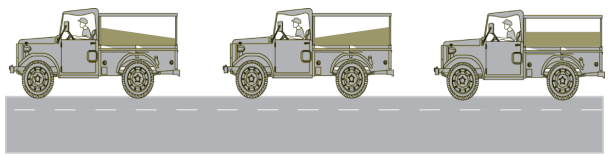


*Fig. 1*

Care din aceste autocisterne:
- frânează;
- se află în repaus (sau se mișcă uniform);
- pornește din loc?

4. În imaginile alăturate mobilele se mișcă cu viteze constante (avionul la dreapta, aerostatul în sus). Ce greșeli s-au comis la reprezentarea traiectoriei corpurilor desprinse de avion și aerostat? Corectează în caiet traiectoria fiecărui corp.

5. După săritură barca a obținut o viteză mai mică decât a băiatului (fig. 2). Compară masa băiatului cu masa bărcii.

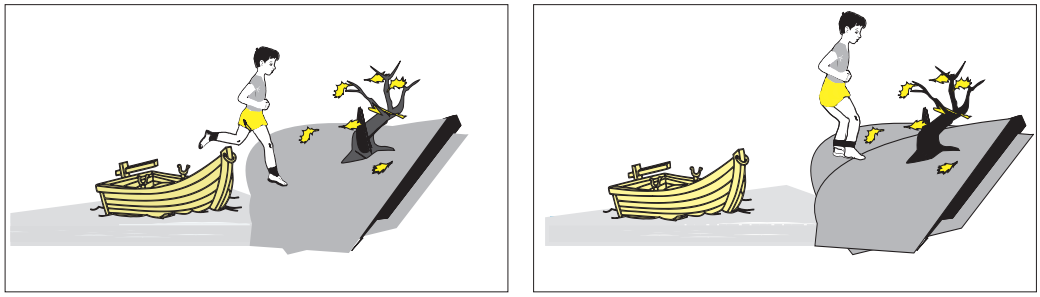


*Fig. 2*

6. În desenele de mai jos (fig. 3) masele bărcilor și masele copiilor sunt egale. Sacii au același volum. În care barcă se află sacii cu făină și în care sacii cu tărâță?

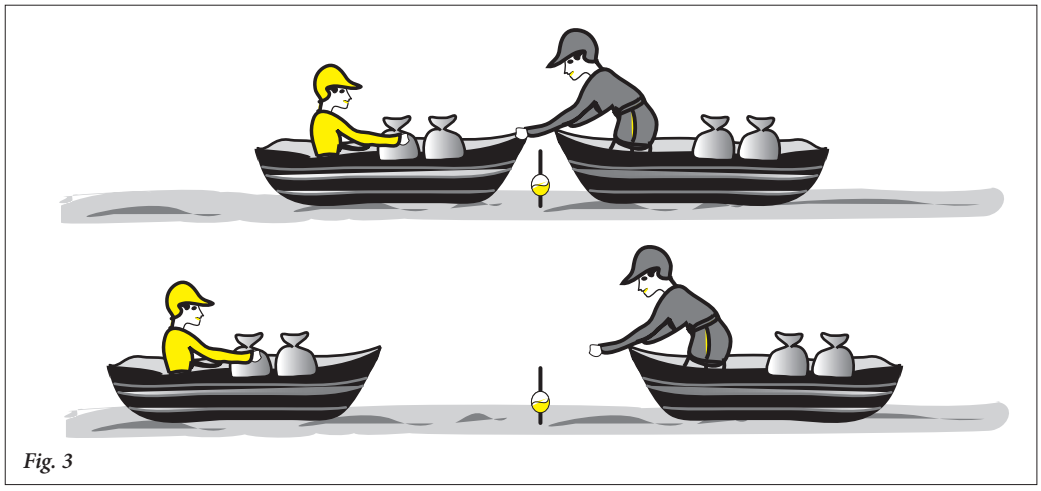
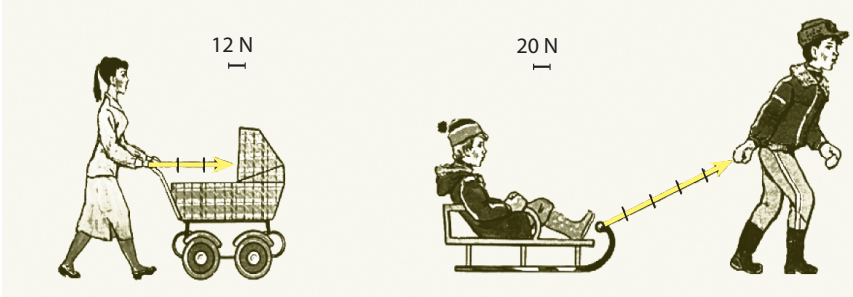


*Fig. 3*

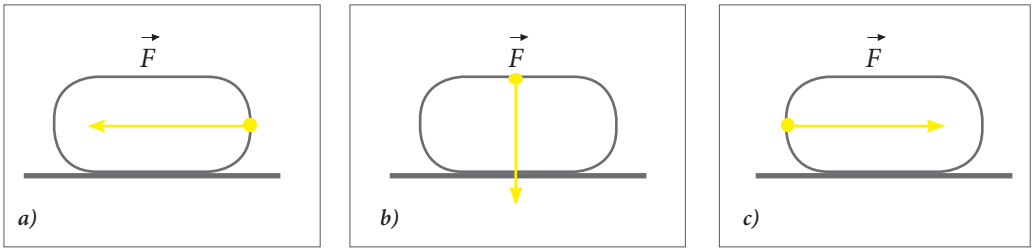
7. Descrie etapele cântăririi unui corp.

8. Completează în caiet căsuțele cu caracteristicile mărimilor vectoriale:

**9.** Folosind scările, determină modulele forțelor din imaginile de mai jos.




**10.** Privește imaginile de mai jos.




În ce caz corpul:

1) se mișcă spre dreapta?
2) se mișcă spre stânga?
3) se află în repaus?

**11.** Determină modulul rezultantei $\vec{R}$ a două forțe colineare $\vec{F}_1 = 8$ N și $\vec{F}_2 = 4$ N pentru două cazuri (fig. 4 a, b).

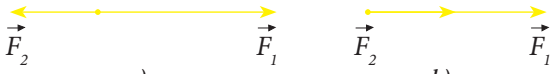
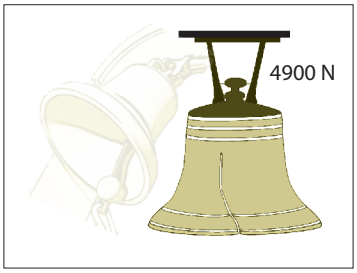



*Fig. 4*

**12.** Desenează doi vectori colineari care să corespundă forțelor cu valoarea de 3 N și, respectiv, 5 N. Determină rezultanta lor $\vec{R}$ în două cazuri:

a) vectorii au același sens;

b) vectorii au sens opus.




**13.** Un clopot acționează asupra suspensiei cu o forță de 4900 N. Află masa clopotului.

**14.** Aparatul cosmic cu ajutorul căruia Neil Armstrong și Edwin Aldrin au aterizat pe Lună la 20 iulie 1969 avea masa de 14 700 kg. Determină greutatea acestui aparat pe Lună.

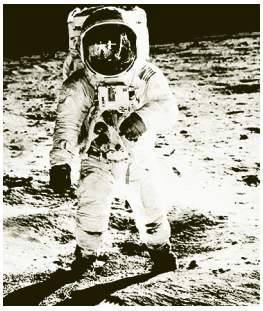
**15.** Un dinamometru de care este fixat un corp indică pe Pământ 16 N. Ce va indica acest dinamometru pe Lună?

**16.** Completează tabelul:

| | $g$, N/kg | $m$, kg | $G$, N |
|---|---|---|---|
| Pământul | | 5 | |
| Luna | | 7 | |
| Marte | | | 228 |

**17.** O bară din lemn are dimensiunile de 10 x 4 x 3 cm. Să se afle volumul barei, masa barei, greutatea barei pe un plan orizontal, dacă densitatea lemnului este de 500 kg/m$^3$.

**18.** Ce masă trebuie să aibă scafandrul pentru ca greutatea astronautului pe Lună să fie egală cu greutatea corpului său pe Pământ? Masa corpului astronautului $m$ = 80 kg.



**19.** Calculează diferența dintre greutatea unei tone de cărbuni la Polul Nord și la ecuator.

**20.** Asupra unui resort elastic acționează o forță de 20 N. Resortul se alungește cu 4 cm. Determină constanta elastică a resortului.

**21.** Care va fi alungirea resortului elastic asupra căruia se acționează cu o forță de 4 N, dacă constanta lui elastică $k$ = 40 N/m?

**22.** Asupra unui resort elastic acționează o forță de 15 N. Resortul se alungește cu 3 cm. Care va fi alungirea resortului, dacă forța este de 25 N? Ce forță acționează asupra resortului atunci când alungirea este de 4 cm?

**23.** De un resort este suspendat un corp cu volumul de 0,001 m$^3$ și densitatea de 500 kg/cm$^3$. Determină alungirea resortului, dacă constanta elastică a acestuia este de 100 N/m.

**24.** De cârligul unui dinamometru este suspendat un alt dinamometru, de cârligul căruia este fixată o masă marcată de 100 g. Determină diferența dintre indicațiile dinamometrelor, dacă masa dinamometrului al doilea este de 20 g.

**25.** Reprezintă grafic forța de frecare dintre pantoful unui elev și podea în două cazuri:
– la pornire; – la frânare.

**26.** În ce caz forțele de frecare dintre două plăci de plumb sunt mai mari: atunci când plăcile sunt șlefuite sau neșlefuite? Argumentează răspunsul.

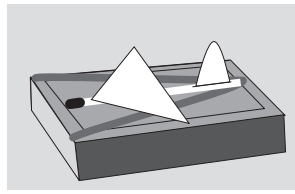
**27.** O sanie este deplasată rectiliniu uniform pe o suprafață orizontală sub acțiunea unei forțe de 250 N orientate în sensul mișcării. Determină valoarea forței de frecare.

28. Determină forța necesară pentru a deplasa rectiliniu uniform un bloc de piatră cu masa de 100 kg pe o suprafață orizontală. Forța de frecare reprezintă 40% din greutatea blocului.

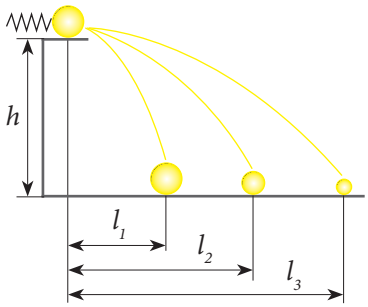
29. Prin intermediul unui resort cu constanta elastică de 50 N/m un bloc din lemn este tras pe o suprafață orizontală. Determină masa blocului, dacă se știe că resortul s-a deformat cu 2,5 cm, iar forța de frecare reprezintă 20% din greutatea corpului.

## B. Experimentează

1. Elaborează planul de cântărire a unei picături de apă. Selectează utilajul și materialele necesare. Efectuează experimentul.
2. Ai la dispoziție un ciocan și un mâner de lemn pentru el. Cum vei proceda pentru a fixa mânerul de ciocan? Argumentează acțiunile pe care le vei întreprinde.
3. Confecționează din carton (sau din alt material) două săgeți. Așază aceste săgeți astfel încât:
   a) punctele de aplicație și orientarea lor să coincidă;
   b) punctul de aplicație să fie același, iar direcțiile – reciproc perpendiculare;
   c) punctul de aplicație să fie același, iar sensurile – opuse;
   d) punctul de aplicație al primului vector să coincidă cu vârful (extremitatea) vectorului al doilea;
   e) punctele de aplicație să fie diferite, iar direcția și sensul să fie aceleași.
4. Confecționează un dinamometru în care resortul este înlocuit cu o riglă metalică elastică.
5. Ai la dispoziție două dinamometre identice. Fiecare dinamometru este prevăzut pentru măsurarea forțelor de la 0 până la 4 N. Se poate oare măsura cu ajutorul acestor dinamometre o forță de 6 N?
6. Confecționează avionul din figura alăturată. Măsoară forța elastică maximă.



7. Confecționează din mijloace pe care le ai la dispoziție o „catapultă". Enumeră caracteristicile ei. Ce propui pentru îmbunătățirea acestor caracteristici?
8. Deșurubați un șurub uscat. Ungeți șurubul cu ulei și înșurubați-l. Comparați efortul depus la înșurubare cu cel inițial.
9. Având la dispoziție un dinamometru și o bară din lemn, determină forța de frecare dintre bară și masă. Cum se va modifica această forță la mișcarea acestei bare pe o suprafață de sticlă?

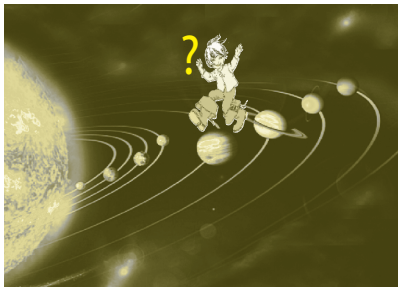



10. Având la dispoziție trei bile cu masele a câte 1 kg, 0,5 kg și 0,25 kg, un resort și o riglă gradată, de la o oarecare înălțime $h$ cu ajutorul resortului se acționează orizontal cu aceeași forță asupra fiecărei bile (vezi figura de alături). Determină:
    a) distanțele la care vor cădea cele trei bile de la locul de acțiune;
    b) raportul dintre distanțele și masele bilelor respective.

    Formulează concluzii.

## C. Cercetează

1. Se știe că unitatea de măsură pentru masa pietrelor prețioase este *caratul*. Caută informații despre cel mai mare diamant de pe glob găsit până în prezent. Care este masa lui exprimată în grame?
2. Scrie o comunicare privind evoluția instrumentelor de măsurare a masei.
3. Se cunosc escrocherii săvârșite cu ajutorul cântarului de către vânzătorii de la piață. Cum pot fi demascate asemenea persoane?



4. Determină greutatea corpului tău pe suprafața diferitelor planete. Pe care planetă vei avea o greutate mai mare?
5. La începutul mișcării unui ascensor în sus omul simte că este **atras** de podeaua ascensorului. Variază oare:
    – forța de greutate ce acționează asupra omului;
    – greutatea omului;
    – masa omului?
6. Selectează din literatură date despre catapultele din antichitate. Ce servea pentru ele în calitate de corp elastic?
7. Având la dispoziție două dinamometre și trei mase marcate, propune planul unei investigații.
8. Având la dispoziție două resorturi de aceeași rigiditate și un corp (o masă marcată), determină cum se va schimba rigiditatea resorturilor legate în serie și în paralel dacă vom suspenda corpul (masa marcată).
9. Puneți pe capătul unei rigle o cutie de chibrituri. Ridicați capătul riglei până când cutia va începe a luneca pe riglă. Reprezentați pe desen: rigla, cutia de chibrituri, forța de frecare ce acționează asupra cutiei, forța de frecare ce acționează asupra riglei.
10. La construcția piramidelor egiptene se utilizau blocuri enorme de piatră. Caută în literatură informații despre felul cum era micșorată forța de frecare la deplasarea acestor blocuri.
11. Scrie o comunicare privind evoluția mijloacelor de transport cu roți.

# EVALUARE SUMATIVĂ

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-4 prezentați rezolvarea completă.**

1. Un dinamometru de care este fixat un corp indică pe Lună 12 N.
   a) Determină masa corpului ..... — **2 puncte**
   b) Care e greutatea corpului pe Pământ? ..... — **1 punct**

2. Sub acțiunea unei forțe de 5 N, un arc s-a deformat cu 2 cm. Determină masa corpului care, fiind suspendat de acest arc, îl va deforma cu 5 cm ($g$ = 10 N/kg)..... — **4 puncte**

3. Un elev a suspendat de un resort o bară de lemn cu masa de 1 kg. Resortul s-a alungit cu 2 cm. Sub acțiunea aceluiași resort bara s-a mișcat uniform pe o suprafață orizontală. În acest caz resortul s-a alungit cu 1 cm ($g$ = 10 N/kg). Determină:
   a) constanta elastică a resortului – ..... — **2 puncte**
   b) valoarea forței de frecare – ..... — **2 puncte**

4. Determină constanta elastică a unui resort, prin intermediul căruia este trasă o remorcă cu masa de 1 t, dacă la mișcarea cu viteză constantă acesta se întinde cu 2 cm. Forța de frecare reprezintă 10% din greutatea remorcii. ..... — **5 puncte**

**II. În itemii 5-6 propuneți planul desfășurat al activității date.**

5. Având la dispoziție un resort, o riglă, o masă marcată de 100 g și un cub cu masa necunoscută, propune planul unei investigații care:
   a) să determine greutatea cubului. ..... — **3 puncte**
   b) să demonstreze legea deformării elastice. ..... — **2 puncte**
   c) să determine forța de frecare la deplasarea cubului pe o suprafață orizontală. ..... — **1 punct**
   d) să determine densitatea substanței din care e confecționat cubul. ..... — **2 puncte**

6. Având la dispoziție o riglă, un resort, un corp cu masa cunoscută, o bară din lemn și un cui, propune planul confecționării unui cântar cu resort. ..... — **5 puncte**

Capitolul 3

# PRESIUNEA. FORȚA ARHIMEDE

**1. Achiziții teoretice**

1.1. Presiunea solidelor

1.2. Presiunea în lichide

1.3. Presiunea în gaze. Legea lui Pascal

1.4. Vase comunicante

1.5. Presiunea atmosferică

1.6. Forța Arhimede. Plutirea corpurilor

Rezumat

Evaluare

**2. Achiziții practice**

2.1. Soluționează situații

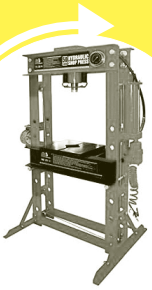
A. Exersează

B. Experimentează

C. Cercetează

Evaluare sumativă

# Capitolul 3. PRESIUNEA. FORȚA ARHIMEDE



## 1. Achiziții teoretice

## 1.1. Presiunea solidelor

*Informație* Din capitolul precedent cunoașteți că rezultatul acțiunii unei forțe depinde nu numai de valoarea numerică a forței, dar și de orientarea ei.

La această lecție vom răspunde la întrebarea:

Cum depinde rezultatul acțiunii unei forțe de aria suprafeței de contact cu corpul asupra căruia se exercită forța?

Răspunsul la această întrebare poate fi găsit efectuând următorul experiment.

*Experiment* Fie că apăsăm pe un cui îndoit în formă de **U**, situat pe o radieră (fig. 1).

Care capăt al cuiului va intra mai ușor în radieră, dacă în punctele $A$ și $B$ se acționează cu forțe egale?

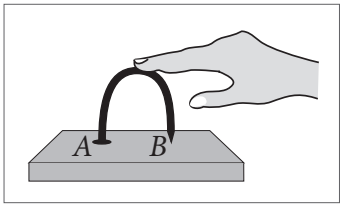



*Fig. 1*

*Concluzie:* *Rezultatul acțiunii unei forțe nu depinde numai de modulul și orientarea ei, dar și de aria suprafeței de contact, asupra căreia această forță acționează. Cu cât aria suprafeței este mai mică, cu atât rezultatul acțiunii forței este mai pronunțat.*

Pentru a caracteriza ***efectul forței*** ce acționează perpendicular pe o suprafață, este necesar să fie introdusă o nouă mărime fizică.

*Definiție:* *Mărimea fizică scalară egală cu raportul dintre modulul forței ce acționează perpendicular pe suprafață și aria acestei suprafețe se numește* ***presiune****.*

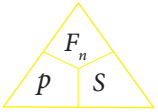
Din definiție rezultă că presiunea se calculează cu ajutorul formulei:

$$\text{Presiunea} = \frac{\text{forța normală}}{\text{aria suprafeței}}.$$

Forța normală este forța ce acționează perpendicular pe o suprafață.

Dacă notăm presiunea cu litera $p$, atunci matematic această afirmație se reprezintă în felul următor:

$$p = \frac{F_n}{S}, \qquad (1)$$




unde $F_n$ este forța ce acționează perpendicular pe suprafață, iar $S$ – aria suprafeței.

Unitatea de măsură a presiunii în sistemul SI este *pascalul*, care se notează cu Pa.

**Definiție:** *1 Pa este presiunea exercitată de o forță de 1 N ce acționează perpendicular pe o suprafață cu aria de 1 m².*

$$[p]_{SI} = \frac{[F_n]_{SI}}{[S]_{SI}} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}. \qquad \text{Deci:} \quad 1\text{Pa} = 1\frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

***Exemplu:*** Presiunea exercitată de un corp cu masa de 102 g pe o suprafață cu aria de 1 m² este egală cu 1 Pa.

În practică deseori se utilizează și alte unități de presiune:

1 torr (torrul) = 1mm Hg = 13,6 mm $H_2O \approx$ 133,3 Pa;

1 atm (atmosferă fizică) = 1,013 · $10^5$ Pa;

1 at (atmosferă tehnică) = 98066,5 Pa;

1 bar (barul) = 100000 Pa.

Pe lângă aceste unități, se utilizează multiplii pascalului: hectopascalul (hPa) și kilopascalul (kPa).

1 hPa = 100 Pa;

1 kPa = 1000 Pa.

**Scurt istoric**

Această unitate de măsură comemorează numele savantului francez ***Blaise Pascal***.

**Blaise Pascal (1623-1662)** – ilustru savant francez cu contribuții valoroase în matematică, fizică și tehnică. În matematică redescoperă (la vârsta de 12 ani) primele teoreme ale geometriei lui Euclid. În fizică face două descoperiri fundamentale privind domeniul hidrostaticii: legea care îi poartă numele și explicarea științifică a presiunii atmosferice. Construiește presa hidraulică, folosită pe larg în tehnică. Blaise Pascal a susținut ideea că la baza studiului fizicii trebuie să se afle experimentul.

**Verifică-ți cunoștințele**

**1.** Completați tabelele de mai jos:

| O persoană se află pe schiuri | O elevă | Un tânăr | Un bărbat |
|---|---|---|---|
| Greutatea, N | 400 | 800 | 1000 |
| Aria suprafeței schiurilor, m² | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| Presiunea, Pa | | | |

| Suportul | Patine | Pantofi cu toc | Ghete | Schiuri |
|---|---|---|---|---|
| Greutatea sportivei, N | 650 | 650 | 650 | 650 |
| Aria suprafeței de contact, m² | 0,0012 | 0,008 | 0,045 | 0,24 |
| Presiunea, Pa | | | | |

2. Calculează presiunea exercitată de acul unei viespe cu aria ascuțitului de 0,000.000.000.003 $cm^2$, dacă acul acționează cu o forță de 0,0001 N. Compară această presiune cu rezultatul obținut în problema nr. 6.
3. Cuiul și bulonul (fig. 2) au fost lovite cu ciocanul. Care din ele a exercitat o presiune mai mare asupra scândurii, dacă forța loviturii este aceeași? Argumentează răspunsul.
4. Privește atent imaginile de mai jos.

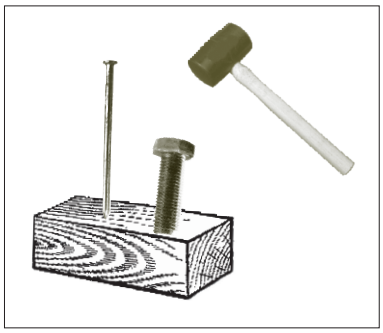


*Fig. 2*

a) De ce camioanele grele au roți late?
b) De ce șinele căii ferate se instalează pe traverse late?
c) Ce s-ar întâmpla dacă roțile camionului, traversele etc. ar fi înguste?
d) Dă exemple asemănătoare.

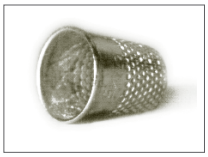


*Fig. 3*

5. Explică destinația degetarului (fig. 3).
6. Determină presiunea exercitată de o căldare cu greutatea de 100 N asupra unui scaun, dacă aria suprafeței de contact este de 400 $cm^2$.
7. Determină aria schiurilor, dacă se știe că greutatea schiorului este 640 N, iar presiunea exercitată de schiuri este egală cu 2 kPa.
8. Aria suprafeței de contact a unei cărămizi cu podeaua este de 200 $cm^2$. Determină greutatea cărămizii, dacă presiunea exercitată de aceasta este de 1 kPa.
9. Determină presiunea exercitată de un cub cu masa de 500 g și muchia de 10 cm.

# 1.2. Presiunea în lichide

*Informație* La lecția precedentă ați studiat presiunea exercitată de solide. Va exercita oare presiune un lichid, aflat într-un vas, asupra pereților și fundului acestuia?

Pentru a răspunde la această întrebare, efectuează următorul experiment imaginat.

*Experimentează* Fie că turnăm un lichid, de exemplu apă, într-un vas de formă cilindrică (fig. 1). Apa acționează asupra fundului vasului cu forța $P = mg$, orientată perpendicular pe suprafața cu aria $S$. Prin urmare, lichidul exercită asupra fundului vasului presiunea

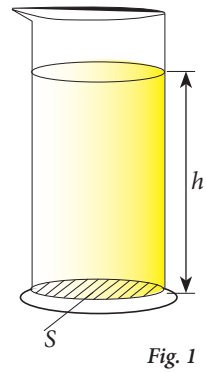


*Fig. 1*

$$p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S}. \qquad (1), \qquad \text{unde } m = \rho V. \quad (2)$$

Însă volumul lichidului din cilindru este:

$$V = S \cdot h, \qquad (3)$$

unde $h$ este înălțimea coloanei de lichid (fig. 1).

Înlocuind expresia (2) și (3) în (1), obținem:

$$p = \frac{\rho \cdot S \cdot h \cdot g}{S} = \rho\, h\, g.$$

Deci: $p = \rho\, g\, h$

*Reține!* *Presiunea exercitată de lichid nu depinde de aria bazei. Ea depinde numai de înălțimea coloanei de lichid și densitatea lui.*

*Definiție:* *Presiunea exercitată de un lichid aflat în repaus se numește **presiune hidrostatică**.*

Exercită oare lichidul aceeași presiune asupra pereților vasului gradat? Dar asupra unui corp aflat în interiorul lichidului?

Pentru a răspunde la aceste întrebări e necesar să măsurăm presiunea în interiorul lichidului. Pentru măsurarea presiunii se utilizează manometrul. Unul din cele mai simple manometre este cel cu lichid (fig. 4).

*Activitate practică*

***Măsurarea presiunii cu ajutorul manometrului***

***Materiale necesare:*** manometru cu lichid, seringă (de 2-5 ml).

**Mod de lucru:**

- Studiați părțile componente ale manometrului cu lichid.

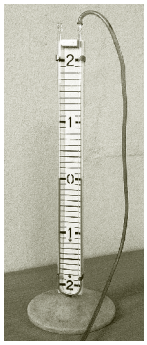


*Fig. 2*

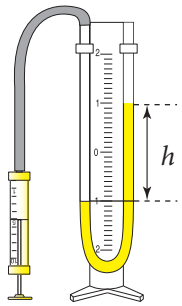



*Fig. 3*

În desenul din fig. 2 găsiți:

- tubul de sticlă în formă de U;
- lichidul colorat;
- scara;
- tubul de cauciuc.

- Studiați principiul de funcționare al manometrului:
- conectați tubul de cauciuc la o seringă;
- apăsați lent pe pistonul seringii.

- Ce observați?

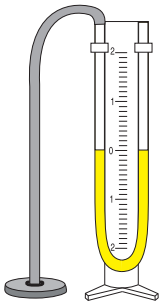


*Fig. 4*

Presiunea exercitată de aer asupra lichidului din brațul stâng al manometrului este egală cu presiunea exercitată de coloana de lichid cu înălțimea $h$ (fig. 3). Admitem că $h = 2$ cm. Atunci presiunea indicată de manometru va fi:

$$p = \rho\, g\, h = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0{,}02\ \text{m} \approx 200\ \text{Pa}.$$

**Reține!** *Denivelarea apei colorate din tub cu 1 cm indică exercitarea unei presiuni de ≈ 100 Pa.*

- Conectați capsula manometrică la tubul de cauciuc (fig. 4).
- Demonstrați că la aceeași adâncime în vasul respectiv presiunea este aceeași.
- Cum variază presiunea odată cu mărirea adâncimii?
- Formulați concluzii.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Privește atent imaginile de mai jos.

Cu care din aceste echipamente omul poate coborî sub apă la o adâncime mai mare? De ce?

2. Calculează presiunea la fundul Depresiunii Marianelor, dacă adâncimea ei este de 11 022 m, iar densitatea apei $\rho = 1026$ kg/m$^3$.
3. Într-un vas este turnată apă pură, iar în altul, identic cu primul, apă sărată. În care vas presiunea exercitată de apă asupra fundului vasului este mai mare, dacă nivelul apei în ambele vase este același?

**4.** În vasele din fig. 5 s-a turnat același lichid. Masa lichidului din primul vas este de 10 ori mai mare decât masa lichidului din vasul al doilea. Lichidul din care vas exercită o presiune mai mare asupra fundului vasului?

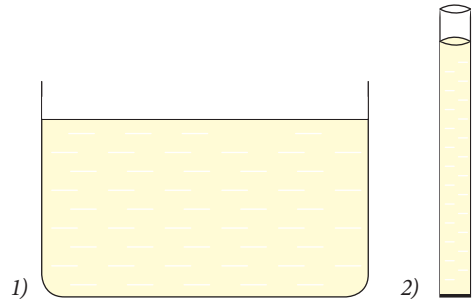



*Fig. 5*

**5.** Determină presiunea exercitată de apă la nivelul:

a) bazei superioare a cilindrului din fig. 6;

b) bazei inferioare.

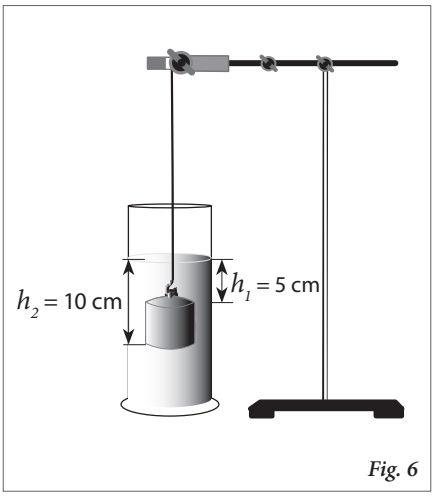



*Fig. 6*

**6.** Ce presiune indică manometrul din fig. 3?

**7.** Determină presiunea exercitată de apa stătătoare a unui bazin cu adâncimea de 5 m:

a) la fundul bazinului;

b) la jumătatea acestei adâncimi.

**8.** În anul 1648 savantul francez Blaise Pascal a efectuat următorul experiment. Cuplând la un butoi plin cu apă un tub îngust, dar destul de înalt (fig. 7), a turnat de la balcon apă în tub. Butoiul n-a rezistat. Explică cauza acestei întâmplări.

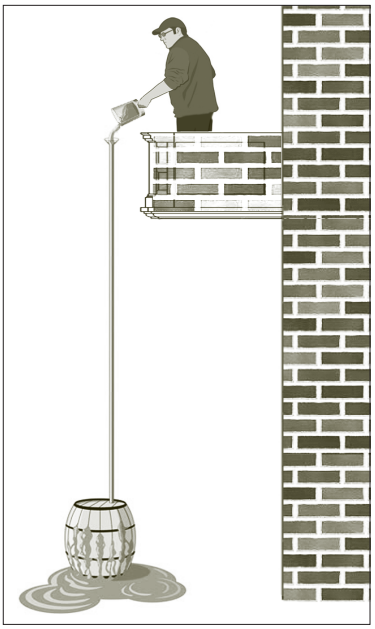


*Fig. 7*

**9.** Ce presiune exercită asupra apei din butoi lichidul din tub (fig. 7), dacă înălțimea coloanei de apă este egală cu 4 m?

**10.** Explică în ce fel măsori presiunea cu ajutorul manometrului lichid.

# 1.3. Presiunea în gaze. Legea lui Pascal

Știți deja că toate corpurile, inclusiv cele gazoase, sunt alcătuite din particule. Acestea se mișcă și interacționează nu numai între ele, dar și cu pereții vasului (fig. 1).

Ciocnindu-se de peretele vasului, particula acționează asupra lui cu o forță foarte mică. Însă datorită faptului că numărul de particule este enorm, acțiunea lor asupra pereților vasului creează o presiune considerabilă.

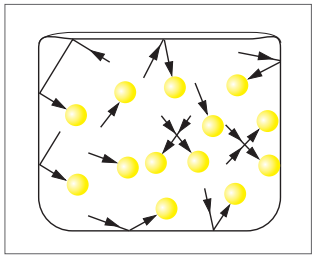


*Fig. 1*

De exemplu, presiunea exercitată de aer în anvelopa unui autoturism e de circa 200 kPa. Faptul că în gaze presiunea este cauzată de ciocnirile particulelor aflate în mișcare cu pereții vasului este confirmat de următorul experiment.

*Experiment*

Un balon cu puțin aer închis în el se așază sub un clopot de sticlă (fig. 2, a). La evacuarea aerului de sub clopot balonul își mărește volumul (fig. 2, b).

*Fig. 2* *a)* *b)*

*Reține!*

*Presiunea exercitată de gaz este cauzată de ciocnirile moleculelor acestuia de pereții vasului (balonului).*

În experimentul realizat balonul obține o formă sferică. De aici rezultă că gazul apasă asupra pereților balonului la fel în toate direcțiile.

Dar cum se transmite presiunea exercitată asupra unui lichid?

**Experimentează**

- Ia o seringă de 20 ml și umple-o pe jumătate cu apă.
- Apoi întoarce seringa cu orificiul pentru ac în sus și mărește volumul cilindrului până la refuz.
- Găurește cu un ac în câteva locuri suprafața laterală a seringii (în apropierea diviziunilor 5 și 10).
- Astupă cu degetul orificiul și întoarce seringa în jos, apăsând brusc pe piston (fig. 3). Ce observi?
- Formulează concluzia.

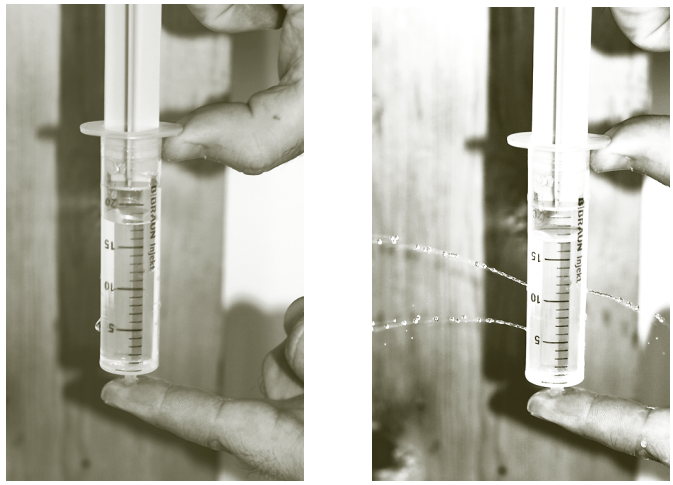


*Fig. 3*

**Reține!**

*Presiunea exercitată asupra unui lichid sau gaz se transmite la fel în toate direcțiile.*

Această afirmație se numește Legea lui Pascal.

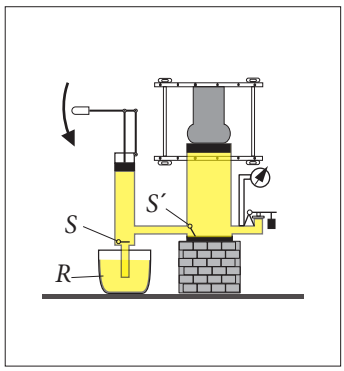



*Fig. 4*

În baza Legii lui Pascal funcționează presa hidraulică. Acest dispozitiv este construit din două cilindre cu diametre diferite, care comunică între ele (fig. 4). Cilindrele sunt înzestrate cu pistoane. Spațiul de sub pistoane se umple cu lichid (ulei mineral). Dispozitivul are și două supape $S$ și $S'$ și un rezervor $R$. La deplasarea pistonului mic în sus, supapa $S$ se deschide, iar supapa $S'$ se închide. Astfel o parte din ulei din rezervor pătrunde în cilindrul mic. La deplasarea pistonului mic în jos, supapa $S$ se închide, iar supapa $S'$ se deschide. O parte din ulei pătrunde în cilindrul mare.

Conform Legii lui Pascal, presiunea $p_1$ exercitată de pistonul mic se transmite fără schimbări în tot lichidul. Lichidul, la rândul său, exercită asupra pistonului mare presiunea

$$p_1 = p_2. \qquad (1)$$

Deoarece $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$, iar $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$,

rezultă că: $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$. Sau $\boxed{\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}}$ (2)

Dacă neglijăm forțele de frecare, atunci este justă următoarea afirmație:

**Reține!** *Presa hidraulică dă câștig în forță de atâtea ori de câte ori aria pistonului mare e mai mare decât aria pistonului mic.*

Dar să continuăm raționamentele.

Fie că pistonul mic s-a deplasat în jos la o distanță $h_1$. Atunci pistonul mare se va deplasa în sus la o distanță $h_2$.

Volumul lichidului pompat din cilindrul mic în cel mare este egal: $S_1 h_1 = S_2 h_2$.

De unde $\frac{S_2}{S_1} = \frac{h_1}{h_2}$ (3)

Înlocuind expresia (3) în (2), obținem: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{h_1}{h_2}$. (4)

**Reține!** *De câte ori câștigăm în forță, de atâtea ori pierdem în distanță.*

*Fig. 5*

*Fig. 6*

Aceasta este **„regula de aur”** a mecanicii.

Presiunea lichidelor și gazelor se măsoară cu ajutorul **manometrelor**. Principiul de funcționare al manometrului cu indicator (fig. 5) este ilustrat cu ajutorul unei jucării de carnaval (fig. 6). Manometrul este dotat, de regulă, cu un tub metalic flexibil, de forma unui arc (fig. 7), care se întinde la mărirea presiunii, rotind acul indicator față de scală.

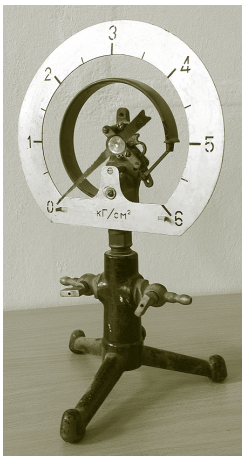



*Fig. 7*

Cu astfel de manometre, de regulă, se măsoară presiunea uleiului din motorul unui tractor, presiunea aerului pompat în anvelopele automobilului etc.

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Privește imaginile de mai jos. Exercită oare aerul o presiune din interior asupra pereților balonului/mingii? Dar aerul din exterior?

2. Cum variază presiunea aerului în anvelopele unui autocamion (fig. 8) la descărcarea lui?
3. În ce caz presiunea aerului din anvelopa unui automobil va fi mai mare: când stai în picioare sau când te culci pe aceasta?
4. Din ce cauză buteliile cu gaze naturale nu se recomandă să se păstreze la soare?
5. Explică din ce cauză baloanele de săpun (fig. 9) au formă sferică.
6. Galileo Galilei a observat următorul fenomen: lovind cu o bară de lemn o butelie din sticlă, ea nu se strică. Dar dacă se umple butelia cu apă și se astupă cu un dop, lovind dopul cu aceeași forță, sticla se face țăndări. Explică acest fenomen.
7. Dacă vom împușca într-un ou fiert (tare), glontele va face în el o gaură. Dar dacă vom împușca într-un ou crud, oul se va desface în bucăți. De ce?

*Fig. 8*

*Fig. 9*

8. Aria pistonului mic al unei prese hidraulice este de 5 $cm^2$, iar a celui mare de 500 $cm^2$. Pistonul mic acționează cu o forță de 500 N. Ce forță acționează asupra pistonului mare?
9. Sub acțiunea forței de 5 N, pistonul mic al unei prese hidraulice s-a deplasat cu 10 cm. Ce forță acționează asupra pistonului mare, dacă acesta s-a deplasat cu 1 cm?
10. Ce presiune indică manometrul din fig. 5? Transformați această valoare a presiunii în SI.

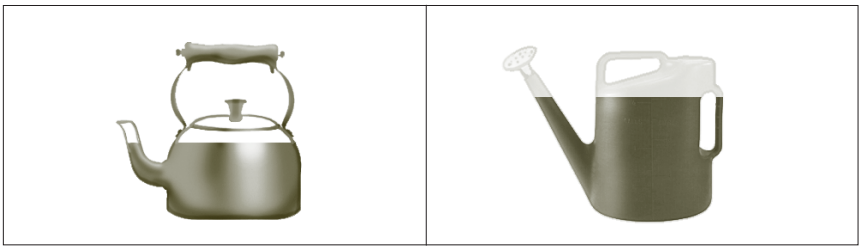
# 1.4. Vase comunicante

*Informație* Din clasa a VI-a cunoașteți că lichidele nu au formă proprie. Ele obțin forma vasului în care se toarnă.

Prezintă interes felul în care se distribuie lichidul în vasele care comunică, de exemplu, ceainicul, stropitoarea etc.

*Analizează situația!*

- Privește imaginile de mai jos.



- Ce este comun pentru aceste vase?
- Ce se poate spune despre nivelul apei din ele?

*Definiție:* *Vasele care comunică între ele se numesc **vase comunicante**.*

*Experimentează*

- Ia un tub transparent în formă de U (fig. 1). Toarnă apă în unul din brațele lui. Ce observi?

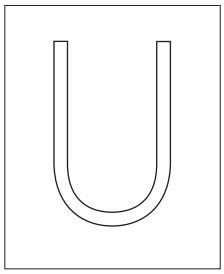


*Fig. 1*

- Înclină acest tub în dreapta, apoi în stânga.
- Formulează concluzia.

*Reține!* *În vasele comunicante ce conțin lichid omogen suprafețele libere ale lichidului întotdeauna se află la același nivel.*

Această afirmație este numită ***legea vaselor comunicante***.

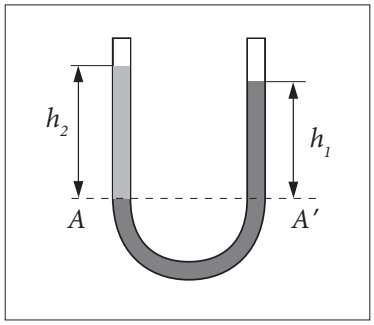



*Fig. 2*

Legea vaselor comunicante se respectă numai în cazul când ele conțin un anumit lichid. În cazul când în vase se toarnă lichide cu diferite densități (de exemplu: apă și ulei vegetal), suprafețele libere se află la diferite niveluri (fig. 2).

Notăm prin $AA'$ nivelul de separație a apei și uleiului.

Deoarece mai jos de acest nivel se află numai apă, rezultă că presiunile exercitate de coloanele de apă și de ulei vegetal cu înălțimile $h_1$ și $h_2$ sunt egale la nivelul $AA'$.

Adică: $p_1 = p_2$

Însă $p_1 = \rho_1 g\, h_1$, iar $p_2 = \rho_2 g\, h_2$,

atunci $\rho_1 g\, h_1 = \rho_2 g\, h_2$.

Sau

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2.$$

Din această egalitate rezultă că:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \qquad (1)$$

**Reține!**

*În vasele comunicante înălțimile coloanelor de lichid, aflate deasupra nivelului de separație a acestora, sunt invers proporționale cu densitățile lichidelor.*

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Dă 3 exemple de vase comunicante din locuința ta.

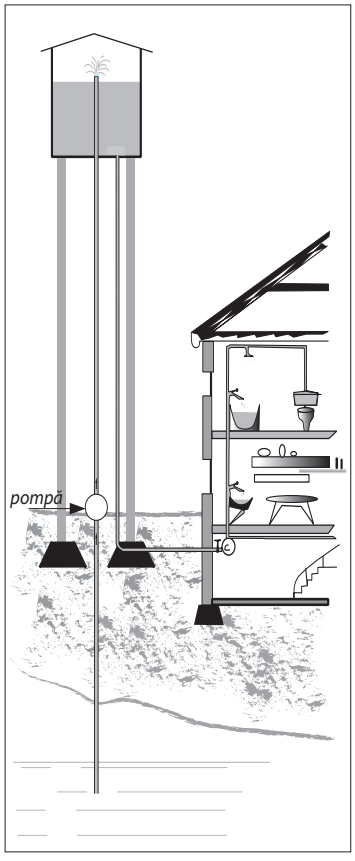



*Fig. 4*

2. Care dintre stropitorile reprezentate în fig. 3 are o construcție mai reușită? Argumentează răspunsul.

*Fig. 3* *a)* *b)* *c)*

3. Descrie sistemul de aprovizionare cu apă a unei case de locuit (fig. 4).
4. Într-un tub în formă de U s-a turnat apă și ulei de mașină ($\rho$ = 900 kg/m$^3$). Află înălțimea coloanei de apă, situată deasupra nivelului de separație a apei și uleiului, dacă înălțimea coloanei de ulei este de 15 cm.
5. Raportul dintre densitățile a două lichide turnate în vase comunicante este de 1,7. Cu ce este egal raportul dintre înălțimile coloanelor de lichid aflate deasupra nivelului de separație al acestora?

# 1.5. Presiunea atmosferică

*Informație*

Este cunoscut faptul că aerul are masă. Pentru a ne convinge de aceasta, e suficient să cântărim un vas cu aer, apoi să-l cântărim iarăși după extragerea aerului din el.

Astfel s-a determinat că masa unui $m^3$ de aer uscat la 20°C e de cca 1,2 kg.

De la „Științe" știți că Pământul este înconjurat de atmosferă, care se extinde în înălțime la zeci de kilometri de la suprafața lui. Acest înveliș de aer exercită o anumită presiune asupra tuturor corpurilor aflate în el la fel cum apa exercită presiune asupra corpurilor aflate în ea.

*Definiție:*

*Presiunea exercitată de atmosferă asupra corpurilor se numește* ***presiune atmosferică****.*

*Scurt istoric*

Termenul „presiune atmosferică" a fost introdus în știință de către **Evanghelista Torricelli** (1608-1647), elev al lui Galileo Galilei. Tot el a propus, pentru prima oară, o metodă de măsurare a presiunii atmosferice.

În 1643 Torricelli a realizat următorul experiment. Un tub cu lungimea de ≈ 1 m, sudat la un capăt, a fost umplut cu mercur. Capătul nesudat al tubului, astupat cu un deget, a fost introdus într-un vas cu mercur (fig. 1).

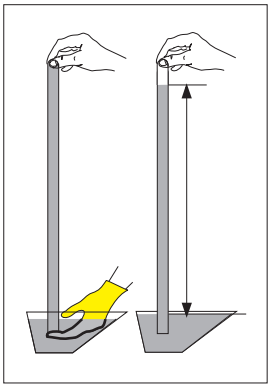


*Fig. 1*

Luând degetul, o parte din mercur s-a scurs, iar în partea de sus a tubului s-a format un spațiu, numit „vidul lui Torricelli".

S-a constatat că înălțimea coloanei de mercur este aproximativ egală cu $h \approx 760$ mm față de nivelul mercurului din vas. Această presiune, conform Legii lui Pascal, se transmite integral în toată masa mercurului.

Cunoaștem deja că presiunea hidrostatică are aceeași valoare în orice punct al planului orizontal dat. Prin urmare, la nivelul suprafeței libere a mercurului presiunea coloanei din tub este egală cu presiunea atmosferică.

Așadar:

$$\rho_0 = p\,g\,h = 13595{,}1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}80665\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0{,}76\ \text{m} = 101325\ \text{Pa}.$$

Această presiune este numită **presiune atmosferică normală**.

Efectuând observații mai multe zile la rând, E. Torricelli a constatat că presiunea atmosferică variază. El a presupus că variația presiunii atmosferice este influențată de variația vremii. Atunci când cerul e înnorat, presiunea atmosferică e mai mică decât cea normală. În 1648 s-a demonstrat că presiunea atmosferică se micșorează odată cu creșterea altitudinii. Pentru a demonstra acest fapt, B. Pascal a propus să se măsoare presiunea atmosferică la poalele unui

munte și la vârful lui. Înălțimea coloanei de mercur în vârful muntelui s-a dovedit a fi cu 84,4 mm mai mică. Cauza constă în micșorarea grosimii și densității stratului de aer ce apasă la acest nivel.

În practică, pentru măsurarea presiunii atmosferice se utilizează barometrul aneroid (fig. 2).

***Principiul de funcționare al barometrului aneroid***

*Fig. 2*

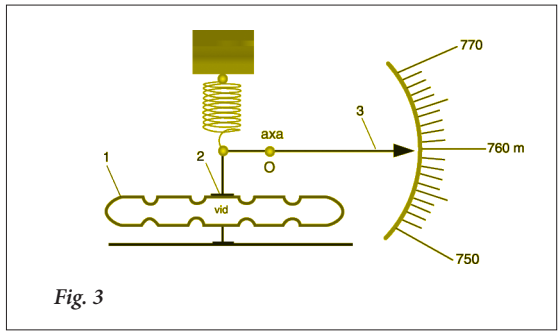



*Fig. 3*

Din cutia metalică 1 se evacuează o parte din aer (fig. 3). Fie că presiunea atmosferică se mărește. În acest caz membrana 2 se deplasează în jos, antrenând acul indicator 3. Din contra, atunci când presiunea atmosferică se micșorează, resortul fixat de suport deplasează membrana în sus. Indicațiile barometrului se micșorează.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Un vas cu aer cântărește 210 g, iar după evacuarea aerului – 206,4 g. Ce masă avea aerul evacuat?

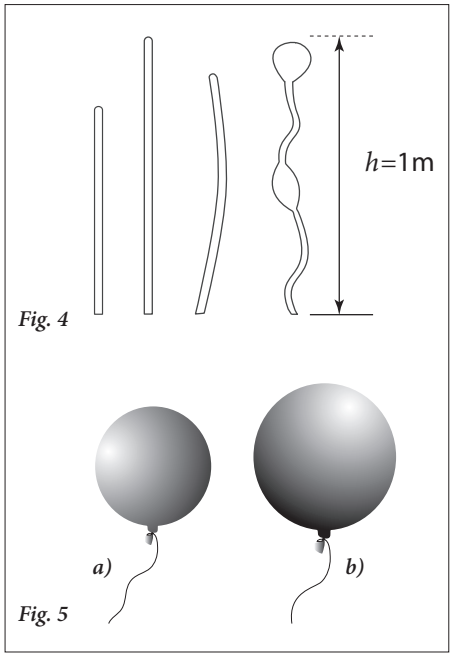



*Fig. 4*

*Fig. 5*

2. Care dintre tuburile indicate în fig. 4 poate fi utilizat la măsurarea presiunii atmosferice?
3. Ce lungime ar fi avut tubul de sticlă, dacă în experimentul lui Torricelli s-ar fi înlocuit mercurul cu apă?
4. Tensiunea arterială a unui om sănătos este cuprinsă între 70 și 120 mm ai coloanei de mercur. Exprimă aceste valori ale presiunii în SI.
5. În fig. 5 este reprezentat un balon umplut cu hidrogen la diferite altitudini. În ce caz balonul se află la o altitudine mai mare?
6. Din ce cauză nu se scurge apa din tub (fig. 6)?
7. Din ce cauză presiunea atmosferică se micșorează atunci când aerul este mai umed?

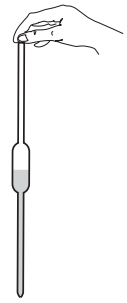


*Fig. 6*

# 1.6. Forța Arhimede. Plutirea corpurilor

**Informație** Aflându-vă în apă, ați observat că greutatea corpului vostru scade. Aceasta se întâmplă deoarece asupra corpurilor cufundate în lichid acționează o forță orientată în sens opus greutății.

**Reține!** *Asupra corpurilor cufundate în lichid acționează o forță orientată vertical în sus, numită* ***forța Arhimede*** *(simbol – $\vec{F}_A$).*

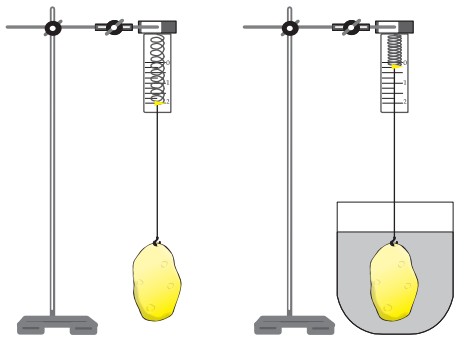


*Fig. 1* *a)* *b)*

În continuare vom determina experimental această forță.

Fie că fixăm de cârligul dinamometrului un cartof (fig. 1, a). Greutatea cartofului în aer $P_1 = 2$ N. Scufundat într-un vas cu apă, cartoful are greutatea $P_2 = 0{,}2$ N (fig. 1, b). Prin urmare, greutatea cartofului s-a micșorat din cauza acțiunii forței Arhimede. Deci

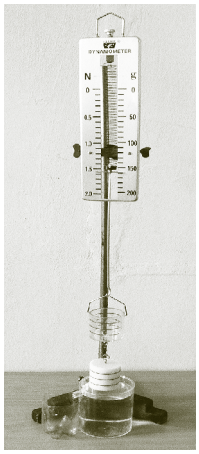
$$F_A = P_1 - P_2 \qquad (1)$$

Formula (1) exprimă **procedeul de determinare** a forței Arhimede: măsurarea de două ori a greutății corpului și calculul diferenței. Valoarea obținută este egală cu forța Arhimede.

Pentru a depista relația dintre forța Arhimede și greutatea lichidului dezlocuit de corp vom efectua următorul experiment.

**Experiment**

- Suspendăm de dinamometru căldărușa Arhimede, iar de ea cilindrul (fig. 2, a). Fixăm indicațiile dinamometrului.
- Scufundăm cilindrul într-un vas cu scurgere laterală, umplut inițial cu apă până la nivelul orificiului (fig. 2, b). Lichidul dezlocuit de cilindru se colectează într-un pahar. Observăm că greutatea cilindrului se micșorează la scufundarea acestuia în apă datorită forței Arhimede.
- Turnăm lichidul dezlocuit de cilindru în căldărușă. Observăm că indicațiile dinamometrului (fig. 2, c) coincid cu cele inițiale (fig. 2, a). Prin urmare, greutatea lichidului dezlocuit de cilindru a compensat forța Arhimede, adică $F_A = P_l = m_l \cdot g = \rho_l V_c g$.



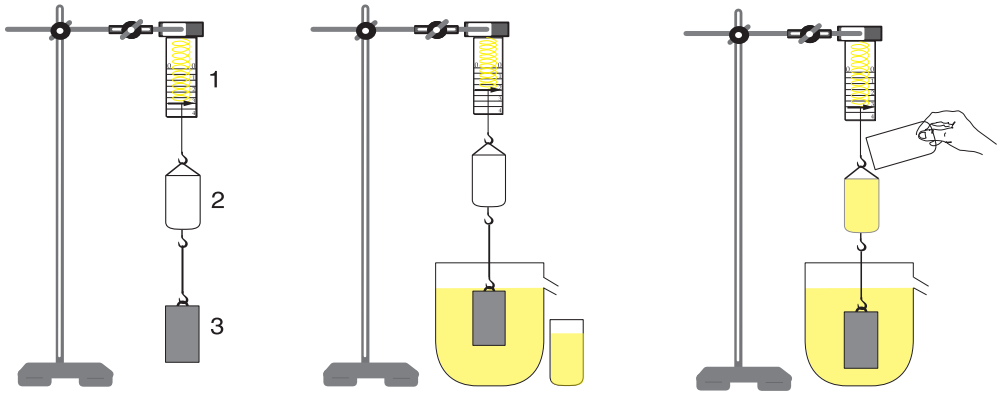



*Fig. 2* *a)* *b)* *c)*

**Reține!**

*Asupra unui corp scufundat în lichid (sau în gaz) acționează o forță orientată vertical în sus egală numeric cu greutatea lichidului (sau a gazului) dezlocuit de acest corp.*

Această lege a fost descoperită de vestitul savant din Grecia antică ***Arhimede***.

**Scurt istoric**

**Arhimede** (287-212 î. Hr.) – renumit matematician și fizician grec, considerat unul din cei mai de seamă savanți din antichitate. S-a născut la Siracusa, în Sicilia.

În fizică a stabilit legile pârghiilor și este autorul legii care-i poartă numele. La descoperirea acestei legi au condus următoarele împrejurări: regele Siracusei, Hieron, i-a poruncit unui meșter să-i facă o coroană de aur. După ce comanda a fost îndeplinită, până la rege a ajuns vestea că o parte din aurul destinat coroanei a fost înlocuită cu argint. Atunci Hieron l-a rugat pe Arhimede să cerceteze acest caz. Problema se complica prin faptul că nu era cunoscută nicio metodă de determinare a volumului coroanei, adică al unui corp de formă neregulată.

Arhimede a rezolvat această problemă în modul următor: mai întâi a luat o bucată de aur cu aceeași masă ca și a coroanei și a măsurat volumul lichidului (apei) dezlocuit de ea. Apoi a repetat același lucru cu o bucată de argint cu aceeași masă. S-a constatat că volumul bucății de argint e mai mare decât al celei de aur. Măsurând volumul lichidului dezlocuit de coroană, Arhimede a demonstrat că volumul coroanei e mai mare decât volumul bucății de aur cu aceeași masă. Prin urmare, coroana nu era din aur pur. Așa a fost demonstrat furtul de aur, descoperindu-se, totodată, și o metodă de determinare a volumului unui corp de formă neregulată.

*Află mai mult!* Fie că un corp de forma unui paralelipiped drept este scufundat într-un vas cu apă (fig. 3).

Asupra bazei de sus a paralelipipedului acționează forța:

$$F_1 = p_1 \cdot S = \rho g h_1 \cdot S,$$

unde $S$ este aria bazei, iar $h_1$ înălțimea coloanei de apă deasupra acestei baze.

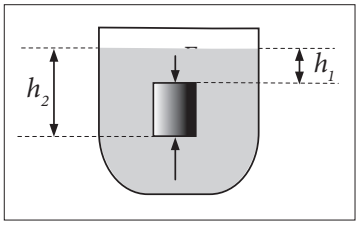


*Fig. 3*

Asupra bazei de jos acționează forța:

$$F_2 = p_2 S = \rho g h_2 \cdot S.$$

Deoarece $h_2 > h_1$, rezultă că $F_2 > F_1$. Tocmai diferența acestor forțe este forța Arhimede, adică:

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot S \cdot (h_2 - h_1).$$

Produsul $S \cdot (h_2 - h_1)$ este volumul corpului, care determină și volumul lichidului pe care-l dezlocuiește.

Deci forța Arhimede: $F_A = \rho g V.$ (1)

Ținând cont că $\rho \cdot V$ este masa lichidului dezlocuit, putem scrie:

$F_A = m g$ sau $F_A = P_l$. (2)

***Aplicațiile Legii lui Arhimede***

Legea lui Arhimede permite să fie explicată plutirea corpurilor.

Fie că greutatea corpului cufundat în lichid e mai mare decât forța Arhimede, adică $P > F_A$. În acest caz corpul va cădea la fundul vasului (fig. 4, a).

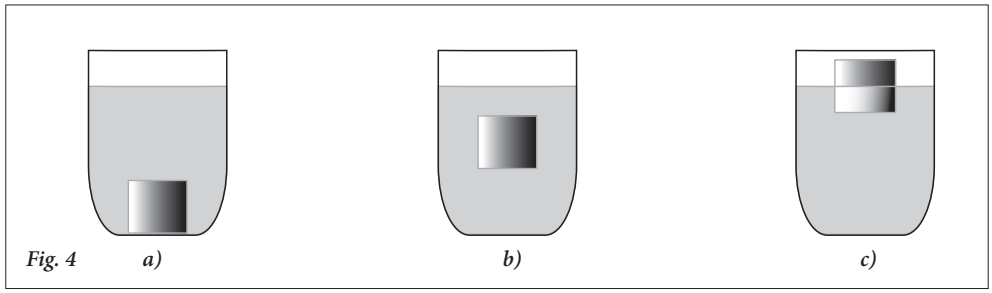


*Fig. 4* *a)* *b)* *c)*

Dacă greutatea corpului este egală cu forța Arhimede ($P = F_A$), atunci corpul se va afla în echilibru la orice nivel al lichidului (fig. 4, b).

Din această egalitate rezultă că $\rho_c V_c g = \rho_l V_l g$, unde volumul corpului $V_c$ este egal cu volumul lichidului dezlocuit $V_l$. Reducând volumul și accelerația gravitațională, obținem:

$$\rho_c = \rho_l$$

*Concluzie:* *Dacă densitatea corpului este egală cu densitatea lichidului, atunci corpul va pluti la orice nivel în interiorul lichidului.*

Analogic se poate demonstra că, atunci când densitatea corpului este mai mică decât densitatea lichidului,

$$\rho_c < \rho_l,$$

corpul va pluti la suprafață, însă o parte a corpului va continua să se afle în lichid (fig. 4, c).

Prezintă interes raportul dintre volumul corpului aflat în lichid și volumul total al corpului.

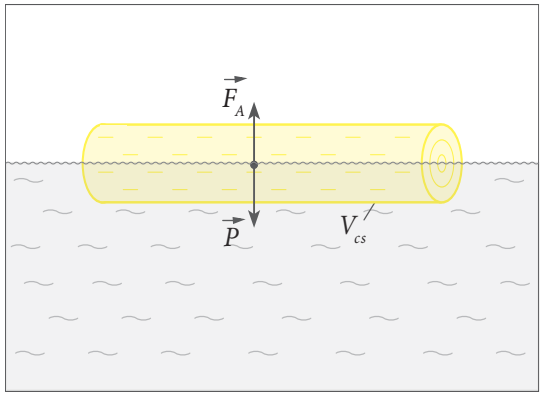



*Fig. 5*

Fie că un trunchi de copac plutește la suprafața apei (fig. 5). Asupra trunchiului acționează forța Arhimede $F_A = \rho_l V_{cs} g$, unde $V_{cs}$ este volumul corpului aflat în lichid. Trunchiul acționează asupra apei cu greutatea $P = m_c g = \rho_c V_c g$, unde $V_c$ este volumul total al trunchiului. Din egalitatea modulelor acestor două forțe, avem $\rho_l V_{cs} g = \rho_c V_c g$ sau $\rho_l V_{cs} = \rho_c V_c$.

Prin urmare: $\dfrac{V_{cs}}{V_c} = \dfrac{\rho_c}{\rho_l}$.

**Reține!**

*Raportul dintre volumul corpului aflat în lichid și volumul total al corpului este egal cu raportul dintre densitatea corpului și densitatea lichidului.*

**Verifică-ți cunoștințele**

1. De cârligul dinamometrului este suspendată o masă marcată cu greutatea de 1 N. La scufundarea acesteia în apă, dinamometrul indică 0,8 N. Determină forța Arhimede.
2. Un cartof este scufundat mai întâi în apă, apoi în alcool. În care caz forța Arhimede este mai mare?
3. Determină forța Arhimede ce acționează asupra unui cilindru metalic cu volumul de 10 cm$^3$ scufundat în ulei ($\rho_{ulei}$ = 900 kg/cm$^3$).
4. Din ce cauză un om plutește la suprafață în Marea Moartă, iar în alte mări – nu?
5. O sticlă umplută cu apă se scufundă într-un vas cu apă. Se va scufunda oare această sticlă umplută cu mercur într-un vas cu mercur?
6. În vasul din fig. 6 sunt turnate 3 lichide: apă, ulei și mercur. Determină:
   a) ordinea în care s-au poziționat aceste lichide;
   b) care dintre corpurile aflate în lichide este din oțel, plută sau parafină.
7. Cu ce este egal volumul unui cub de gheață, dacă volumul lui aflat deasupra apei este de 50 m$^3$? Densitatea apei este de 1000 kg/m$^3$, iar a gheții de 900 kg/m$^3$.

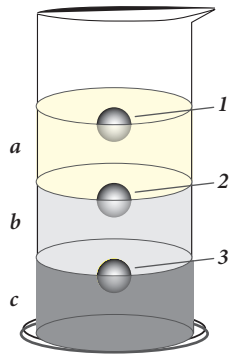



*Fig. 6*

*Fig. 1* *a)*

*b)*

# Rezumat

Rezultatul acțiunii unei forțe normale depinde de aria suprafeței de contact. De exemplu, un om aflat pe schiuri (fig. 1, a) practic nu se cufundă în zăpadă, pe când același om fără schiuri (fig. 1, b) se cufundă în zăpadă.

Presiunea este mărimea fizică ce caracterizează efectul forței care acționează perpendicular pe o suprafață.

Presiunea solidelor se calculează cu ajutorul formulei $p = \frac{F_n}{S}$, unde $F_n$ este forța normală (ce acționează perpendicular pe suprafață), iar $S$ – aria suprafeței.

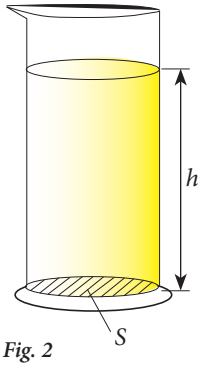



*Fig. 2*

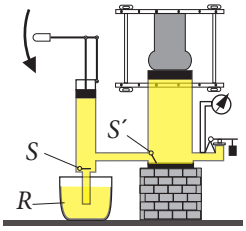



*Fig. 3*

De exemplu, presiunea exercitată de lichid asupra fundului vasului $p = \frac{P}{S} = \frac{mg}{S}$, unde $P$ este greutatea lichidului (fig. 2).

Această presiune nu depinde de aria bazei. Ea depinde numai de înălțimea coloanei de lichid și densitatea acestuia $p = \rho g h$.

Presiunea exercitată de gaz este cauzată de ciocnirile moleculelor acestuia de pereții vasului.

În conformitate cu Legea lui Pascal, presiunea exercitată asupra unui lichid sau gaz se transmite la fel în toate direcțiile. În baza Legii lui Pascal funcționează presa hidraulică (fig. 3).

Presa hidraulică dă câștig în forță de atâtea ori de câte ori aria pistonului mare e mai mare decât aria pistonului mic.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

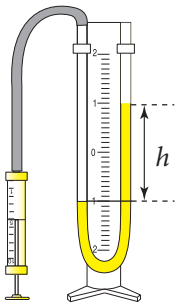



*Fig. 4*

*Fig. 5*

Presiunea lichidelor și a gazelor se măsoară cu ajutorul **manometrelor**. Manometrul cu lichid (fig. 4) măsoară excesul de presiune exercitată de gaz asupra lichidului dintr-o coloană a unui tub în formă de U. Aceasta este egală cu presiunea exercitată de coloana de lichid cu înălțimea $h$ (fig. 4). Manometrul, dotat cu un tub metalic flexibil de forma unui arc (de tip Bourond), funcționează datorită deformării elastice a tubului la mărirea presiunii, ca rezultat al căreia se rotește acul indicator față de scală (fig. 5).

Prezintă interes felul în care se distribuie lichidul în vase care comunică. În vasele comunicante ce conțin lichid omogen, suprafețele libere ale lichidului întotdeauna se află la același nivel (fig. 6, a). În cazul când în vase se toarnă lichide cu diferite densități (de exemplu: apă și ulei), suprafețele libere se află

la diferite niveluri (fig. 6, b). În acest caz, înălțimile coloanelor de lichid aflate deasupra nivelului de separație al acestora sunt invers proporționale cu densitățile acestora.

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

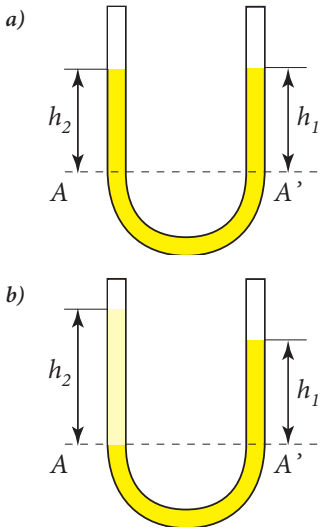



*Fig. 6*

Presiunea exercitată de atmosferă asupra corpurilor se numește ***presiune atmosferică***. Aceasta este cauzată de faptul că aerul are greutate. Ne aflăm la fundul unui ocean de aer. Presiunea atmosferică normală este de $p_0$ = 101 325 Pa. Pe timp noros, presiunea atmosferică scade, deoarece aerul cu o concentrație mai mare de vapori de apă este mai ușor. Pe timp senin, presiunea atmosferică are valori mai mari decât cea normală, deoarece aerul uscat este mai greu.

Presiunea atmosferică se măsoară cu ajutorul barometrului aneroid.

Datorită diferenței de presiune exercitată asupra diferitelor părți ale unui corp scufundat în lichid sau în gaz, asupra acestuia acționează o forță orientată vertical în sus, numită ***forța Arhimede***.

Valoarea forței Arhimede se determină, măsurând greutatea corpului în aer $P_1$ și în lichid $P_2$, iar apoi calculând diferența acestora, $F_A = P_1 - P_2$.

În conformitate cu legea lui Arhimede, această forță este egală cu greutatea lichidului dezlocuit de corp: $F_A = m_l g = \rho_l V_c g$.

Legea lui Arhimede permite să fie explicată plutirea corpurilor.

În cazul când greutatea corpului scufundat în lichid este mai mare decât forța Arhimede ($P > F_A$), corpul va cădea la fundul vasului (fig. 7, a). Dacă greutatea corpului este egală cu forța Arhimede ($P = F_A$), atunci corpul se va afla în echilibru la orice nivel al lichidului (fig. 7, b). În acest caz densitatea corpului este egală cu densitatea lichidului ($\rho_c = \rho_l$).

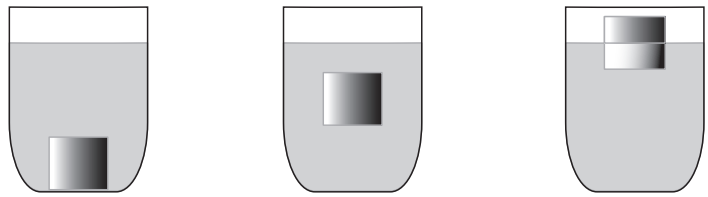


*Fig. 7* *a)* *b)* *c)*

Atunci când densitatea corpului este mai mică decât densitatea lichidului ($\rho_c < \rho_l$), corpul va pluti la suprafață (fig. 7, c).

Volumul corpului aflat în lichid raportat la volumul total al corpului este egal cu raportul densității corpului față de densitatea lichidului.

$$\frac{V_{Cs}}{V_c} = \frac{\rho_c}{\rho_l}$$

# EVALUARE

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

**I. La itemii 1-2 prezintă răspunsul succint.**

**1.** Continuă următoarele propoziții astfel ca ele să fie corecte:

a) Se numește presiune mărimea fizică ce exprimă ..... — **1 punct**

b) Presiunea exercitată asupra unui lichid sau gaz se transmite ..... — **1 punct**

c) Se numește presiune hidrostatică presiunea exercitată ..... — **1 punct**

d) Se numește presiune atmosferică presiunea ..... — **1 punct**

e) Forța Arhimede este forța ce acționează asupra ..... — **1 punct**

f) Presiunea exercitată de gaz este cauzată de ..... — **1 punct**

g) Presiunea exercitată de lichid asupra fundului vasului depinde de ... — **1 punct**

h) În vasele comunicante suprafețele libere ale lichidului se află ..... — **1 punct**

i) Presa hidraulică dă câștig în forță de atâtea ori de câte ori ..... — **1 punct**

j) Forța Arhimede ce acționează asupra unui corp scufundat în lichid (sau în gaz) este egală cu ..... — **1 punct**

**2.** Transferă în SI:

a) 100 mm ai coloanei de mercur = ... — **1 punct**

b) 5 atm. =..... — **1 punct**

c) 2,6 hPa = ..... — **1 punct**

d) 0,12 bar. = ..... — **1 punct**

e) 250 torri =..... — **1 punct**

f) 50 mPa = ..... — **1 punct**

**II. La itemii 3-4 prezintă răspunsul în formă liberă.**

**3.** Analizează situațiile, utilizând noțiunile studiate:

a) Dă câte 2 exemple din viața cotidiană când presiunea se mărește/micșorează intenționat. ..... — **4 puncte**

b) Care dintre autovehicule se va scufunda mai mult în nisip: un tanc cu aria șenilelor de 1,6 $m^2$ și masa de 8 t sau un tractor cu aria șenilelor de 1,4 $m^2$ și masa de 6 t? ..... — **3 puncte**

c) Cu cât va varia presiunea la fundul unui vas cilindric cu apă, dacă în el se va turna gaz lampant:

– volumul gazului lampant este egal cu volumul apei din vas; ... — **2 puncte**

– masa gazului lampant este egală cu masa apei din vas. ..... — **2 puncte**

d) Determină forța Arhimede ce acționează asupra unui pește cu volumul de 20 $cm^3$. Densitatea apei $\rho$ = 1000 $kg/m^3$. ..... — **3 puncte**

e) Ce lichide trebuie să turnăm în două vase pentru ca în unul să se scufunde o bucată de gheață, iar în altul să plutească o bilă de oțel? ..... — **4 puncte**

**4.** Scrie un eseu despre măsurarea presiunii cu ajutorul:

a) manometrului cu lichid, ..... — **5 puncte**

b) barometrului aneroid, ..... — **5 puncte**

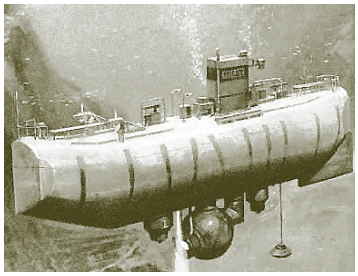
caracterizând construcția și principiul de funcționare al acestora.

## 2. Achiziții practice

# 2.1. Soluționează situații

### A. Exersează

1. Gheața unui râu rezistă la o presiune maximă de 70 kPa. Va rezista oare aceasta la trecerea unui tractor cu masa de 5200 kg și aria șenilelor de 1,4 $m^2$?
2. Un sportiv pe patine exercită asupra gheții o presiune de 500 kPa. Află masa sportivului, dacă lungimea patinelor este de 40 cm, iar lățimea de 3 mm.
3. Un tată cu masa de 80 kg și fiul său cu masa de 40 kg se află pe schiuri. Care schiuri se vor scufunda mai mult în zăpadă? Se știe că schiurile tatălui au lungimea de 2 m și lățimea de 7,5 cm, iar ale fiului, respectiv, de 1,6 m și 6,5 cm.
4. Determină lungimea muchiei unui cub cu masa $m$ = 500 g, dacă presiunea exercitată de el pe suprafața orizontală a mesei este de 1 kPa.
5. Un turist are în spate un rucsac cu masa de 10 kg. Determină masa turistului, dacă, aflându-se în repaus, el exercită asupra podelei o presiune de 15 kPa. Aria tălpilor încălțămintei sale este de 600 $cm^2$.
6. Într-un vas cu masa de 0,5 kg s-au turnat 6 l de ulei vegetal. Determină aria fundului vasului, dacă presiunea exercitată de acesta asupra mesei este de 1,3 kPa.



7. La ce adâncime se află un batiscaf, dacă presiunea exercitată asupra lui este de $9 \cdot 10^7$ Pa? $\rho$ = 1020 kg/$m^3$.
8. Presiunea exercitată de lichid asupra fundului vasului este de 600 Pa. Determină densitatea lichidului, dacă înălțimea acestuia în vas este de 10 cm.
9. De câte ori a variat presiunea la fundul vasului, dacă apa din acesta s-a înlocuit cu același volum de ulei vegetal?

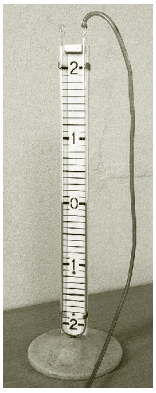


*Fig. 1*

10. Calculează presiunea maximă pe care o putem măsura cu ajutorul manometrului din fig. 1, dacă în calitate de lichid se utilizează: a) apă; b) ulei vegetal; c) alcool. Valoarea unei diviziuni în cazul apei este de 100 Pa.
11. Determină forța cu care benzina acționează asupra unui dop cu aria de 8 $cm^2$, aflat la fundul vasului. Distanța de la dop până la suprafața liberă a lichidului este de 20 cm.
12. La mișcarea unui automobil pe nisip se recomandă să evacuăm din anvelope o parte din aer. Explică acest fapt.
13. Pistoanele unei prese hidraulice se află la același nivel. Aria unui piston este de 12 ori mai mare decât a celuilalt. Pe pistonul mic este așezat un corp cu masa de 0,5 kg. Ce masă trebuie să aibă corpul așezat pe pistonul mare, ca ele să rămână la același nivel?

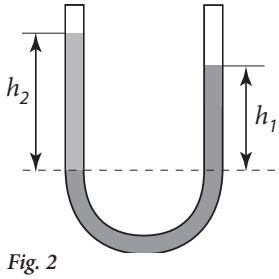


*Fig. 2*

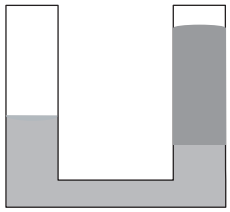


*Fig. 3*

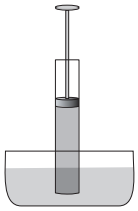


*Fig. 4*

**14.** Ce lichid s-a turnat în brațul stâng al vaselor comunicante, dacă în ele inițial era apă (fig. 2)? Folosește rigla și tabelul densității lichidelor.

**15.** În vasele comunicante din fig. 3 se află mercur și apă. Înălțimea coloanei de apă este de 68 cm. Ce înălțime trebuie să aibă coloana de gaz lampant, turnat în brațul stâng, pentru ca mercurul în ambele brațe să fie la același nivel?

**16.** În două vase comunicante cilindrice s-a turnat apă. Aria secțiunii transversale a cilindrului larg este de patru ori mai mare decât aria celui îngust. În cilindrul îngust s-a turnat gaz lampant cu înălțimea de 20 cm. Cu cât s-a mărit nivelul apei în cilindrul larg? Dar cu cât s-a micșorat acesta în cilindrul îngust?

**17.** Presiunea apei în robinetul de la etajul al doilea al unei clădiri e de 300 kPa. Determină înălțimea nivelului apei, aflate în rezervorul ce aprovizionează această clădire, față de robinet. Considerând înălțimea unui etaj 3 m, va ajunge oare apa din acest rezervor la etajul al șaisprezecelea?

**18.** Un tub cu piston este introdus într-un vas cu mercur (fig. 4). Pistonul a fost ridicat până la nivelul superior al cilindrului. Ce date sunt necesare pentru a răspunde la întrebarea: „Până la ce înălțime s-a ridicat mercurul în tub?"?

**19.** Calculează aproximativ masa atmosferei Pământului.

**20.** Determină forța cu care acționează atmosfera Pământului asupra: a) unui caiet; b) unei mese.

**21.** La parterul unei clădiri, barometrul indică 760 mm ai coloanei de Hg, iar pe acoperiș, 758 mm ai coloanei de Hg. Determină înălțimea clădirii, dacă densitatea medie a aerului $\rho_a$=1,23 kg/m$^3$.

**22.** Forța Arhimede ce acționează asupra unui cub scufundat în apă este de 2 N. Determină greutatea cubului știind că greutatea acestuia în apă este de 0,5 N.

**23.** Greutatea unui cilindru este de 1,5 N. Ce greutate va avea acesta fiind scufundat în ulei, dacă valoarea forței Arhimede ce acționează asupra cilindrului scufundat este de 0,9 N?

**24.** De cârligul dinamometrului este agățată o piatră. În aer dinamometrul indică 50 N, iar la scufundarea pietrei în apă – 20 N. Calculează: a) greutatea apei dezlocuite de piatră; b) volumul pietrei; c) densitatea pietrei.

**25.** Forța Arhimede ce acționează asupra unei coroane cu volumul de 5 cm$^3$ scufundate ($g$ = 10 N/kg)* în apă este de 0,525 N. Din ce metal este confecționată coroana?

**26.** Determină volumul unei piese din oțel, dacă asupra acesteia la scufundarea în apă acționează forța Arhimede de 11,7 N.

---

* Aici și în continuare accelerația gravitațională se va considera $g$ = 10 N/kg.

27. Un cilindru cu masa $m$ = 270 g este suspendat de un dinamometru. La scufundarea cilindrului în apă dinamometrul indică ≈ 1,7 N. Ce va indica dinamometrul la scufundarea cilindrului în benzină ($\rho_b$ = 750 kg/m³)?
28. Un cilindru cu masa de 100 g este suspendat de cârligul unui dinamometru. La scufundarea cilindrului în apă, indicațiile dinamometrului s-au micșorat cu 0,2 N. Determină:
    a) densitatea substanței din care e confecționat cilindrul;
    b) greutatea cilindrului în ulei ($\rho_u$ = 900 kg/m³).
29. Greutatea unei sfere de zinc în aer este de 3,6 N, iar în apă – de 2,8 N. Are oare sfera în interior o cavitate sau nu?
30. 70% din volumul total al unui corp omogen se află în apă. Determină densitatea corpului.
31. Un cub din gheață plutește în apă. Determină volumul total al cubului, dacă volumul cubului scufundat în apă este de 7200 cm³.
32. O bară din lemn cu densitatea de 500 kg/m³ plutește la suprafața unui lichid. Determină densitatea lichidului, dacă se știe că volumul barei aflat deasupra lichidului este de ≈ 36% din volumul total al barei.

33. Ce suprafață trebuie să aibă o bucată de gheață cu grosimea de 40 cm pentru a menține pe suprafața ei un om cu masa de 80 kg?
34. Calculează densitatea corpului propriu. Compar-o cu densitatea apei de mare ($\rho$= 1020 kg/m³) și cu densitatea apei din Marea Moartă ($\rho$= 1200 kg/m³).

## B. Experimentează

1. Având la dispoziție o bară de lemn de forma unui paralelipiped drept și un cântar, calculează presiunea exercitată de ea asupra mesei, bara fiind așezată pe diferite fețe.
2. Calculează presiunea pe care o exercită corpul propriu asupra podelei, atunci când te afli în repaus:
    a) într-un picior;
    b) pe ambele picioare.
3. Confecționează dintr-o butelie de plastic un dispozitiv ce demonstrează că presiunea hidrostatică crește odată cu adâncimea.
4. Ai la dispoziție un tub transparent cu lungimea de 1 m. Ce presiune maximă se poate măsura cu un manometru confecționat din acest tub? În calitate de lichid se folosește apa.
5. Introdu un pahar într-un vas transparent cu apă (fig. 5). Ce observi? Va intra oare apa în pahar? De ce?
6. Într-un cilindru sub piston se află gaz (fig. 6). Propune diferite modalități de variație a presiunii acestui gaz.
7. Propune un experiment cu ajutorul căruia se poate demonstra Legea lui Pascal în gaze.

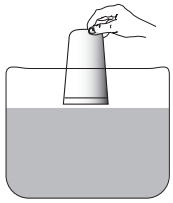


*Fig. 5*

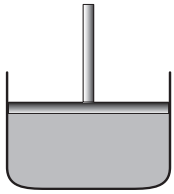


*Fig. 6*

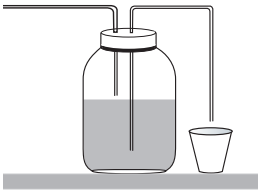


*Fig. 7*

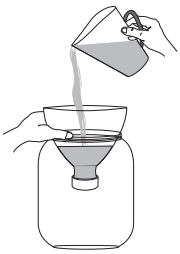


*Fig. 8*

*Fig. 9*

8. Cum se poate turna apa din vas în pahar (fig. 7), fără a scoate dopul sau a înclina vasul?
9. Ai la dispoziție două seringi cu diametre diferite. Confecționează din ele o presă hidraulică.
10. Ai la dispoziție un tub în formă de U, o riglă gradată, apă și ulei vegetal. Alcătuiește și rezolvă câteva probleme experimentale.
11. Confecționează dintr-o butelie de plastic de 1,5 l o pâlnie. În dopul pâlniei fă o gaură cu diametrul de 3-5 mm. Lipește strâns pâlnia de gura unui borcan (fig. 8). Toarnă în ea apă, încercând să umpli borcanul. Ce observi? Explică fenomenul.
12. Așază o foaie de hârtie groasă deasupra unui pahar umplut cu apă. Întoarce paharul cu gura în jos, ținând foaia cu mâna. la mâna (fig. 9). Ce observi? Formulează concluzia.
13. Determină forța Arhimede ce acționează asupra unui cartof, având la dispoziție o riglă gradată, o masă marcată de 50 g, un fir de cauciuc, un stativ și un pahar cu apă.
14. Având la dispoziție un dinamometru, o masă marcată de 100 g și un vas cu apă, determină densitatea masei marcate.

## C. Cercetează

1. Privește imaginea alăturată. Ce vei întreprinde pentru a preveni astfel de accidente? Cum vei proceda pentru a-i acorda ajutor acestei persoane?

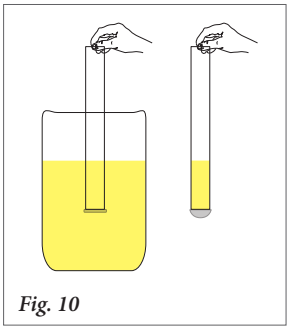


*Fig. 10*

2. Într-un vas cilindric cu raza $R$ se toarnă apă până la înălțimea $h$. Compară presiunea exercitată asupra fundului vasului cu presiunea medie exercitată asupra pereților laterali.
3. Având la dispoziție un tub transparent, un capăt al căruia este acoperit cu o membrană (fig. 10), demonstrează că presiunea exercitată de lichid de sus în jos este egală cu presiunea exercitată de lichid de jos în sus la aceeași adâncime.

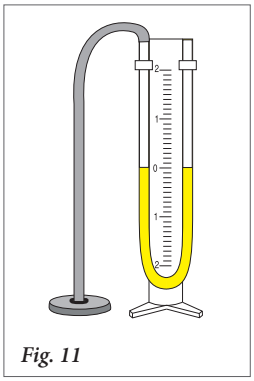


*Fig. 11*

4. Având la dispoziție un manometru cu lichid, o capsulă manometrică, un vas cu apă, un vas cu soluție de sare de bucătărie, conectați capsula manometrică la tubul de cauciuc (fig. 11). Demonstrați că la aceeași adâncime în vasul respectiv presiunea este aceeași în toate direcțiile. Determinați:
   a) cum variază presiunea odată cu mărirea adâncimii;
   b) în care vas presiunea la aceeași adâncime este mai mare.
5. Scrie o comunicare despre utilizarea presei hidraulice în industrie și în viața cotidiană.
6. Cum se poate determina nivelul lichidului într-un vas netransparent, având la dispoziție un tub elastic subțire, unit cu ieșirea de la fundul vasului?
7. Cercetează funcționarea ecluzelor (fig. 12).
8. Selectează din diferite surse descrierea experimentelor ce confirmă existența presiunii atmosferice.
9. Construiește un scafandru cartezian (fig. 13). Demonstrează cu ajutorul acestuia condițiile de plutire a corpurilor.
10. Confecționează un cântar, a cărui funcționare se bazează pe aplicarea forței Arhimede. Stabilește de ce depind precizia și limita măsurărilor cu acest cântar.

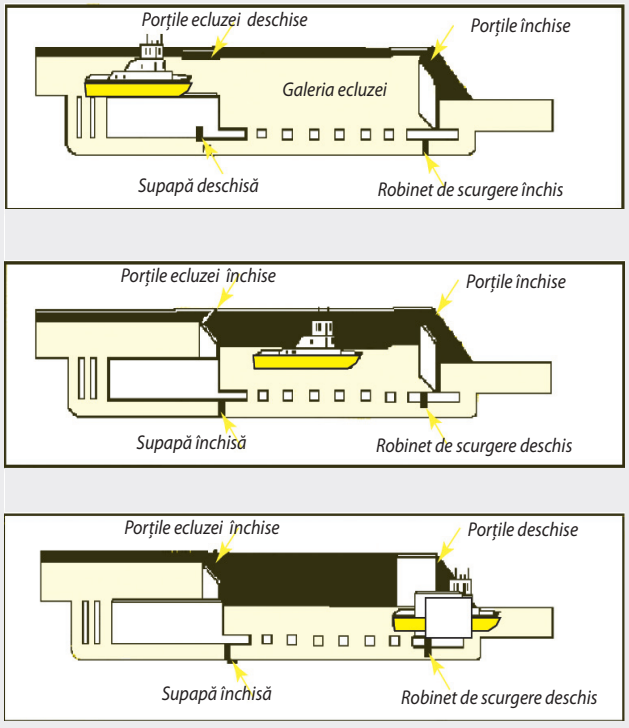



*Fig. 12*

11. Demonstrați cu ajutorul scafandrului cartezian legea lui Pascal.
12. Propuneți modificări ale tubului din fig. 10, pentru a demonstra că presiunea în lichid la aceeași adâncime este aceeași în toate direcțiile.

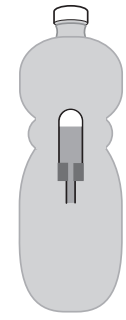


*Fig. 13*

# EVALUARE SUMATIVĂ

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-4 prezentați rezolvarea completă.**

**1.** Utilizând datele din fig. 1, determină:

a) Forța Arhimede ce acționează asupra cilindrului aflat în apă *..... — **3 puncte**

b) Greutatea cilindrului în aer, considerând că acesta e confecționat din oțel ($\rho$ = 7800 kg/m$^3$) ..... — **3 puncte**

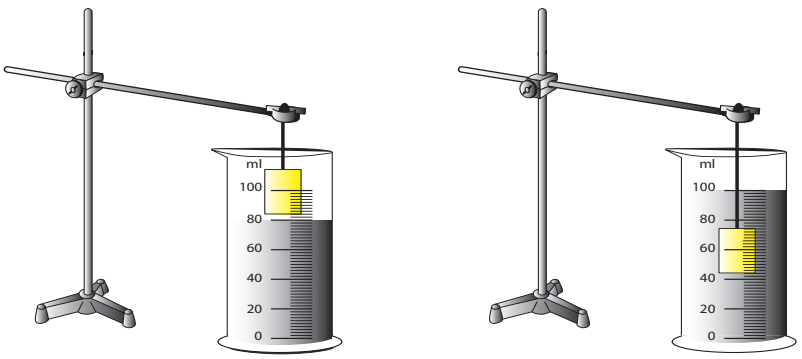
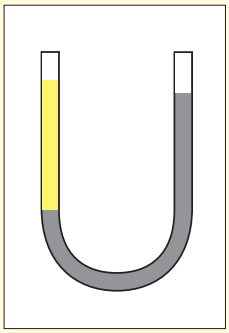



*Fig. 1*

**2.** Presiunea exercitată de un cub cu muchia de 10 cm pe suprafața orizontală a mesei este de 2700 Pa. Determină:

a) greutatea cubului; ..... — **2 puncte**

b) densitatea substanței din care e confecționat cubul ... — **3 puncte**



**3.** În vasele comunicante din figura alăturată se află apă și ulei. Înălțimea coloanei de ulei este de 10 cm. Determină diferența dintre nivelul uleiului și nivelul apei ($\rho_u$ = 900 kg/m$^3$). ... — **5 puncte**

**4.** Determină densitatea unui corp care plutește la suprafața apei, dacă 2/3 din volumul acestuia se află în apă ..... — **4 puncte**

**II. Propune o soluție pentru situația de mai jos.**

**5.** Având la dispoziție un resort, o riglă gradată, un cilindru cu lichid de densitate necunoscută și o masă marcată de 100 g, propune planul unei investigații efectuate în scopul determinării:

a) densității lichidului;..... — **5 puncte**

b) densității masei marcate. ..... — **4 puncte**

---

* Aici și în continuare accelerația gravitațională se va considera $g$ = 10 N/kg.

Capitolul 4

# LUCRUL MECANIC, PUTEREA ŞI ENERGIA MECANICĂ

## I. Lucrul, puterea și energia

**1. Achiziții teoretice**

1.1. Lucrul mecanic

1.2. Puterea mecanică

1.3. Energia mecanică

1.4. Conservarea energiei mecanice

Rezumat

Evaluare

**2. Achiziții practice**

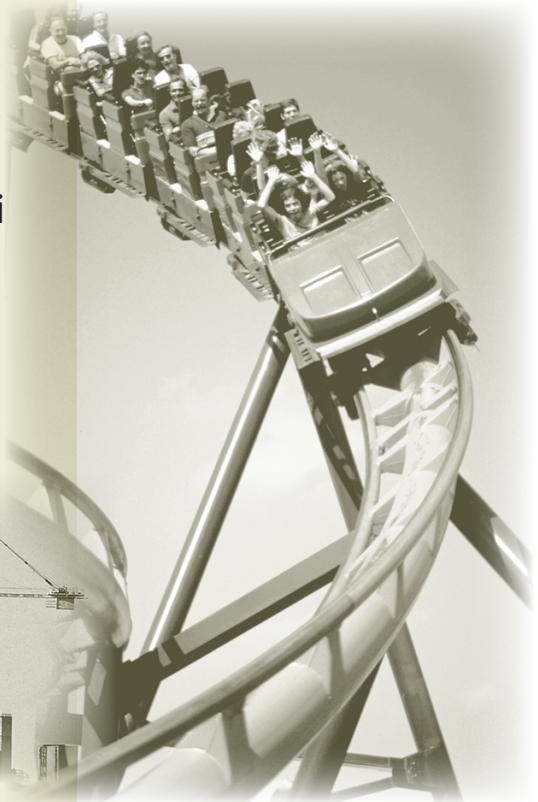
2.1. Soluționează situații

A. Exersează

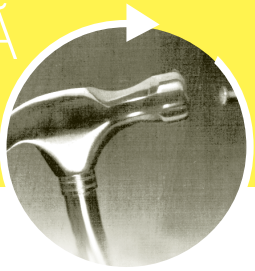
B. Experimentează

C. Cercetează

Evaluare sumativă

Capitolul **4.** LUCRUL MECANIC, PUTEREA ŞI ENERGIA MECANICĂ



## I. Lucrul, puterea şi energia

### 1. Achiziţii teoretice

## 1.1. Lucrul mecanic

*Informaţie*

Zilnic fiecare om realizează anumite activităţi. De exemplu: el urcă treptele din blocul în care locuieşte, aduce produsele alimentare cumpărate de la piaţă sau de la magazin, sapă pământul în curtea casei sau la vilă, ridică diferite greutăţi la o construcţie, dă o scândură la rindea, împinge un cărucior sau o săniuţă în care se află un copil etc.

Ce este comun în toate aceste exemple?

În fiecare caz asupra corpului care se pune în mişcare se acţionează cu o anumită forţă. Se spune că omul lucrează, adică execută un anumit ***lucru***.

*Analizează situaţia!*

- Priveşte cu atenţie imaginile de mai jos.

*Fig. 1*

- Sub acţiunea căror forţe se mişcă aceste corpuri?
- Îşi vor păstra oare vitezele aceste corpuri dacă nu vor acţiona forţele respective? Din ce cauză?

*Definiţie:*

*Forţa care menţine starea de mişcare a corpului se numeşte* ***forţă de tracţiune****.*

Sensul forței de tracțiune coincide cu sensul mișcării și este opus forței de frecare.

În cazurile reprezentate mai sus, sub acțiunea forțelor de tracțiune corpurile se deplasează pe traiectorii rectilinii. Astfel, forțele sub acțiunea cărora corpurile se deplasează efectuează un **lucru mecanic**.

Vom defini lucrul forței în cazul cel mai simplu al mișcării mecanice: un corp se mișcă **rectiliniu** sub acțiunea unei forțe constante, pe direcția și în sensul acțiunii ei (fig. 2).

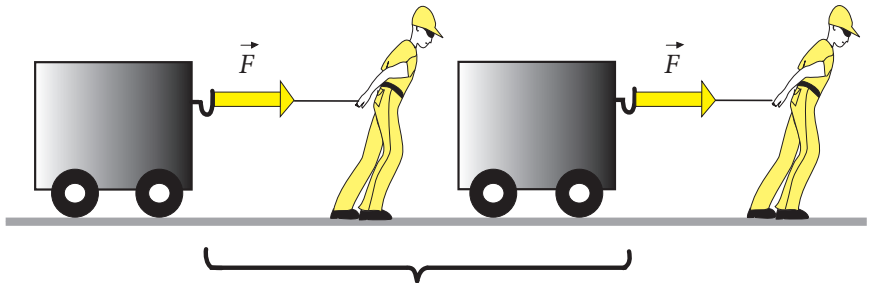



*Fig. 2*

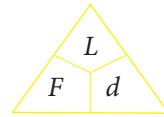
**Definiție:** ***Lucrul mecanic*** *este o mărime fizică scalară egală cu produsul dintre modulul forței și distanța parcursă de corp pe direcția acțiunii acesteia.*

Din definiție rezultă:

Lucrul mecanic = forța $x$ distanța parcursă.

Dacă notăm lucrul mecanic cu litera $L$, atunci:

$$L = F \cdot d. \qquad (1)$$




Pe baza relației (1) putem scrie și expresia unității de măsură pentru **lucrul mecanic** în SI:

$[L]_{SI} = [F]_{SI} \cdot [d]_{SI} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}.$ Adică: $1\,\text{J} = 1\,\text{N} \cdot 1\,\text{m}.$

**Definiție:** *Un* ***joule*** *reprezintă lucrul mecanic efectuat de o forță de 1 N care deplasează un corp pe o distanță de 1 m pe direcția și în sensul forței.*

$F = 1\,\text{N}; \quad AA' = d = 1\,\text{m}; \quad L = 1\,\text{J}$

*Scurt istoric*

**James Prescott Joule (1818-1889)**, fizician englez. A descoperit legea conservării energiei. Primele lecții de fizică le-a luat de la John Dalton. În 1841 a descoperit dependența cantității de căldură care se degajă într-un conductor parcurs de curent electric de intensitatea acestuia (legea lui Joule). În 1843 a demonstrat experimental obținerea căldurii din contul lucrului mecanic. În 1845 a argumentat teoria conform căreia energia internă a gazului ideal nu depinde de volumul lui. În 1848 a calculat dependența vitezei de mișcare a moleculelor gazului de temperatura lui.

În practică deseori se folosesc multiplii unui *joule*:

1 hJ (hectojoule) = 100 J;

1 kJ (kilojoule) = 1000 J;

1 MJ (megajoule) = 1 000 000 J.

Orice forță care influențează starea mecanică a unui corp aflat în mișcare efectuează un lucru mecanic. Astfel, nu numai forța de tracțiune care mișcă corpul, dar și forța de frecare ce se opune mișcării și tinde să-i micșoreze viteza efectuează lucru mecanic.

De asemenea, din definiție rezultă că o forță care acționează asupra unui corp ce rămâne în repaus nu efectuează un lucru mecanic, deoarece $d = 0$.

***Exemple:***

1. Forța de greutate ce acționează asupra unui corp care se află în repaus sau care se mișcă pe o masă orizontală nu efectuează lucru mecanic.
2. Un om care stă pe loc sau omul care stă nemișcat cu o greutate în spinare nu produc nici un lucru mecanic (fig. 3).

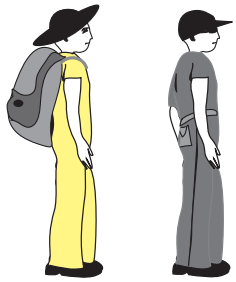


*Fig. 3*

*Află mai mult!*

Prezintă interes și cazul în care corpul **se mișcă în virtutea inerției**. În această situație asupra corpului nu se efectuează nici un lucru mecanic, deoarece toate acțiunile altor corpuri se compensează reciproc, adică $\vec{F} = 0$.

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Găsește în dicționarul explicativ semnificațiile termenului *lucru*. Dă exemple pentru fiecare caz.
2. Stabilește în care din situațiile reprezentate mai jos se efectuează un lucru mecanic?

Argumentează răspunsul, indicând, unde e cazul, forța și drumul parcurs.

3. În ce condiții lucrul mecanic poate fi calculat utilizând formula $L = F \cdot d$?
4. Formulează definiția unității de măsură a lucrului mecanic.
5. În ce caz forța de greutate efectuează lucru mecanic și în ce caz nu? Dă exemple.
6. În cele patru cazuri din fig. 5 se indică forța $\vec{F}$ și traiectoria descrisă de punctul ei de aplicație din $A$ în $B$.
   În ce caz forța $\vec{F}$ efectuează un lucru mecanic? Argumentează răspunsul.

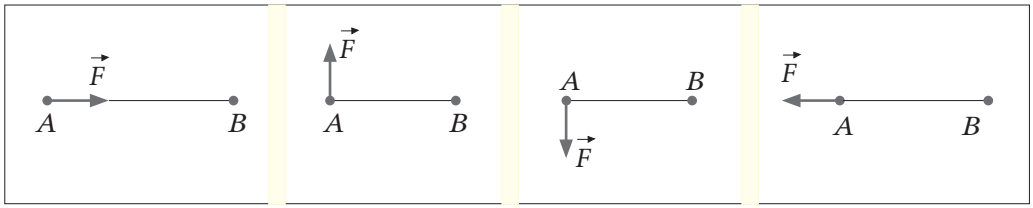



*Fig. 5* *a)* *b)* *c)* *d)*

7. Dă exemple de forțe care efectuează lucru mecanic.
8. Doi elevi se ridică pe trepte de la etajul întâi la etajul doi al școlii. Se poate afirma că lucrul efectuat de ambii elevi are valori egale? Argumentează răspunsul.
9. Din ce cauză, mișcându-ne la deal, efectuăm un lucru mai mare decât pe un drum orizontal de aceeași lungime?
10. Un corp se deplasează rectiliniu pe direcția acțiunii unei forțe de 20 N, parcurgând o distanță de 15 m. Determină lucrul mecanic efectuat.
11. Să se afle valoarea forței care, deplasând rectiliniu un corp pe distanța de 80 cm, a efectuat un lucru mecanic egal cu 40 J.

# 1.2. Puterea mecanică

*Informație*

Pe lângă mărimea fizică „lucrul mecanic”, pe care o cunoașteți din lecția precedentă, în viața cotidiană se utilizează și termenul „puterea mecanică”.

La definirea „lucrului mecanic”, am constatat că valoarea acestei mărimi fizice este determinată de valoarea numerică a forței aplicate asupra corpului și de distanța parcursă de acest corp.

Este evident că luarea în considerație a ***timpului*** constituie o necesitate care vine din practica de toate zilele.

De exemplu, un elev, săpând un teren cu aria de 25 $m^2$ în 2 ore sau în 4 ore, va efectua același lucru. Însă ***timpul consumat*** la efectuarea acestui lucru mecanic diferă.

*Analizează situația!*

- Privește atent imaginile de mai jos.

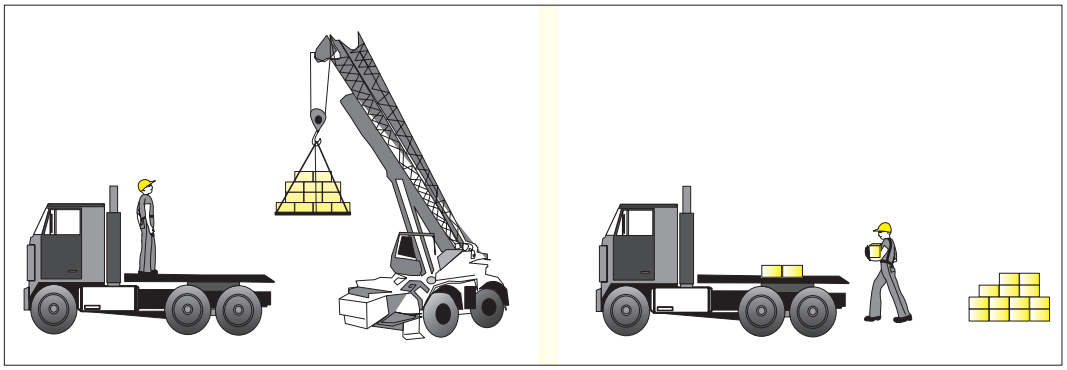


*Fig. 1*

- În care dintre aceste două situații se efectuează mai repede același lucru mecanic?
- Argumentați răspunsul.

*Concluzie:* *La efectuarea unui lucru mecanic un factor important este* ***timpul****.*

Prin urmare, se impune introducerea în mecanică a unei mărimi fizice care să caracterizeze rapiditatea efectuării lucrului mecanic. Această mărime fizică este numită **putere mecanică**.

*Definiție:*

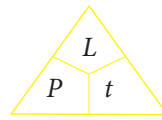
*Mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic și intervalul de timp în decursul căruia a fost efectuat acest lucru se numește* ***putere mecanică****.*

Din definiție rezultă:

$$Puterea = \frac{lucrul\ mecanic}{timp}.$$

Dacă notăm puterea mecanică cu litera $P$, atunci:

$$P = \frac{L}{t}. \qquad (1)$$



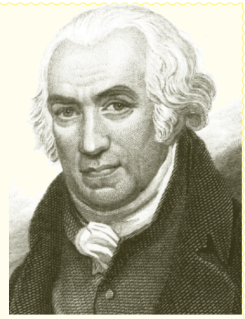

În baza relației (1) putem scrie expresia unității de măsură pentru puterea mecanică în SI:

$$[P]_{SI} = \frac{[L]_{SI}}{[t]_{SI}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = \text{W}. \qquad \text{Adică: } 1\text{W} = \frac{1\text{J}}{1\text{s}}.$$

**Definiție:** *Un **watt** este puterea mecanică a unei forțe care efectuează un lucru de 1 joule timp de o secundă.*

**Scurt istoric**

**James Watt (1736-1819)**, inventator scoțian. A construit, în 1769, motorul cu aburi universal. Acest motor putea fi instalat la diferite mașini.
Invenția lui James Watt a condus la substituirea treptată a muncii manuale cu cea a mașinilor. Încă în 1782 o mașină cu aburi punea în mișcare până la 40 de războaie de țesut.
Aceste mașini au fost aplicate pe larg la fabrici, uzine, vapoare, trenuri, centrale electrice etc.



În practică, de asemenea se folosesc multiplii wattului:

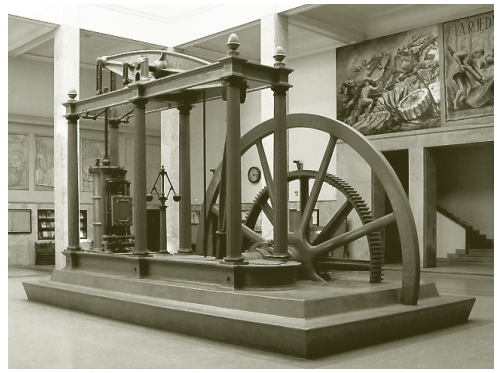
1 hW (hectowatt) = 100 W;
1 kW (kilowatt) = 1000 W;
1 MW (megawatt) = 1 000 000 W.

**Află mai mult!**

Din formula $P = \frac{L}{t}$ rezultă că lucrul mecanic $L = P \cdot t$. De aceea, în practică deseori se folosește o unitate suplimentară de măsură a lucrului, numită *kilowatt-oră* (kW · h), care poate fi transformată în jouli:

$$1\ \text{kW} \cdot \text{h} = 1000\ \text{W} \cdot 3600\ \text{s} = 3\,600\,000\ \text{J} = 3{,}6\ \text{MJ}.$$

Așadar, $1\ \text{kW} \cdot \text{h} = 3{,}6\ \text{MJ}$.



*Mașina cu aburi a lui Watt păstrată la Școala Tehnică Superioară din Madrid.*

**Află mai mult!** Se știe că viteza de mișcare uniformă a unui corp se determină din expresia

$$v = \frac{d}{t}.$$

Atunci când punctul de aplicație al forței $F$ care efectuează lucrul mecanic $L$ se deplasează rectiliniu și uniform, puterea va fi egală:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v, \quad \text{deci:} \quad P = F \cdot v \qquad (2)$$

**Reține**

***Puterea mecanică*** *a unei forțe constante este egală cu produsul dintre modulul acestei forțe și mărimea vitezei punctului ei de aplicație.*

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce se numește putere mecanică?
2. Care factori determină mărimea puterii mecanice?
3. Admitem că un om a efectuat un lucru mecanic egal cu 135 000 J, iar un automobil – un lucru mecanic egal cu 120 000 J.
   Putem oare trage concluzia că omul face întotdeauna un lucru mecanic mai mare decât cel efectuat de un automobil?
   Argumentează răspunsul.
4. Interpretează sensul fizic al afirmației „puterea unei mașini este de 60 kW", utilizând unități de lucru și de timp.
5. O macara ridică o greutate la etajul al șaptelea în 60 s, iar alta – aceeași greutate și la același etaj – în 90 s. Care macara are putere mai mare și de câte ori?
6. Două motonave de același tip parcurg în condiții identice distanța dintre două porturi în diferite intervale de timp. Care dintre ele dezvoltă o putere mai mare? Argumentează răspunsul.
7. Doi elevi, unul din clasa a doua și altul din clasa a opta, urcă împreună scările până la etajul doi al gimnaziului. Se poate afirma că ei au dezvoltat aceeași putere? Argumentează răspunsul.
8. O barcă cu motor, mișcându-se pe mare, depășește o navă maritimă de putere mult mai mare. Explică cum de este posibilă această situație. Dă exemple analogice.
9. Un băiat a urcat încet scările până la etajul doi, dar, auzind sunetul la lecție, a alergat pe scări până la etajul trei. Compară lucrul efectuat și puterea dezvoltată de băiat pe ambele porțiuni ale drumului.
10. Puterea unui motor este egală cu 1 kW. Să se afle lucrul mecanic efectuat de acesta timp de 10 min.
11. Un autoturism se deplasează pe traseu cu viteza de 90 km/h. Să se afle forța de tracțiune a motorului, dacă se știe că autoturismul dezvoltă o putere de 75 kW.

# 1.3. Energia mecanică

*Informație* Din viața de toate zilele cunoaștem că, atunci când un obiect cade pe picior de la o oarecare înălțime, îl poate afecta destul de serios. O situație asemănătoare avem atunci când o piatră cade pe un țăruș. Ea îl înfige adânc în pământ.

Cu alte cuvinte, un obiect aflat în mișcare capătă proprietatea de a dezvolta o forță pe o anumită distanță.

*Activitate de comunicare* Priviți atent și analizați fenomenele din imaginile de mai jos.

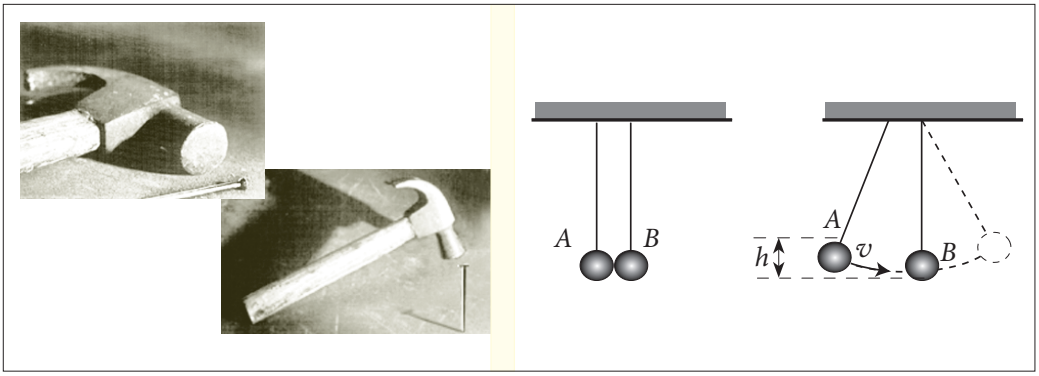



*Fig. 1* *a)* *b)*

- Ce proprietate capătă ciocanul sau bila trecând din starea de repaus în starea de mișcare?
- Discută cu colegul tău despre proprietatea corpului aflat în mișcare.

*Concluzie:* *Corpurile fizice, trecând din starea de repaus în starea de mișcare, capătă* ***proprietatea*** *de* ***a efectua un lucru mecanic****.*

*Definiție:*

- *Mărimea fizică ce exprimă proprietatea corpului de a efectua un lucru mecanic se numește* ***energie mecanică****.*
- *Energia pe care o au corpurile în mișcare se numește* ***energie cinetică*** *(sau* ***energie de mișcare****).*

Energia cinetică se notează prin $E_c$.

**Scurt istoric**

Termenul ***energie*** a fost introdus prima dată în anul 1807, de savantul englez **Thomas Young** (1773-1829), fiind acceptat însă abia după 50 de ani. El a fost folosit pe larg de către fizicianul scoțian W. Raukine. Definind noțiunea de energie, acesta scria: ***termenul energie presupune orice stare a substanței care posedă însușirea de a efectua un lucru***.

Termenul *energie* provine de la cuvântul grecesc „energheia", care înseamnă „activitate", iar cuvântul *cinetic* – de la cuvântul grecesc „kinetikos", care înseamnă „mișcător".

De ce depinde energia cinetică a corpului?

**Experimentează**

- Așază pe o masă, la poalele unui plan înclinat, o bară de lemn.

**(A)**
- Rostogolește pe rând de pe acest plan înclinat de la aceeași înălțime ($h_1 = h_2$) două bile de fier cu mase diferite ($m_1 < m_2$) (fig. 2, a, b).
- Compară distanțele $d_1$ și $d_2$, parcurse de bara de lemn, după ciocnirea sa cu fiecare bilă.

**(B)**
- Rostogolește, pe rând, de pe acest plan înclinat de la diferite înălțimi ($h_1 < h_2$) două bile de fier cu mase egale ($m_1 = m_2$) (fig. 3, a, b).

*Fig. 2*

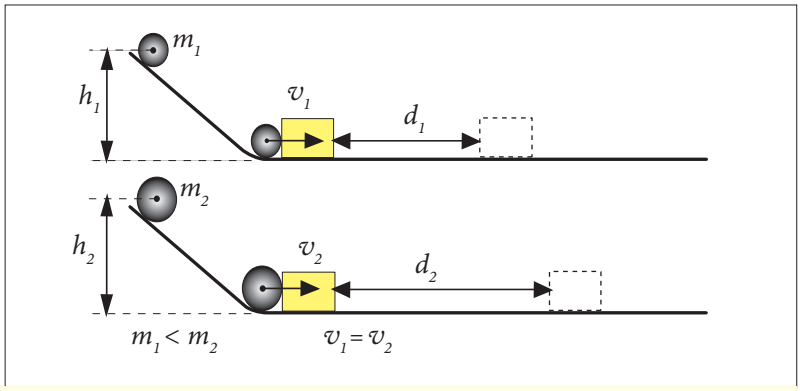
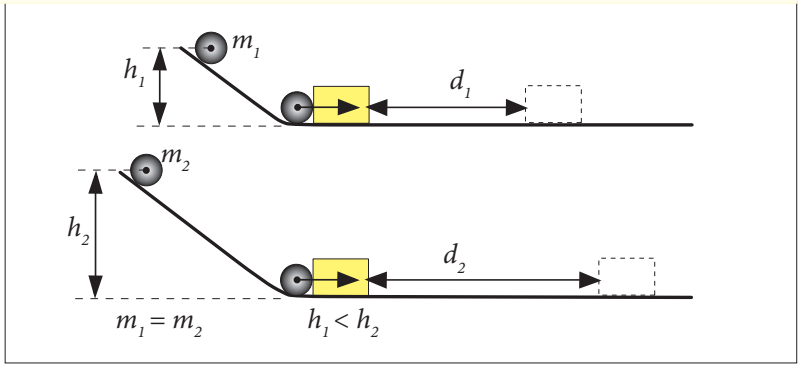



*Fig. 3*



- Compară distanțele $d_1$ și $d_2$, parcurse de bara de lemn, după ciocnirea sa cu fiecare bilă.
- Formulează concluzii.

**Reține!** *Energia cinetică a unui corp este cu atât mai mare cu cât mai mari sunt masa și viteza sa.*

Din numeroase experimente s-a stabilit că energia cinetică are următoarea expresie matematică:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \qquad (1)$$

***De exemplu:***

Dintre două automobile cu aceeași masă $m$, care se deplasează, respectiv, cu vitezele de 60 km/h și 120 km/h, al doilea se mișcă de 2 ori mai repede.

În acest caz energia cinetică a automobilului al doilea este de $2^2$ ori mai mare decât a celui dintâi, adică de 4 ori.

Se știe că sub acțiunea forței corpul poate să-și schimbe viteza. În acest caz forța efectuează un lucru mecanic asupra corpului, variindu-i energia cinetică.

Energia cinetică se măsoară, ca și lucrul mecanic, în joule (J).

**Reține!** *Energia cinetică a unui corp variază cu 1 J, dacă asupra lui s-a efectuat un lucru egal cu 1 J.*

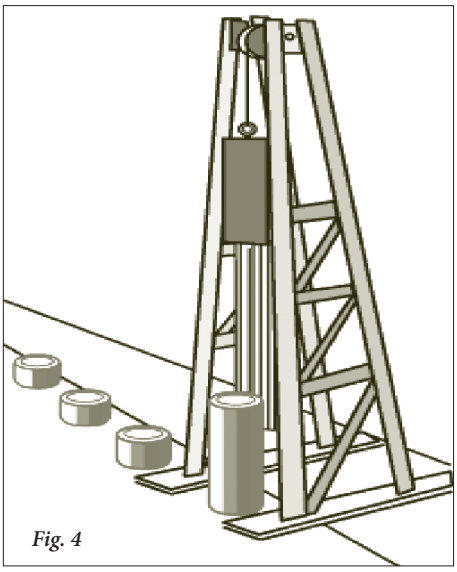


*Fig. 4*

Afară de energia cinetică (de mișcare), starea corpului poate fi caracterizată și de energia de poziție a sa față de alt corp – de regulă, față de pământ.

De exemplu, dacă un corp este ridicat la o anumită înălțime $h$ (fig. 4), atunci el capătă proprietatea de a efectua un lucru egal cu lucrul forței de greutate

$$G = m \cdot g.$$

Acest lucru se determină din relația:

$$L = G \cdot h = mgh.$$

Deci:

$$\boxed{L = mgh.} \qquad (2)$$

**Concluzie:** *Un corp cu masa $m$, ridicat la o înălțime $h$, posedă* ***proprietatea*** *de a efectua un lucru mecanic, adică posedă* ***energie****.*

**Definiție:** *Energia căpătată de corp datorită poziției sale față de pământ se numește* ***energie potențială gravitațională*** *(sau:* ***energie de poziție****).*

Prin urmare, energia potențială caracterizează un sistem de corpuri, în cazul de față, sistemul *corp – pământ*. Această energie se notează cu $E_p$. Energia potențială a unui corp, aflat la înălțimea $h$ deasupra pământului, se determină prin formula:

$$E_p = mgh. \qquad (3)$$

Energia potențială, ca și lucrul mecanic, se măsoară în jouli (J).

*Reține!*

*Se disting două tipuri de energie mecanică:*
- ***energie cinetică;***
- ***energie potențială.***

Noțiunile de **energie cinetică** și **energie potențială** se introduc în fizică pentru a exprima cantitativ **proprietatea** unui corp sau a unui sistem de corpuri de **a efectua un lucru mecanic** prin schimbarea vitezei sau/și prin schimbarea **poziției** lor.

Energia cinetică împreună cu energia potențială alcătuiesc **energia mecanică** a corpului, care se notează cu $E$.

Deci: $$E = E_c + E_p. \qquad (4)$$

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Alcătuiește o propoziție utilizând următoarele expresii: energie cinetică, forță, stare de repaus, mișcare, lucrul mecanic efectuat.
2. Ce mărimi fizice determină valoarea energiei cinetice a corpului? Dar a celei potențiale?
3. Dă trei exemple de corpuri (sau sisteme de corpuri) care posedă energie cinetică și alte trei exemple de corpuri care posedă energie potențială.
4. În ce caz este posibil ca asupra unui corp să acționeze o forță fără ca să-i modifice energia cinetică?
5. Fiecare dintre obiectele din camera voastră formează împreună cu Pământul câte un sistem mecanic. Numește 3÷4 sisteme mecanice în ordinea crescătoare a energiei potențiale.
6. Doi elevi cu mase diferite se află într-un copac, având energii potențiale egale în raport cu suprafața Pământului. Cum este posibilă o asemenea situație? Argumentează răspunsul.
7. Explică în ce caz două corpuri cu mase diferite pot avea energii cinetice egale?
8. Un automobil cu masa de 1,5 t se mișcă cu viteza de 72 km/h. Calculează energia cinetică a automobilului.
9. Un muncitor a ridicat la etajul trei (cu înălțimea de 10 m) un corp cu masa de 15 kg. Cu cât s-a mărit energia potențială a sistemului corp-Pământ?

# 1.4. Conservarea energiei mecanice

*Informație* Deseori în natură, în tehnică și în viața cotidiană se observă transformarea unui fel de energie mecanică în altul: energia potențială în energie cinetică și invers. Acest fenomen poate fi observat experimental.

*Experimentează*

- Suspendăm de un suport, cu ajutorul a două fire, un disc fixat pe un ax. În starea inițială energia mecanică a discului este nulă în raport cu nivelul $OO'$, deoarece el se află în repaus și nu poate coborî mai jos de acest nivel (fig. 1, a).
- Înfășurăm pe ax firele de care este agățat discul (fig. 1, b).

  Astfel efectuăm un lucru mecanic, deoarece ridicăm discul până la suportul de suspensie (la înălțimea $h$).

  În această poziție discul posedă o anumită energie potențială. Ea poate fi calculată, dacă se cunoaște masa lui ($m$) și înălțimea ($h$) la care a fost ridicat.
- Eliberăm discul. Din acest moment el începe să cadă rotindu-se. Pe măsură ce cade, energia lui potențială se micșorează, însă crește, totodată, energia sa cinetică. La sfârșitul căderii (nivelul $OO'$), discul posedă energie cinetică maximă, iar energia potențială devine egală cu 0. Apoi discul se ridică din nou aproape la înălțimea inițială ($h$).

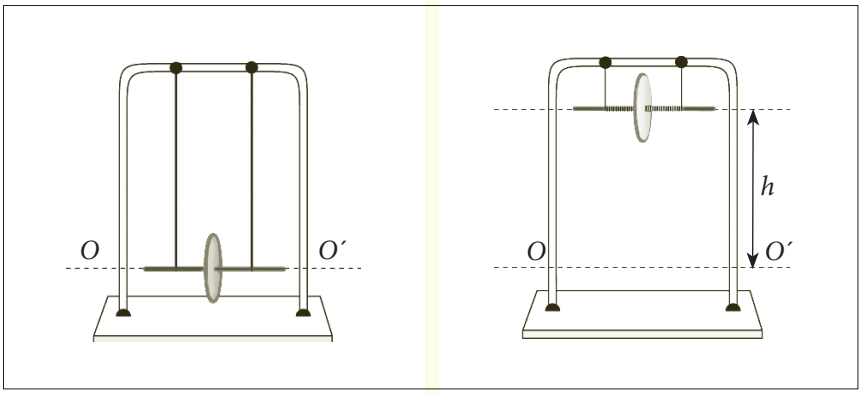



*Fig. 1* *a)* *b)*

*Concluzie:* *La mișcarea discului **în jos** are loc transformarea energiei potențiale în energie cinetică și, invers, la mișcarea lui **în sus** energia cinetică se transformă în energie potențială.*

Activitate practică

## Proiect de cercetare

### Studiul transformării și conservării energiei mecanice

**Obiectivele cercetării**

1. Observarea și descrierea transformării energiei potențiale în energie cinetică (și invers) a unui sistem din două corpuri (două bile suspendate).
2. Calcularea energiei potențiale, a energiei cinetice și a energiei mecanice ale acestui sistem de corpuri.

Experimentează

- Suspendăm două bile identice, cu ajutorul unor fire subțiri, de un suport (stativ). În această stare energia mecanică a sistemului creat este nulă, deoarece bilele se află în repaus și nu pot coborî decât până unde le permit firele (nivelul $OO'$) (fig. 2, a).
- Deplasăm bila $A$ în stânga la o înălțime oarecare $h$ (fig. 2, *b*).
  Eliberăm bila $A$.
  Ce observăm?

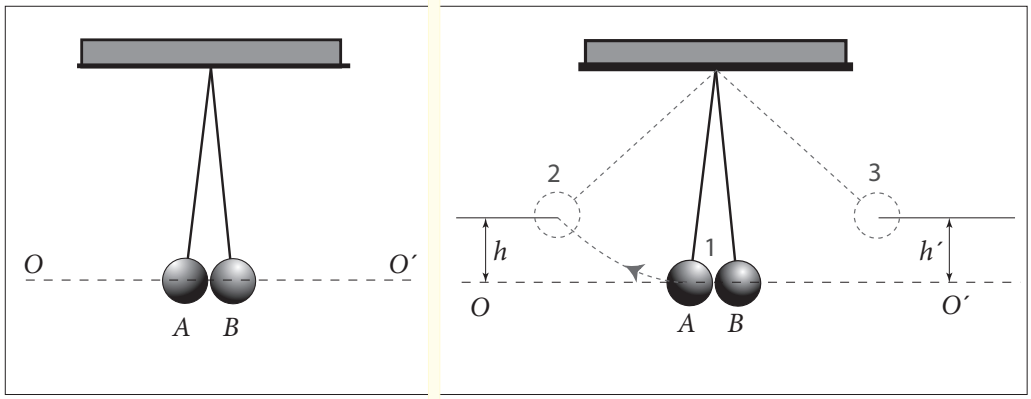



*Fig. 2* *a)* *b)*

- Completează în caiet textul de mai jos.
  Deplasând în stânga bila *A*, am efectuat un… … . În poziția 2 (starea 2) bila *A* posedă … … . Eliberând bila *A*, ea se …, deci capătă … … , posedând totodată și … … . În poziția 1 energia cinetică a bilei *A* este …, iar cea potențială este … . Deci, energia potențială a bilei *A* s-a transformat în … … . După ciocnirea bilei *A* cu bila *B* (în poziția 1), ultima începe să se miște căpătând … … . Mișcându-se în dreapta, energia cinetică a bilei *B* se …, iar energia sa potențială se … . În poziția 3, la înălțimea *h*′, bila *B* posedă … … maximă, iar … … este nulă.
- În ce raport se află înălțimile $h$ și $h'$, dacă aceste două bile formează un *sistem izolat*? De ce?

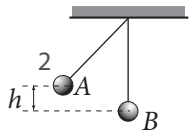
**Definiție:** ***Sistemul** de corpuri se numește **izolat** dacă acestea nu interacționează cu alte corpuri exterioare sistemului.*

- În ce raport se află înălțimile $h$ și $h'$ în cazul real? De ce?
- Calculează energia potențială, energia cinetică și energia mecanică în cele 4 poziții reprezentate în schema de mai jos.

1) $m_A = m_B = 400$ g, $h = 4$ cm
Bila $A$ este deplasată spre stânga la înălțimea $h$.

Determină:

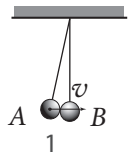
$E_p =$
$E_c =$
$E =$




2) Bila $A$ este eliberată. Ea capătă viteza $v$ în poziția inițială (poziția 1).

Determină:

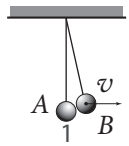
$E_p =$
$E_c =$
$E =$




3) Bila $A$ se ciocnește cu bila $B$.
Bila $B$ capătă viteza $v$.

Determină:

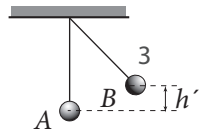
$E_p =$
$E_c =$
$E =$




4) Bila $B$ se deplasează spre dreapta până la înălțimea $h' = h$.

Determină:

$E_p =$
$E_c =$
$E =$




- Formulează concluzii.

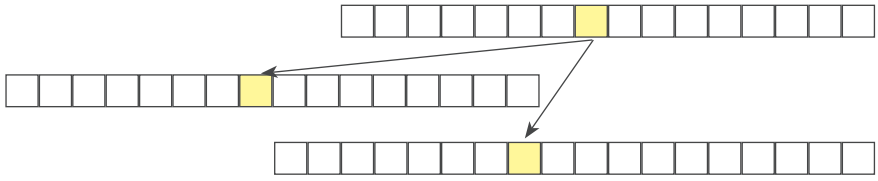
**Reține!** *Energia mecanică $E$ a unui sistem izolat de corpuri **se conservă**.*

$$E = E_c + E_p = const.$$

Această afirmație este numită ***legea conservării energiei mecanice***.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Completează căsuțele cu noțiunile recent studiate:



2. Explică ce transformări de energie mecanică au loc în următoarele cazuri:
   – la aruncarea unui corp vertical în sus;
   – la căderea apei unei cascade.

3. Un elev a aruncat mingea în sus, apoi a prins-o. Explică ce transformări de energie mecanică au avut loc în timpul urcării și coborârii mingii. Dă exemple analogice.
4. Masele a trei corpuri care cad liber în aer sunt egale, dar au volume diferite. Vor fi oare egale valorile energiei potențiale ale corpurilor la una și aceeași înălțime? Dar valorile energiei cinetice la această înălțime?
5. Pentru ca un sportiv să realizeze o performanță mai bună la săritura în înălțime, el capătă o anumită viteză, alergând, pe o anumită distanță, înainte de a sări. Ce transformări de energie mecanică au loc la o săritură în înălțime?
6. O minge de baschet cade liber de la înălțimea de 3,5 m. Poate oare mingea să se ridice la înălțimea de 365 cm după ciocnirea cu solul? Argumentează răspunsul.

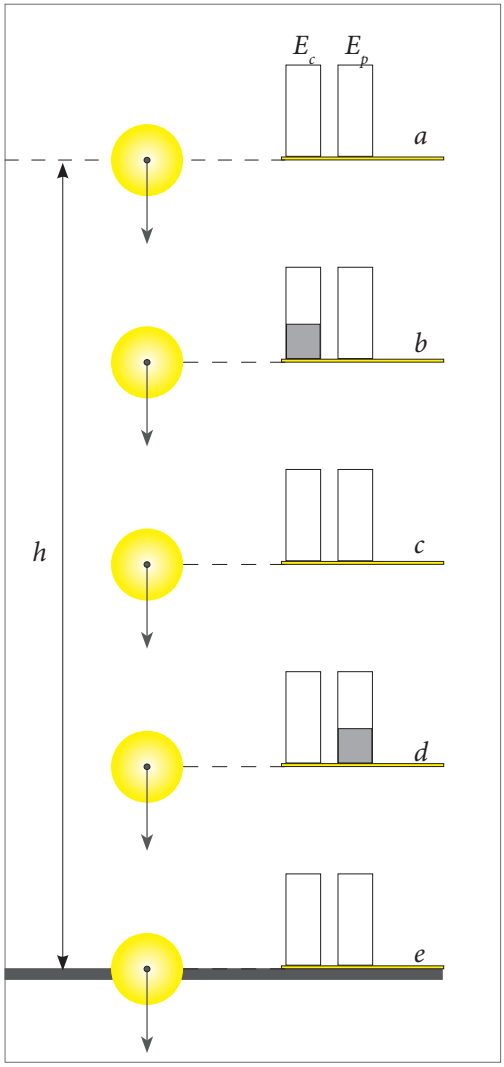


*Fig. 3*

7. Două camioane de același tip, unul încărcat, iar celălalt gol, se deplasează cu aceeași viteză. În caz de ciocnire cu un obstacol (un stâlp din beton), care mașină suferă deformări mai mari? De ce?
8. După un anumit timp de la aruncarea pe direcție verticală a unei mingi de tenis energia ei cinetică a scăzut cu 70%. Cu câte procente s-a mărit energia potențială a sistemului minge – pământ.
9. Schițează traiectoriile simplificate ale schiorilor la alunecarea acestora spre poalele muntelui, cât și în cazul săriturilor acestora de pe trambulină. Descrie transformările energetice care au loc în asemenea cazuri.
10. Care sunt transformările energetice atunci când te dai într-un scrânciob?
11. O bilă de metal cade liber pe pământ de la înălțimea $h$ (fig. 3).

    Sistemul de corpuri bilă-pământ se caracterizează în orice moment de timp prin energie potențială $E_p$ și energie cinetică $E_c$.

    Valorile acestor energii sunt reprezentate prin diagrame pentru cinci poziții ale bilei față de pământ. Hașurează diagrama corespunzătoare a energiei pentru fiecare poziție a bilei (fig. 3). Compară valorile energiei respective pentru fiecare poziție.

    Argumentează concluziile privind transformarea și conservarea energiei bilei față de pământ.

# Rezumat

Din studiile anterioare cunoști deja că corpurile se pot afla în anumite stări mecanice: în repaus sau în mișcare în raport cu alte corpuri de referință. Schimbarea stării mecanice înseamnă mărirea sau micșorarea vitezei și se datorează acțiunii asupra corpului a unor forțe care efectuează lucru mecanic. Astfel, există forțe care favorizează mișcarea, fiind numite forțe de tracțiune. Acestea mișcă corpul.

Cel mai simplu caz este când vectorul forței de tracțiune este coliniar cu vectorul viteză a corpului (fig. 1 a).

În capitolul dat ai studiat anume acest caz.

Dar sunt și forțe ce frânează mișcarea, acționând în sens opus mișcării.

Un exemplu de acesta este cazul forței de frecare, care efectuează și ea un lucru asupra corpului.

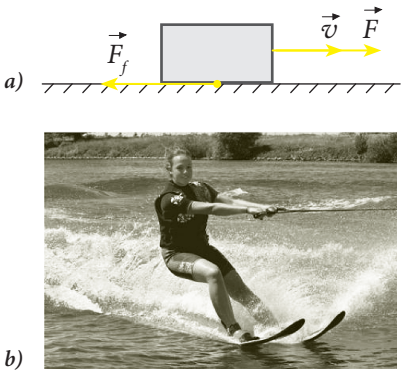



*Fig. 1*

Ai aflat, de asemenea, că forțele pot efectua lucru doar asupra corpurilor în mișcare. În conformitate cu expresia lucrului mecanic pentru cazul cel mai simplu, când $L = F \cdot d$, dacă $d = 0$, atunci și $L = 0$. Astfel nicio forță care acționează asupra corpului nu efectuează lucru dacă acesta rămâne în stare de repaus.

În afară de acest aspect, mai trebuie să conștientizăm faptul că mișcarea este o condiție necesară, dar nu și suficientă. Cea de-a doua condiție ține de direcția de acțiune a forței. Și anume, dacă forța acționează pe o direcție perpendiculară mișcării corpului, ea nu efectuează nici un lucru mecanic, ceea ce înseamnă că acțiunea ei nu influențează starea acestui corp.

- Forța care efectuează lucrul mecanic dezvoltă o anumită putere. Puterea dezvoltată este cu atât mai mare, cu cât mai rapid se efectuează lucrul. Prin urmare, comparând puterea a două mașini, care efectuează unul și același lucru, dar în diferite intervale de timp, se va constata, aplicând formula $P = \frac{L}{t}$, că o putere mai mare posedă mașina care l-a efectuat într-un timp mai scurt.

- La mișcarea rectilinie uniformă a corpului puterea poate fi exprimată și în altă formă, și anume, utilizând valorile forței și ale vitezei: $P = F \cdot v$. Această formulă ne dă posibilitatea să scoatem în evidență și alt aspect al mărimii date, care poate fi reflectat printr-un exemplu. La o putere constantă a motorului unei mașini forța și viteza sunt mărimi invers proporționale. Deci, pentru ca motorul să acționeze cu o forță mare, viteza lui trebuie să fie mică. Iată de ce la urcușuri sau în cazurile unor drumuri greu accesibile, când trebuie mărită forța de tracțiune a motorului, viteza autovehiculelor se reduce.
- Fiind în mișcare, corpurile posedă o proprietate – aceea de a efectua un lucru mecanic asupra altor corpuri. De exemplu, un ciocan, lovind cu viteză un cui, îl bate într-o scândură, efectuând un lucru împotriva forței de rezistență. Se spune că corpurile în mișcare posedă energie cinetică. Aseasta este o mărime fizică scalară, care depinde atât de masa, cât și de viteza corpului: $E_c = \frac{mv^2}{2}$. Cu cât este mai mare masa corpului care se mișcă, cu atât e mai mare și energia lui cinetică.

Energia cinetică a corpului se mărește și odată cu mărirea vitezei. Din cele învățate cunoști că, mărind viteza de două ori, energia cinetică crește de 4 ori, mărind-o de 3 ori, energia crește de 9 ori.

- De asemenea, posedă energie și corpul aflat la o anumită înălțime *h* de la suprafața Pământului. Acesta poate efectua lucru asupra altor corpuri în procesul de cădere, și atunci energia lui se micșorează. O astfel de formă a energiei mecanice se numește energie potențială gravitațională: $E_p = mgh$. Această mărime crește odată cu mărirea înălțimii corpului deasupra nivelului nul și scade la micșorarea înălțimii.
- Energia mecanică a unui sistem izolat de corpuri rămâne constantă în timp. Ea se poate transforma dintr-o formă în alta sau trece de la un corp la altul din cadrul sistemului dat, însă valoarea energiei mecanice totale a sistemului rămâne aceeași.

*Astfel, la căderea liberă a unui corp de la o anumită înălțime h energia potențială a sistemului corp-pământ se micșorează, însă cea cinetică a corpului se mărește. Dacă sistemul ar fi perfect izolat, am constata că în orice interval de timp energia cinetică se mărește exact cu atât, cu cât se micșorează energia potențială. Pentru punctele extreme (de jos și de sus) este valabilă egalitatea:* $E_c = E_p$, *adică:*

$$\frac{mv^2}{2} = mgh.$$

Așadar, suma energiei cinetice și celei potențiale ale întregului sistem, adică energia mecanică a sistemului izolat, rămâne constantă în timp.

# EVALUARE

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-5 prezintă răspunsul succint.**

1. Continuă următoarele propoziții, astfel încât ele să fie corecte:
   a) Energia de mișcare a corpului se numește ..... — 1 punct
   b) Forța care menține starea de mișcare a corpului se numește ..... — 1 punct
   c) Energia mecanică a unui sistem izolat de corpuri rămâne — 1 punct
   d) Energia pe care o posedă corpul datorită poziției sale față de pământ se numește ..... — 1 punct
   e) Lucrul mecanic al unei forțe constante este o mărime fizică scalară egală cu produsul dintre ..... — 1 punct
   f) Puterea se mărește odată cu rapiditatea efectuării ..... — 1 punct
   g) Valoarea energiei cinetice a corpului este direct proporțională cu ..... — 1 punct
   h) La ridicarea ascensorului energia sa potențială se ..... — 1 punct

2. Stabilește (prin săgeți) corespondența dintre mărimile fizice și unitățile de măsură pe care le exprimă:

| | | |
|---|---|---|
| Lucrul mecanic | MW | ..... — 1 punct |
| Puterea mecanică | mg | ..... — 1 punct |
| Forța de tracțiune | J | ..... — 1 punct |
| | kN | |

3. Transformă în SI:
   35 kW ..... — 2 puncte
   24 kW · h ..... — 2 puncte
   15 mJ ..... — 2 puncte
   28 MJ ..... — 2 puncte

4. Două automobile identice se mișcă pe un traseu, unul având viteza de două ori mai mare decât a celuilalt. De câte ori diferă energiile lor cinetice? ..... — 3 puncte

5. O bilă suspendată de un fir a fost abătută de la poziția de echilibru, apoi lăsată liber (fig. 2). Determină pozițiile în care bila posedă:
   a) energie cinetică și energie potențială ... — 2 puncte
   b) energie potențială maximă ..... — 2 puncte

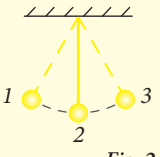


*Fig. 2*

**II. În itemul 6 prezintă răspunsul în formă liberă:**

6. Scrie un eseu (până la 10 propoziții) pe tema „Transformarea energiei mecanice" la aruncarea vertical în sus a unei mingi până la momentul prinderii ei ..... — 10 puncte

## 2. Achiziții practice

# 2.1. Soluționează situații

### A. Exersează

1. Un corp, deplasându-se pe direcția de acțiune a unei forțe, a parcurs 50 m. Știind că lucrul forței este de 2 kJ, să se afle modulul acesteia.
2. Sub acțiunea unei forțe de 400 N a fost efectuat un lucru mecanic de 1600 kJ. Determină distanța parcursă de corp.
3. Un măr a căzut din copac de la înălțimea de 3 m. Să se afle lucrul forței de greutate, dacă se știe că masa mărului este de 200 g (aici și mai jos se va lua $g$ =10 N/kg).
4. Calculează lucrul mecanic necesar pentru a deplasa rectiliniu uniform un cărucior pe o distanță de 6 m, dacă forța de frecare este de 500 N.
5. La ce înălțime s-a ridicat uniform un obiect cu masa de 5 kg, dacă forța aplicată asupra lui a efectuat un lucru mecanic de 100 J?
6. Un lift a fost ridicat uniform la înălțimea de 9 m. Să se afle masa acestuia, dacă se știe că forța de tracțiune a efectuat un lucru mecanic egal cu 36 kJ.

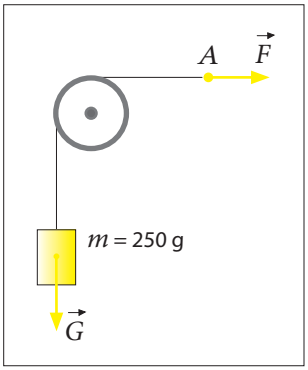


*Fig. 1*

7. Punctul de aplicație $A$ al forței $F$ (fig. 1) se deplasează orizontal, cu viteză constantă, la distanța de 2 m. Calculează lucrul mecanic efectuat de forța $F$.
8. Pentru a deplasa camionul deșert uniform, pe o distanță de 100 m, forța de tracțiune a motorului a efectuat un lucru de 1,6 MJ, iar după ce camionul a fost încărcat – unul de 2,0 MJ. Cu cât s-a mărit forța de frecare în cazul al doilea?
9. Calculează lucrul mecanic efectuat de un tractor care ară o suprafață cu aria de 1 ha, lățimea plugului fiind de 1,2 m, iar forța de tracțiune $F$ = 15 000 N.
10. Un cal trage uniform o trăsură (fig. 3) cu viteza de 0,8 m/s, acționând cu o forță de 400 N orientată orizontal. Calculează lucrul mecanic efectuat de cal timp de 1 h, dacă trăsura s-a mișcat rectiliniu uniform.

*Fig. 2*

*Fig. 3*

11. Un microbuz s-a mișcat 1 km sub acțiunea unei forțe de tracțiune de 2 kN. Determină distanța parcursă de microbuz sub acțiunea forței de 1250 N. Lucrul mecanic efectuat în fiecare caz este același.
12. Un autobuz a parcurs o anumită distanță, sub acțiunea unei forțe de tracțiune $F_1$ = 2000 N, iar pe drumul rămas autobuzul s-a mișcat sub acțiunea forței $F_2$ = 1,6 kN. De câte ori prima distanță parcursă este mai mare decât a doua, dacă lucrul mecanic efectuat pe prima porțiune de drum este de două ori mai mare decât lucrul efectuat pe a doua porțiune?
13. Motorul electric al unei mașini-jucărie deplasează vehiculul timp de 10 s, efectuând un lucru de 15 J. Află puterea mecanică dezvoltată de motor.
14. Un halterofil a ridicat o greutate de 180 kg la înălțimea de 2 m în timp de 3 s. Să se calculeze puterea dezvoltată de sportiv.
15. Un avion decolează pe o distanță de 1,2 km timp de 30 s. Forța de tracțiune a motorului este de $2 \cdot 10^5$ N. Ce putere medie dezvoltă motorul avionului la decolare?
16. Pentru a menține viteza unui automobil egală cu 108 km/h este necesară o forță de tracțiune egală cu 500 N. Ce putere dezvoltă motorul automobilului pentru a menține această viteză?
17. Puterea unui motor este egală cu 1 W. Află lucrul mecanic efectuat de acesta timp de 1 h.
18. Să se afle lucrul mecanic efectuat de o mașină timp de 5 h și 30 min., dacă se știe că puterea ei este egală cu 8 kW.
19. Ce putere dezvoltă un om care ridică o găleată de apă cu greutatea de 100 N dintr-o fântână cu adâncimea de 15 m timp de 10 s?
20. Calculează ce putere dezvoltă motorul unui tractor care se mișcă uniform pe un drum rectiliniu, dacă forța de tracțiune este egală cu 1,2 kN, iar distanța parcursă de tractor într-o oră este egală cu 3,6 km.
21. Un elev ridică uniform o găleată cu apă dintr-o fântână. Prima dată el a ridicat-o timp de 20 s, iar a doua oară timp de 30 s. În ce caz elevul a dezvoltat o putere mai mare și de câte ori, dacă el a depus de fiecare dată aceeași forță?
22. Puterea unei nave cosmice este de $1,6 \cdot 10^7$ kW. Cu ce este egală forța de tracțiune a motoarelor acestei nave, dacă timp de 1 s ea parcurge uniform 8 km?

23. O mașină-jucărie cu masa de 400 g se mișcă cu viteza de 0,5 m/s. Să se afle energia cinetică a mașinii.
24. Energia cinetică a unui autoturism, la o viteză de 72 km/h, este egală cu 300 kJ. Determină masa vehiculului.
25. Un spărgător de gheață cu masa de 20 000 t despică stratul de gheață pe baza energiei cinetice pe care o posedă fiind în mișcare. Determină viteza navei, pentru care valoarea energiei cinetice de 1000 MJ este suficientă pentru spargerea stratului dat de gheață.

**26.** Un muncitor a ridicat o greutate cu masa de 15 kg la înălțimea de 12 m de la pământ. Să se afle energia potențială a greutății față de pământ.

**27.** O săgeată, lansată vertical în sus dintr-un arc, a căpătat o energie potențială maximă de 20 J. Să se afle masa săgeții, dacă înălțimea la care aceasta a urcat este de 25 m.

**28.** La ce înălțime s-a ridicat un elicopter cu masa de 7,5 t, dacă energia lui potențială s-a mărit cu 15 MJ?

**29.** Un elev cu masa de 48 kg se cațără cu viteza de 0,45 m/s pe o funie suspendată de un tavan timp de 10 s. Cu cât crește energia potențială a sistemului elev – pământ?

**30.** Asupra unui corp cu masa $m_1$ acționează orizontal forța $F_1 = 5$ N, care deplasează corpul pe distanța $d_1 = 12$ m. Pe ce distanță trebuie să acționeze forța orizontală $F_2 = 15$ N asupra altui corp cu masa $m_2$ pentru ca energiile cinetice ale celor două corpuri să fie egale? Se știe că ambele corpuri se aflau inițial în repaus.

**31.** Un măr a căzut din pom de la înălțimea de 3,2 m. Cu ce viteză a atins mărul suprafața pământului? Care dintre fructele căzute din acest copac sunt afectate la cădere într-o măsură mai mare și de ce?

**32.** O minge a fost aruncată vertical în sus cu o viteză de 10 m/s. Până la ce înălțime va urca mingea dacă influența aerului se neglijează?

**33.** Un corp, cazând de la înălțimea de 2,4 m, are la un moment dat energia cinetică de 3 ori mai mare decât cea potențială. Determină viteza corpului și înălțimea la care acesta se află în acel moment.

## B. Experimentează

**1.** Determină în mod practic lucrul mecanic efectuat la deplasarea unui corp. Pregătește materialele necesare pentru efectuarea experimentului: o riglă, o bară de lemn de forma unui paralelipiped drept, 3-4 mase marcate a câte 102 g și un dinamometru.

Mod de lucru:

– Legați dinamometrul de bară și trageți bara uniform de-a lungul mesei (fig. 4).

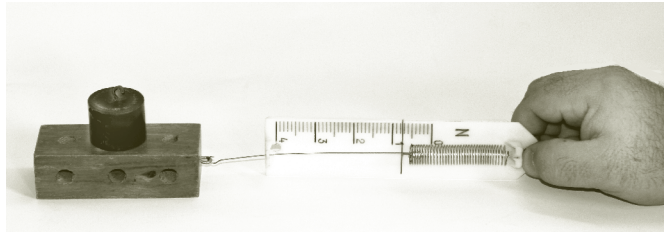


*Fig. 4*

– Înscrieți indicația dinamometrului și măsurați distanța parcursă de bară.

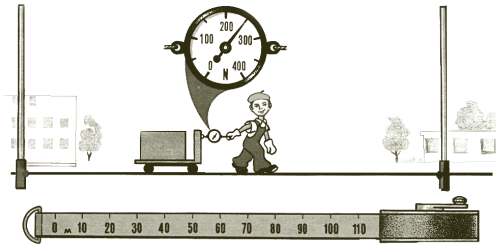
– Repetați experimentul, așezând pe bară, pe rând, câte o masă marcată.

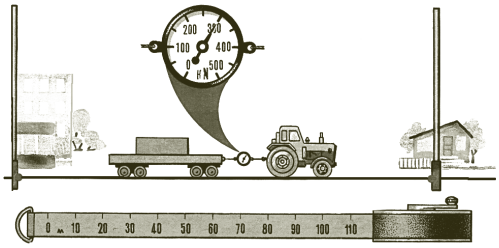
– Notați datele obținute în tabelul de mai jos.

| Nr. de măsurători | Forța de tracțiune $F$, N | Distanța $d$, m | Lucrul mecanic $L$, J |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

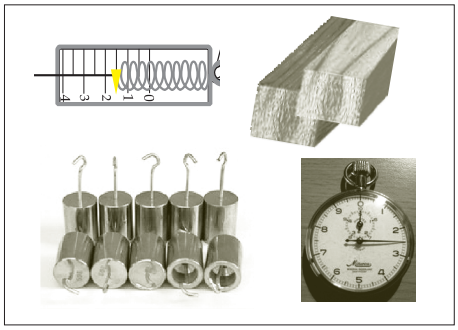
– Formulați concluzii.

**2.** Determină lucrul mecanic efectuat la deplasarea căruciorului și a remorcii încărcate, folosind datele prezentate în desenele de mai jos.




**3.** Determină în mod practic puterea mecanică la deplasarea unui corp. Pregătește materialele necesare pentru efectuarea experiențelor: o riglă, o bară de lemn în formă de paralelipiped drept, un dinamometru, 3-4 mase marcate a câte 102 g și un cronometru.

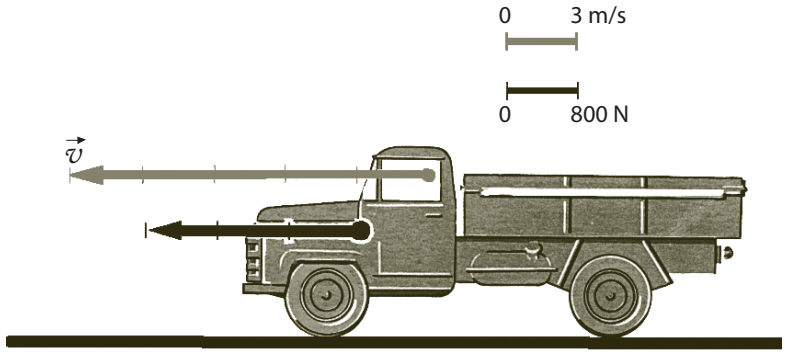


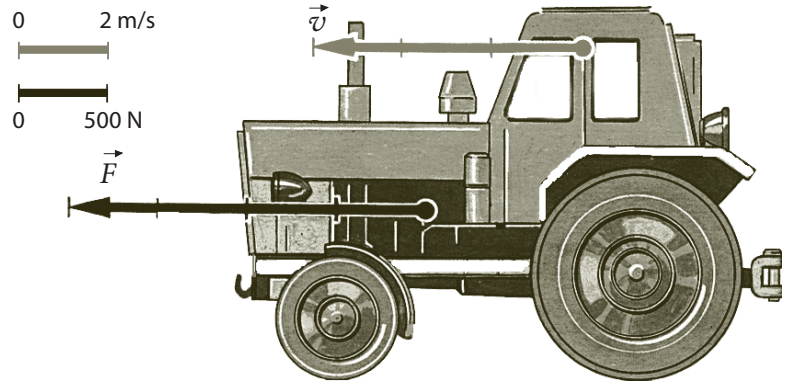
Mod de lucru:

– Agățați dinamometrul de bară și trageți uniform bara.
– Fixați indicația dinamometrului, măsurați distanța parcursă și timpul deplasării barei.
– Repetați experimentul, așezând pe rând pe bară câte o masă marcată de 102 g.
– Notați datele obținute în tabelul de mai jos.
– Formulați concluzii.

| Nr. de măsurători | Forța de tracțiune, $F$, N | Distanța parcursă, $d$, m | Timpul mișcării, $t$, s | Lucrul mecanic, $L$, J | Puterea mecanică, $P$, W |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

4. Determină puterea pe care o dezvoltă motorul camionului și motorul tractorului, folosind datele din imaginile de mai jos.

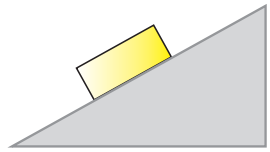



5. Leagă o bilă mică sau un alt corp punctiform de capătul unui fir lung suspendat de cleștele unui stativ. După aceasta abate bila de la poziția ei de repaus, apoi las-o liber. Descrie ce transformări ale energiei mecanice au loc în sistemul bilă-pământ. Dă exemple de astfel de transformări în sisteme analogice.

## C. Cercetează

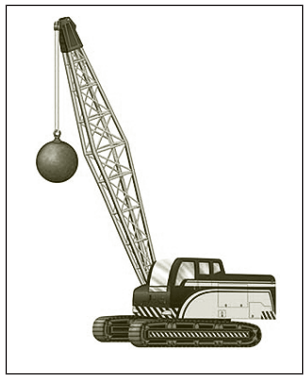
1. Propune metode experimentale de determinare și comparare a puterii diferiților elevi. Enumeră accesoriile necesare.
2. Este posibil ca asupra unui corp să acționeze o forță fără să-i modifice energia cinetică? Dă exemple.
3. Descrie transformările energiei mecanice care au loc atunci când un corp alunecă pe suprafața unui plan înclinat.



4. Care sunt transformările energetice atunci când te dai într-un scrânciob?

5. Pentru demolarea clădirilor vechi deseori se folosesc maşini dotate cu greutăţi masive. Explică, utilizând considerente energetice, cum se folosesc acestea pentru dărâmarea pereţilor.

6. Înainte de a construi o clădire nouă terenul respectiv se pregăteşte, fiind bătătorit cu ajutorul unor maşini speciale, de asemenea dotate cu greutăţi masive. Explică principiul lor de funcţionare.



7. Ce transformări de energie au loc la ciocnirea autovehiculelor cu diferite obstacole? Enumeră pericolele ascunse în noţiunile de „exces de energie cinetică”, „energie potenţială mare”.

8. Este bine cunoscut pericolul avalanşelor ce pornesc din vârfurile munţilor. Descrie, folosind considerentele energetice studiate, procesul amplificării maselor de zăpadă şi al măririi vitezei lor în timpul căderii acestora spre poalele munţilor.
Dă exemple analogice.

9. Ce transformări de energie au loc la aruncarea pietrelor şi a lavei din craterul unui vulcan, apoi la căderea acestora pe pământ?

10. Urmărind curgerea apei în râuri sau în alte bazine, precum şi căderea ei în cascade, ce se poate afirma despre tendinţa maselor de apă: să obţină energie potenţială mare sau mică? Care terenuri, în funcţie de înălţime, sunt mai afectate şi mai periculoase în cazul inundaţiilor sau al unor tsunami? Ce acţiuni trebuie întreprinse pentru a ne asigura securitatea în asemenea cazuri?

11. Din ce cauză un săritor în lungime este şi un bun alergător pe distanţa de 100 m?

# EVALUARE SUMATIVĂ

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-3 încercuiește răspunsul corect din variantele propuse:**

1. Un sportiv a aruncat o suliță cu masa de 700 g având viteza inițială de 30 m/s. La lansare energia cinetică a suliței a fost:..... — **2 puncte**
   a) 351 J; b) 31,5 J; c) 315 J; d) 315 kJ; e) alte variante.
2. Un băiat ridică uniform dintr-o fântână o găleată cu apă la înălțimea de 10 m, efectuând un lucru mecanic de 784 J ($g$ = 9,8 N/kg). Masa găleții cu apă este: ..... — **3 puncte**
   a) 10 kg; b) 9 kg; c) 8 kg; d) 11 kg; e) alte variante.
3. Puterea unui motor este egală cu 2 W. Lucrul efectuat de acesta timp de 2 h este: ..... — **3 puncte**
   a) 14kJ; b) 4,14 kJ; c) 1,44 kJ N; d) 14,4 kJ; e) alte variante.

**II. În itemii 4-7 prezintă rezolvarea completă a problemelor:**

4. Un elev a ridicat o halteră de 16 kg la înălțimea de 2,1 m timp de 2 s. Determină:
   a) Lucrul mecanic efectuat de elev; ..... — **2 puncte**
   b) Puterea dezvoltată de elev; ..... — **3 puncte**
   c) Cu cât s-a mărit energia potențială a sistemului halteră-pământ. ..... — **2 puncte**
   În problema dată se va lua $g$ = 10 N/kg.
5. Dintr-un arc a fost lansată vertical în sus o săgeată cu masa de 50 g și viteza inițială de 30 m/s. Să se afle valoarea energiei cinetice și a celei potențiale a săgeții:
   a) În momentul lansării ei de la nivelul pământului; ..... — **3 puncte**
   b) La înălțimea maximă de urcare. ..... — **3 puncte**
6. Un tractor cu forța de tracțiune de 7 kN ară cu un plug având lățimea de 1 m. Determină:
   a) Lucrul mecanic efectuat de tractor la aratul unui teren cu aria de 1 ha; ..... — **2 puncte**
   b) Puterea medie dezvoltată de tractor la aratul unui teren cu aria de 1,2 ha timp de 1 h 20 min.; ..... — **3 puncte**
   c) Viteza medie a tractorului în al doilea caz. ..... — **1 punct**
7. Un măr, căzând de la înălțimea de 5 m, are la un moment dat energia cinetică de două ori mai mare decât cea potențială. Determină:
   a) Viteza mărului;..... — **3 puncte**
   b) Înălțimea la care acesta se află în acel moment. ..... — **3 puncte**

**III. În itemul 8 prezintă răspunsul în formă liberă:**

8. Descrie etapele cercetării desfășurate pentru a determina:
   a) Puterea proprie; ..... — **5 puncte**
   b) Puterea unui ascensor pentru pasageri. ..... — **5 puncte**
   Enumeră accesoriile necesare.

Capitolul 4

# LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ

## II. Mecanisme simple


**1. Achiziții teoretice**

1.1. Pârghia

1.2. Scripetele

1.3. Planul înclinat

1.4. Randamentul mecanismelor simple

Rezumat

Evaluare

**2. Achiziții practice**

2.1. Soluționează situații

A. Exersează

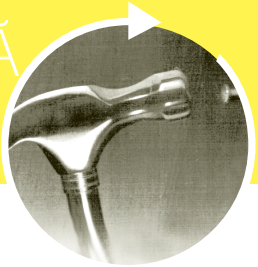
B. Experimentează

C. Cercetează

Evaluare sumativă

Capitolul **4.** LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ

## II. Mecanisme simple



### 1. Achiziții teoretice

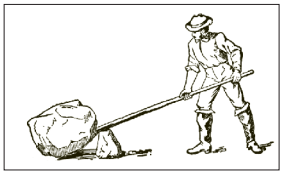
*Informație*

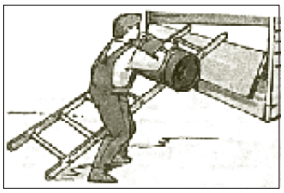
Mulți dintre voi au observat, în diferite cazuri din viața cotidiană, cum, pentru a deplasa unele corpuri cu mase mari, oamenii folosesc alte corpuri sau mecanisme simple. De exemplu, pentru a urni din loc sau a mișca un bloc masiv de piatră se utilizează ranga (o bară metalică lungă); pentru a ridica la înălțime greutăți se folosește un sistem de roți și funii (cabluri) sau mișcarea corpului pe plan înclinat, prin alunecare sau rostogolire etc.

Într-adevăr, în practică deseori apare necesitatea de a transforma (de a mări sau a micșora) forța aplicată unui corp. Pentru aceasta au fost inventate diferite dispozitive. Unele dintre acestea le vei cunoaște în continuare.

*Descoperă singur!*

- Privește atent imaginile alăturate.
- Compară forța depusă de om la ridicarea fiecărui corp cu greutatea acestui corp.
- Care e destinația răngii și a planului înclinat?





Scopul aplicării acestor procedee este de a efectua un lucru mecanic asupra corpurilor care necesită forțe mari, dar acționând cu forțe relativ mici, pe care omul le poate dezvolta în condițiile date. Prin urmare, aceste dispozitive au rolul de a transforma forța aplicată asupra corpului: modulul forței sau/și direcția de acțiune a ei.

*Definiție:*

*Dispozitivele ce servesc pentru transformarea forței depuse se numesc* ***mecanisme****.*

Cele mai simple mecanisme utilizate frecvent în activitatea omului sunt: pârghia, scripetele, planul înclinat, pana, vârtejul și șurubul. Astfel de mecanisme au fost inventate cu câteva mii de ani în urmă și deci sunt folosite din cele mai vechi timpuri.

*Scurt istoric*

Piramidele egiptene, construite cu câteva mii de ani înainte de Hristos, sunt bine cunoscute. Cea mai mare dintre ele, Piramida lui Kheops, are înălțimea de 147 m și este alcătuită din 2 300 000 de blocuri cubice. Fiecare bloc cântărește în medie 2,5 tone. Conform lui Herodot, la construcția acestei piramide au lucrat permanent circa 100 000 de oameni timp de 30 de ani, care se schimbau peste fiecare 3 luni. Ei foloseau la deplasarea blocurilor planul înclinat, pârghii și alte mecanisme simple.

*Piramida lui Kheops*

În prezent diferite mașini și instalații industriale create și utilizate în societatea modernă conțin mecanisme simple, ca părți componente în construcția acestora. Pot fi enumerate atât dispozitive manuale foarte simple, cât și mașini mult mai complicate: foarfecele, cleștele, troliul, utilaje ale fabricilor și uzinelor, macaraua etc.

Dă și alte exemple analogice de utilizare a mecanismelor simple.

# 1.1. Pârghia

**Definiție:** *Mecanismul simplu alcătuit dintr-un corp solid (de regulă, în formă de bară) ce are o axă de rotație se numește* ***pârghie****.*

Ca și orice mecanism simplu, pârghia servește pentru transformarea acțiunii exercitate asupra unui corp.

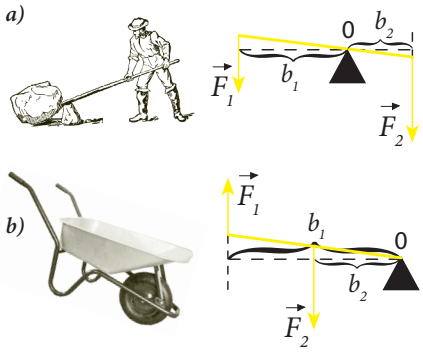


*Fig. 1*

Asupra pârghiei acționează, de obicei, două forțe: **forța activă** $\vec{F}_1$ (forța pe care o aplicăm pârghiei pentru a acționa asupra corpului) și **forța rezistentă** $\vec{F}_2$ (forța care trebuie învinsă) (fig. 1 a, b). În cazul de față, în forța rezistentă nu vom include forța de frecare și greutatea însăși a pârghiei, considerându-le nespus de mici. În funcție de amplasarea punctelor de aplicație ale acestor forțe **față de axa de rotație** ***O***, deosebim:

- pârghie de genul întâi (fig. 1, a);
- pârghie de genul al doilea (fig. 1, b).

În ambele cazuri pârghia se poate afla în echilibru, ca și orice corp cu axă de rotație. Aceasta are loc atunci când pârghia se află în repaus ori se rotește uniform și depinde de forțele care acționează asupra ei și de brațele acestora.

**Definiție:** *Distanța cea mai mică dintre axa de rotație și suportul forței (linia de acțiune a forței) se numește* ***brațul forței****.*

Brațul forței, $b$, este egal cu lungimea perpendicularei coborâte din punctul de sprijin (de pe axa de rotație) pe suportul forței.

Punctul $O$ prin care trece axa de rotație se mai numește ***punct de sprijin***. În fig. 1 a și 1 b sunt reprezentate brațele forței active și ale forței rezistente. Prezintă interes ce corelație există între raportul forțelor și raportul brațelor acestor forțe în fiecare caz. Să stabilim această relație pe cale experimentală.

**Experimentează**

- Folosind o pârghie, mase marcate și un dinamometru, determină forța rezistentă, forța activă și brațele acestor forțe în cazul în care asupra pârghiei în repaus acționează două forțe orientate:
  a) în același sens (fig. 2 a);
  b) în sensuri opuse (fig. 2 b).
- Care este relația dintre raportul forțelor ce acționează asupra pârghiei și raportul brațelor acestor forțe?
- Formulează concluzii despre câștigul în forță obținut cu ajutorul pârghiei.

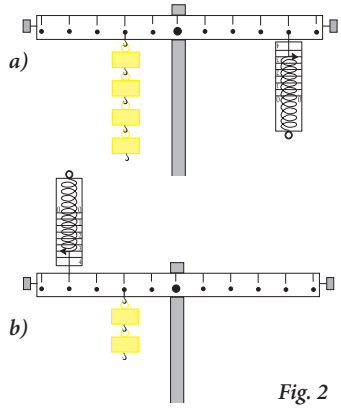


*Fig. 2*

**Reține!**

*În cazul când asupra pârghiei acționează două forțe, aceasta se află în echilibru atunci când raportul forțelor este egal cu raportul invers al brațelor acestor forțe.*

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1} \qquad (1)$$

Expresia (1) reprezintă condiția de echilibru a pârghiei asupra căreia acționează două forțe.

Relația (1) arată că pârghia transformă forța aplicată de atâtea ori de câte ori se deosebesc lungimile brațelor forței active și ale celei de rezistență. Prin urmare, cu ajutorul acestui mecanism simplu se poate obține câștig în forță datorită alegerii brațelor forțelor. De menționat că relația (1) reflectă o regulă generală pentru mecanismele simple.

Așadar, cu ajutorul pârghiei se poate învinge o forță mare cu o forță mică, deplasând corpul, și astfel se efectuează un lucru mecanic, ceea ce nu se poate realiza doar cu mâna liberă, adică fără utilizarea mecanismului.

**Află mai mult!**

Aici poate apărea o întrebare: dacă se câștigă în forță, se câștigă și în lucru?

Răspunsul la întrebare poți să-l obții analizând mișcarea și drumul parcurs de capetele pârghiei sub acțiunea forțelor: activă $\vec{F}_1$ și cea rezistentă $\vec{F}_2$. Găsește din construcția geometrică relația dintre raportul distanțelor parcurse $d_1$ și $d_2$ și raportul brațelor $b_1$ și $b_2$. Utilizând formula (1) și lucrul fiecărei forțe: $L_1 = F_1 \cdot d_1$, $L_1 = F_2 \cdot d_2$, stabilește relația matematică dintre $L_1$ și $L_2$. Formulează concluzia.

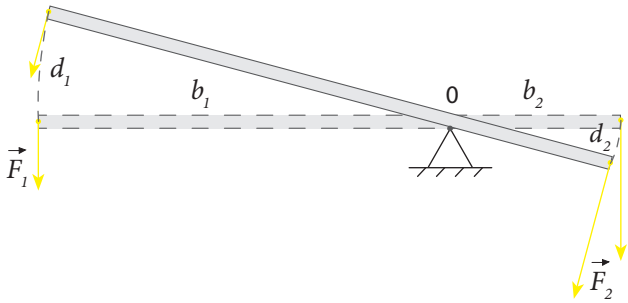



*Fig. 3*

**Reține!**

- *Utilizarea pârghiei nu oferă câștig în lucru.*
- *De câte ori se câștigă în forță, de atâtea ori se pierde în distanță.*

Această afirmație este valabilă pentru orice mecanism simplu, fiind permanent confirmată de experiența umană multiseculară. Regula dată a fost stabilită de marele savant al antichității Arhimede, fiind numită „Regula de aur a mecanicii".

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Ce reprezintă pârghia? Cu ce scop se utilizează pârghia?
2. Dă exemple de cazuri de utilizare a pârghiilor în viața cotidiană și în tehnică.
3. Ce înțelegi prin noțiunea de echilibru al corpului?
4. În ce condiții un corp cu axă de rotație se află în stare de echilibru?
5. Cum înțelegi termenul de echilibru al pârghiei? Care este condiția de echilibru al pârghiei?
6. În ce constă sensul fizic al regulii de aur a mecanicii?
7. Cu ce scop mânerele foarfecelor, de regulă, se fac mai lungi decât lungimea lamelor (tăișurilor)? Explică ce tipuri de foarfece din toată varietatea existentă au tăișuri mai scurte, care mai lungi și de ce?
8. Din ce cauză, pentru a tăia o tablă metalică, deschidem foarfecele cât mai larg? Ce câștigăm prin aceasta?
9. O crenguță scurtă poate fi ruptă în două jumătăți mai ușor decât apoi fiecare dintre acestea, iarăși în altele două. Explică de ce.
10. Dă exemple de instrumente, utilizate în diferite domenii, cu care se obține câștig în forță pe contul lungimii mânerelor.

*Fig. 4*

11. Explică de ce macaralele care funcționează lângă blocurile aflate în construcție sunt dotate cu contragreutăți. Dă exemple de utilizare a contragreutăților cu destinație analogică și în alte dispozitive sau instalații.
12. Care este rolul contragreutății la scoaterea apei dintr-o fântână cu cumpănă? Explică acțiunea fiecărei forțe din sistem (fig. 4).
13. O varietate a pârghiei este troliul folosit la unele fântâni (fig. 5). Explică necesitatea utilizării lui.

*Fig. 5*

14. Explică principiul de funcționare al unui deschizător de conserve (fig. 6).
15. La capetele unei pârghii sunt aplicate două forțe: $F_1 = 15$ N și $F_2 = 20$ N. Să se calculeze valoarea brațului mare dacă valoarea brațului mic este de 12 cm.

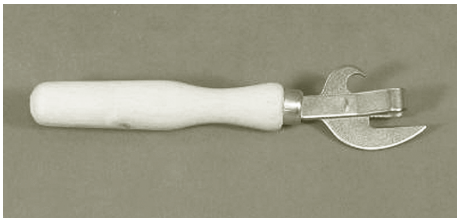


*Fig. 6*

# 1.2. Scripetele

**Informație** În imaginea alăturată este reprezentat un *scripete*. Acesta este alcătuit dintr-o roată cu un *șanț* pe muchie, care se poate roti în jurul unui *ax* ce trece prin centrul roții. Prin șanț trece un fir. De ax este fixată o *furcă* cu cârlig.

Scripetele poate fi de două tipuri: *fix* sau *mobil*.

**Descoperă singur!**

- Privește atent imaginile din fig. 1 a, 1 b.
- Prin ce se deosebește scripetele din fig. 1 a de cel din fig. 1 b?

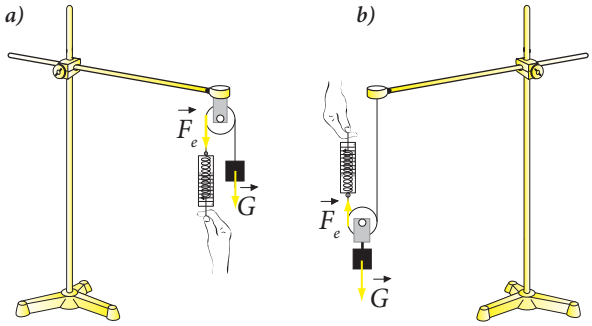



*Fig. 1*

**Definiții:**

- *Mecanismul simplu alcătuit dintr-o roată cu canal periferic care se rotește în jurul axei ce trece prin centrul ei se numește* ***scripete.***
- *Scripetele a cărui axă se află în repaus se numește* ***scripete fix****.*
- *Scripetele a cărui axă se află în mișcare se numește* ***scripete mobil****.*

*Care este destinația fiecărui tip de scripete?*

Răspunsul la această întrebare îl putem obține din experiență.

**Experiment**

- Fixați un scripete de stativ așa cum e arătat în fig. 2. De un capăt al firului legați o masă marcată de 100 g, care va crea forța rezistentă $\vec{F}_2 = \vec{G} = \vec{mg}$, iar de celălalt – cârligul unui dinamometru, care va crea forța activă $\vec{F}_1$.
- Menținând sistemul în repaus, citiți indicația dinamometrului. Apoi adăugați alte mase marcate și din nou citiți indicațiile.
- Notați rezultatele obținute în tabel.

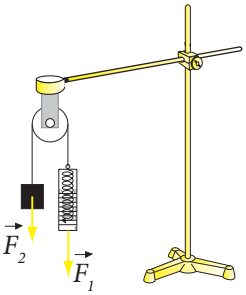



*Fig. 2*

| Nr. exp. | Masa $m$, g | Forța $F_2$, N | Forța $F_1$, N | Relația dintre forța activă $F_1$ și cea rezistentă $F_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |

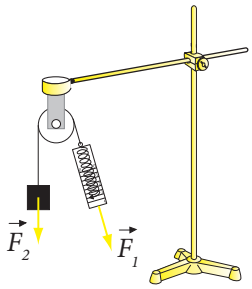



*Fig. 3*

- Care este relația dintre forțele $F_1$ și $F_2$?
- Schimbați direcția de acțiune a forței $F_1$ (fig. 3). Se va schimba oare valoarea ei?
- Se obține oare câștig în forță cu ajutorul scripetelui fix?
- Care este destinația acestui scripete?
- Ce caracteristică a forței se transformă prin aplicarea lui?

**Reține!**

- *Scripetele fix nu dă câștig în forță, fiind folosit doar pentru a schimba direcția și sensul acțiunii forței active.*
- *Modulul forței active $F_1$ este egal cu modulul forței rezistente $F_2$ atunci când scripetele fix se află în echilibru.*

**Experiment**

- Pregătiți instalația din fig. 4 folosind scripetele mobil.
- Fixați un capăt al firului de stativ (în punctul $C$). Pentru crearea forței rezistente, suspendați de cârligul scripetelui o masă marcată de 100 g, iar de capătul liber al firului legați cârligul dinamometrului care măsoară forța activă $\vec{F}_1$.
- Citiți indicația dinamometrului. Repetați experiența pentru diferite valori ale forței $\vec{F}_2$.
- Introduceți rezultatele în tabel.

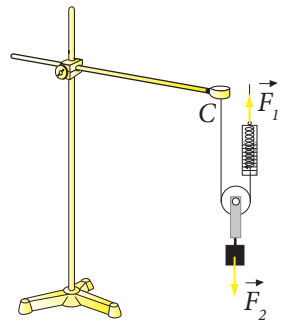



*Fig. 4*

| Nr. exp. | Masa $m$, g | Forța $F_2$, N | Forța $F_1$, N | Relația dintre forța activă $F_1$ și cea rezistentă $F_2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |

- Ce relație există între forțele $F_1$ și $F_2$ în cazul scripetelui mobil?
- Se obține câștig în forță cu ajutorul acestui scripete?
- Verificați raportul forțelor schimbând direcția de acțiune a forței $\vec{F}_1$ sub diferite unghiuri față de verticală.
- Formulați concluziile.

**Reține!**

*În cazul scripetelui mobil, forța activă $F_1$ are valoare de două ori mai mică decât forța rezistentă $F_2$.* $F_1 = \frac{F_2}{2}$

Se spune că scripetele mobil dă câștig în forță de două ori.
Și în cazul scripetelui putem verifica regula de aur a mecanicii.

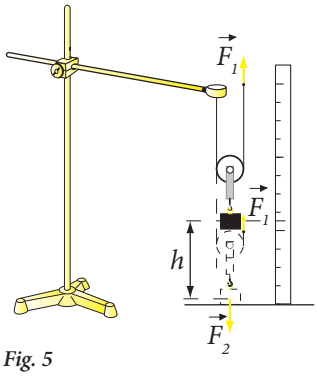



*Fig. 5*

Repetând experimentul cu scripetele mobil, putem compara distanțele parcurse de punctele de aplicație ale forțelor $\vec{F}_1$ și $\vec{F}_2$ (fig. 5). Constatăm că distanța parcursă de punctul de aplicație al forței active $\vec{F}_1$ este de două ori mai mare decât distanța parcursă de punctul de aplicație al forței rezistente $\vec{F}_2$.

Prin urmare, s-a câștigat în forță de două ori, în schimb s-a pierdut în distanță tot de două ori.

Astfel se constată aceeași regulă: de câte ori câștigăm în forță de atâtea ori pierdem în distanță.

„Regula de aur" a mecanicii este justă pentru toate mecanismele simple. Te-ai convins de acest fapt și pentru pârghie (fig. 6).

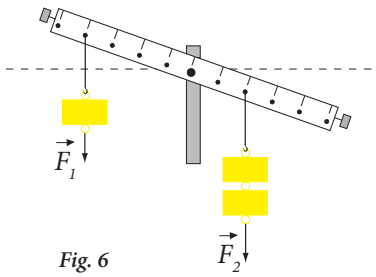



*Fig. 6*

Distanța parcursă de punctul de aplicație al forței $\vec{F}_1$ este mai mare decât cea parcursă de punctul de aplicație al forței $\vec{F}_2$ de atâtea ori de câte ori valoarea forței $\vec{F}_2$ este mai mare decât valoarea forței $\vec{F}_1$.

**Află mai mult!**

„Regula de aur", descoperită de Arhimede, precum și diversele aplicații ale ei au produs o mare senzație în rândul contemporanilor săi. Arhimede scria regelui Hieron din Siracusa că dacă ar exista o altă lume și ar putea ajunge la ea, ar reuși să o miște… Așa a rămas în istorie aforismul: „Dați-mi un punct de sprijin și voi urni Pământul din loc". Însă calculele demonstrează imposibilitatea acestui lucru, deoarece ar dura o perioadă enormă de $\approx 3 \cdot 10^{13}$ ani. Efectuați singuri aceste calcule, considerând că Arhimede ar fi dezvoltat o forță de 600 N pentru a deplasa cu 1 cm Pământul, care are o masă de $\approx 6 \cdot 10^{24}$ kg.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce reprezintă scripetele? Ce tipuri de scripeți cunoști?
2. În ce constă deosebirea dintre scripetele fix și cel mobil? Care este destinația fiecăruia dintre ei?
3. Explică analogia dintre scripete și pârghie.
4. Care tip de scripete dă câștig de forță și de câte ori?
5. Oferă scripetele câștig în lucrul mecanic? Argumentează răspunsul.
6. Un om poate ridica o greutate de 700 N la înălțimea de 3 m. Ce fel de scripete va folosi omul pentru a ridica la aceeași înălțime o greutate cu masa de 120 kg (fix sau mobil)? Argumentează răspunsul.

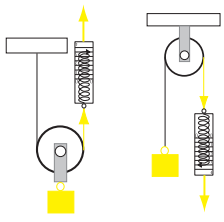
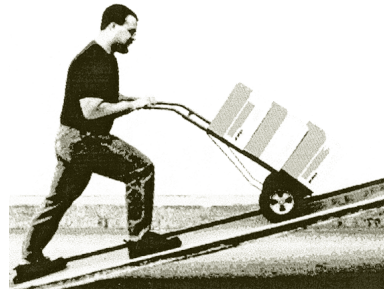



*Fig. 7*

7. Ce fel de scripeți se utilizează la macara pentru ridicarea greutăților la diferite etaje? Care este rolul fiecăruia dintre ei?
8. În ce cazuri se utilizează sisteme de mai mulți scripeți? Explică avantajele acestor sisteme.
9. Dă exemple de cazuri de utilizare a scripeților în tehnică și în alte domenii ale activității umane.
10. Determină indicația dinamometrelor în fig. 7, dacă greutatea corpului este de 15 N. La ce înălțime se ridică corpul în fiecare caz, dacă capătul liber al cablului se deplasează cu 2 m? Află lucrul forței active în fiecare caz.

# 1.3. Planul înclinat



În unele cazuri problema câștigului de forță la ridicarea corpurilor masive se rezolvă cu ajutorul planului înclinat.

**Definiție:** *Planul care formează un unghi ascuțit cu planul orizontal se numește* ***plan înclinat****.*

Fie că o bară cu masa $m$ trebuie ridicată uniform la înălțimea $h$ deasupra unui nivel dat. Asupra ei s-ar putea acționa cu o forță verticală, $\vec{F}$, egală în modul cu cea de greutate, dar de sens opus (fig. 1, a), și atunci lucrul efectuat de această forță ar fi: $L = mgh$ (1).

Însă bara poate fi ridicată cu o forță mai mică, utilizând planul înclinat cu înălțimea $h$ și lungimea $l$. Pentru aceasta asupra barei se va acționa cu o forță activă $\vec{F}$, orientată de-a lungul planului, care ar învinge forța rezistentă $\vec{G}_l$, ce ia naștere ca urmare a acțiunii forței de greutate, $\vec{G}$ (fig. 1, b). ($G = mg$).

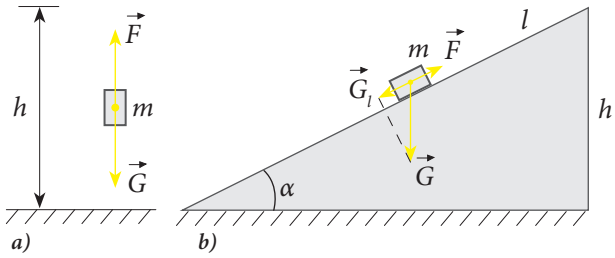



*Fig. 1*

Să examinăm mișcarea uniformă a barei pe acest plan. El se consideră foarte neted, astfel că forța de frecare se neglijează. Prin urmare, forța rezistentă $\vec{G}_l$, cauzată de forța de greutate, este unica forță care trebuie învinsă. Lucrul efectuat de forța activă la ridicarea uniformă a barei pe plan se calculează după formula cunoscută:

$$L = F \cdot l \qquad (2).$$

Deoarece în ambele cazuri corpul este urcat la aceeași înălțime, obținându-se efecte analogice, valoarea lucrului efectuat este aceeași, deci:

$$F\,l = mgh \qquad (3).$$

Din (3) se poate determina expresia forței $\vec{F}$.

$$F = mg \cdot \frac{h}{l} \qquad (4).$$

Deoarece $h < l$, raportul $\frac{h}{l} < 1$. Deci din formula (4) se vede că forța activă $F$ este mai mică decât forța de greutate $G$ de atâtea ori de câte ori lungimea planului înclinat este mai mare decât înălțimea lui: $\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$. Iată de ce este mai ușor de ridicat greutăți pe planuri mai lungi.

**Reține!**

- *Cu ajutorul planului înclinat se câștigă în forță de atâtea ori de câte ori forța activă $\vec{F}$ este mai mică decât forța de greutate $\vec{G}$.*
- *Raportul dintre aceste forțe este egal cu raportul dintre lungimea și înălțimea planului înclinat:* $\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$.

**Descoperă singur!** Demonstrează că și în cazul planului înclinat este valabilă regula de aur a mecanicii.

### Elaborarea unei comunicări

**Utilizarea mecanismelor simple**

Planul de lucru:

1. Consultați surse suplimentare de informații pe această temă.
2. Consultați mai multe surse de informații.
3. Selectați informația necesară.
4. Comparați informația selectată cu cea a colegilor și verificați exactitatea ei. Consultați profesorul.
5. Aranjați informația selectată într-o succesiune logică, clară și concisă, utilizând un limbaj variat: scheme, tabele, grafice, diagrame etc.
6. Expuneți comunicarea în scris.
7. Evaluați rezultatele obținute.

**Verifică-ți cunoștințele**

1. Ce înțelegi prin termenul „plan înclinat”?
2. Care este destinația planului înclinat?
3. Dă exemple din viață și tehnică în care și-a găsit aplicația planul înclinat.
4. Explică de ce pentru urcarea la etaje se folosesc, de regulă, scări oblice și nu scări verticale.
5. Descrie modul de urcare cu bicicleta pe un deal abrupt aplicând o forță de tracțiune mai mică comparativ cu cazul urcării dealului pe linie dreaptă.
6. Ce tipuri de drumuri se folosesc pentru urcarea mijloacelor de transport în munți? De ce?
7. La utilizarea planului înclinat pentru ridicarea greutăților se câștigă în drum, în forță sau în lucrul mecanic?
8. Indică forțele ce acționează asupra unui corp tras cu o funie pe un plan înclinat.
9. De câte ori se câștigă în forță cu ajutorul planului înclinat în funcție de dimensiunile acestuia?
10. Înălțimea unui plan înclinat este de 1,2 m, iar lungimea – de 3 m. De câte ori se câștigă în forță?

# 1.4. Randamentul mecanismelor simple

*Informație*

Studiind mecanismele simple, am cercetat cazurile ideale în care forța activă era utilizată doar pentru învingerea forței rezistente, care în majoritatea cazurilor era considerată numai greutatea corpului. În realitate, utilizând astfel de mecanisme, este necesar să fie învinsă nu numai forța rezistentă de origine gravitațională a corpului dat, ci și alte forțe. De exemplu, la ridicarea unui corp cu ajutorul scripetelui mobil, forța activă învinge nu numai greutatea corpului, dar și greutatea scripetelui, precum și forțele de frecare (între cablu și scripete, între scripete și axul lui).

*Definiții:*

- *Lucrul mecanic efectuat în conformitate cu destinația mecanismelor simple se numește* ***lucru util****.*
- *Lucrul mecanic efectuat de forța activă se numește* ***lucru total*** *(sau* ***consumat****).*

Lucrul util este egal cu creșterea energiei potențiale a corpului față de valoarea ei în poziția inferioară a acestuia.

De exemplu, la ridicarea unui corp cu masa $m$ pe planul înclinat cu înălțimea $h$, lucrul util este: $L_u = mgh$. Iar lucrul total se va calcula ca produsul dintre forța activă $F$ și lungimea planului $l$: $L_t = F\,l$.

Pentru a caracteriza eficiența funcționării unui mecanism sau a unei mașini se utilizează o mărime, numită *randament*.

*Definiție:*

*Raportul dintre lucrul mecanic util și lucrul mecanic total se numește* ***randament mecanic****.*

Randamentul se notează cu simbolul $\eta$ (litera grecească „eta") și se definește prin raportul:

$$\eta = \frac{L_u}{L_t} \qquad \text{sau} \qquad \eta = \frac{L_u}{L_t} \cdot 100\%.$$

Astfel, randamentul arată ce parte (sau câte procente) reprezintă lucrul util din lucrul total consumat.

*Activitate practică*

Discutați și răspundeți la următoarele întrebări:

- Poate oare randamentul unui mecanism să depășească 100%?
- Cum poate fi mărit randamentul mecanismelor simple?
- Se respectă oare cu precizie în practică „regula de aur" a mecanicii?
- De ce depinde randamentul planului înclinat?

*Lucrare de laborator*

### Determinarea randamentului planului înclinat

***Aparate și materiale:*** tribometru, stativ, dinamometru, bară de lemn, mase marcate de 100 g.

***Mod de lucru:***

- Folosiți tribometrul înclinat (fixat pe stativ) și trageți uniform în sus cu dinamometrul bara pe acest plan înclinat. Înscrieți indicațiile forței active arătate de dinamometru.

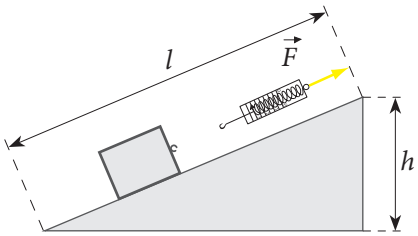



*Fig. 1*

- Măsurați cu dinamometrul greutatea corpului $P = mg$, iar cu rigla – lungimea $l$ a planului înclinat și înălțimea lui $h$.
- Repetați experiența, situând pe bara de lemn mase marcate.
- Prelucrați rezultatele pentru a completa următorul tabel:

| Nr. exp. | $F$, N | $P = mg$, N | $l$, m | $h$, m | Lucrul util $L_u = mgh$ | Lucrul total $L_t = Fl$ | Randamentul $\eta = \frac{L_u}{L_t} \cdot 100\%$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | |

- Comparați valorile numerice ale lucrului util și ale celui consumat.
- Calculați randamentul planului înclinat pentru fiecare caz.
- Formulați concluzii.

*Verifică-ți cunoștințele*

1. Ce sens fizic exprimă termenul randament al mecanismului sau al mașinii?
2. Ce se numește randament mecanic?
3. Cum se determină lucrul total la ridicarea greutăților cu ajutorul mecanismului simplu? Dar cel util?
4. Valoarea randamentului poate fi egală cu unu, mai mică sau mai mare decât unu? Argumentează răspunsul.
5. Randamentul unei pârghii este de 90%, iar al altei pârghii – de 95%. Care factori determină această diferență de valori? Cu care dintre ele se poate ridica o greutate mai mare cu aceeași forță de tracțiune?
6. Știind că scripetele fix schimbă doar direcția de acțiune a forței active la ridicarea greutății, iar punctele de aplicație al forței active și ale celei de rezistență parcurg distanțe egale, explică de ce lucrul total este mai mare decât cel util.
7. Analizează funcționarea celor doi scripeți din fig. 2, care ridică greutatea la una și aceeași înălțime. Știind că forțele de frecare dintre fiecare scripete și cablu sunt egale, determină care instalație are un randament mai mare. Argumentează răspunsul.
8. Un muncitor ridică o căldare cu mortar cu masa de 20 kg cu ajutorul unui scripete fix, aplicând asupra cablului o forță de 220 N. Determină randamentul instalației.
9. Pentru a ridica o ladă cu masa de 40 kg la înălțimea de 50 cm s-a folosit o scândură cu lungimea de 175 cm, în calitate de plan înclinat. Calculează randamentul acestuia, dacă pentru mișcarea uniformă a lăzii s-a aplicat o forță de tracțiune egală cu 140 N.

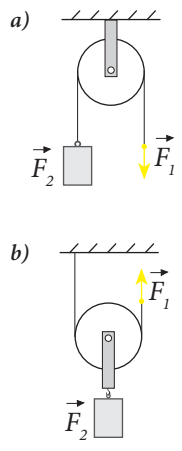



*Fig. 2*

# Rezumat

În capitolul dat sunt descrise mai detaliat câteva mecanisme simple, fiind stabilite și anumite legități caracteristice fiecăruia dintre ele: de exemplu, câștigul de forță, în cazul pârghiei sau al altor mecanisme, funcțiile scripetelui fix și ale celui mobil, rolul planului înclinat în ridicarea greutăților etc. Însă regula generală, „regulă de aur a mecanicii", este unică și valabilă pentru toate mecanismele enumerate anterior: „De câte ori câștigăm în forță, de atâtea ori pierdem în distanță".

• Acum putem generaliza cunoștințele despre diversitatea mecanismelor simple. Așadar, mecanismele simple au fost inventate de oameni pentru a-și ușura activitatea de muncă, pentru a învinge forțe mari cu forțe mici. În general, mecanismele simple sunt destinate pentru modificarea forței cu care se acționează, de exemplu, asupra unor greutăți.

Dar fiecare mecanism a fost inventat pentru a fi folosit în anumite condiții. Astfel, alegerea unui anumit mecanism pentru efectuarea lucrului este dictată de o situație specifică, ce necesită tipul respectiv de mecanism, ca fiind soluția cea mai rațională.

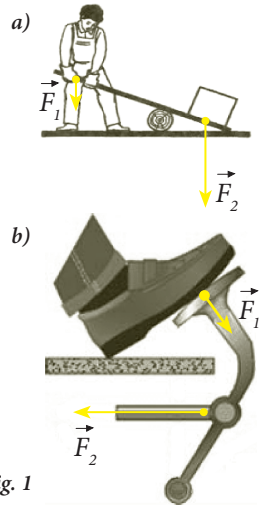


*Fig. 1*

În cazurile cercetate am considerat drept forță de rezistență, de regulă, greutatea corpului care trebuie ridicat (fig. 1, a). Dar în dispozitivele diferitelor mașini și instalații tehnice forța de rezistență poate fi și de alt tip. De exemplu, în cazul pedalelor în automobile sau al unor dispozitive pneumatice ori hidraulice, în cazul supapelor de siguranță la cazanele cu abur se folosesc pârghii, în care forța de rezistență poate fi forța elastică ce acționează asupra pârghiei din partea unui resort elastic, pentru a o menține într-o anumită poziție (fig.1, b).

Desigur că putem întâlni și alte varietăți de dispozitive moderne cu utilizarea pârghiilor de forme diverse.

În toate cazurile privind aplicațiile pârghiei câștigul în forță se atinge prin alegerea (proiectarea) brațelor forțelor, astfel că în cazul echilibrului acesteia are loc egalitatea: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1}$, în care simbolurile mărimilor sunt cele cunoscute.

• Câștigând în forță, nu câștigăm și în lucru. Din studiile efectuate am stabilit că, într-adevăr, punctele de aplicație ale forței active și ale celei de rezistență parcurg distanțe diferite, astfel că raportul distanțelor este egal cu raportul brațelor. Urmând aceste considerente, am demonstrat că valorile lucrului acestor forțe sunt egale între ele.

• În cazurile când apare necesitatea de a schimba nu modulul forței, ci direcția și sensul acțiunii ei, se folosește scripetele fix. Acesta nu dă câștig în forță,

în schimb permite de a alege direcția și sensul de acțiune ale forței active, când apare o asemenea necesitate. Astfel se soluționează problema de ridicare a greutăților la înălțime, în cazurile când forța activă trebuie orientată în jos. Scripeți de acest fel se utilizează și în instalații pentru antrenamente în sala de forță (fig. 2, a), precum și la macarale pentru redirecționarea cablurilor de tracțiune (fig. 2, b, c) etc.

*Fig. 2* *a)* *b)* *c)*

Scripetele mobil se utilizează pentru a ridica greutăți având un câștig în forță de două ori. Se aplică pe larg la toate tipurile de macarale (vezi fig. 2, b, c), precum și în alte instalații tehnice.

*Fig. 3*

- Planul înclinat se aplică pe larg la ridicarea greutăților, cu mase mari, prin rostogolire sau alunecare. În acest caz se modifică atât modulul forței active față de cea rezistentă, cât și direcția de acțiune. Câștigul în forță este determinat de raportul lungimii planului față de înălțimea lui:

$$\frac{G}{F} = \frac{l}{h}.$$

Planul înclinat se folosește la deplasarea greutăților în cele mai diverse domenii de activitate ale omului: la depozite, în construcții, la proiectarea drumurilor ș.a.

- Randamentul oricărui mecanism caracterizează eficiența acestuia. Cu cât valoarea acestei mărimi este mai aproape de unitate (de 100%), cu atât mai eficient este mecanismul dat. Formula ce definește randamentul este: $\eta = \frac{L_u}{L_t}$, unde $L_u = mgh$, iar $L_t$ este lucrul forței active, care se efectuează pentru învingerea forței rezistente. În cazurile ideale examinate la studiul mecanismelor simple am considerat că forța rezistentă este doar cea de greutate a corpului. Dar în cazurile reale de utilizare a mecanismelor un rol important îl au și alte forțe, care, de asemenea, se opun forței active, spre exemplu, forțele de frecare. Acestea reduc valoarea randamentului, deoarece duc la mărirea lucrului forței active și, ca urmare, la micșorarea randamentului. De aceea în practică se întreprind măsuri pentru diminuarea influenței forțelor de frecare.

# EVALUARE

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a sistemului de cunoștințe specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-4 prezintă răspunsul succint.**

1. Continuă următoarele propoziții, astfel încât acestea să fie corecte:
   a) Dispozitivele ce servesc pentru transformarea forței aplicate se numesc ..... — **1 punct**
   b) Scripetele al cărui ax se află în mișcare se numește ..... — **1 punct**
   c) De câte ori se câștigă în forță, de atâtea ori se ..... — **1 punct**
   d) Lucrul mecanic efectuat de forța activă se numește ..... — **1 punct**
   e) Raportul dintre lucrul mecanic util și lucrul mecanic total se numește ..... — **1 punct**
   f) Scripetele fix se folosește pentru a schimba direcția forței ..... — **1 punct**
   g) Planul înclinat formează un unghi ascuțit cu ..... — **1 punct**
   h) Raportul modulelor celor două forțe ce acționează asupra pârghiei în repaus este egal cu raportul invers al ..... — **1 punct**
2. La ce înălțime se ridică un corp, atunci când capătul liber al cablului se deplasează cu 2 m:
   a) în jos în cazul scripetelui fix? ..... — **2 puncte**
   b) în sus în cazul scripetelui mobil? ..... — **2 puncte**
3. Alege scara pentru brațele pârghiei și pentru forțele aplicate acesteia, reprezentându-i printr-o diagramă starea de echilibru ..... — **3 puncte**



4. Desenează vectorii forțelor care acționează asupra pârghiei unei balanțe școlare aflate în stare de echilibru ..... — **3 puncte**



**II. În itemii 5, 6 încercuiește răspunsul corect din variantele propuse:**

5. Randamentul mecanismului simplu poate lua valoarea:
   a) egală cu unu; b) mai mare decât unu;
   c) mai mică decât unu ..... — **2 puncte**
6. Un corp cu masa de 50 kg este ridicat uniform cu ajutorul unui scripete mobil. Forța de tracțiune este egală cu:
   a) 490 N; b) 445 N; c) 245 N; d) 425 N; e) alte variante ..... — **3 puncte**

**III. În itemul 7 prezintă răspunsul în formă liberă:**

7. Scrie un eseu (până la 10 propoziții) despre folosirea mecanismelor simple studiate. ..... — **10 puncte**

## 2. Achiziții practice

# 2.1. Soluționează situații

### A. Exersează

1. Brațele forțelor ce acționează asupra unei pârghii, aflate în echilibru, sunt respectiv egale cu 15 cm și 90 cm. Forța mai mică ce acționează asupra pârghiei este de 1,2 N. Determină forța mai mare ce acționează asupra pârghiei.
2. Greutăți mari pot fi ridicate cu ajutorul unei răngi metalice care dă câștig în forță de 20 de ori. Estimează masa unui corp care poate fi ridicat cu o astfel de rangă, dacă admitem că asupra ei s-a acționat cu o forță de 600 N (în probleme din §2.1.A se va lua $g = 10$ N/kg).
3. La capetele unei pârghii acționează două forțe de 25 N și 150 N. Brațul forței mai mari este de 3 cm. Determină lungimea pârghiei, aflată în poziție orizontală, dacă sub acțiunea acestor forțe ea se află în echilibru.
4. O pârghie, la capetele căreia acționează două forțe de 2 N și 18 N, se află în echilibru. Determină poziția punctului de sprijin față de punctul de aplicație a forței mai mari, dacă lungimea pârghiei este de 1 m.
5. La ce înălțime se ridică un corp cu masa $m$, atunci când capătul liber al cablului se deplasează în jos cu 2 m (fig. 1)?
6. Ce greutate se poate ridica cu ajutorul unui scripete mobil, dacă greutatea lui proprie este de 20 N, iar la capătul liber se aplică o forță de 210 N, forța de frecare neglijându-se?
7. Cu ajutorul unui scripete mobil cu greutatea de 20 N este ridicat un corp cu greutatea de 165 N prin aplicarea unei forțe active de 100 N. Determină forța de frecare.

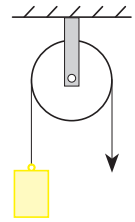


*Fig. 1*

8. O ladă cu cărămizi a fost ridicată cu ajutorul unui scripete mobil la înălțimea de 12 m în timp de 0,5 min. Cu ce este egală puterea dezvoltată la ridicarea lăzii, dacă valoarea forței aplicate este de 320 N?
9. O bară, a cărei greutate se neglijează, este articulată în punctul $C$ și menține în echilibru sistemul greutăților $m_1$ și $m_2$ (fig. 2).

   Determină masa $m_2$, dacă $m_1 = 2$ kg, lungimea totală a barei $AC = l$, iar $BC = \frac{1}{3}\, l$.
10. Înălțimea unui plan înclinat este de 3 m, iar lungimea sa – de 6 m. Ce câștig în forță se obține cu ajutorul acestui plan înclinat? Frecarea se neglijează.

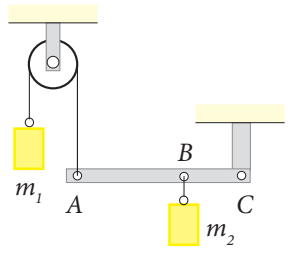



*Fig. 2*

11. Un plan înclinat are lungimea de 6 m și înălțimea de 1,5 m, iar altul – lungimea de 7,2 m și înălțimea de 1,8 m. Care din aceste planuri ne dă un câștig mai mare în forță? Forța de frecare se neglijează.
12. Ce lungime trebuie să aibă planul înclinat cu înălțimea de 1 m, pentru a ridica uniform o greutate cu masa de 90 kg sub acțiunea unei forțe de 180 N?
13. Care este valoarea raportului $h/l$ al unui plan înclinat, dacă câștigul în forță este de 5 ori?
14. Un corp cu masa de 400 g este ridicat uniform pe un plan înclinat neted, cu lungimea de 0,5 m și înălțimea de 20 cm. Ce forță paralelă planului este aplicată corpului pentru a-l ridica la înălțimea dată?
15. Un muncitor ridică uniform o greutate de 100 kg, folosind un plan înclinat cu lungimea de 2 m și înălțimea de 1 m. Determină modulul forței active aplicate de muncitor (fig. 2 b).
16. Care este masa unui corp ridicat uniform pe un plan înclinat, dacă sub acțiunea unei forțe active de 2 N, orientată paralel cu planul, câștigul în forță este de 5 ori? Frecarea se neglijează.
17. Pe un plan înclinat cu lungimea de 16 m este ridicată uniform o greutate cu masa de 500 kg la înălțimea de 8 m. Să se calculeze lucrul forței active, dacă forța de frecare este egală cu 1 kN (fig. 3).

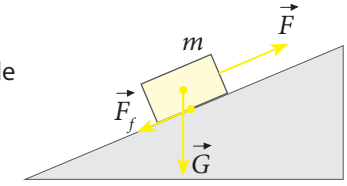


*Fig. 3*

18. Cu ajutorul unei pârghii a fost ridicat uniform la înălțimea de 1 m un corp cu masa de 150 kg. Știind că forța aplicată la brațul mai mare al pârghiei a efectuat un lucru de 1,6 kJ, află randamentul instalației.
19. Randamentul unei pârghii este de 80%. Cu ajutorul ei a fost ridicat la înălțimea de 40 cm un corp cu masa de 120 kg. La ce distanță s-a deplasat în jos capătul brațului mare al pârghiei, dacă i s-a aplicat o forță de 500 N?
20. Un scripete mobil cu randamentul de 70% ridică la înălțimea de 2 m un corp. Află masa corpului, dacă la capătul liber al cablului este aplicată o forță de 420 N.
21. Cu ajutorul unui scripete mobil și al unui scripete fix a fost ridicată uniform la înălțimea de 8 m o greutate de 80 N. Ce forță a fost aplicată la capătul liber al cablului și ce lucru a fost consumat la ridicarea greutății, dacă randamentul instalației este de 80%?
22. O greutate de 3,5 kN este ridicată pe un plan înclinat la înălțimea de 1,8 m. Știind că randamentul planului înclinat este de 60%, determină lucrul efectuat de forța activă.
23. Înălțimea unui plan înclinat este egală cu 1,2 m, iar lungimea – cu 10,8 m. Pentru ridicarea unui corp cu masa de 180 kg pe acest plan asupra lui a fost aplicată forța de 250 N. Află randamentul planului înclinat și forța de frecare.

## B. Experimentează

1. Confecționează o pârghie și demonstrează experimental relația dintre două forțe care o echilibrează și brațele acestora.
2. Dă exemple, din diversitatea de rechizite școlare, de obiecte pe care le utilizezi frecvent ca pârghii. Prezintă câteva dintre ele.
3. Enumeră materialele necesare pentru confecționarea unei balanțe. Realizează experimental.
4. Având la dispoziție o scândură, o bară de lemn, o riglă, fire de cauciuc și corpuri cu mase cunoscute, descrie modul de lucru pentru determinarea randamentului planului înclinat.

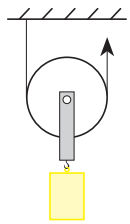


*Fig. 4*

5. Enumeră obiectele pe care le-ai lua într-o călătorie în pădure, utilizându-le ca pârghii.
6. Cu ce forță trebuie tras capătul cablului pentru a ridica un corp cu masa de 500 g (fig. 4)? Realizează acest experiment, utilizând greutăți marcate a câte 100 g, și verifică rezultatul prognozat teoretic, cu ajutorul dinamometrului legat de capătul cablului.
7. Verifică experimental la ce distanță se va deplasa un corp cu greutatea $P$ pe o suprafață orizontală, dacă capătul liber al firului se deplasează în jos cu 0,4 m (fig. 5)?

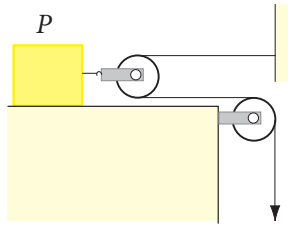



*Fig. 5*

## C. Cercetează

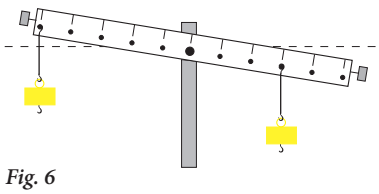


*Fig. 6*

1. Se află oare în echilibru pârghia din fig. 6? Desenează această pârghie în caiet. Indică brațele forțelor $\vec{F}_1$ și $\vec{F}_2$. Determină valorile rapoartelor $\frac{F_1}{F_2}$ și $\frac{b_2}{b_1}$. Compară-le și formulează concluzii.
2. Cu ce forțe trebuie acționat în punctul $B$ al pârghiilor din fig. 7 a și fig. 7 b pentru ca acestea să se afle în repaus?

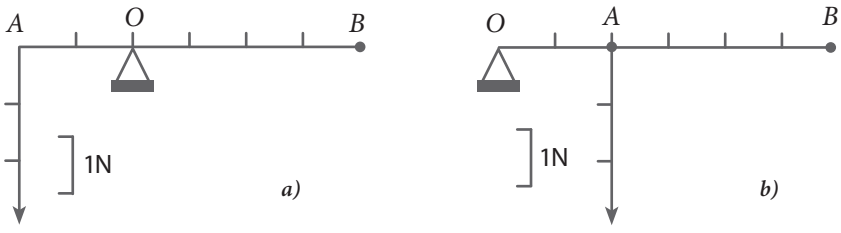



*Fig. 7*

3. Desenează modele de pârghii analogice după funcții cu scripetele fix și cel mobil.
4. Un muncitor trebuie să ridice la o anumită înălțime o greutate cu ajutorul unei pârghii. El poate utiliza în calitate de pârghie o bară de oțel sau una de aluminiu de aceleași dimensiuni. Care variantă este mai avantajoasă din punctul de vedere al randamentului și de ce?
5. O greutate poate fi ridicată la o anumită înălțime în două moduri: utilizând un scripete fix sau unul mobil. Știind că ambii scripeți sunt identici, iar forțele de frecare au aceeași valoare, se poate afirma că ambele instalații ar avea randamente egale? Argumentează răspunsul.
6. Folosirea scripetelui mobil în sistemul din fig. 8 oferă un câștig de forță de două ori sau nu? Argumentează răspunsul. Explică dacă variază și cum anume modulul forței active în procesul ridicării greutății, în cazul în care frecarea se neglijează, iar greutatea scripetelui se neglijează.

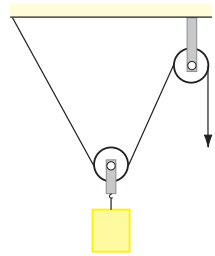
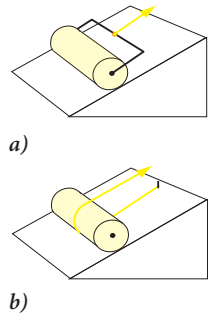


*Fig. 8*

7. Ce este mai ușor în cazuri reale: să ținem o greutate pe planul înclinat sau să o mișcăm uniform pe el?
8. Un cilindru este ridicat uniform pe un plan înclinat (fig. 9). În care dintre cele două cazuri, a) sau b), este mai ușor de ridicat corpul? Argumentează răspunsul.
9. Care este rolul barei lungi în mâinile unui echilibrist de circ care merge pe o funie întinsă?
10. Enumeră mecanisme ale automobilelor și ale altor mașini cunoscute care au rol de pârghii.
11. Selectează informații despre mecanismele simple care reprezintă varietăți de plan înclinat. Explică principiul lor de funcționare și trasează analogii cu planul înclinat studiat în capitolul dat.



*a)*

*b)*

*Fig. 9*

12. Având la dispoziție un tribometru, o bară de lemn, un cărucior, un dinamometru și o panglică de măsurat, propune un proiect de cercetare a dependenței randamentului planului înclinat de tipul forței de frecare. Realizează experimental această cercetare.

*Fig. 10*

13. Explică principiul de funcționare al balansoarului (fig. 10), aplicând cunoștințele despre mecanismele simple.

# EVALUARE SUMATIVĂ

Testul respectiv este propus pentru verificarea gradului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol.

**I. În itemii 1-3 încercuiește răspunsul corect din variantele propuse:**

1. Brațele unei pârghii se raportează ca 2:3. Valoarea forțelor aplicate la capetele pârghiei se raportează ca: …… — **2 puncte**
   a) 2:2; b) 2:3; c) 3:2; d) 3:3; e) alte variante.
2. Pentru a ridica uniform un corp cu masa de 100 kg, cu ajutorul unui scripete mobil, se aplică o forță de: …… — **3 puncte**
   a) 980 N; b) 890 N; c) 940 N; d) 490 N; e) alte variante.
3. Pe un plan înclinat cu înălțimea de 1 m a fost ridicat uniform un corp cu masa de 50 kg, efectuând un lucru total de 700 J. Randamentul planului înclinat este egal cu: …… — **3 puncte**
   a) 60 %; b) 70%; c) 80 %; d) 90 %; e) alte variante.

**II. În itemii 4-7 prezintă rezolvarea completă a problemelor:**

4. Un muncitor trebuie să ridice o greutate de 96 kg cu ajutorul unui scripete mobil, al cărui randament este egal cu 80 %. Să se determine forța de tracțiune care trebuie aplicată … — **4 puncte**
5. Să se determine înălțimea maximă la care un muncitor ridică o greutate cu masa de 250 kg, folosind un plan înclinat neted cu lungimea de 6,25 m și aplicând o forță activă de 200 N. — **4 puncte**
6. De capetele unei pârghii cu lungimea de 1 m, aflate în echilibru, sunt suspendate două greutăți cu masele de 0,5 kg și 2 kg. La ce distanță de la capătul de care este suspendat corpul mai ușor se află punctul de sprijin? …… — **5 puncte**
7. Calculează randamentul pârghiei cu ajutorul căreia a fost ridicat uniform la înălțimea de 6 cm un corp cu masa de 245 kg. Aplicând la brațul mare o forță de 500 N, punctul ei de aplicare s-a deplasat în jos cu 0,3 m …… — **4 puncte**
   Ce putere a dezvoltat forța activă, dacă mișcarea a durat 2 s? — **2 puncte**

**III. În itemii 8, 9 prezintă răspunsul în formă liberă:**

8. Descrie etapele cercetării pe care o vei proiecta pentru a determina randamentul unui plan înclinat …… — **10 puncte**
9. Scrie un eseu despre acțiunile pe care le vei întreprinde pentru a deplasa de unul singur o ladă cu masa de 30 kg pe orizontală la o distanță de câțiva metri, apoi a o ridica în caroseria unui camion (până la 10 propoziții). Argumentează acțiunile …… — **10 puncte**

Tabelul densităților unor substanțe, $\rho$, kg/m$^3$ (la 20˚C)

| Corpuri solide | |
|---|---|
| Alamă – 8300-8700 | Hârtie – 700-1200 |
| Aluminiu – 2700 | Naftalină – 1150 |
| Ardezie – 2800 | Nichel – 8900 |
| Argint – 10500 | Oțel – 7800 |
| Aur – 19320 | Parafină 870-920 |
| Beton – 1800-2800 | Platină – 21460 |
| Carton – 690 | Plumb – 11300 |
| Cauciuc – 910-1400 | Plută – 220-260 |
| Cărămidă – 1800 | Porțelan – 2200-2500 |
| Ceară de albine – 960-980 | Rubin – 4000 |
| Chihlimbar – 1100 | Sare de bucătărie – 2200 |
| Cositor – 7300 | Stearină – 970-1000 |
| Cretă – 1800-2600 | Sticlă organică – 1180 |
| Cupru – 8900 | Sticlă pentru geam – 2400-2700 |
| Diamant – 3400-3600 | Tărâță – 150 |
| Făină – 400-500 | Zahăr – 1600 |
| Gheață – 900 | Zinc – 7100 |
| **Lichide** | |
| Acetonă – 781 | Lapte condensat cu zahăr – 1280 |
| Alcool etilic – 790 | Mercur – 13600 |
| Apă – 1000 | Miere – 1345 |
| Apă de mare – 1010-1050 | Păcură – 890-1000 |
| Benzină – 710-750 | Petrol – 730-940 |
| Eter etilic – 710 | Sânge – 1050 |
| Gaz lampant – 790-820 | Ulei de mașină – 900-920 |
| Glicerină – 1260 | Ulei vegetal de floarea-soarelui – 926 |

## Conceptele de bază studiate în clasa a VII-a la fizică

### B

**Braț al forței** — Distanța cea mai mică dintre axa de rotație și suportul forței.

### C

**Condiție de echilibru al pârghiei** — Raportul a două forțe, sub acțiunea cărora pârghia se află în echilibru, este egal cu raportul invers al brațelor acestora: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1}$.

**Constantă elastică a corpului** — Constanta $k$ egală cu raportul dintre modulul forței deformatoare $\vec{F}$ și deformarea (alungirea) corpului $\Delta l$. $k = \frac{F}{\Delta l}$.

**Corp de referință** — Corpul în raport cu care se stabilește poziția altor corpuri.

### D

**Deplasare** — Segmentul de dreaptă orientat de la poziția inițială a mobilului spre poziția lui finală.

**Drum parcurs (sau distanță parcursă)** — Lungimea traiectoriei.

### E

**Energie cinetică** — Energia mecanică de mișcare a corpului.

**Energie mecanică** — Mărimea fizică ce exprimă proprietatea corpului de a efectua un lucru mecanic.

**Energie potențială gravitațională (sau energie de poziție)** — Energia căpătată de corp datorită poziției sale față de pământ (sau față de alt corp).

### F

**Forța elastică** — Forța sub acțiunea căreia un corp deformat elastic revine la forma sa inițială.

**Forță de frecare** — Forța ce se opune mișcării unui corp pe suprafața altuia.

**Forță de tracțiune** — Forța care menține starea de mișcare a corpului.

**G**

*Greutatea corpului* — Forța cu care un corp acționează asupra unui suport sau a unei suspensii în urma atracției lui de către pământ.

**I**

*Inerție* — Corpurile se deosebesc prin proprietatea lor de a se opune modificării vitezei, proprietate numită *inerție*.

**J**

*1 joule (1 J)* — Lucrul mecanic efectuat de o forță de 1 N care deplasează un corp pe o distanță de 1 m pe direcția și în sensul forței.

**L**

*Legea conservării energiei mecanice* — Energia mecanică $E$ a unui sistem izolat de corpuri se conservă: $E = E_c + E_p = const$.

*Legea deformării elastice* — Deformația este direct proporțională cu forța deformatoare, adică: $\Delta l \sim F$ sau $F_e = k\,\Delta l$.

*Legea lui Arhimede* — Asupra unui corp scufundat în lichid (sau în gaz) acționează o forță orientată vertical în sus egală numeric cu greutatea lichidului (sau gazului) dezlocuit de acest corp.

*Legea lui Pascal* — Presiunea exercitată asupra unui lichid sau gaz se transmite la fel în toate direcțiile.

*Lucrul mecanic al unei forțe constante* — Mărimea fizică scalară egală cu produsul dintre modulul forței $F$ și distanța parcursă $d$ de către corp pe direcția forței.

*Lucru total* — Lucrul mecanic efectuat de forța activă ($L_t = F\,l$).

*Lucru util* — Lucrul mecanic efectuat în conformitate cu destinația mecanismelor simple ($L_u = mgh$).

**M**

*Masa corpului* — Mărimea fizică ce caracterizează inertitatea lui.

*Mecanisme* — Dispozitive ce servesc pentru transformarea forței aplicate.

*Mărimi fizice vectoriale* — Mărimile fizice care se caracterizează nu numai prin valoare numerică (ca mărimile scalare), dar și prin orientare (direcție și sens).

**Mișcare din inerție** Mișcarea corpului în lipsa unor acțiuni din partea altor corpuri.

**Mișcare curbilinie** Mișcarea în care traiectoria parcursă de un mobil este o linie curbă.

**Mișcare mecanică** Schimbarea în timp a poziției corpului în raport cu alte corpuri.

**Mișcare neuniformă** Mișcarea în care mobilul parcurge drumuri (distanțe) diferite în intervale egale de timp.

**Mișcare rectilinie** Mișcarea în care traiectoria parcursă de un mobil este o linie dreaptă.

**Mișcare uniformă** Mișcarea în care mobilul parcurge drumuri (distanțe) egale în intervale egale de timp.

## P

**1 pascal (1 Pa)** Presiunea exercitată de o forță de 1 N ce acționează perpendicular pe o suprafață de 1 $m^2$.

**Pârghie** Mecanism simplu, alcătuit dintr-un corp solid (de regulă, în formă de bară), ce are o axă de rotație.

**Plan înclinat** Planul care formează un unghi ascuțit cu planul orizontal ($\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$).

**Poziția corpului** Locul unde se află un corp în spațiu.

**Presiune** Mărimea fizică scalară ce exprimă acțiunea forței orientate perpendicular pe o unitate de arie a suprafeței: $p = \frac{F_n}{S}$.

**Presiune atmosferică** Presiunea exercitată de atmosferă asupra corpurilor.

**Presiune hidrostatică** Presiunea exercitată de un lichid aflat în repaus.

**Punct material** Corpul ale cărui dimensiuni pot fi neglijate în condițiile date.

**Putere mecanică** Mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic și intervalul de timp în decursul căruia acest lucru a fost efectuat.

**R**

*Randament mecanic* — Raportul dintre lucrul mecanic util și lucrul mecanic total ($\eta = \frac{L_u}{L_t}$ sau $\eta = \frac{L_u}{L_t} \cdot 100\%$).

*Regula de aur a mecanicii* — De câte ori câștigăm în forță, de atâtea ori pierdem în distanță.

**S**

*Scripete* — Mecanism simplu, alcătuit dintr-o roată cu canal periferic, care se rotește în jurul unei axe ce trece prin centrul ei.

*Scripete fix* — Scripete a cărui axă se află în repaus ($F_1 = F_2$).

*Scripete mobil* — Scripete a cărui axă se află în mișcare ($F_1 = \frac{F_2}{2}$).

*Sistem de referință* — Corpul de referință împreună cu instrumentele de măsurat distanțe, unghiuri și intervale de timp.

*Sistem izolat de corpuri* — Sistemul de corpuri care nu interacționează cu alte corpuri din exteriorul sistemului.

**T**

*Traiectorie* — Linia de-a lungul căreia se mișcă mobilul.

**V**

*Vase comunicante* — Vasele care comunică între ele.

*Viteza corpului* — Mărimea fizică ce caracterizează rapiditatea mișcării mobilului.

**W**

*1 watt (1 W)* — Puterea mecanică a unei forțe care efectuează un lucru de 1 J timp de o secundă.

# Răspunsuri la probleme

## Capitolul 1. MIȘCAREA ȘI REPAUSUL

*pag. 21.* **1**. a) 7,5 m; 27,5 m; 2,5 m. b) 1,5 s; 5,6 s. **3**. 50 m. **4**. 2 m/s. **5**. 40 min. **6**. 14 m/s.

*pag. 27.* **12**. 200 km; 0. **15**. 0,5 m/s. **16**. 1,28 s. **17**. 108 000 km.

*pag. 28.* **20**. 4 km.

*pag. 29.* **22**. a) 425 km. b) 472,2 km/h. **24**. a) 1 m/s. c) 100 m. **25**. b) 1 m/s. **26**. b) I – 2 m/s; II – 1 m/s; III – 0,8 m/s. **27**. a) I – 5 m/s; II – 10 m/s; b) I – în mișcare ($d = 20$ m); d) $t = 1$ s. II – în repaus ($d = 0$).

## Capitolul 2. FORȚA

*pag. 45.* **8**. 23,52 kN.

*pag. 48.* **9**. 0,2 N.

*pag. 57.* **9**. 36 N, 100 N. **11**. a) 4 N; b) 12 N. **12**. a) 8 N; b) 2 N. **13**. 500 kg. **14**. 23,52 kN.

*pag. 58.* **15**. ≈ 2,6 N. **16**. 49 N; 11,2 N; 60 kg. **17**. 120 $cm^3$; 60g; 0,588 N. **18**. 410 kg. **19**. 50 N. **20**. 500 N/m. **21**. 10 cm. **22**. 5 cm; 20 N. **23**. 4,9 cm. **24**. ≈ 0,2 N. **27**. 250 N.

*pag. 59.* **28**. 392 N. **29**. ≈ 0,64 kg.

## Capitolul 3. PRESIUNEA. FORȚA ARHIMEDE

*pag. 65.* **2**. $3{,}33 \cdot 10^{11}$ Pa. **6**. 2500 Pa. **7**. 0,32 $m^2$. **8**. 20 N. **9**. 490 Pa.

*pag. 67.* **2**. ≈ 110,8 MPa.

*pag. 68.* **5**. a) 490 Pa; b) 980 Pa. **6**. ≈ 2000 Pa. **7**. a) 49 kPa; b) 24,5 kPa. **9**. 39,2 kPa.

*pag. 72.* **8**. 50 kN. **9**. 50 N. **10**. 1,8 atm; $\approx 1{,}82 \cdot 10^5$ Pa.

*pag. 74.* **4**. 13,5 cm. **5**. ≈ 0,59.

*pag. 76.* **1**. 3,6 g. **3**. ≈ 10,33 m. **4**. 9333 Pa; 16 kPa.

*pag. 80.* **1**. 0,2 N. **3**. ≈ 0,09 N. **7**. 500 $m^3$.

*pag. 84.* **1**. Da. **2**. ≈ 61,2 kg. **3**. Schiurile tatălui. **4**. 7 cm. **5**. ≈ 80 kg. **6**. ≈ 450 $cm^2$. **7**. 9 km. **8**. 600 kg/$m^3$. **9**. S-a micșorat de ≈ 1,1 ori. **10**. a) 3920 Pa; b) 3630 Pa; c) 3097 Pa. **11**. ≈ 1,15 N.

*pag. 85.* **13**. 6 kg. **14**. Benzină sau petrol. **15**. ≈ 85 cm. **16**. 3,2 cm; 12,8 cm. **17**. ≈ 30 m; Nu. **21**. ≈ 22 m. **22**. 2,5 N. **23**. 0,6 N. **24**. a) 30 N; b) 3 l; c) 1667 kg/$m^3$. **25**. Argint. **26**. 150 $cm^3$.

*pag. 86.* **27**. 1,95 N. **28**. a) 5000 kg/$m^3$; b) 0,82 N. **29**. Da. **30**. 700 kg/$m^3$. **31**. 8000 $cm^3$. **32**. ≈ 781 kg/$m^3$. **33**. 2 $m^2$.

## Capitolul 4. LUCRUL MECANIC, PUTEREA ŞI ENERGIA MECANICĂ

### I. Lucrul, puterea şi energia

*pag. 94.* **6.** În cazurile a) şi d). **10.** 300 J. **11.** 50 m.

*pag. 97.* **5.** Prima – de 1,5 ori. **10.** 600 kJ. **11.** 3 kN.

*pag. 101.* **8.** 300 kJ. **9.** 1470 J.

*pag. 105.* **4.** Da. **6.** Nu. **7.** Cea încărcată. **8.** S-a mărit cu 70 %.

*pag. 109.* **1.** 40 N. **2.** 4000 m. **3.** 6 J. **4.** 3 kJ. **5.** 2 m. **6.** 400 kg. **7.** 5 J. **8.** 4 kN. **9.** 125 MJ. **10.** 1152 kJ.

*pag. 110.* **11.** 1,6 km. **12**. De 1,6 ori. **13.** 1,5 W. **14.** 1,2 kW. **15.** 8 MW. **16.** 15 kW. **17.** 3,6 kJ. **18.** 157,4 MJ. **19.** 150 W. **20.** 1,2 kW. **21.** În primul caz de 1,5 ori. **22.** 2 MN. **23.** 0,05 J. **24.** 1,5 t. **25.** 10 m/s.

*pag. 111.* **26.** 1,8 kJ. **27.** 80 g. **28.** 200 m. **29.** 2,16 kJ. **30.** 4 m. **31.** 8 m/s. **32.** 5 m. **33.** 9 m/s; 1,35 m.

*pag. 113.* **4.** 36 kW; 12 kW.

### II. Mecanisme simple

*pag. 120.* **15.** 16 cm.

*pag. 123.* **10.** a) 7,5 N; 1 m; 15 J; b) 15 N; 2 m; 30 J.

*pag. 125.* **10.** De 2,5 ori.

*pag. 127.* **8.** 89 %. **9.** 80 %.

*pag. 131.* **1.** 7,2 N. **2.** 1,2 t. **3.** 21 cm. **4.** 0,9 m. **5.** 2 m. **6.** 40 kg. **7.** 15 N. **8.** 256 W. **9.** 6 kg. **10.** 2.

*pag. 132.* **11.** Câştig egal în forţă de 4 ori. **12.** 5 m. **13.** 0,2. **14.** 1,6 N. **15.** 500 N. **16.** 1 kg. **17.** 56 kN. **18.** ≈ 94 %. **19.** 1,2 m. **20.** 58,8 kg. **21.** 50 N; 800 J. **22.** 10,5 kJ. **23.** 80 %; 50 N.

*pag. 133.* **6.** 2,45 N. **7.** 0,2 m.