



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII

Ion BOTGROS, Viorel BOCANCEA, Vladimir DONICI, Victor CIUVAGA, Nicolae CONSTANTINOV

FIZICĂ



MANUAL PENTRU
CLASA A **VII-A**



CARTIER



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII

Ion BOTGROS

Viorel BOCANCEA

Vladimir DONICI

Victor CIUVAGA

Nicolae CONSTANTINOV

FIZICĂ

Manual pentru clasa a VII-a

Ediția a V-a, actualizată și completată

CARTIER
e d u c a ț i o n a l

Acest manual este proprietatea Ministerului Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova.
Manualul școlar a fost elaborat în conformitate cu prevederile Curriculumului la disciplină, aprobat prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării nr. 906 din 17 iulie 2019. Manualul a fost aprobat prin ordinul Ministerului Educației, Culturii și Cercetării Ordinul nr. 849 din 24 august 2020, ca urmare a evaluării calității metodică-științifice.

Comisia de evaluare:

Victor Ciuvaga (coordonator în perioada 29 aprilie – 15 iunie 2020),
grad didactic superior, IP Liceul Teoretic „Constantin Stere”, Soroca
Dumitru Untila, *grad didactic superior*, Instituția Privată Liceul Teoretic „Columna”, Chișinău
Andrei Petrușca, *grad didactic superior*, Liceul Teoretic „Principesa Natalia Dadiani”, Chișinău
Veaceslav Macrinici, *grad didactic superior*, IP Liceul Teoretic „Ion Luca Caragiale”, Orhei
Alexei Mihălache, doctor în științe fizice, *grad didactic superior*, IP Liceul Teoretic „Ștefan cel Mare”, Chișinău

CARTIER

Editura Cartier, SRL, str. București, nr. 68, Chișinău, MD2012.

Tel./fax: 20 34 91, tel.: 24 01 95. E-mail: cartier@cartier.md

Colecția *Cartier educațional* este coordonată de Viorica Goraș-Postică

Editor: Gheorghe Erizanu

Lectori: Em. Galaicu-Păun, Valentin Guțu

Coperta: Vitalie Coroban

Design/tehnoredactare: Marina Darii

Prepress: Editura Cartier

Tipărit la Combinatul Poligrafic

Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici, Victor Ciuvaga, Nicolae Constantinov

FIZICĂ, MANUAL PENTRU CLASA A VII-A

Ediția a V-a, actualizată și completată, august 2020.

© 2020, 2018, 2012, 2007, 2002, Editura Cartier, pentru prezenta ediție. Toate drepturile rezervate.

Cărțile Cartier sunt disponibile în limita stocului și a bunului de difuzare.

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții:

Fizică: Manual pentru clasa a 7-a / Ion Botgros, Viorel Bocancea, Vladimir Donici [et al.];
comisia de experți: Victor Ciuvaga [et al.]; Ministerul Educației, Culturii și Cercetării al Republicii Moldova. –

Ed. a 5-a, actualizată și compl. – [Chișinău]: Cartier, 2020 (Combinatul Poligrafic). – 144 p.: fig. –

(Cartier educațional / col. coord. de Viorica Goraș-Postică, ISBN 978-9975-79-896-9).

Apare din sursele financiare ale Min. Educației, Culturii și Cercet. al Rep. Moldova. – 37094 ex.

ISBN 978-9975-86-444-2.

53(075.3)

F 62

(Denumirea instituției de învățământ)

Acest manual a fost folosit:

Anul de folosire	Numele, prenumele elevului	Anul de studii	Starea manualului	
			La primire	La returnare

- Dirigințele clasei verifică dacă numele, prenumele elevului sunt scrise corect.
- Elevii nu vor face niciun fel de însemnări în manual.
- Aspectul manualului (la primire și la returnare) se va aprecia cu unul dintre următorii termeni: **nou, bun, satisfăcător, nesatisfăcător.**

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
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. Lucrare de laborator „Determinarea vitezei medii a unui mobil”	20
1.6. Reprezentarea grafică a mișcării	21
Achiziții practice	25
Soluționează situații	25
Rezumat	31
Evaluare sumativă	32
Extindere	33
Capitolul 2. INTERACȚIUNI	35
Achiziții teoretice	36
2.1. Interacțiunea. Efectele interacțiunii	36
2.2. Forța – mărime vectorială	38
2.3. Echilibrul mecanic. Condiția de echilibru	41
2.4. Forța de greutate. Ponderea	43
2.5. Forța elastică	46
2.6. Forța de frecare	49
2.7. Lucrare de laborator „Gradarea dinamometrului”	52
2.8. Eroarea absolută	53
2.9. Lucrare de laborator „Determinarea constantei elastice a resortului”	54
Achiziții practice	55
Soluționează situații	55
Rezumat	59
Evaluare sumativă	60
Extindere	61
Capitolul 3. STATICA FLUIDELOR	62
Achiziții teoretice	63
3.1. Presiunea solidelor	63
3.2. Presiunea hidrostatică	66
3.3. Presiunea atmosferică	69
3.4. Presiunea în gaze. Legea lui Pascal	71

3.5. Aplicații. Vase comunicante. Sisteme hidraulice	74
3.6. Forța Arhimede. Plutirea corpurilor	76
3.7. Lucrare de laborator „Determinarea densității unui lichid necunoscut, aplicând legea lui Arhimede”	80
Achiziții practice	81
Soluționează situații	81
Rezumat	86
Evaluare sumativă	87
Extindere	88
Capitolul 4. LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ	90
Achiziții teoretice	91
4.1. Lucrul mecanic	91
4.2. Puterea mecanică	95
4.3. Energia mecanică	98
4.4. Conservarea energiei mecanice	102
Achiziții practice	106
Soluționează situații	106
Rezumat	112
Evaluare sumativă	113
Extindere	114
Capitolul 5. ECHILIBRUL DE ROTAȚIE	117
Achiziții teoretice	117
5.1. Pârghia	118
5.2. Scripetele	121
5.3. Planul înclinat	124
5.4. Lucrare de laborator „Determinarea lucrului forței active, lucrul forței rezistente, compararea valorilor obținute”	126
Achiziții practice	127
Soluționează situații	127
Rezumat	130
Evaluare sumativă	131
Extindere	132
Conceptele de bază studiate în clasa a VII-a la fizică	136
Plan de realizare a unui proiect	140
Plan de realizare a unei comunicări	141
Tabelul densităților unor substanțe	142
Răspunsuri la probleme	143

Capitolul 1

MIȘCAREA ȘI REPAUSUL

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. Lucrare de laborator „Determinarea vitezei medii a unui mobil”
- 1.6. Reprezentarea grafică a mișcării

Achiziții practice

Soluționează situații

Rezumat

Evaluare sumativă

Extindere





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**.

Corpurile 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.

Reține!

- *Locul în care se află corpul dat exprimă **poziția** corpului în spațiu.*

Situația 1

În fig. 1 este reprezentată schema interiorului unui autocar de pe ruta „Chișinău-Iași”.

- Examinează atent această situație.
- Unde se află locul tău indicat pe bilet față de volanul autobuzului? 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 interiorului autocarului?



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 ta (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

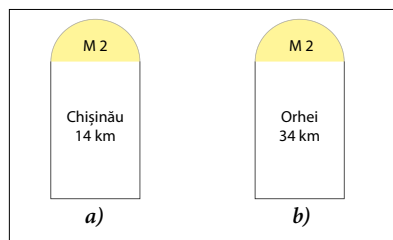


Fig. 3

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

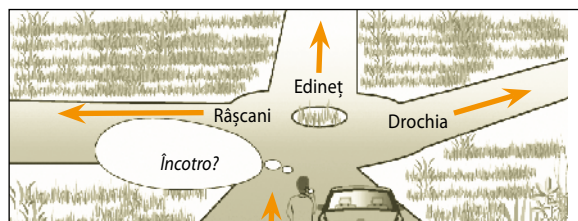
Situația 3

În fig. 4 a) este reprezentată o pană de automobil ce i s-a întâmplat unei persoane care s-a pornit cu mașina din or. Bălți spre satul său natal. Ea comunică prin telefonul mobil cu un alt șofer 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)



Bălți

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 (pomul în fig. 5, a și casa în fig 5, b).

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

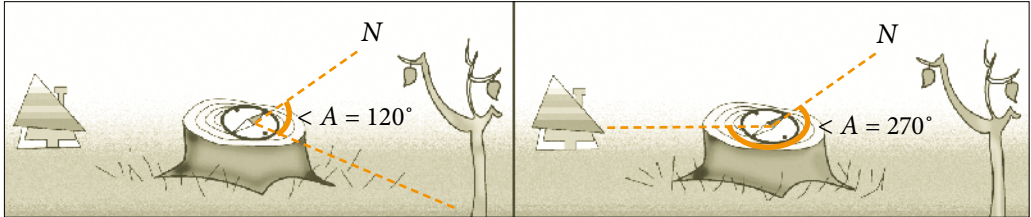


Fig. 5

a)

b)

Reține!

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

Află mai mult!

În geodezie și geografie unghiul care exprimă orientarea corpului se mai numește **azimut**. Azimutul se măsoară în grade de la nord de la 0° până la 360° în sensul acelor de ceasornic, având estul la 90° , sudul la 180° și vestul la 270° .

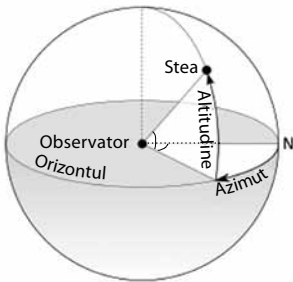


Fig. 6. Coordonatele astrului

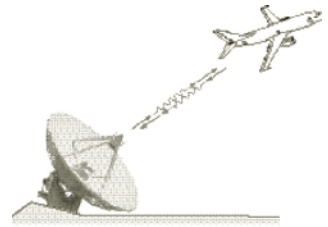


Fig. 7. Determinarea poziției unui avion cu ajutorul radarului

În astronomie se determină poziția astrilor pe bolta cerească (fig. 6). Pentru aceasta mai este necesar **unghiul altitudine**. La fel se determină poziția unui obiect zburător, de exemplu a unui avion (fig. 7).

Distanța până la obiect se măsoară cu ajutorul radarului.

Verifică-ți cunoștințele

1. Definește noțiunea: corp de referință. Dă exemple.
2. Explică noțiunea: poziția corpului dat. Dă exemple.
3. Dă 2÷3 exemple de poziție a unui corp în raport cu diferite corpuri de referință.
4. Ce este necesar să cunoști pentru a determina poziția unui corp în plan?
5. Cum se determină orientarea unui corp?
6. Având la dispoziție o busolă, determină pozițiile diferitelor corpuri de pe masă (butelie cu apă, radieră etc.) în raport cu:
 - a) colțul mesei;
 - b) centrul mesei.

1.2. Mișcarea mecanică



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, avioa-

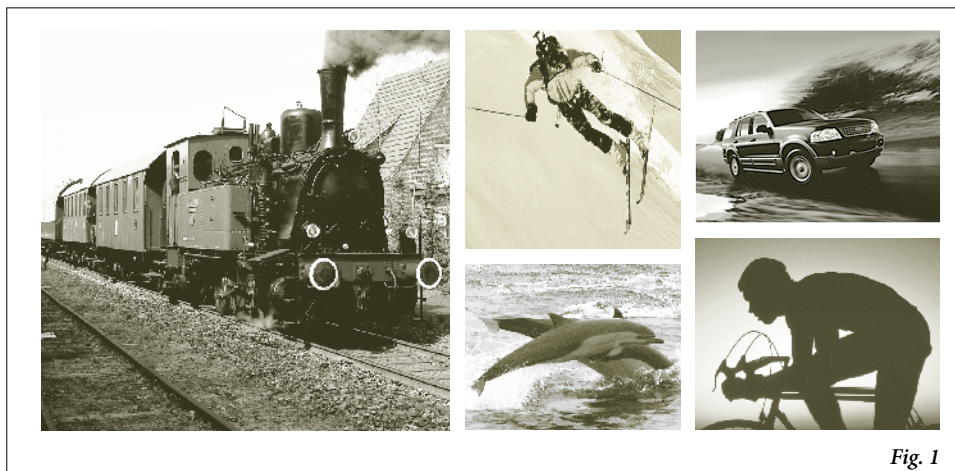


Fig. 1

nele 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. (fig. 1). Deci în comportarea acestor corpuri elementul comun este **mișcarea**.



- Examinează atent poziția a trei corpuri: a autoturismului, a mingii și a Lunii, reprezentate în imaginile din fig. 2-4.
- Ce se întâmplă cu poziția fiecărui corp: a automobilului, a mingii și a Lunii peste o durată oarecare de timp?
- Formulează concluzia.

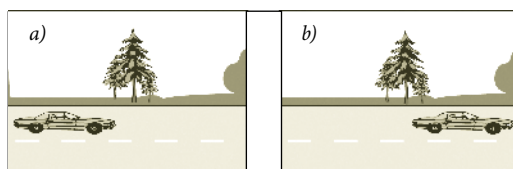


Fig. 2

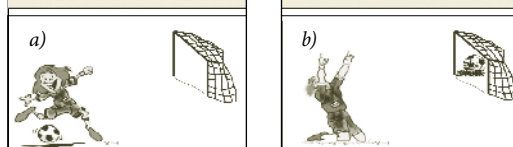


Fig. 3

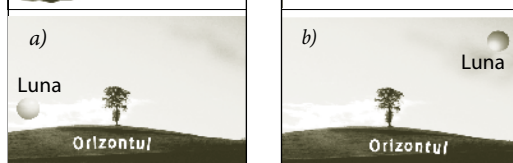


Fig. 4



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



Mișcarea reprezintă o noțiune fundamentală în fizică. Mișcarea mecanică e cel mai simplu tip de mișcare în lumea înconjurătoare.

Situația 2

- În fig. 5 (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. 5

a)

b)

c)

- Dar cu poziția autoturismului 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.*

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, la care nu se ține cont de mărimile fizice care-i caracterizează proprietățile, 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. 6 este reprezentată mișcarea unui automobil pe traseul Chișinău-Hâncești.
- Determină poziția automobilului la ora 9⁰⁰. La ora 9¹⁰.
- La ce oră a ajuns automobilul la kilometrul 30?

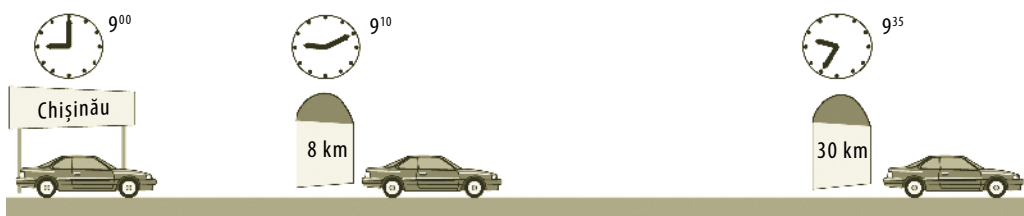


Fig. 6

a)

b)

c)

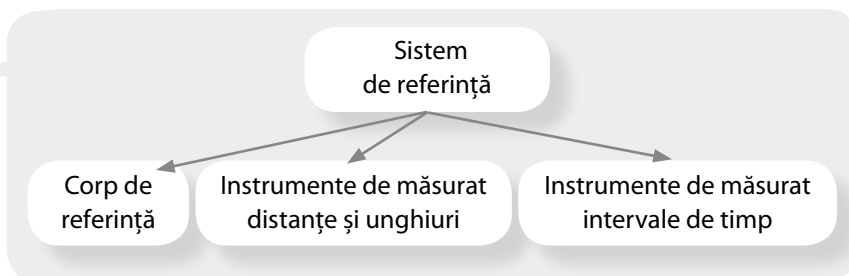
Concluzie: *Schimbarea poziției corpului în raport cu corpul de referință are loc într-un anumit interval de timp.*

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**. Cronometrul permite de a măsura intervalele de timp cu mare precizie.

Definiție: ➤









Sistemul constituit din corpul de referință și instrumentele de măsurat distanțe, unghiuri și intervale de timp se numeste **sistem de referință** (SR).

Reține! ➤



**Verifică-ți
cunostintele** ➤

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. Din ce este constituit sistemul de referință?
4. 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.
5. Completează în caiet căsuțele de mai jos cu notiunile studiate recent.

- 1)   
- 2)  
- 3)   

6. În figurile de mai jos sunt reprezentate pozițiile corpurilor peste un anumit interval de timp. Determină care corpuri se află în stare de repaus/mișcare în raport cu:
- a) bradul; b) primul băiat (fig. 7); c) benzinăria; d) autoturismul (fig. 8).

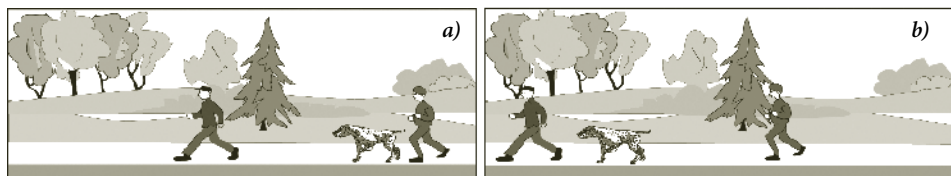


Fig. 7

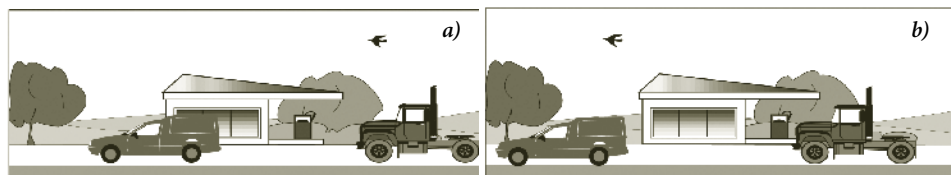
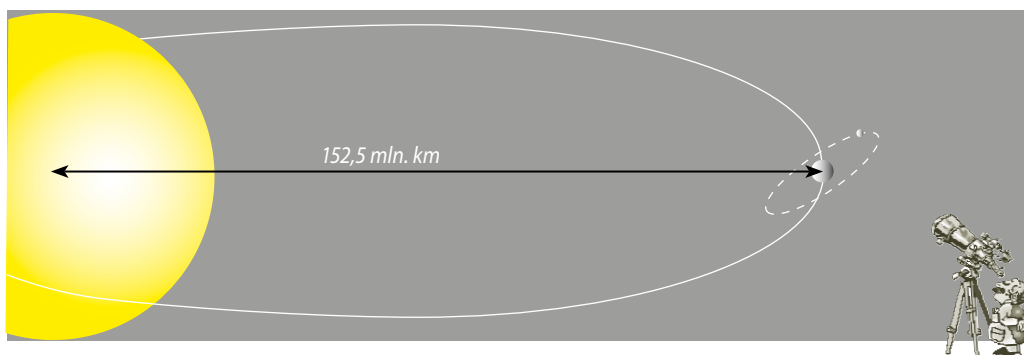


Fig. 8

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 150 milioane de km, adică de 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

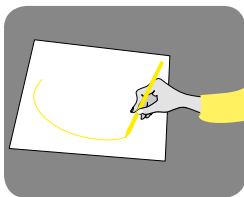
*Corpul ale cărui dimensiuni pot fi neglijate în condițiile date se numește **punct material**.*

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 neglijă 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 descrisă de corp în timpul mișcării se numește **traietorie**.

Situația 2 • În imaginile de mai jos sunt reprezentate plutirea unei motonave și zborul unui avion.



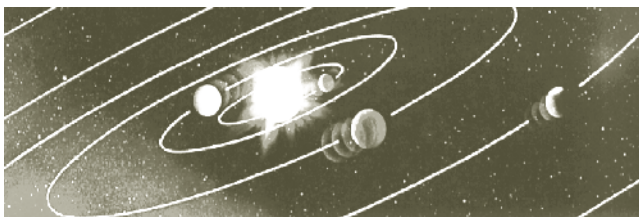
- Compară traiectoria avionului cu cea a motonavei.
- Discută cu colegul tău despre forma acestor traiectorii.

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**. Traectoria acestei mișcări reprezintă un cerc. Drept exemplu de mișcare circulară poate servi mișcarea vârfurilor acelor ceasornicului.

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



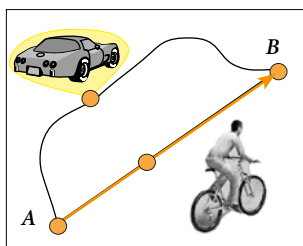


Fig. 1

În imaginea alăturată (fig. 1) sunt reprezentate traiectoriile mișcării din localitatea A în localitatea B a unui autoturism și a unui biciclist. Autoturismul s-a mișcat pe o șosea curbilinie, parcurgând distanța egală cu lungimea acestei porțiuni de șosea. Biciclistul s-a mișcat pe linie dreaptă, parcurgând o altă distanță ce cuprinde lungimea segmentului care unește localitățile A și B. Astfel, pentru a ajunge dintr-un punct în altul, corpurile se pot deplasa pe traiectorii diferite, parcurgând distanțe diferite.

Definiție:

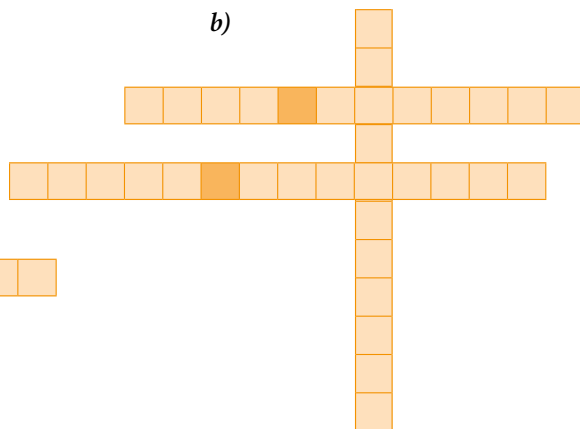
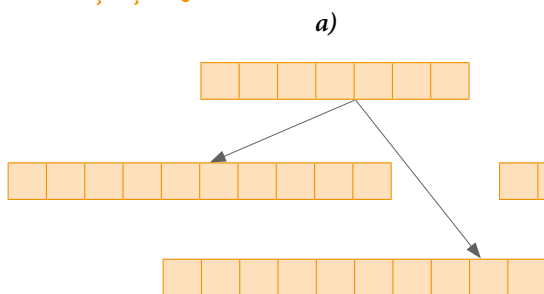
Lungimea traiectoriei se numește **drum parcurs** (**distanță parcursă**).

Reține!

Unitatea de măsură pentru drumul parcurs în Sistemul internațional de unități de măsură (SI) este **metrul**.

Verifică-ți cunoștințele

1. Completează în caiet căsuțele cu noțiunile studiate recent.

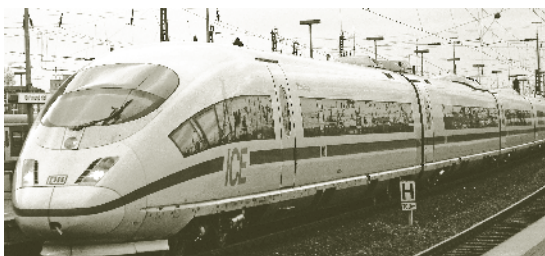


2. Dă exemple de corpuri care pot fi considerate puncte materiale în anumite condiții.
3. Ce se numește „traiectorie”?
4. Cum se clasifică traiectoriile? Dă exemple de fiecare tip.
5. Cum se clasifică mișcarea mecanică în funcție de traiectoriile parcurse de mobil?
6. Definește noțiunea: „drum parcurs” de mobil. Dă 2÷3 exemple.
7. Un drumeț a parcurs 4 km spre sud, apoi 3 km spre vest și încă 2 km spre nord. Determină:
 - a) Distanța parcursă de drumeț.
 - b) Poziția locului sosirii în raport cu locul pornirii.

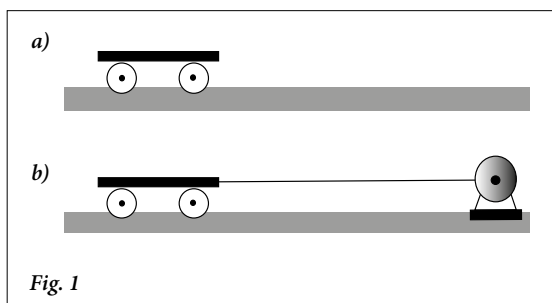
1.4. Mișcarea rectilinie uniformă. Viteza



Din lecțiile precedente cunoști că mișcarea unui mobil poate să difere de alte mișcări după forma traiectoriei pe care se mișcă mobilul. În funcție de aceasta mișcările mecanice se clasifică în **rectilinii** și **curbilinei**. 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.



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



Cazul I. Căruciorul este lovit astfel încât el se mișcă **rectiliniu** pe suprafața mesei (fig. 1, a).

Cazul II. Același cărucior, fiind unit cu un fir lung de axul unui motor electric, de asemenea se mișcă **rectiliniu** (fig. 1, b).

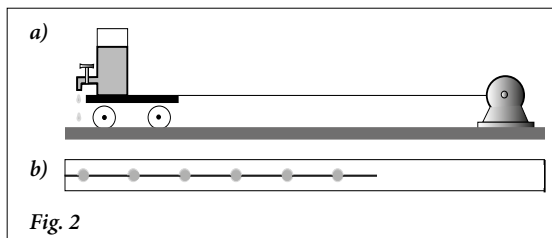
Descrie și compară mișcările rectilinii ale căruciorului în ambele cazuri.

Concluzie:

- În cazul I, căruciorul încetinește și se oprește.
- În cazul II, căruciorul nu-și modifică mișcarea



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

Ce concluzie despre mișcarea căruciorului poate fi formulată pe baza tabloului picăturilor de tuș lăsate pe hârtie?



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

În natură mișcarea uniformă se observă foarte rar (de exemplu, mișcarea unei molecule între două ciocniri consecutive, mișcarea vârfului acului de la ceasornic). 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 convenită etc.

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 (trenul accelerează), și invers, la sosire în gară, trenul parcurge, în intervale egale de timp, distanțe din ce în ce mai mici (trenul încetinește). 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 uniformă 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:

Viteza = $\frac{\text{distanța parcursă}}{\text{timp}}$

sau

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

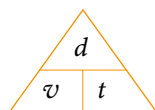




Fig. 3

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:

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

Reține!

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

Viteza se măsoară cu **vitezometrul** (fig. 3).

Din relația $v = \frac{d}{t}$ rezultă că distanța parcursă de mobil $d = v \cdot t$. Astfel, cunoscând viteza mobilului și măsurând timpul din momentul pornirii din punctul în care se află corpul de referință, putem afla distanța parcursă de mobil în orice interval de timp în raport cu corpul de referință.

Reține!

Relația $d = v \cdot t$ exprimă dependența distanței parcurse de timp.

Această formulă 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.

Definiție:

Mărimea fizică egală cu raportul dintre distanța totală parcursă de corp și intervalul de timp corespunzător se numește **viteză medie**.

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

Problemă rezolvată

Un biciclist în mișcare rectilinie uniformă parcurge distanța de 200 m timp de 40 s. Să se afle: a) viteza biciclistului; b) distanța parcursă de un motociclist în același interval de timp, dacă viteza motociclistului este de două ori mai mare decât viteza biciclistului.

Se dă:

$$d_1 = 200 \text{ m}$$

$$t_1 = 40 \text{ s}$$

$$t_2 = t_1$$

$$v_2 = 2v_1$$

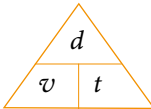
$$\text{a) } v_1 = ?$$

$$\text{b) } d_2 = ?$$

Rezolvare:

$$\text{a) Din formula vitezei } v = \frac{d}{t} \text{ pentru biciclist obținem: } v_1 = \frac{200 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 5 \text{ m/s.}$$

$$\text{b) Din formula vitezei } v = \frac{d}{t},$$

aplicând triunghiul de memorizare , exprimăm

relația pentru distanță $d = v \cdot t$.

Pentru motociclist $d_2 = v_2 \cdot t_2$.

Substituind din datele problemei, obținem:

$$d_2 = 2v_1 \cdot t_1; \quad d_2 = 2 \cdot 5 \text{ m/s} \cdot 40 \text{ s} = 400 \text{ m.}$$

Răspuns: a) $v_1 = 5 \text{ m/s}$; b) $d_2 = 400 \text{ m}$.

Află mai mult!

Distanța de oprire a mijlocului de transport, care include și distanța de frânare (aceasta este egală cu lungimea urmei lăsate de pneuri pe carosabil) depinde de viteza acestuia. De exemplu, la mișcarea pe asfalt uscat cu viteza de 60 km/h, distanța de oprire a unui autoturism este de circa 44 m, iar la o viteză de 90 km/h, crește până la 86 m. În cazul autobuzelor și al autocamioanelor cu remorcă, această distanță are valori mai mari. Distanța de oprire crește drama-

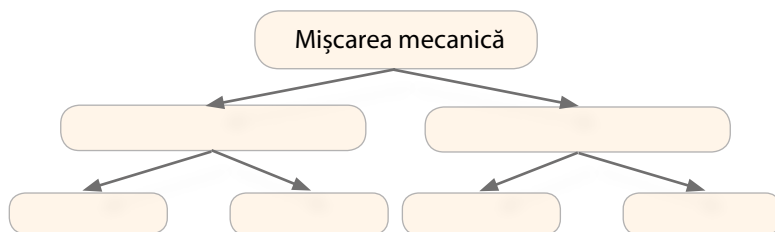


Fig. 4

tic în cazul când șoferul nu este atent la volan, odată cu oboseala, boala, administrarea unor medicamente, la consumul de alcool ș.a. Alți factori care influențează distanța de oprire pot fi vizibilitatea scăzută din cauza unor condiții climaterice (ceață, ploaie, ninsoare etc.) sau din cauza unor obstacole (cotituri, alte vehicule etc.). Din acest motiv viteza pe anumite sectoare este limitată cu ajutorul semnelor de circulație (fig. 4). De exemplu, viteza regulamentară a mișcării unui vehicul prin localități este de 50 km/h. Prin urmare, o atenție deosebită la traversarea străzii, chiar dacă traverseți strada pe trecerea pietonală! Înainte de a traversa strada, convingeți-vă că mijloacele de transport se află la o distanță suficient de mare și nu se mișcă cu viteză excesivă. Nu vă puneți viața în pericol! Aceste reguli trebuie respectate și în cazul traversării căilor ferate, ținând cont că distanța de frânare a trenului e de circa 1 km.

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 prin ce se deosebesc?
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 formula distanței la mișcarea rectilinie uniformă.
6. Știind că viteza unui automobil este de 25 m/s, determină timpul în care acesta a parcurs distanța de 60 km.
7. Un biciclist a parcurs distanța dintre două localități egală cu 63 km timp de 1h 15 min. Determină viteza medie a biciclistului.

1.5. Lucrare de laborator „Determinarea vitezei medii a unui mobil”

Scopul lucrării: determinarea vitezei medii a unei bile.

Aparate și materiale: un uluc (lungime 1.0-1.5 m), stativ cu clește, bilă (din metal, plastic etc.), corp paralelipipedic sau cilindric, ruletă, cronometru.

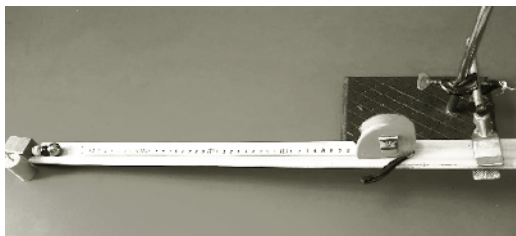


Fig. 1

Considerații teoretice: Mărimea fizică egală cu raportul dintre distanța totală parcursă de corp și intervalul de timp corespunzător se numește viteză medie:

$$v_{med} = \frac{d_{tot}}{t_{tot}}$$

Modul de lucru:

1. Realizați montajul experimental (fig. 1). Unghiul de înclinare a ulucului trebuie să fie mic ($h \approx 1 \div 2$ cm la 1 m de lungime a ulucului).
2. Plasați corpul cilindric (paralelipipedic) la capătul ulucului.
3. Măsurați cu ruleta distanța pe care o va parcurge bila (marcați cu stiloul/creionul pe uluc locul pornirii bilei, țineți cont de diametrul bilei).
4. Simultan cu declanșarea cronometrului eliberați bila ținută. Opriți cronometrul în momentul când se aude sunetul produs la ciocnirea bilei cu cilindrul plasat la capătul inferior al ulucului. Citiți indicația cronometrului.
5. Calculați viteza medie a bilei.
6. Repetați de 2 ori măsurările descrise în punctele 3 și 4 pentru aceeași poziție inițială a bilei calculând de fiecare dată viteza medie a bilei.
7. Calculați valoarea medie a vitezei medii și erorile măsurărilor.
8. Treceți rezultatele obținute în tabelul nr. 1.
9. Scrieți exemplele de calcul, rezultatul final și formulați concluziile de rigoare.

Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate

Nr.	d , m	t , s	v_{med} , m/s
1.			
2.			
3.			
Valoarea medie			

Exemple de calcul:

$$v_{med1} =$$

$$v_{med2} =$$

$$v_{med3} =$$

$$\overline{v_{med}} = \frac{v_{med1} + v_{med2} + v_{med3}}{3} =$$

Concluzii.

1.6. Reprezentarea grafică a mișcării

Analizează situația!

Un biciclist s-a mișcat uniform cu viteza de 5 m/s. Poziția inițială a biciclistului coincide cu poziția corpului de referință.

- Completează tabelul.

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

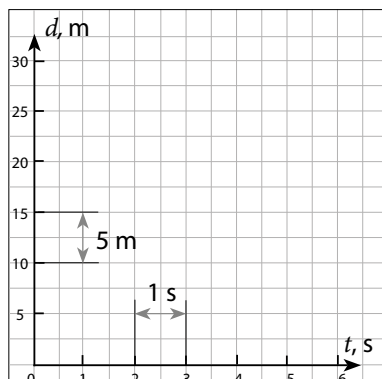
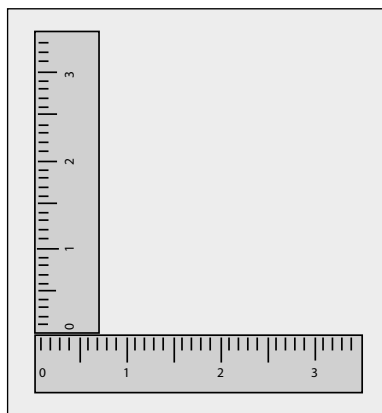
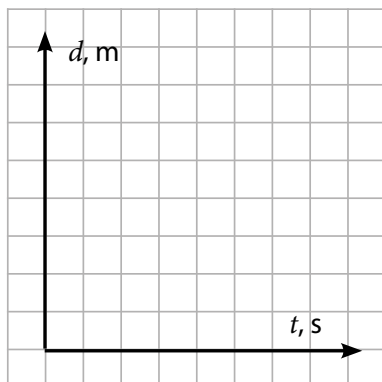


Fig. 1

- 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 distanței la care se află biciclistul în raport cu corpul de referință. Este important să alegi câte o scară potrivită pentru fiecare axă (fig. 1).

Scările se aleg independent pentru fiecare axă astfel, încât să se țină cont de valorile maxime din tabel.

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.

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.

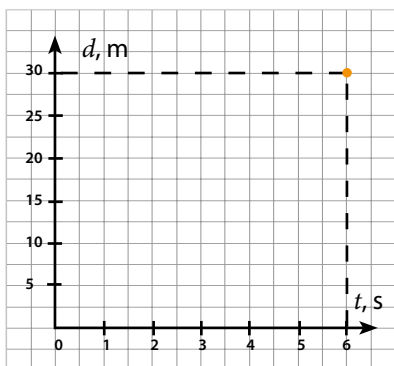


Fig. 2

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**.

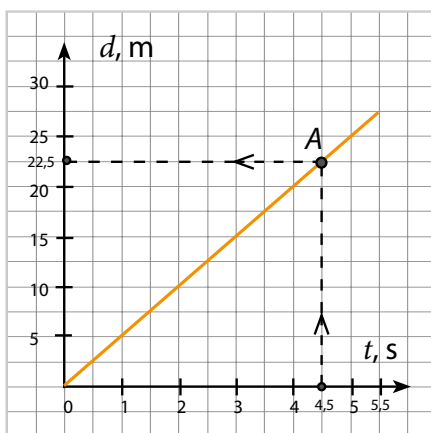
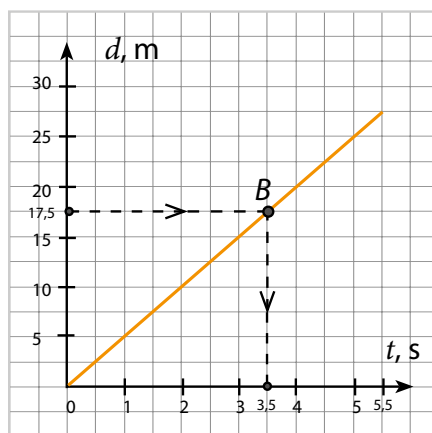


Fig. 3

a)



b)

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.

Graficul vitezei

În cazul mișcării uniforme graficul vitezei reprezintă o linie paralelă cu axa timpului (fig. 4).

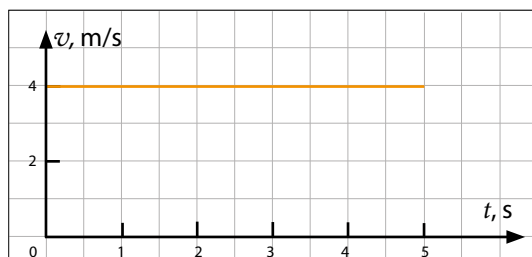


Fig. 4

Problema rezolvată

Determină viteza mobilului, a cărei mișcare este reprezentată în fig. 5. 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.

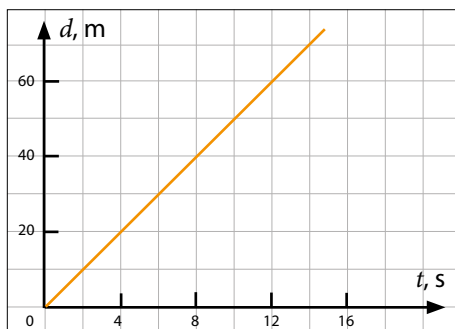


Fig. 5

Se dă:

graficul mișcării corpului 1

$$\Delta t = 8 \text{ s}$$

a) $v_1 - ?$

b) graficul mișcării corpului 2 – ?

c) graficul vitezei corpului 1 – ?

Rezolvare:

a) Din grafic determinăm distanța parcursă de mobilul 1 timp de 12 s:

$$d_1 = 60 \text{ m (punctul A, fig. 6).}$$

Aplicând formula vitezei, calculăm viteza

$$\text{mobilului 1} \quad v_1 = \frac{60 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

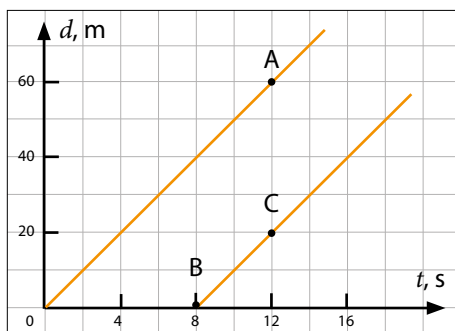


Fig. 6

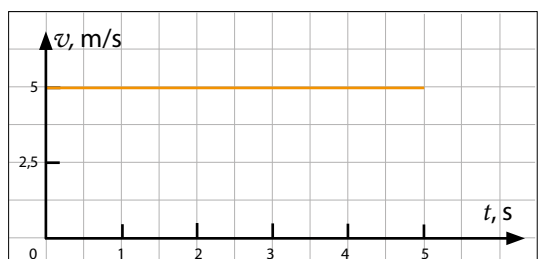


Fig. 7

b) Deoarece mobilul 2 pornește cu 8 s mai târziu, graficul acestuia va porni din punctul B. Distanța parcursă de mobilul 2 timp de 4 s (moment ce corespunde timpului de 12 s pentru mobilul 1) este egală cu:

$$d_2 = 5 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 20 \text{ m (punctul C).}$$

Construind din punctul B o dreaptă ce trece prin punctul C, obținem graficul mișcării pentru mobilul 2.

c) Graficul vitezei corpului 1 este reprezentat în fig. 7.

Verifică-ți cunoștințele

1. Utilizând graficul distanței parcurse de biciclist construit în caiet, află:

- drumul parcurs de biciclist în 1,5 s; 5,5 s și 0,5 s;
- timpul necesar biciclistului pentru a parcurge 10 m.

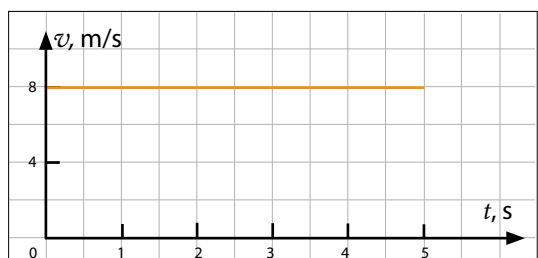


Fig. 8

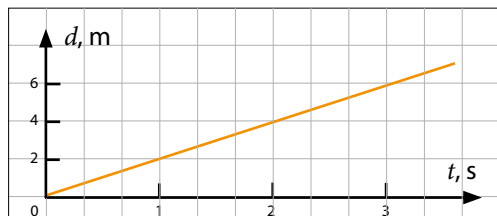


Fig. 9

2. Folosind stilou de altă culoare, construiește, în același sistem de axe, graficul distanței parcurse de biciclist pentru cazul când el s-a mișcat uniform cu viteza de 10 m/s.

- Compara graficul obținut cu cel precedent.
- Formulează concluzia.

3. În fig. 8 este reprezentat graficul dependenței vitezei unui mobil de timp. Cum s-a mișcat mobilul și ce drum a parcurs el în 5 s?

4. În fig. 9 este reprezentat graficul dependenței drumului parcurs de timp. Determină din acest grafic viteza pietonului.

5. 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

- Reprezintă, în același sistem de axe, graficele distanțelor parcurse de mobile.
- Determină viteza cărui mobil este mai mare;
- La ce distanță se află mobilele unul față de altul, în momentele de timp $t_0 = 0 \text{ s}$, $t_1 = 2 \text{ s}$, $t_2 = 4 \text{ s}$;
- Care e semnificația punctului de intersecție a graficelor?

Achiziții practice

Soluționează situații

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.

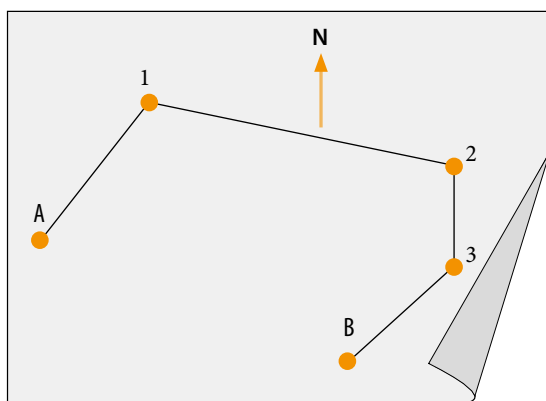
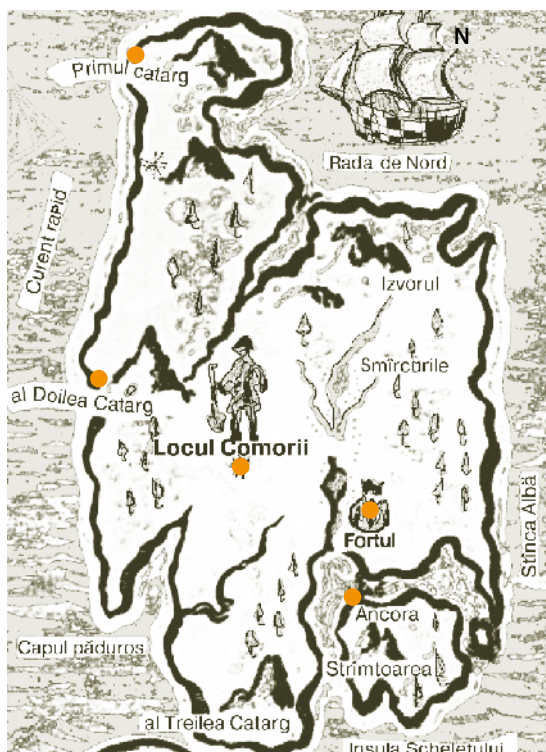


Fig. 1



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 pe fiecare porțiune de drum și distanța totală. Determină pozițiile punctelor 1, 2 și 3 în raport cu punctul de plecare.
2. Găsește pe harta Republicii Moldova localitatea ta. Determină orientarea localităților din apropiere și distanța până la ele.
3. 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, ancorei, primului catarg și a celui de-al doilea catarg în raport cu locul comorii (1 cm – 1 km).
4. 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.

5. 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?
6. 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.
7. 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.
8. 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 drumul parcurs și poziția punctului de sosire în raport cu punctul de pornire.

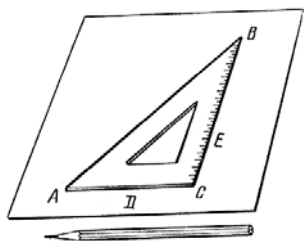


Fig. 2

9. 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.
 - c) Compară drumul parcurs cu distanța DE .
10. 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, a). Deplasează rigla și bara de lemn pe riglă de-a lungul riglei aflate în repaus la o anumită distanță (fig. 3, b).

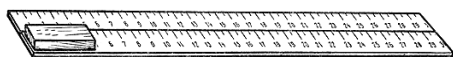
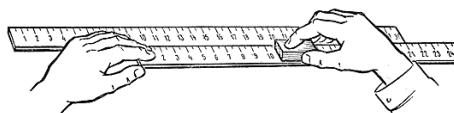


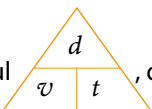
Fig. 3, a)



b)

Determină:

- a) distanța parcursă de bara de lemn în raport cu rigla aflată în mișcare;
- b) distanța parcursă de rigla aflată în mișcare în raport cu rigla aflată în repaus;
- c) distanța parcursă de bara de lemn în raport cu rigla aflată în repaus.

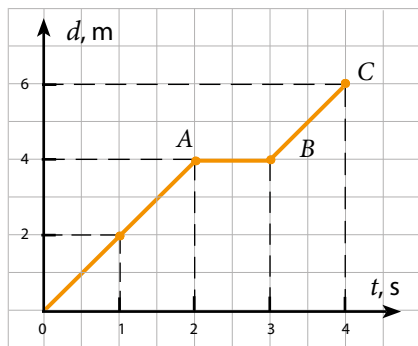
11. Utilizând triunghiul , determină:

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

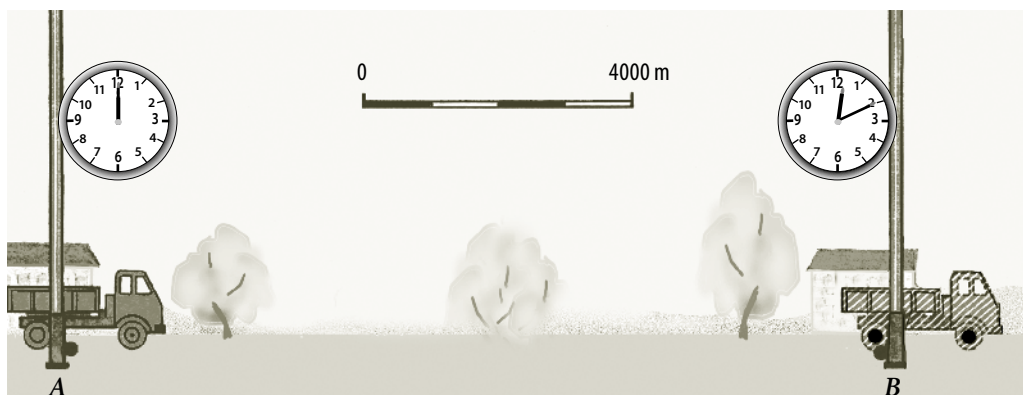
12. Pe lângă unitatea de măsură a vitezei în SI, în practică se mai utilizează unitatea km/h. Transformă 1 km/h în m/s și invers.
13. Un pieton, mișcându-se uniform rectiliniu, a parcurs un drum de 360 m timp de 12 min. Determină viteza pietonului, în m/s.
14. Distanța de la Pământ până la Lună e de 384 000 km. Determină timpul necesar luminii pentru a parcurge acest drum, dacă se știe că viteza luminii e de 300 000 km/s.
15. Pământul se mișcă în jurul Soarelui cu viteza de 30 km/s. Ce distanță va parcurge Pământul timp de 1 h?
16. Descrie mișcarea unui biciclist reprezentat în fig. 4.



Fig. 4



17. 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.



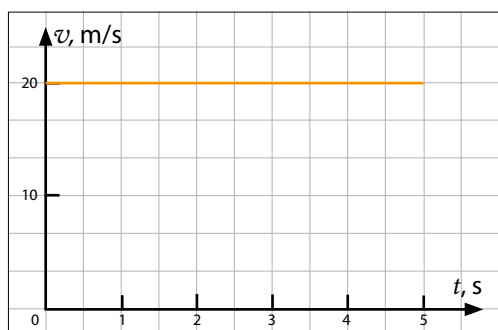


Fig. 5

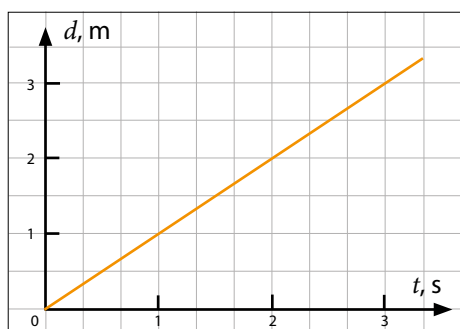


Fig. 6

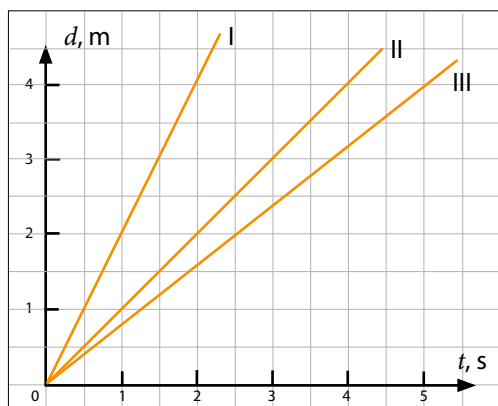


Fig. 7

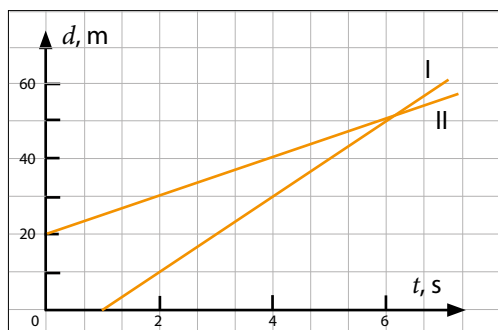


Fig. 8

18. Un avion a zburat timp de 30 min. cu viteza de 450 km/h, apoi 150 km – cu viteza de 600 km/h. Determină:
a) distanța parcursă;
b) viteza medie.

19. 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.
a) Construiește graficul mișcării motociclistului.
b) Determină viteza medie.



20. În fig. 5 este reprezentat graficul vitezei unui automobil.
a) Determină viteza automobilului.
b) Ce distanță parcurge automobilul în timp de 5 s?
21. În fig. 6 este reprezentat graficul mișcării uniforme a unui pieton.
a) Ce tip de mișcare efectuează pietonul?
b) Determină viteza pietonului.
22. 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?
23. 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.



24. 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:
- timpul necesar autoturismului pentru a ajunge motociclistul;
 - la ce distanță de localitatea A a avut loc întâlnirea.
25. 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 mișcă 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. A respectat șoferul regulile de circulație rutieră?
26. 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.
- Construiește în caiet traiectoria parcursă de biciclist.
 - Poate fi considerat biciclistul punct material în raport cu bicicleta? Dar în raport cu drumul parcurs?
 - Considerând mișcarea biciclistului uniformă, calculează drumul parcurs timp de $1/2$ din intervalul de timp aflat în mișcare.
27. Două automobile se mișcă în același sens pe o șosea rectilie 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:
- În raport cu care corp al doilea automobil se află în stare de repaus? Dar în raport cu care corp acesta se află în stare de mișcare?
 - Calculează viteza primului automobil, dacă el a parcurs distanța de 6 km timp de 5 min.
 - Calculează drumul parcurs de al doilea automobil timp de 10 min.
 - Cu ce este egală distanța parcursă de fiecare automobil timp de 20 min. ?
28. Analizează drumul parcurs de un pieton, reprezentat în fig. 9, și:
- Descrie mișcarea pietonului pe fiecare porțiune de drum.
 - Determină vitezele pietonului pe fiecare porțiune de drum.
 - Calculează viteza medie a pietonului pe întregul drum parcurs.

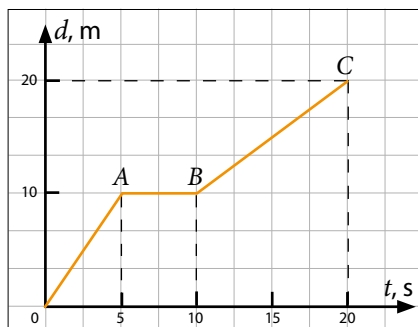


Fig. 9

29. Cercetează situația din fig. 10, în care sunt reprezentate 3 mobile pe un traseu rectiliniu.

- Determină pozițiile inițiale ale celor trei mobile în raport cu benzinăria.
- Calculează în cât timp și unde se vor întâlni:
 - camioneta cu autoturismul;
 - camioneta cu motociclistul.

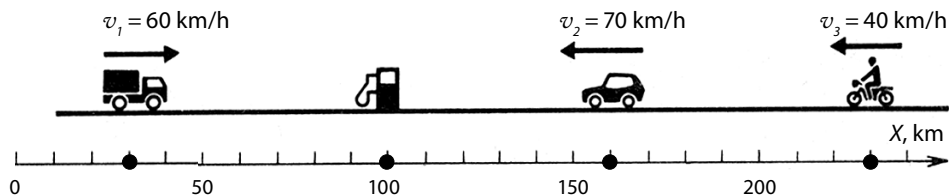
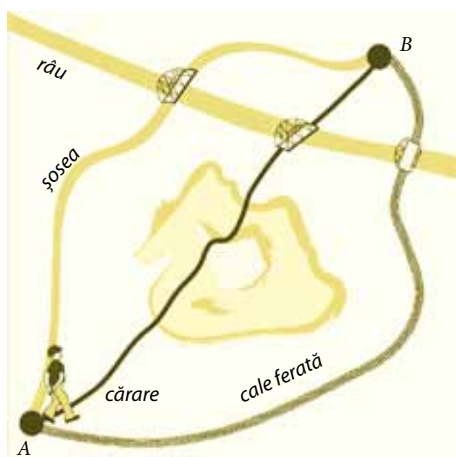


Fig. 10



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

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

- vremea e frumoasă;
- vremea e ploioasă.

Condiții suplimentare:

- trenul circulă la intervalul de 2 ore;
- pe timp de ploaie, cu bicicleta se poate merge numai pe șosea.

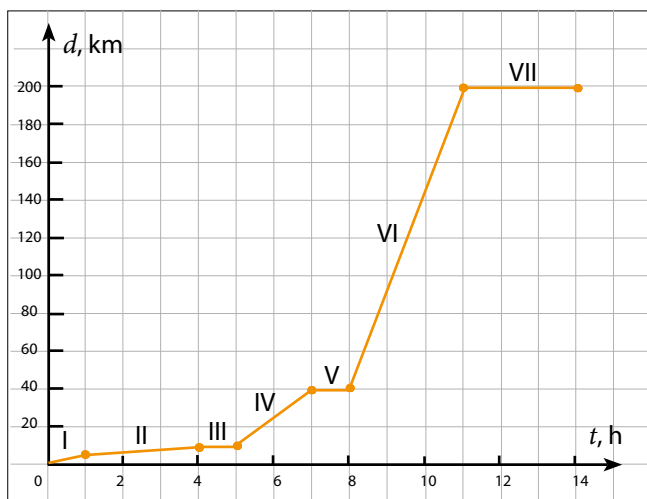


Fig. 11

31. Folosind graficul din fig. 11, răspunde la următoarele întrebări:

- Care sunt vitezele cu care s-a deplasat turistul pe fiecare porțiune de drum?
- Care este viteza medie pe întreaga porțiune?
- Cu ce unitate de transport s-a deplasat acesta pe fiecare porțiune de drum?
- Peste cât timp și la ce distanță de casă s-a odihnit turistul?

Rezumat

Linia de start pentru avion, **stația de pornire** pentru tren și **linia de start** pentru biciclist pot fi considerate *corpuri* 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 descrisă de corp în timpul mișcării este numită **traiectoria mișcării**.

În funcție de traiectoriile descrise de mobil, mișcările mecanice se clasifică în: *mișcare rectilinie* și *mișcare curbilinie*.

Lungimea traiectoriei pe care se mișcă mobilul în intervalul de timp t este numită **drum parcurs** de mobil. 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.

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

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 SUMATIVĂ

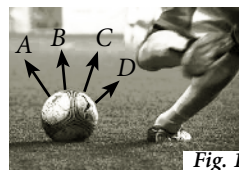
Testul respectiv este propus pentru verificarea nivelului de formare a achizițiilor finale specifice acestui capitol

Nr.	Itemii	Scorul												
I. În itemii 1-3 răspundeți scurt la întrebări conform cerințelor impuse:														
1.	Continuați următoarele propoziții astfel ca ele să fie adevărate: a) Schimbarea poziției corpului în raport cu corpul de referință se numește b) Linia descrisă de corp în timpul mișcării se numește	L 0 1 2												
2.	Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile ce le exprimă: viteza m/s drumul parcurs min. timpul km/h m	L 0 1 2 3												
3.	Determinați valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, marcând A, dacă afirmația este adevărată, și F, dacă afirmația este falsă: a) La mișcarea rectilinie uniformă viteza corpului crește. A F b) Vârful acului minutarului de la ceasornic se mișcă circular uniform. A F	L 0 1 2												
II. În itemii 4-7 răspundeți la întrebări sau scrieți rezolvarea completă a situațiilor de problemă propuse:														
4.	Un leopard aleargă uniform cu viteza de 54 km/h. Ce distanță parcurge leopardul timp de 5 min.?	L 0 1 2 3												
5.	Un camion, cu lungimea de 40 m, trece printr-un tunel cu lungimea de 200 m. În cât timp camionul va trece prin tunel dacă el se mișcă cu viteza de 36 km/h?	L 0 1 2 3 4												
6.	Se dă tabelul de variație al distanței parcurse de corp în funcție de timp: <table><tr><td><i>t</i> (s)</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td></tr><tr><td><i>d</i> (m)</td><td>0</td><td>40</td><td>80</td><td>120</td><td>140</td></tr></table> a) trasează graficul dependenței distanței parcurse de timp; b) determină valoarea vitezei corpului; c) trasează graficul dependenței vitezei de timp.	<i>t</i> (s)	0	2	4	6	8	<i>d</i> (m)	0	40	80	120	140	a) b) c) L L L 0 0 0 1 1 1 2 2 2 3
<i>t</i> (s)	0	2	4	6	8									
<i>d</i> (m)	0	40	80	120	140									
7.	Pe un traseu cu lățimea de 6 m se mișcă un autocamion cu viteza de 54 km/h. La 40 m după cotitură șoferul îl observă pe Ionel, care traversează strada cu viteza de 3,6 km/h, ascultând muzică cu casca pe urechi. a) Va reuși șoferul să evite accidentul dacă considerăm că timpul de reacție al șoferului (timpul de la observarea obstacolului până la apăsarea pe pedala frânei) este de 0,6 s, iar timpul de punere în funcție a sistemului de frânare este de 0,4 s? Distanța de frânare a autocamionului se consideră egală cu 24 m. b) Caracterizează mișcarea autocamionului.	a) b) L L 0 0 1 1 2 2 3												

Extindere

Caracteristicile vitezei (direcție, sens)

Situația 1 > La fotbal, jucătorul îi poate imprima mingii o viteză după diferite direcții (vezi fig. 1). Viteza poate avea direcția (A), (B), (C) sau (D).



Definiție: > **Direcția vitezei este dreapta după care se deplasează mobilul în momentul dat.**
Sensul indică spre ce extremitate a dreptei se îndreaptă mobilul.

O direcție are două sensuri (fig. 2: a, b, c).

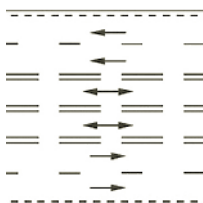
Exemple:

- pe șoseaua care unește Soroca și Chișinăul, sunt două sensuri de circulație: spre Chișinău și spre Soroca;
- pe direcția orizontală există sensul „spre dreapta” și sensul „spre stânga”;
- la navigarea pe râu există sensul „în amonte” și sensul „în aval”.



Fig. 2

a)



b)



c)

Concluzie: Viteza unui mobil se caracterizează prin:

- valoare numerică;
- unitate de măsură;
- direcție;
- sens.

Viteza, în schema mișcării, se reprezintă printr-un segment orientat. Lungimea acestui segment este proporțională cu mărimea vitezei (fig. 3).

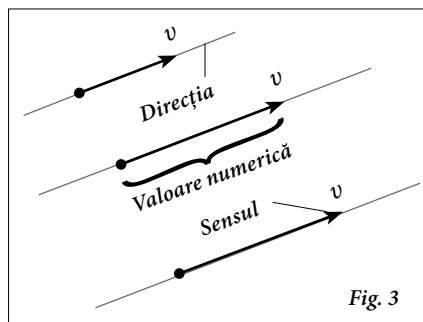


Fig. 3

Compunerea vitezelor coliniare:

Dacă vitezele au aceeași direcție, atunci ele sunt coliniare.

Situația 1 > Să luăm vitezele v_1 și v_2 , care au aceeași direcție și același sens (fig. 4, a). În acest caz, viteza sumă v va avea aceeași direcție și același sens cu vitezele v_1 și v_2 , iar valoarea lui numerică (modulul) va fi suma valorilor numerice ale vitezelor v_1 și v_2 .

$$v = v_1 + v_2$$

Situația 2 > Să luăm vitezele v_1 și v_2 , care au aceeași direcție, dar sens opus (fig. 4, b). În acest caz, viteza sumă v va avea aceeași direcție cu vitezele v_1 și v_2 și sensul vitezei cu valoarea numerică mai mare, iar valoarea lui numerică va fi diferența valorilor numerice ale vitezelor v_1 și v_2 .

$$v = v_1 - v_2$$

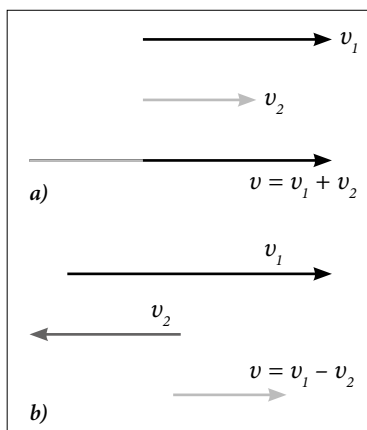


Fig. 4

Legea mișcării rectilinii uniforme



Definiție: Mărimea care determină poziția unui punct pe axa numerică în raport cu originea axei se numește coordonată.

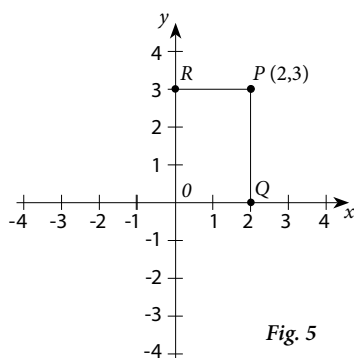
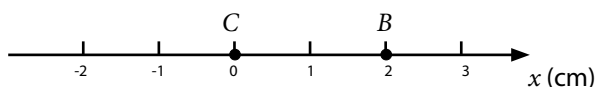


Fig. 5

De exemplu, în desenul de mai jos, punctul B are coordonata 2, iar punctul C are coordonata 0. Notăm $B(2)$ și $C(0)$.



Valoarea coordonatei este egală cu distanța de la originea axei până la poziția punctului dat.

În figura 5 sunt reprezentate două axe numerice reciproc perpendiculare, axa OX și axa OY . Originile axelor coincid.

Punctul Q are coordonatele $x = 2$ și $y = 0$; $Q(2, 0)$.

Punctul R are coordonatele $x = 0$ și $y = 3$; $R(0, 3)$.

Punctul P are coordonatele $x = 2$ și $y = 3$; $P(2, 3)$.



Situația 3 Maria observă mișcarea unui melc pe o scândură orizontală dreaptă (fig. 6). Având o ruletă și un cronometru, ea notează valorile distanței la care se află melcul în raport cu gradația zero de pe ruletă (coordanata x) pentru diferite momente de timp.

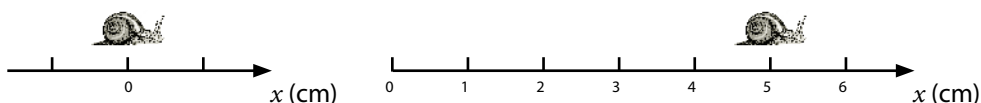


Fig. 6

t, s	0	10	20	30	40	50
x, cm	0	5	10	15	20	25

Maria constată că, pentru a determina distanța parcursă de melc într-un interval de timp (spre exemplu, în intervalul de la $t_0 = 10$ s până la $t = 30$ s), este suficient să calculăm diferența dintre coordonata finală ($x = 15$ cm) și cea inițială ($x_0 = 5$ cm) pentru intervalul dat.

$$d = x - x_0 \quad (1)$$

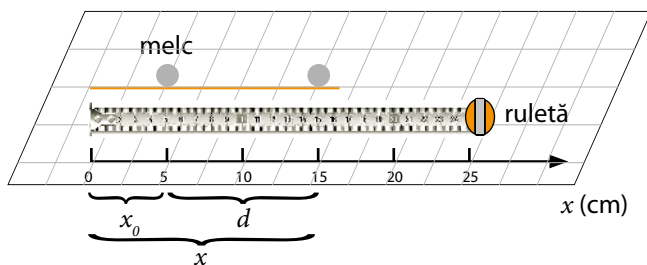
$$d = 15 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 10 \text{ cm}.$$

Substituind expresia (1) în formula vitezei, obținem:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}. \quad (2)$$

Din expresia (2), obținem: $x = x_0 + v \cdot (t - t_0)$. (3)

Expresia (3) reprezintă **legea mișcării rectilinii uniforme**.



Capitolul 2

INTERACȚIUNI

Achiziții teoretice

- 2.1. Interacțiunea. Efectele interacțiunii
- 2.2. Forța – mărime vectorială
- 2.3. Echilibrul mecanic. Condiția de echilibru
- 2.4. Forța de greutate. Ponderea
- 2.5. Forța elastică
- 2.6. Forța de frecare
- 2.7. Lucrare de laborator
„Gradarea dinamometrului”
- 2.8. Eroarea absolută
- 2.9. Lucrare de laborator
„Determinarea constantei elastice a resortului”

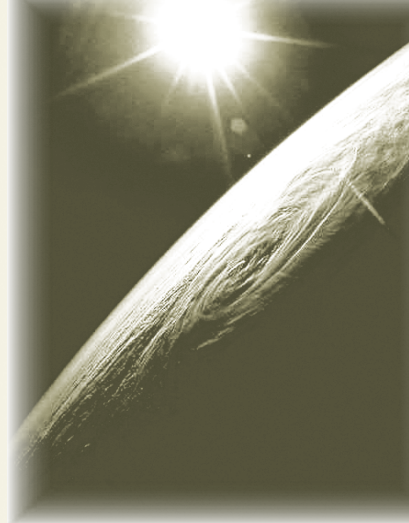
Achiziții practice

Soluționează situații

Rezumat

Evaluare sumativă

Extindere



Achiziții teoretice

2.1. Interacțiunea. Efectele interacțiunii

Informație > Un sport popular din Europa se numește Bubble Football (fig. 1). Privește cu atenție imaginile. Baloanele sunt în contact (fig. 1, a). Observăm:

- primul balon acționează asupra balonului al doilea provocând deformarea lui;
- al doilea balon acționează asupra primului balon provocând deformarea lui;
- ca rezultat, se schimbă starea de mișcare a baloanelor (fig. 1, b).



Fig. 1 b)

Definiție: > Acțiunea reciprocă dintre corpuri se numește **interacțiune**.

Interacțiunea reprezentată în fig. 1 se produce prin contactul direct dintre corpuri.

Informație > Luna este un satelit natural al Pământului. Pământul acționează asupra Lunii de la distanță prin intermediul gravitației. La rândul ei, Luna acționează asupra Pământului provocând fluxul și refluxul (fig. 2).

Reține! > Interacțiunea este o proprietate generală a corpurilor și se poate realiza:

- prin contactul direct;
- de la distanță.

În urma interacțiunii corpurilor se produc două efecte:

- **efecte dinamice**, care constau în schimbarea stării de mișcare a corpurilor (se modifică valoarea vitezei corpurilor, se modifică traiectoria mișcării);
- **efecte statice**, care constau în deformarea (schimbarea formei, a dimensiunilor) corpurilor.

Definiție: > Schimbarea formei (a dimensiunilor) unui corp sub acțiunea altor corpuri se numește **deformare**.

Deformările se clasifică în deformări **elastice** sau **plastice**:

- dacă după încetarea interacțiunii corpul revine la forma inițială, deformarea se numește **elastică** (fig. 3, a);
- dacă după încetarea interacțiunii corpul nu mai revine la forma inițială, deformarea se numește **plastică** (fig. 3, b).

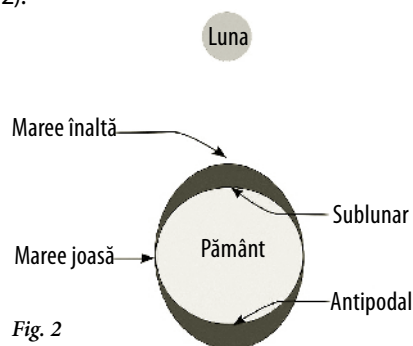


Fig. 2



Fig. 3 a)

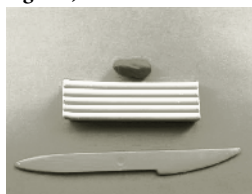
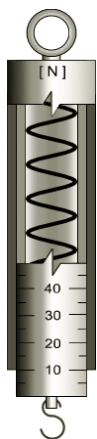


Fig. 3 b)



Experiment



a)



b) Fig. 5

Fixăm un resort în poziție verticală (fig. 4). De celălalt capăt fixăm un talger. Plasăm pe talger un corp cu masa de 1 kg și măsurăm cu cât s-a micșorat lungimea resortului. Înlocuim corpul cu masa de 1 kg prin plasarea altui corp cu masa de 2 kg, măsurăm și în acest caz cu cât s-a micșorat lungimea resortului.

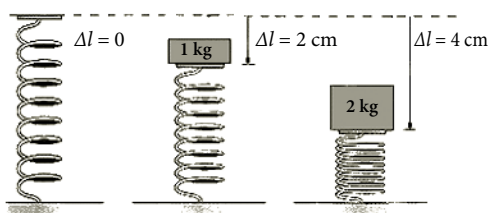


Fig. 4

Concluzie: Efectul acțiunii (interacțiunii) corpului (deformarea resortului) este cu atât mai mare cu cât interacțiunea este mai intensă (la plasarea corpului cu masa de 2 kg efectul s-a dublat).

Deci putem compara interacțiunile dintre corpuri pe baza efectelor produse de acestea. Astfel putem defini o mărime fizică asociată acestui fenomen.

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

Forța (notată cu F) este o măsură a intensității interacțiunii corpurilor.

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

$$[F]_{SI} = N$$

Instrumentul cu ajutorul căruia se măsoară forța se numește **dinamometru** (fig. 5). Cuvântul dinamometru provine de la cuvintele grecești „dynamis” – forță și „metrou” – măsurare. Piesa principală a dinamometrului este un resort ce se deformează elastic. Există și dinamometre digitale (fig. 6).

Reține!

Efectul unei forțe depinde de valoarea numerică a acesteia.

Verifică-ți cunoștințele



Fig. 6

1. Ce numim interacțiune?
2. Definiți:
 - a) efectul static și efectul dinamic;
 - b) deformarea elastică și deformarea plastică.
3. Cum se numește mărimea fizică ce caracterizează intensitatea interacțiunii dintre corpuri? În ce unități de măsură se exprimă aceasta? Numiți multiplii și submultiplii acesteia.
4. Determinați: limitele de măsurare, valoarea unei diviziuni și eroarea absolută instrumentală a dinamometrului medicinal din fig. 7. Scrieți rezultatul măsurării forței.
5. Dați exemple de utilizare în practică a deformărilor elastice și plastice.
6. Exprimați în SI: 200 mN, 0,4 kN, 5 hN, 0,06 MN, 8000 mN, 0,06 kN.

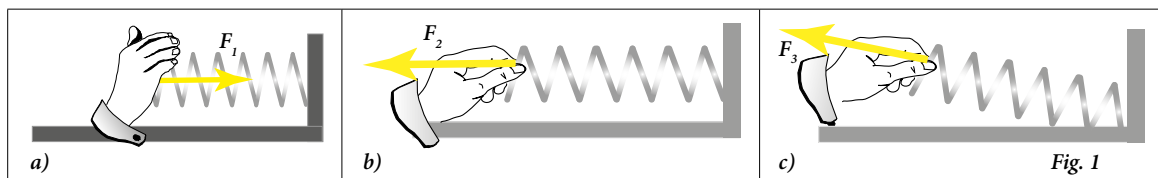


Fig. 7

2.2. Forța – mărime vectorială

Experiment

Să analizăm un resort fixat orizontal (fig. 1). Dacă acționăm cu o forță F_1 (în cazul dat, cu forța mâinii) asupra resortului (fig. 1, a), observăm că resortul se comprimă. Acționând cu o forță F_2 asupra resortului (fig. 1, b), observăm că resortul se alungește. Sub acțiunea unei forțe F_3 (fig. 1, c), observăm că resortul se alungește formând un unghi cu suprafața orizontală.



Concluzie: Rezultatul acțiunii unei forțe asupra unui corp elastic depinde nu numai de valoarea numerică a acesteia, dar și de orientare (direcție și sens).

Experiment

Având un paralelipiped din lemn (sau altă substanță), acționați pe rând asupra acestuia cu aceeași forță (prin intermediul unui creion) în punctele A, B, și C (fig. 2), pentru a-i schimba poziția. Cum se va comporta paralelipipedul în cele trei cazuri?

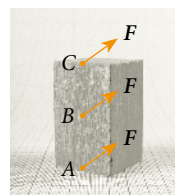


Fig. 2

Concluzie: Rezultatul acțiunii unei forțe asupra unui corp depinde nu numai de valoarea numerică și orientarea acesteia, dar și de poziția punctului de aplicație.

Reține!

Efectul unei forțe depinde de valoarea numerică a acesteia, de direcția după care acționează, de sensul pe care îl are și de punctul în care se produce interacțiunea (numit punct de aplicație).

Definiție:

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

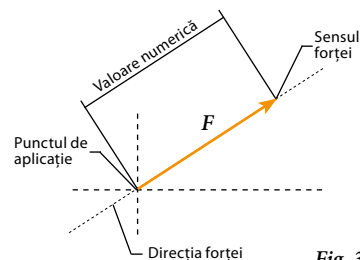


Fig. 3

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. 4) printr-un segment orientat, care are următoarele caracteristici:

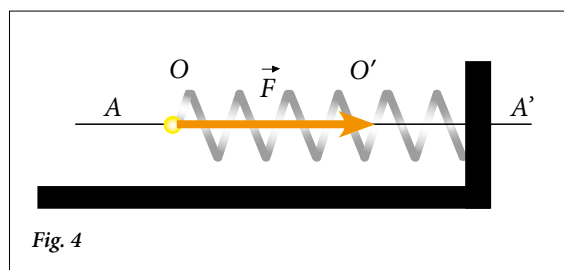
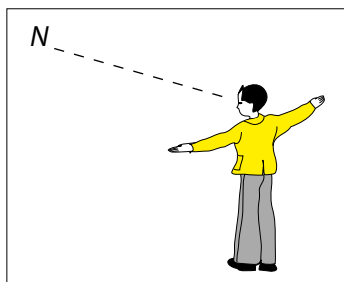


Fig. 4

- **punct de aplicație** (punctul O), care este **originea vectorului** (caracteristică specifică pentru mărimea fizică Forța);
- **direcție** (dreapta suport AA');
- **sens**, indicat de vârful săgeții (vectorul forței de pe desen are sensul spre dreapta);
- **valoarea numerică** (lungimea segmentului OO');
- **unitate de măsură** (newtonul).

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.

Valoarea numerică a forței se notează prin $|\vec{F}|$ sau, simplu, F .

Reține!

Mărimile **vectoriale** (fig. 5) se caracterizează prin:

- origine (punct de aplicație O);
- direcție (dreapta suport AA');
- sens (săgeată, de la A la A');
- valoare numerică (lungimea segmentului OO');
- unitate de măsură.

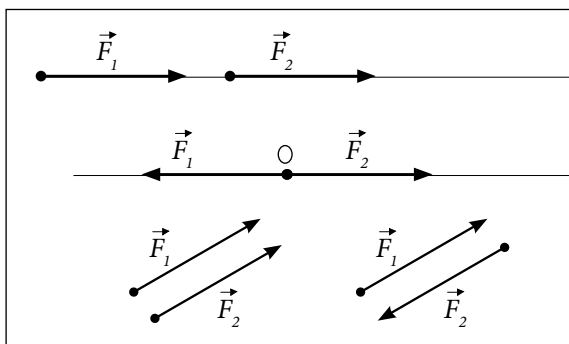
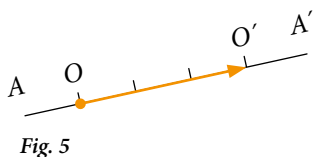


Fig. 6

Se numesc **forțe coliniare** forțele orientate de-a lungul unei drepte sau forțele paralele între ele (fig. 6).

Deseori, în viața cotidiană întâlnim situații când asupra unui corp se exercită concomitent două forțe coliniare, care pot fi: de **același sens** (fig. 7, a, b) sau de **sens opus** (fig. 8, a, b).

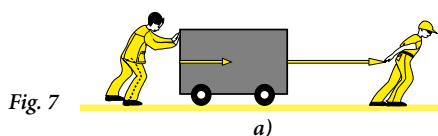


Fig. 7

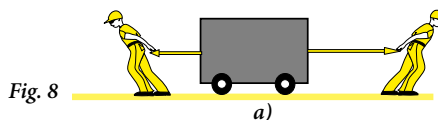
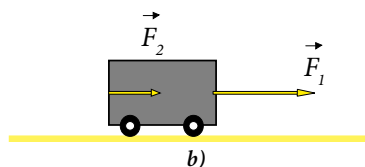
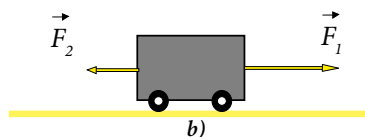


Fig. 8



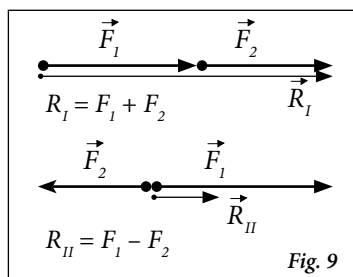
Reține!

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 efectul comun produs de cele două forțe. Valoarea numerică a rezultantei se determină în funcție de sensul celor două forțe coliniare. Deci, când forțele \vec{F}_I și \vec{F}_{II} acționează în același sens, rezultanta lor $R = F_I + F_{II}$. Atunci când forțele acționează în sens opus: $R = F_I - F_{II}$ (dacă $F_I > F_{II}$) sau $R = F_{II} - F_I$ (dacă $F_{II} > F_I$).

Problemă rezolvată

Asupra unui cărucior acționează doi muncitori cu forțe a căror valoare este $F_I = 50 \text{ N}$ și $F_{II} = 20 \text{ N}$ (fig. 7 și fig. 8). Să se afle valoarea și orientarea forței rezultante în ambele cazuri.



Se dă:

$$F_I = 50 \text{ N}$$

$$F_{II} = 20 \text{ N}$$

$$R_I = ?$$

$$R_{II} = ?$$

Rezolvare:

Reprezentăm schematic forțele (fig. 9).

Respectând regulile de adunare a forțelor coliniare, obținem: $\vec{R} = \vec{F}_I + \vec{F}_{II}$

$$R_I = F_I + F_{II} \quad R_I = 50 \text{ N} + 20 \text{ N} = 70 \text{ N}$$

$$R_{II} = F_I - F_{II} \quad R_{II} = 50 \text{ N} - 20 \text{ N} = 30 \text{ N}$$

Răspuns: $R_I = 70 \text{ N}$, orizontal spre dreapta

$R_{II} = 30 \text{ N}$, orizontal spre dreapta

Verifică-ți cunoștințele

1. Care sunt caracteristicile unei mărimi vectoriale? Care din mărimile fizice studiate sunt mărimi vectoriale? Argumentează răspunsul.
2. Care sunt regulile de determinare a rezultantei a două forțe coliniare?
3. Descrieți un caz/cazuri când asupra unui corp acționează 2 sau mai multe forțe coliniare, atribuiți valori numerice acestor forțe și determinați rezultanta pentru cazurile posibile.
4. Un bloc de lemn se află în stare de repaus pe suprafața orizontală a mesei.
 - a) Trage cu mâna de cârligul acestui bloc, astfel încât el să se miște spre dreapta (fig. 10).
 - 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.
5. Privește desenul alăturat (fig. 11). Care din vectorii reprezentați au:
 - a) valori numerice egale;
 - b) aceeași direcție;
 - c) sens opus;
 - d) aceeași orientare?

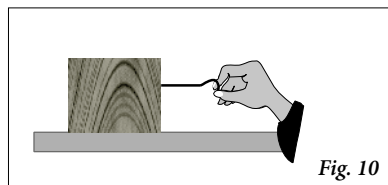


Fig. 10

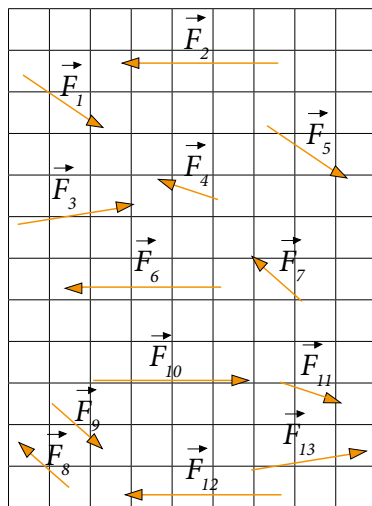


Fig. 11

6. Jucându-se în grădină, o mamă și copiii săi au decis să tragă o funie (fig. 12). Mama acționează cu o forță egală cu 80 N, Lenuța acționează cu o forță egală cu 50 N, iar Alexandru cu 30 N. Să se afle valoarea forței rezultante. Caracterizați comportamentul funiei.



Fig. 12

2.3. Echilibrul mecanic. Condiția de echilibru

Observă > De ce nu cade greutatea ridicată din fig. 1? Care sunt corpurile cu care interacționează greutatea ridicată? Reprezintă, la o scară arbitrară, forțele ce acționează asupra acesteia. Precizează starea de mișcare a greutății din imagine.



Fig. 1

Concluzie: Greutatea nu cade, deoarece este ținută de atletă. Aceasta interacționează cu atleta și Pământul. Asupra greutății acționează două forțe, din partea Pământului – forța F_1 , orientată vertical în jos, și din partea atletei – forța F_2 , orientată vertical în sus (fig. 2). Greutatea se află în stare de repaus.

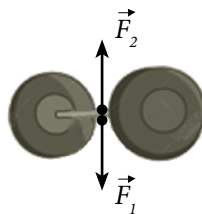


Fig. 2

Două forțe care acționează asupra unui corp și au aceeași direcție, aceeași mărime, dar sens opus, își anulează reciproc efectele (forțele se echilibrează).

Reține! > Un corp asupra căruia acționează două forțe care au aceeași direcție, sunt egale numeric și au sens opus (fig. 2) este în repaus sau se mișcă rectiliniu uniform. Această stare este numită **echilibru mecanic**.

Definiție: > Condiția necesară ca un corp să se afle în **echilibru mecanic** (în stare de repaus sau mișcare rectilinie uniformă) este ca rezultanta tuturor forțelor ce acționează asupra corpului să fie nulă.

$$\vec{R} = 0 \quad \text{sau} \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0,$$

unde \vec{R} este rezultanta forțelor $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ care acționează asupra corpului.

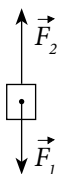
Reține! > La rezolvarea situațiilor-problemă/problemelor, când asupra corpului acționează mai multe forțe, condiția de echilibru poate fi aplicată astfel: suma valorilor numerice ale tuturor forțelor care acționează într-un sens este egală cu suma valorilor numerice ale tuturor forțelor care acționează în sens opus. (*)

Dacă asupra unui corp acționează o singură forță sau două forțe care au aceeași direcție, sens opus, dar valori diferite (prin urmare, $\vec{R} \neq 0$), atunci corpul va accelera sau va încetini.

Probleme rezolvate > **Problema 1.** Un fotoliu suspendat de un cablu este atras spre pământ cu o forță de $F_1 = 200 \text{ N}$ (fig. 3). Determinați forța cu care cablul acționează asupra fotoliului F_2 (forța de tensiune din cablu).

Se dă:

$$\frac{F_1 = 200 \text{ N}}{F_2 = ?}$$



Rezolvare:

Fotoliul suspendat se află în stare de repaus (echilibru) în raport cu Pământul.

Scriem condiția de echilibru: $\vec{R} = 0$.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

Ținând cont de sensul opus al forțelor (*), obținem: $F_1 = F_2 = 200 \text{ N}$.

Răspuns: $F_2 = 200 \text{ N}$.



Fig. 3

Problema 2. La o competiție de tragere a frânghiei (fig. 4), Ionel reușește să echilibreze acțiunile lui Viorel, Vlad și Victor. Ionel acționează cu o forță $F_1 = 800$ N. Viorel și Vlad produc acțiuni egale cu $F_2 = F_3 = 300$ N. Să se determine cu ce forță (F_4) acționează asupra frânghiei Victor.



Fig. 4

Se dă:

$$F_1 = 800 \text{ N}$$

$$F_2 = F_3 = 300 \text{ N}$$

$$\vec{R} = 0$$

$$F_4 = ?$$

Rezolvare:

Scriem condiția de echilibru: $\vec{R} = 0$.

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$$

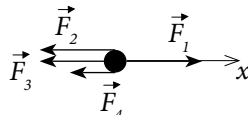
Ținând cont de sensul forțelor (*), obținem:

$$F_1 = F_2 + F_3 + F_4 \Rightarrow F_4 = F_1 - F_2 - F_3$$

$$F_4 = 800 \text{ N} - 300 \text{ N} - 300 \text{ N} = 200 \text{ N}.$$

Răspuns: $F_4 = 200$ N.

Reprezentarea schematică a forțelor



Verifică-ți cunoștințele

1. O lustră suspendată în sufragerie se află în echilibru? Argumentează răspunsul. Reprezintă schematic, la o scară arbitrară, forțele care acționează asupra lustrei.
2. Un biciclist se mișcă rectiliniu și uniform pe un drum orizontal. Ce valoare numerică are forța rezultantă care acționează asupra lui?
3. Automobilul și avionul, în timpul remorcării, interacționează prin intermediul barei rigide și se mișcă rectiliniu și uniform (fig. 5). Automobilul produce o acțiune (forța de tracțiune) egală cu $F_1 = F_{tr} = 5000$ N. Cu ce forță F_2 se opune remorcării avionul? Reprezentați grafic, la o scară arbitrară, forțele.
4. O mămică, ieșind la plimbare cu fiul său mai mic, a decis să-l așeze în scaunul unui scrânciob. Scaunul și copilul vor fi atrași spre pământ cu o forță de 220 N. Un fir, cu ajutorul căruia este suspendat scaunul, poate fi întins cu o forță maximă de 180 N. Ambele fire sunt la fel de tensionate. a) Calculează forța care apare în firele tensionate după așezarea copilului în scaun. b) Va fi copilul în siguranță? Argumentează răspunsul.
5. În sălile pentru reabilitare medicală, cu scopul de a-l ajuta pe pacient să se ridice la bară se folosesc coarde elastice (fig. 7). Asupra pacientului, vertical în jos, acționează o forță de atracție de 700 N. Coarda elastică, ajutându-l, acționează în sus cu o forță de 300 N. Cu ce forță trebuie să se tragă în sus pacientul pentru a fi în echilibru?



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

2.4. Forța de greutate. Ponderea

Informație

Un măr, care inițial se afla în starea de repaus, cade imediat ce codița acestuia s-a desprins de creangă (fig. 1), mingea cade dacă nu o mai ții în mână (de ex. aruncarea la coș (fig. 2) etc. Fenomenele descrise indică prezența unei interacțiuni (prezența unei forțe) între corp și planeta Pământ.



Fig. 1



Fig. 2

Concluzie: Toate corpurile lăsate libere cad spre Pământ.

Definiție:

Forța de atracție exercitată de Pământ asupra unui corp se numește **forță de greutate**. Simbolul forței de greutate este $-\vec{G}$.

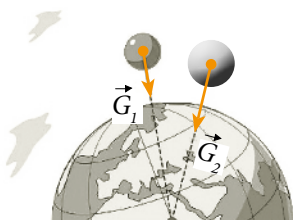


Fig. 3

Grafic forța de greutate ce acționează asupra corpului se reprezintă printr-un segment orientat spre centrul Pământului. Punctul de aplicație al forței de greutate este bine determinat și coincide cu centrul de greutate al corpului (fig. 3).

Valoarea numerică a forței de greutate poate fi determinată cu ajutorul dinamometrului. La suspendarea unui corp de cârligul dinamometrului (care se află în echilibru, în aer), acesta indică valoarea numerică a forței de greutate.

Experiment

Măsurați cu un dinamometru forțele de greutate suspendând de cârligul acestuia mai multe corpuri a căror masă o cunoașteți sau o puteți determina prin cântărire (fig. 4). Calculați pentru fiecare măsurare raportul G/m .

Observăm

Acest raport are aceeași valoare pentru fiecare corp în parte. Se obține (aproximativ) valoarea: **9,81 N/kg**.

Dacă experimentul ar fi avut loc pe Lună, acest raport ar fi fost egal (aproximativ) cu **1,62 N/kg**, pe Marte – **3,8 N/kg**.

Definiție:

Raportul dintre forța de greutate și masa corpului se numește **acelerație gravitațională** (notată cu g).

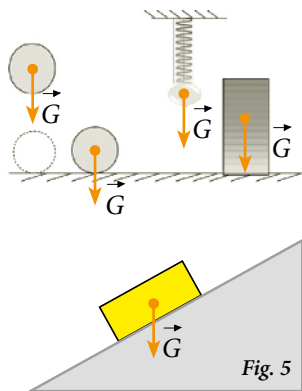
$$g = \frac{G}{m}, \quad [g]_{SI} = \frac{N}{kg}.$$

Reține!

La rezolvarea problemelor, în cazul interacțiunii dintre Pământ și un corp de pe suprafața lui, de regulă, vom folosi valoarea rotunjită $g = 10 \text{ N/kg}$.



Fig. 4



Reține!

Caracteristicile forței de greutate (fig. 5):

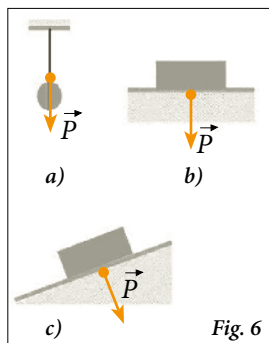
- punctul de aplicație al forței de greutate coincide cu centrul de greutate al corpului;
- forța de greutate are direcția verticală (direcția perpendiculară pe suprafața planetei în majoritatea situațiilor studiate);
- sensul forței de greutate este în jos (spre centrul planetei);
- valoarea numerică a forței de greutate se calculează din relația: $G = m \cdot g$;
- unitatea de măsură $[G]_{SI} = N$.

Informație

Datorită faptului că asupra corpurilor acționează forța de greutate, ele, la rândul lor, acționează asupra corpurilor care le mențin în starea de repaus (le împiedică să cadă). De exemplu, cartea de pe masa elevului apasă asupra acesteia vertical în jos cu o forță egală ca valoare cu cea a forței de greutate, dar aplicată suportului (fig. 6, b). Această forță este numită **pondere** și are simbolul P . În același mod, corpul suspendat de fir (fig. 6, a) întinde firul de suspenzie acționând asupra lui cu **ponderea** P .

Definiție:

Forța cu care corpul acționează asupra suportului sau a firului vertical care îl împiedică să cadă se numește **pondere**.



Reține!

Caracteristicile ponderii:

- punctul de aplicație al ponderii este situat pe suport sau firul de suspenzie în regiunea contactului;
- ponderea are direcția perpendiculară pe suprafața de contact (fig. 6, b și c);
- sensul ponderii depinde de sensul acțiunii produse de corp;
- valoarea numerică a ponderii este egală cu valoarea numerică a forței de greutate pentru suporturi orizontale și puncte de suspensii care se află în echilibru mecanic. În acest caz putem aplica relația $P = m \cdot g$;
- unitatea de măsură $[P]_{SI} = N$.

Probleme rezolvate

Problema 1. Să se afle masa cocostârcului (fig. 7), dacă se știe că el este atras de Pământ cu o forță de 90 N.

Se dă:

$$G = 90 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = ?$$

Rezolvare:

Din formula forței de greutate: $G = m \cdot g$

aplicând triunghiul formulei

$$\text{obținem: } m = \frac{G}{g}$$

$$\text{Substituim valorile numerice } m = \frac{90 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 9 \text{ kg}$$

Răspuns: $m = 9 \text{ kg}$

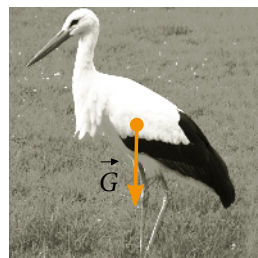


Fig. 7

Problema 2. Cărămizile pentru pavaj din figura 8 au o densitate egală cu 2200 kg/m^3 . Folosind informația din figura 8, determinați cu ce forță apasă pe suprafața orizontală a pământului o cutie care conține 9 cărămizi.

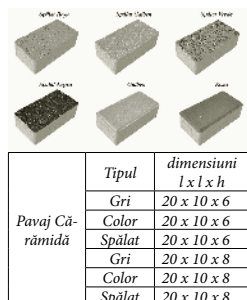
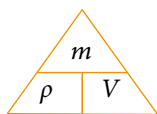


Fig. 8



**Verifică-ți
cunoștințele**

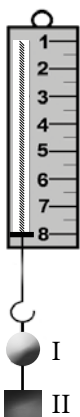


Fig. 9

Se dă:

$$L = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$l = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$h = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$$

$$n = 9$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$P_t = ?$$

Rezolvare:

Ponderea totală este egală cu produsul dintre numărul de cărămizi și ponderea unei cărămizi: $P_t = n \cdot P_l$ (1)

Ponderea unei cărămizi $P_l = m \cdot g$ (2)

Din formula densității $\rho = \frac{m}{V}$, aplicând

trunghiul formulei, obținem: $m = \rho \cdot V$ (3)

Volumul cărămizii: $V = L \cdot l \cdot h$ (4)

Substituind formula (4), (3), (2) în formula (1), obținem:

$$P_t = n \cdot \rho \cdot L \cdot l \cdot h \cdot g$$

Substituim valorile numerice:

$$P_t = 9 \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 0,06 \text{ m} \cdot 10 \text{ N/kg} = 237,6 \text{ N}$$

Răspuns: $P_t = 237,6 \text{ N}$

1. Ce se numește forță de greutate? Dar ponderea 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 ponderea unui corp în două cazuri:
 - a) corpul se află pe un suport orizontal;
 - b) corpul este suspendat vertical.
4. Care sunt caracteristicile prin care putem face deosebire între forța de greutate și pondere? În ce caz aceste forțe sunt egale numeric?
5. Desenează în caiet un dinamometru de cârligul căruia este fixat un corp (o bilă). Indică pe desen vectorul forței de greutate și vectorul ponderii bilei.
6. Ești de acord cu afirmația: „Greutatea unui sac cu zahăr este de 50 kg”? Argumentează răspunsul.
7. Un sac, plin cu zahăr, este atras de Pământ cu o forță de 500 N. Să se afle masa sacului. Cu ce forță apasă sacul pe o suprafață orizontală aflată în echilibru? Cum se numește această forță?
8. Cu ce forță este atras de Pământ un vas din sticlă cu masa de 500 g? Să se afle forța de atracție în cazul când vasul este umplut cu ulei ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$). Capacitatea vasului este egală cu 5 l.
9. Un cub din aluminiu ($\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$) are muchia egală cu 20 cm. Determinați forța cu care cubul apasă pe o suprafață orizontală.
10. De un dinamometru sunt suspendate două corpuri (fig. 9). Dinamometrul indică 8 N. Masa primului corp este egală cu 300 g. Să se afle masa corpului al doilea.

2.5. Forța elastică



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).

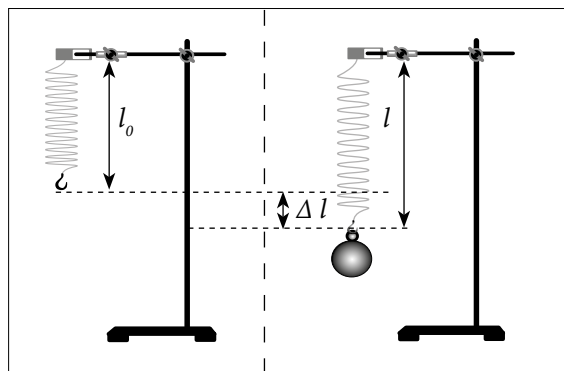


Fig. 1

a)

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). Corpurile au fost deformat elastic.

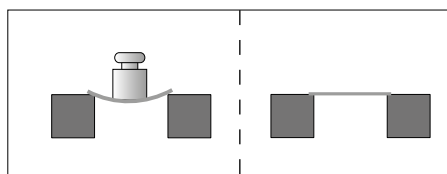


Fig. 2

a)

b)

Concluzie: La încetarea acțiunii forței deformatoare, corpul deformat elastic revine (tinde să revină) la forma inițială sub acțiunea altei forțe.



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

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

- **punctul de aplicație**, care coincide cu punctul de aplicație al forței deformatoare;
- **direcție**, care coincide cu direcția forței deformatoare;
- **sens**, care este opus sensului forței deformatoare;
- **valoare numerică**, care este egală cu valoarea numerică a forței deformatoare ($F_{el} = F_{def}$);
- **unitate de măsură**, neutonul (N).

De exemplu, dacă suspendăm de resort un corp cu masa m , resortul se deformează (fig. 3). Forța elastică are aceeași valoare numerică, același punct de aplicație și aceeași direcție ca și forța deformatoare (în cazul dat, ponderea corpului), iar sensul ei este opus sensului forței deformatoare ($F_{el} = F_{def}$).

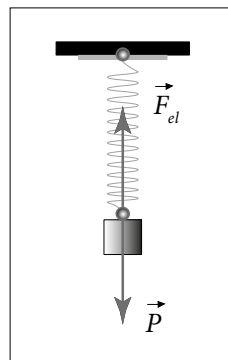


Fig. 3



Instalația experimentală este reprezentată în figura 1.

Prin: l_0 – notăm lungimea inițială a resortului, l – lungimea finală a acestuia, $\Delta l = |l - l_0|$ – alungirea/comprimarea absolută (în cazul comprimării unui resort, lungimea finală este mai mică decât lungimea inițială).

Mod de lucru:

1. Măsurați cu rigla lungimea inițială a resortului (l_0);
2. Suspențați de cârligul dinamometrului un corp și măsurați lungimea resortului deformat (l);
3. Înscrieți în tabel valoarea lui l_0 , l și indicația dinamometrului ($P = F_{def} = F_{el}$);
4. Repetați pașii 2 și 3 pentru alte două corpuri;
5. Calculați, pentru fiecare caz, raportul $\frac{F_{el}}{\Delta l}$ și înscrieți rezultatul în tabel.

Nr. măsurării	l_0 (m)	l (m)	$F_{el} = P$ (N)	$\Delta l = l - l_0$ (m)	$\frac{F_{el}}{\Delta l}$ ($\frac{\text{N}}{\text{m}}$)

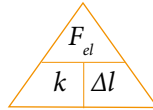
Observăm ➤ Acest raport are aproximativ aceeași valoare pentru fiecare corp în parte. Această valoare reprezintă o caracteristică a resortului.

Definiție: ➤ Mărima k egală cu raportul dintre forța deformatoare F_{def} și deformația (alungirea absolută) a corpului Δl se numește **constantă elastică** a corpului.

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

În formă matematică, această afirmație se scrie în felul următor ($F_{el} = F_{def}$):

$$k = \frac{F_{el}}{\Delta l}$$



Unitatea de măsură a constantei elastice k în SI este: $[k]_{SI} = \frac{[F_{el}]_{SI}}{[\Delta l]_{SI}} = \frac{\text{N}}{\text{m}}$.



Fig. 4

Reține! ➤ Deformația este direct proporțională cu forța deformatoare, adică: $\Delta l \sim F_{def}$.

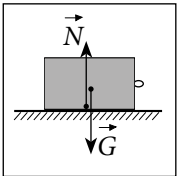


Fig. 5

Această dependență este valabilă pentru deformări mici, în limita elasticității.

Deoarece forța elastică F_{el} are aceeași valoare ca forța deformatoare F_{def} atunci

$$F_{el} = k \Delta l.$$

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

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

Informație ➤ În cazul unui corp suspendat de un fir forța care se opune deformării (forța elastică) este numită **forța de tensiune din fir** (simbolul T , fig. 4). Când corpul apasă pe o suprafață de sprijin, forța care se opune deformării (forța elastică) este numită **forța de reacțiune normală** (simbolul N , fig. 5).

Probleme rezolvate

Problema 1. Pe un resort, situat vertical, se pune un corp cu masa de 60 kg. Constanta elastică a resortului este de 15 000 N/m. Să se afle comprimarea absolută a resortului. Reprezentați schematic, la o scară arbitrară, forțele.

Se dă:

$$\begin{aligned} m &= 60 \text{ kg} \\ k &= 15\,000 \text{ N/m} \\ \Delta l &= ? \end{aligned}$$

Rezolvare:

La stabilirea echilibrului $P = F_{el}$ (1)

Ponderea: $P = m \cdot g$ (2)

Forța elastică: $F_{el} = k \cdot \Delta l$ (3)

Substituim (3), (2) în (1) $m \cdot g = k \cdot \Delta l$

Obținem relația pentru calcularea comprimării absolute $\Delta l = \frac{m \cdot g}{k}$

Calcul numerice $\Delta l = \frac{60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg}}{15\,000 \text{ N/m}} = 0,04 \text{ m}$

Răspuns: $\Delta l = 0,04 \text{ m}$.

Problema 2. Determină masa corpului suspendat de cârligul dinamometru-lui, dacă lungimea resortului a crescut de la 10 cm până la 15 cm. Constanta elastică a resortului este egală cu 50 N/m.

Se dă:

$$\begin{aligned} l_0 &= 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m} \\ l &= 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m} \\ k &= 50 \text{ N/m} \\ m &= ? \end{aligned}$$

Rezolvare:

La stabilirea echilibrului $P = F_{def} = F_{el}$ (1)

Alungirea absolută $\Delta l = |l - l_0|$ (2)

Ponderea $P = m \cdot g$ (3)

Forța elastică $F_{el} = k \cdot \Delta l$ (4)

Substituim (4), (3) și (2) în (1) $m \cdot g = k \cdot |l - l_0|$

Obținem relația pentru calcularea masei $m = \frac{k \cdot |l - l_0|}{g}$

Calcul numerice: $m = \frac{50 \text{ N/m} \cdot |0,15 \text{ m} - 0,1 \text{ m}|}{10 \text{ N/kg}} = 0,25 \text{ kg}$

Răspuns: $m = 0,25 \text{ kg}$.

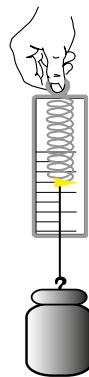


Fig. 6

Verifică-ți cunoștințele

1. Ce se numește forța elastică?
2. Numește caracteristicile forței elastice.
3. Asupra resortului din fig. 7 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.

4. Scrie expresia matematică și numește mărimile fizice care caracterizează legea deformării elastice.

5. Utilizând triunghiul $\triangle F, k, \Delta l$, determină:

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

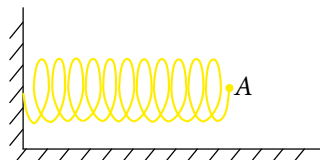
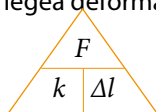


Fig. 7

6. Ce forță acționează asupra unui resort cu constanta elastică de 10 N/m, dacă alungirea lui este de 2 cm?
7. Care este constanta elastică a unui fir de cauciuc, dacă sub acțiunea unui corp cu masa de 60 kg firul se alungește cu 10 cm?
8. Un corp cu ponderea de 60 N acționează asupra unui resort a cărui constantă elastică este egală cu 1200 N/m. Determinați deformarea (alungirea absolută) produsă.

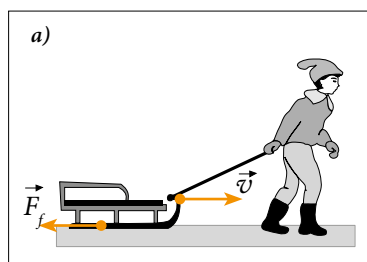
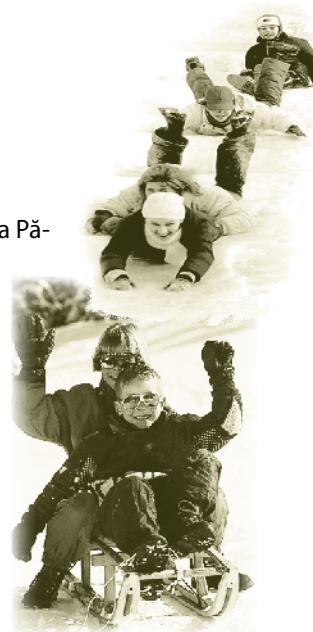
2.6. Forța de frecare



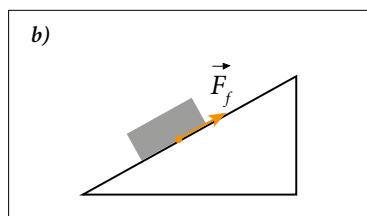
Deseori ați observat mișcarea unor corpuri pe suprafața Pământului. De exemplu, la derdeluș, o săniuță lunecând pe zăpadă se oprește după un timp oarecare. Mișcarea ei încetează deoarece asupra săniuței acționează o forță orientată în sens opus mișcării.



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



Forța de frecare se notează prin \vec{F}_f . Forța de frecare la alunecare acționează pe direcția mișcării corpului și are sensul opus mișcării corpului (fig. 1, a).



În cazul când corpul se află în repaus, forța de frecare este orientată în sensul **opus** mișcării posibile a corpului (fig. 1, b).

Tocmai 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. Pentru aceasta, 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.

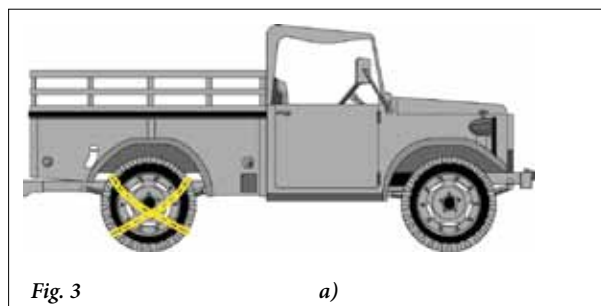
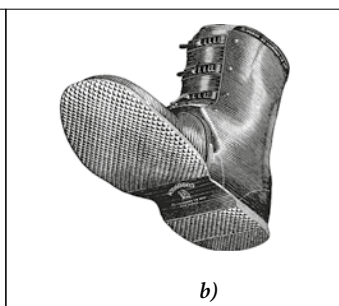


Fig. 3

a)



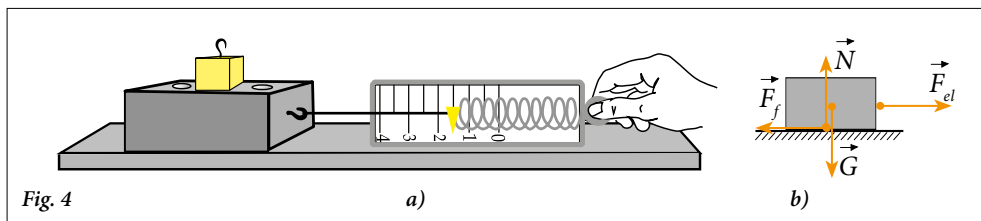
b)

Activitate practică

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?



Trageți dinamometrul ca să obțineți o alunecare uniformă a barei. Din condiția de echilibru $R = 0$, obținem $F_{el} = F_{tr}$, $N = G$. În acest caz dinamometrul indică forța de frecare.

Repetăți experimentul, așezând blocul pe suprafața laterală cu aria mai mică.

Depinde oare forța de frecare de aria suprafeței de contact?

Repetăți experimentul, fixând de cârligul dinamometrului un tăvălug de aceeași masă (fig. 5).

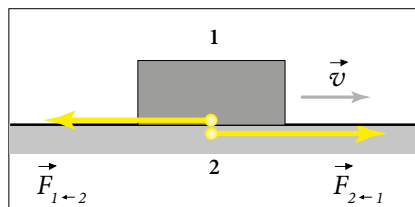
Comparați indicațiile dinamometrului pentru următoarele două cazuri:

- tăvălugul se rostogolește (forța de frecare la rostogolire);
- tăvălugul alunecă pe suprafața mesei fiind blocat.
- 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 aceleași valori numerice și sunt orientate de-a lungul suprafeței de contact în sens opus.



Probleme rezolvate

Problema 1. Determină forța necesară pentru a deplasa rectiliniu uniform un trunchi din lemn cu masa de 100 kg pe o suprafață orizontală (fig. 6, a). Forța de frecare reprezintă 40% din pondere.

Se dă:

$$m = 100 \text{ kg}$$

$$F_f = 0,4 P$$

$$F_{tr} - ?$$

Rezolvare:

Reprezentăm schematic forțele care acționează asupra trunchiului (fig. 6, b). Aplicând condiția de echilibru $R = 0$, obținem:

$$F_{tr} = F_f \quad N = G$$

Suprafața pe care se află trunchiul este în echilibru și orizontală, deci ponderea $P = m \cdot g$

$$\text{Forța de tracțiune } F_{tr} = F_f = 0,4 \cdot P = 0,4 \cdot m \cdot g$$

$$\text{Efectuăm calculele } F_{tr} = 0,4 \cdot 100 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} = 400 \text{ N}$$

$$\text{Răspuns: } F_{tr} = 400 \text{ N}$$

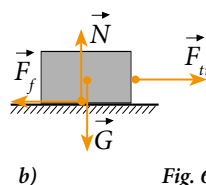
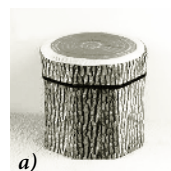


Fig. 6

Problema 2. Prin intermediul unui resort cu constanta elastică de 40 N/m, un paralelipiped din lemn este tras pe o suprafață orizontală (fig. 7, a). Determină masa corpului din lemn, dacă se știe că resortul s-a deformat cu 3 cm, iar forța de frecare reprezintă 30% din pondere.

Se dă:

$$k = 40 \text{ N/m}$$

$$F_f = 0,3 P$$

$$\Delta l = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$m = ?$$

Rezolvare:

Reprezentăm schematic forțele care acționează asupra paralelipipedului (fig. 7, b).

Aplicând condiția de echilibru $R = 0$, obținem:

$$F_{el} = F_f \quad N = G \quad (1)$$

Suprafața pe care se află paralelipipedul este în echilibru și orizontală, deci ponderea $P = m \cdot g$

$$\text{Forța de tracțiune } F_{el} = F_f = 0,3 \cdot P = 0,3 m \cdot g \quad (2)$$

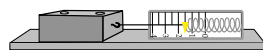
$$\text{Forța elastică } F_{el} = k \cdot \Delta l \quad (3)$$

$$\text{Din (3) și (2), obținem } k \cdot \Delta l = 0,3 m \cdot g$$

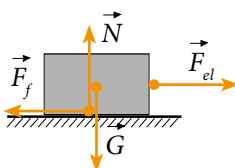
$$\text{Masa paralelipipedului } m = \frac{k \cdot \Delta l}{0,3 g}$$

$$\text{Efectuăm calculele } m = \frac{40 \text{ N/m} \cdot 0,03 \text{ m}}{0,3 \cdot 10 \text{ N/kg}} = 0,4 \text{ kg}$$

$$\text{Răspuns: } m = 0,4 \text{ kg.}$$



a)



b)

Fig. 7

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?

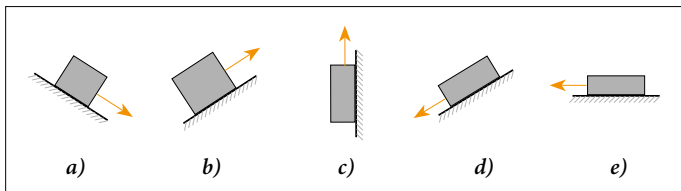
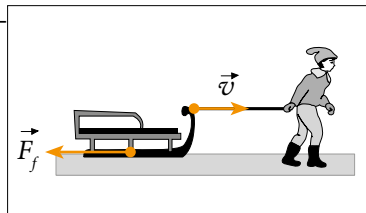


Fig. 8



Fig. 9

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. 8 (săgețile indică sensul mișcării corpurilor).
8. Privește imaginea de mai sus (fig. 9). Cum sunt orientate forțele de frecare în timpul mișcării schioarei?
9. Un copil trage rectiliniu uniform o sanie pe o suprafață orizontală aplicând o forță de 40 N orientată orizontal.
 - a) să se afle forța de frecare;
 - b) să se afle masa saniei, dacă forța de frecare reprezintă 10 % din pondere.



2.7. Lucrare de laborator „Gradarea dinamometrului”

Scopul lucrării: studiul construcției dinamometrului, asamblarea din părți componente a unui dinamometru, gradarea dinamometrului și măsurarea ponderii.

Aparate și materiale: un stativ cu accesorii (fig. 1), un resort sau un dinamometru a cărui scară gradată este acoperită cu o fâșie de hârtie cartonată, o bandă adezivă transparentă, patru mase marcate a câte 102 g fiecare, o riglă gradată în milimetri, hârtie cartonată, foarfece, creion, corp de probă (cu cârlig) de masă necunoscută.

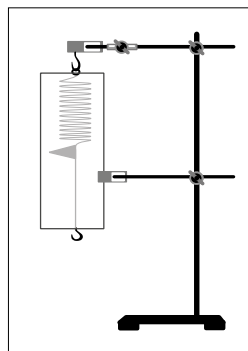


Fig. 1

Mod de lucru:

1. Fixați resortul/dinamometrul în cleștele stativului.
2. Tăiați din foaia de hârtie cartonată un dreptunghi și fixați-l cu alt clește în spatele resortului (dacă folosiți un dinamometru, dreptunghiul tăiat trebuie să acopere integral scara dinamometrului).
3. Notați cu creionul pe foaia de hârtie cartonată poziția zero a acului indicator marcând printr-o linie orizontală cu lungimea de 15-20 (mm).
4. Suspențați pe rând de cârligul resortului/dinamometrului câte o masă marcată (102 g) și notați de fiecare dată poziția indicatorului, care corespunde diviziunii „1 N”, „2 N”, „3 N”, „4 N”, marcând prin linii orizontale cu lungimea de 15-20 mm.
5. Împărțiți distanțele dintre două diviziuni vecine în cinci părți egale (sau alt număr de părți egale – la indicația profesorului). Marcați punctele obținute prin linii orizontale cu lungimea de 10-15 (mm).
6. Determinați limitele de măsurare, valoarea unei diviziuni (F_0) și eroarea absolută instrumentală (ΔF) a dinamometrului obținut.

$$F_{min} =$$

$$F_0 =$$

$$F_{max} =$$

$$\Delta F =$$

7. Suspențați corpul de probă de dinamometru și determinați ponderea (P).
8. Scrieți rezultatul final: $P_x = (P \pm \Delta P) = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ N}$.
9. Concluzie.

2.8. Eroarea absolută

Informație

La efectuarea lucrării de laborator, Valeria a ceretat trei corpuri, din aceeași substanță, și a făcut măsurările necesare, având scopul să determine densitatea substanței. Calculând densitatea în fiecare caz, ea a obținut următoarele rezultate:

$$\rho_1 = 2670 \text{ kg/m}^3, \rho_2 = 2720 \text{ kg/m}^3, \rho_3 = 2740 \text{ kg/m}^3.$$

Valeria și-a pus întrebarea: care ar fi valoarea pe care trebuie să o scriu în foaia de răspunsuri?



Reține!

Valoarea adevărată a mărimii fizice pe care o determinăm experimental (X) se află cel mai aproape de **valoarea medie** a mărimii date, care este egală cu media aritmetică a valorilor individuale (se notează X_{med} sau \bar{X}). $X_{med} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}$

Valeria a calculat valoarea medie a densității: $\rho_{med} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$

$$\rho_{med} = \frac{2670 + 2720 + 2740}{3} \text{ kg/m}^3 = 2710 \text{ kg/m}^3$$

Reține!

Pentru a aprecia eroarea (greșeala) comisă la fiecare măsurare (**eroarea absolută**, simbolul ΔX), trebuie să calculăm modulul diferenței dintre valoarea medie (X_{med}) și valoarea obținută la măsurarea dată (X). $\Delta X = |X_{med} - X|$

Respectând prevederile teoretice, Valeria a efectuat următoarele calcule:

$$\Delta \rho_1 = |2710 - 2670| \text{ kg/m}^3 = 40 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta \rho_2 = |2710 - 2720| \text{ kg/m}^3 = 10 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta \rho_3 = |2710 - 2740| \text{ kg/m}^3 = 30 \text{ kg/m}^3$$

Eroarea absolută medie (ΔX_{med} , $\Delta \rho_{med}$) caracterizează precizia determinării densității și este egală cu media aritmetică a erorilor absolute ale măsurărilor individuale:

$$\Delta X_{med} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3}{3} \quad \Delta \rho_{med} = \frac{\Delta \rho_1 + \Delta \rho_2 + \Delta \rho_3}{3}$$

Calculând, Valeria a obținut următorul rezultat:

$$\Delta \rho_{med} = \frac{40 + 10 + 30}{3} \text{ kg/m}^3 \approx 27 \text{ kg/m}^3.$$

Reține!

În urma oricărui experiment se obține un interval de valori. Răspunsul final se scrie sub forma:

$$X = (X_{med} \pm \Delta X_{med}) = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ sau } X_{med} - \Delta X_{med} \leq X \leq X_{med} + \Delta X_{med}$$

Acest interval reprezintă domeniul de valori pe care le poate avea mărimea căutată.

În foaia de răspunsuri, Valeria a scris rezultatul final conform cerințelor de prelucrare a datelor experimentale: $\rho = (\rho_{med} \pm \Delta \rho_{med}) = (2710 \pm 27) \text{ kg/m}^3$.

Obținând rezultatul final și verificând cu tabelul densităților, Valeria a formulat o concluzie în care a presupus că substanța din care sunt confecționate corpurile ceretate este aluminiu sau marmură ($\rho_M = \rho_{Al} = 2700 \text{ kg/m}^3$).

Reține!

O concluzie calitativă trebuie să conțină următoarele componente: descrierea surselor de erori și propuneri (dacă este posibil) de micșorare a erorilor; aprecierea (calitativă sau/și cantitativă a rezultatului obținut; propuneri (după caz) de determinare a mărimii date prin alte metode.

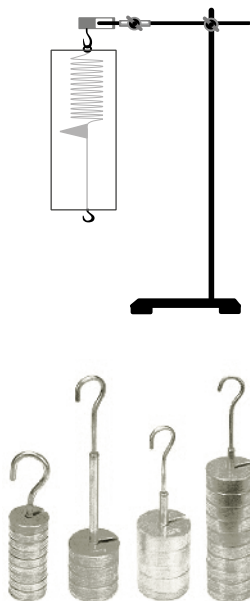
2.9. Lucrare de laborator „Determinarea constantei elastice a resortului”

Scopul lucrării: determinarea constantei elastice a resortului dinamometrului școlar.

Aparate și materiale: dinamometru școlar, corpuri de mase diferite (cu cârlig) a căror pondere poate fi măsurată cu dinamometrul, o riglă gradată în mm.

Modul de lucru

1. Măsurăți cu rigla lungimea resortului nedeformat (l_0);
2. Suspențați de cârligul dinamometrului un corp și măsurăți lungimea resortului deformat (l);
3. Înscrieți în tabelul nr. 1 valoarea lui l_0 , l și indicația dinamometrului ($P = F_{def} = F_{el}$);
4. Repetați pașii 2 și 3 pentru alte două corpuri;
5. Calculați, pentru fiecare caz, constanta elastică $k = \frac{F_{el}}{\Delta l}$ și înscrieți rezultatul în tabelul nr. 1;
6. Calculați valoarea medie a constantei elastice și erorile absolute;
7. Treceți rezultatele obținute în tabelul nr. 1;
8. Scrieți exemplele de calcul, rezultatul final și formulați concluziile de rigoare.



Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate

Nr.	l_0 , m	l , m	Δl , m	P , N	k , N/m	Δk , N/m
1						
2						
3						
Valori medii						

Exemple de calcul, calculul erorilor:

$$g = 9,81 \text{ N/kg},$$

$$k = F_{el}/\Delta l = m g/\Delta l,$$

$$\Delta k = |k_{med} - k_1|$$

$$k_1 =$$

$$\Delta k_1 =$$

$$k_2 =$$

$$\Delta k_2 =$$

$$k_3 =$$

$$\Delta k_3 =$$

$$k_{med} =$$

$$\Delta k_{med} =$$

Rezultatul final:

$$k = (k_{med} \pm \Delta k_{med}) = (\text{-----} \pm \text{-----}) \text{ N/m}$$

Concluzie.

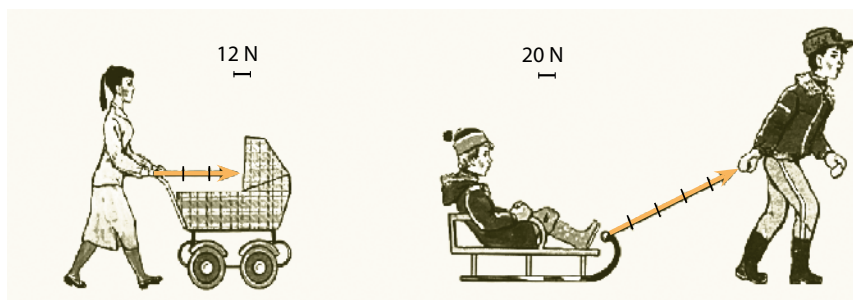
Achiziții practice

Soluționează situațiile

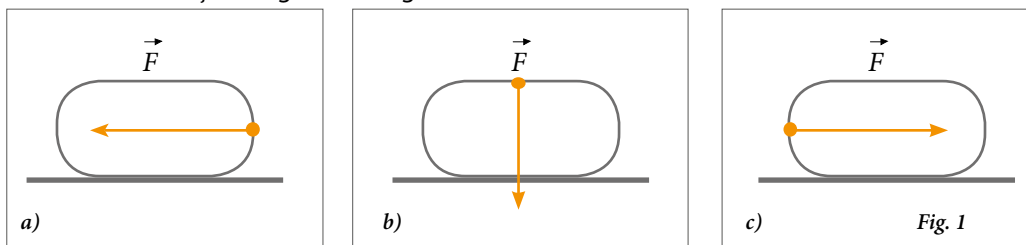
1. Privește imaginea alăturată. Care e rolul centurii de siguranță? Ce se întâmplă cu șoferul atunci când automobilul își schimbă viteza brusc (frânează sau pornește)? Dă exemple asemănătoare.
2. Completează în caiet căsuțele cu caracteristicile forței – mărime vectorială.



3. Folosind scările, determină valorile numerice ale forțelor din imaginile de mai jos.



4. Privește imaginile din figura 1.



- a) În ce caz corpul:
- 1) se mișcă spre dreapta?
 - 2) se mișcă spre stânga?
 - 3) se află în repaus?
- b) Reprezintă schematic vectorul forței de frecare.

5. Determină valoarea numerică a rezultantei R a două forțe coliniare $F_1 = 8 \text{ N}$ și $F_2 = 4 \text{ N}$ pentru două cazuri (fig. 2 a, b).

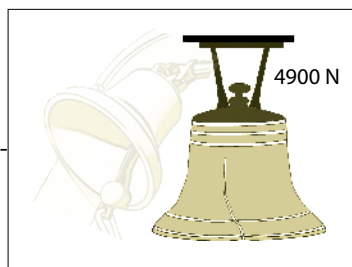


6. Desenează doi vectori coliniari care să corespundă forțelor cu valoarea de 3 N și, respectiv, 5 N . Determină rezultanta lor \vec{R} în două cazuri:

- a) vectorii au același sens;
b) vectorii au sens opus.

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

8. Aparatul cosmic cu ajutorul căruia Neil Armstrong și Edwin Aldrin au aterizat pe Lună la 20 iulie 1969 avea masa de $14\,700 \text{ kg}$. Determină ponderea acestui aparat pe Lună. Cu cât diferă această valoare în comparație cu ponderea sa pe Pământ? ($g_L = 1,6 \text{ N/kg}$, $g_p = 10 \text{ N/kg}$)



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

10. Completează tabelul:

	$g, \text{ N/kg}$	$m, \text{ kg}$	$G, \text{ N}$
Pământul		5	
Luna		7	
Marte			228

11. O bară din lemn are dimensiunile de $10 \times 4 \times 3 \text{ cm}$. Să se afle volumul barei, masa barei, ponderea barei pe un plan orizontal, dacă densitatea lemnului este de 500 kg/m^3 .

12. Ce masă trebuie să aibă scafandrul pentru ca ponderea astronautului pe Lună să fie egală cu ponderea corpului său pe Pământ? Masa corpului astronautului $m = 80 \text{ kg}$.

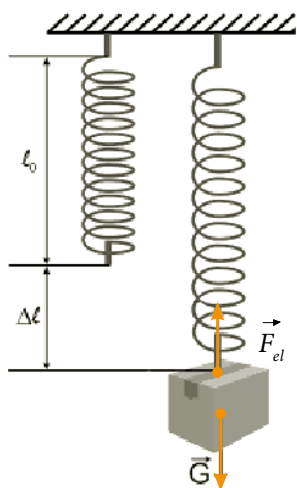
13. Calculează diferența dintre ponderea unei tone de cărbuni la Polul Nord și la ecuator.

$$g_p = 9,83 \text{ N/kg}; \quad g_e = 9,78 \text{ N/kg}.$$

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

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

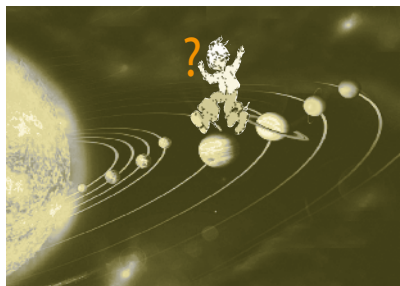




16. Asupra unui resort elastic acționează o forță de 15 N. Resortul se alungește cu 3 cm. Care va fi alungirea resortului, dacă forța este de 25 N? Ce forță acționează asupra resortului atunci când alungirea este de 4 cm?
17. De un resort este suspendat un corp cu volumul de $0,001 \text{ m}^3$ și densitatea de 500 kg/m^3 . Determină alungirea resortului, dacă constanta elastică a acestuia este de 100 N/m .
18. 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.
19. Reprezintă grafic forța de frecare dintre pantoful unui elev și podea în două cazuri:
 - la pornire;
 - la frânare.
20. În ce caz forțele de frecare dintre două plăci de plumb sunt mai mari: atunci când plăcile sunt șlefuite sau neșlefuite? Argumentează răspunsul.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. Confectionează 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.
25. Confectionează un dinamometru în care resortul este înlocuit cu o riglă metalică elastică.
26. 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 5 N, dar de 10 N?

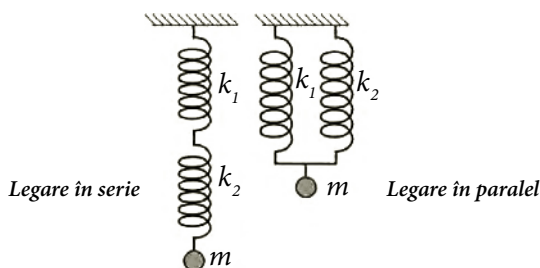


27. Confecționează din mijloacele pe care le ai la dispoziție o „catapultă”. Enumeră caracteristicile ei. Ce propui pentru îmbunătățirea acestor caracteristici?
28. Deșurubați un șurub uscat. Ungeți șurubul cu ulei și înșurubați-l. Comparați efortul depus la înșurubare cu cel inițial.
29. Având la dispoziție 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?
30. Scrie o comunicare privind evoluția instrumentelor de măsurare a forței.



31. Determină ponderea corpului tău pe suprafața diferitelor planete. Pe care planetă vei avea o greutate mai mare?
32. La începutul mișcării unui ascensor în sus omul simte că **apasă** mai intens în podeaua ascensorului. Variaza oare:
 - forța de greutate ce acționează asupra omului;
 - ponderea omului;
 - masa omului?

33. Selectează din literatură date despre catapultele din Antichitate. Ce servea pentru ele în calitate de corp elastic?
34. Având la dispoziție două dinamometre și un corp care are o pondere mai mare decât forța maximă pe care o poate măsura un dinamometru, propune planul unei investigații pentru determinarea ponderii corpului.
35. Având la dispoziție două resorturi identice ($k_1 = k_2 = k$) și un corp (o masă marcată), determină cu cât va fi egală constanta elastică a sistemului la legarea resorturilor în serie și în paralel.



36. 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, forța de greutate, ponderea și forța de reacțiune normală.
37. La construcția piramelor egiptene se utilizau blocuri enorme de piatră. Caută în literatură informații despre felul cum era micșorată forța de frecare la deplasarea acestor blocuri. Propune o metodă de schimbare a poziției unui dulap masiv din sufragerie.

Rezumat

În natură toate corpurile se află în acțiuni reciproce, numite în fizică **interacțiuni**. Interacțiunea și mișcarea sunt două noțiuni fundamentale în fizică.

Schimbarea formei (dimensiunilor) unui corp sub acțiunea altor corpuri se numește **deformare**.

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

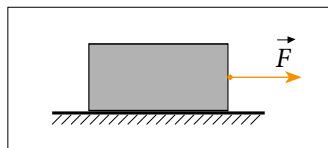
Mărimea fizică ce caracterizează intensitatea acțiunii unui corp asupra altuia se numește **forță**. Forța este o mărime fizică vectorială, care se reprezintă prin simbolul \vec{F} . Valoarea numerică a forței se notează prin $|\vec{F}|$ sau F .

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

Valoarea numerică a forței se măsoară cu dinamometrul.

Vectorul forței se caracterizează prin:

- **valoare numerică;**
- **unitate de măsură;**
- **origine** (punct de aplicație);
- **direcție** (dreaptă suport al forței);
- **sens.**



Condiția necesară ca un corp să se afle în echilibru mecanic (stare de repaus sau mișcare rectilinie uniformă) este ca rezultanta tuturor forțelor ce acționează asupra corpului să fie egală cu zero.

În mecanică se disting următoarele tipuri de forță:

- forța de greutate;
- ponderea;
- forța elastică (tensiunea de fir, reacțiunea normală);
- forța de frecare.

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

Forța de greutate apare în urma atracției Pământului. *Forța de greutate reprezintă forța cu care corpul dat este atras de Pământ, iar 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 forma inițială sau se opune forței deformatoare.

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

EVALUARE SUMATIVĂ

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

Nr.	Itemi	Scorul
I. În itemii 1-3 răspundeți scurt la întrebări conform cerințelor impuse:		
1.	<p>Continuați următoarele propoziții astfel, ca ele să fie adevărate:</p> <p>a) Sensul forței de greutate este spre planetei.</p> <p>b) Forța de frecare este forța care mișcării unui corp pe suprafața altuia.</p>	<p>L</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>
2.	<p>Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile ce le exprimă:</p> <p>constanta elastică N/kg</p> <p>forța N/m</p> <p>acclerația gravitațională m/s</p> <p> N</p>	<p>L</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>
3.	<p>Determinați valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, marcând A, dacă afirmația este adevărată, și F, dacă afirmația este falsă:</p> <p>a) Ponderea este forța cu care corpul acționează asupra suportului sau suspensiei. A F</p> <p>b) Forța este o mărime fizică vectorială. A F</p> <p>c) Forța elastică și forța deformatoare au același sens. A F</p>	<p>L</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>
II. În itemii 4-7 răspundeți la întrebări sau scrieți rezolvarea completă a situațiilor de problemă propuse:		
4.	<p>O ladă este deplasată rectiliniu uniform pe o suprafață orizontală. Forța de tracțiune este orizontală și egală cu 5 N. Reprezintă, la o scară arbitrară, forțele ce acționează asupra lăzii și determină valoarea forței de frecare.</p>	<p>L</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p>
5.	<p>Sub acțiunea unei forțe de 20 N un resort cu lungimea inițială de 10 cm se alungește până la 14 cm. Să se calculeze constanta elastică a resortului.</p>	<p>L 0</p> <p>1 2</p> <p>3 4</p>
6.	<p>Prin intermediul unui dinamometru un corp este tras uniform pe o suprafață orizontală. Arcul dinamometrului s-a deformat cu 2 cm, constanta elastică a arcului este de 40 N/m, iar forța de frecare reprezintă 10% din pondere. Să se afle masa corpului. Reprezintă, la o scară arbitrară, forțele ce acționează asupra corpului.</p>	<p>L 0</p> <p>1 2</p> <p>3 4</p> <p>5</p>
7.	<p>Aveți la dispoziție un dinamometru, un corp de formă paralelipipedică, o riglă gradată în milimetri. Descrie metoda și deduce formula de lucru pentru a determina densitatea substanței din care este format paralelipipedul.</p>	<p>L 0</p> <p>1 2</p> <p>3 4</p>

Extindere

Compunerea forțelor necoliniare. Regula paralelogramului

Regula paralelogramului: Pentru a aduna două forțe (fig. 1), se translează vectorii asociați forțelor \vec{F}_1 și \vec{F}_2 , astfel încât să aibă același punct de aplicație, apoi se construiește paralelogramul ce are ca laturi forțele \vec{F}_1 și \vec{F}_2 . Din vârful fiecărei forțe se desenează câte o paralelă (linie întreruptă) la direcția celeilalte forțe. Vectorul forței rezultante (\vec{R}) este reprezentat de diagonala paralelogramului dusă din punctul de aplicație al forțelor.

$$\text{Vectorial: } \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Atenție!!! Valoarea forței rezultante $R \neq F_1 + F_2$

Valoarea forței rezultante depinde de unghiul format de direcțiile celor două forțe și de valorile lor numerice, astfel:

- scade pe măsură ce unghiul dintre direcțiile forțelor adunate crește (sau crește pe măsură ce unghiul dintre direcțiile forțelor adunate scade);
- crește dacă valorile numerice a forțelor cresc (unghiul dintre direcțiile forțelor este constant);
- are valoarea minimă, $R_{\min} = |F_1 - F_2|$, când forțele sunt coliniare și au sens opus, și maximă, $R_{\max} = F_1 + F_2$, când forțele sunt coliniare și au același sens.

Caz particular: \vec{F}_1 și \vec{F}_2 formează un unghi de 90° (fig. 2). În acest caz vectorul forței rezultante reprezintă diagonala unui dreptunghi sau pătrat (pentru $F_1 = F_2$). Valoarea forței rezultante poate fi aflată aplicând teorema lui Pitagora (fig. 3):

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$

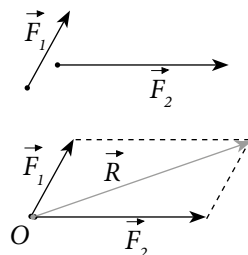


Fig. 1

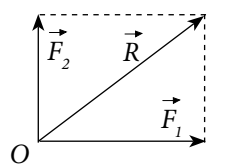
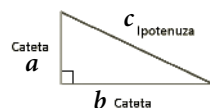


Fig. 2



$$(ip)^2 = (c_x)^2 + (c_y)^2$$

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

Fig. 3

Descompunerea unei forțe după două direcții reciproc perpendiculare

În situația din imagine (fig. 4, a), forța de tracțiune care acționează asupra saniei (forța de tensiune din fir) formează un unghi cu direcția mișcării. Pentru a putea aplica condiția de echilibru, vom proceda în următorul mod:

- forța exercitată de firul legat de sanie se poate înlocui cu două forțe ce acționează pe direcția de mișcare a saniei (\vec{F}_x), respectiv pe o direcție perpendiculară pe aceasta (\vec{F}_y) (fig. 4, b). \vec{F}_x , \vec{F}_y se numesc **componentele forței** \vec{F} .

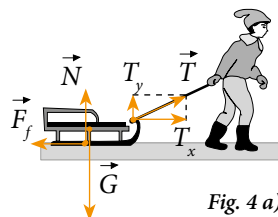


Fig. 4 a)

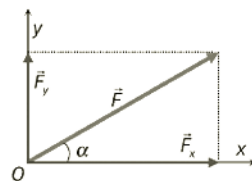


Fig. 4 b)

Coeficientul de frecare la alunecare

Valoarea numerică a forței de frecare la alunecare este direct proporțională cu valoarea numerică a forței normale de apăsare pe suprafața de contact care numeric este egală cu reacțiunea normală N și are expresia matematică: $F_f = \mu \cdot N$, unde μ este coeficientul de frecare la alunecare.

Acest coeficient este o constantă adimensională (pentru două corpuri date), care exprimă dependența forței de frecare la alunecare de calitatea prelucrării (șlefuirii) suprafețelor de contact ale corpurilor ce alunecă unul peste celălalt.

Capitolul 3

STATICA FLUIDELOR

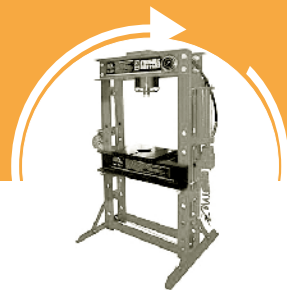
Achiziții teoretice

- 3.1. Presiunea solidelor
- 3.2. Presiunea hidrostatică
- 3.3. Presiunea atmosferică
- 3.4. Presiunea în gaze.
Legea lui Pascal
- 3.5. Aplicații. Vase comunicante.
Sisteme hidraulice
- 3.6. Forța Arhimede.
Plutirea corpurilor
- 3.7. Lucrare de laborator.
Determinarea densității
unui lichid necunoscut,
aplicând legea lui Arhimede

Achiziții practice

- Soluționează situații
- Rezumat
- Evaluare sumativă
- Extindere





Achiziții teoretice

3.1. 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?

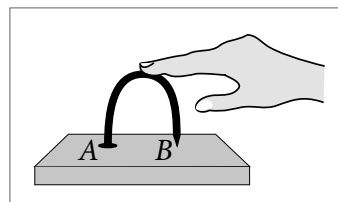


Fig. 1

Concluzie: Rezultatul acțiunii unei forțe nu depinde numai de valoarea numerică 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 valoarea numerică a forței ce acționează perpendicular pe suprafață și aria acestei suprafețe se numește **presiune**.

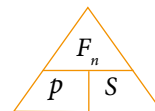
Din definiție rezultă că presiunea se calculează cu ajutorul formulei:

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

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:

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



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

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



Definiție:

1 Pa este presiunea exercitată de o forță de 1 N care acționează perpendicular pe o suprafață cu aria de 1 m².

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

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) = 1 mm Hg = 13,6 mm H₂O ≈ 133,3 Pa;

1 atm (atmosfera fizică) = 1,013 · 10⁵ Pa;

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

1 bar (barul) = 100 000 Pa.

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

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. Construieste presa hidraulică, folosită pe larg în tehnică. Blaise Pascal a susținut ideea că la baza studiului fizicii trebuie să se afle experimentul.



Problemă rezolvată

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.

Se dă:

$$p = 500 \text{ kPa} = 500\,000 \text{ Pa}$$

$$l_1 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$l_2 = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

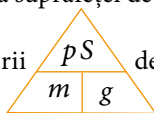
$$m = ?$$

Rezolvare:

$$\text{Sportivul exercită asupra gheții presiunea } p = \frac{mg}{S},$$

$$\text{unde } S \text{ este aria suprafeței de contact. } S = l_1 \cdot l_2 \quad (1)$$

Din triunghiul memorării



deducem $mg = p \cdot S$,

de unde exprimăm relația pentru masă: $m = \frac{p S}{g}$.

$$\text{Luând în considerare (1)} \quad m = \frac{p l_1 l_2}{g} = \frac{500\,000 \text{ Pa} \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,003 \text{ m}}{10 \text{ N/kg}} = 60 \text{ kg}$$

Răspuns: $m = 60 \text{ kg}$.

Verifică-ți cunoștințele

1. Calculează presiunea exercitată de acul unei viespi cu aria ascuțitului de $2,5 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$, dacă acul acționează cu o forță de 0,0001 N.
2. 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.
3. Privește atent imaginile de mai jos.

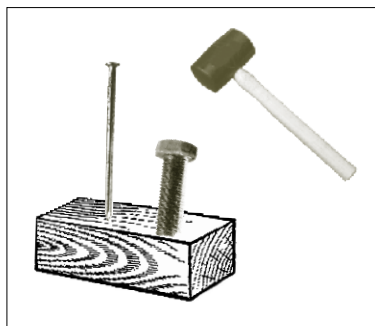
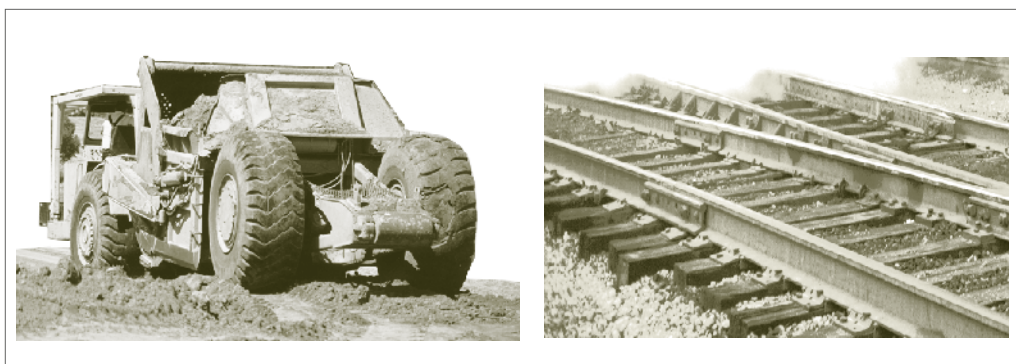


Fig. 2



- 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

4. Explică destinația degetarului (fig. 3).
5. Determină presiunea exercitată de o căldare cu apă cu masa de 10 kg asupra unui scaun, dacă aria suprafeței de contact este de 400 cm^2 .*
6. Determină aria schiurilor, dacă se știe că masa schiorului este 64 kg, iar presiunea exercitată de schiuri este egală cu 2 kPa.
7. Aria suprafeței de contact a unei cărămizi cu podeaua este de 200 cm^2 . Determină masa cărămizii, dacă presiunea exercitată de aceasta este de 1 kPa.
8. Determină presiunea exercitată de un cub cu masa de 500 g și muchia de 10 cm.

* Aici și în continuare se consideră $g = 10 \text{ N/kg}$.

3.2. Presiunea hidrostatică

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 imaginar.

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

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

Însă volumul lichidului din cilindru este:

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

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:

$$p = \rho g h$$

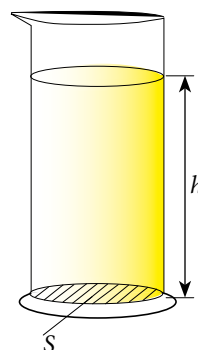
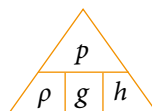


Fig. 1

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.

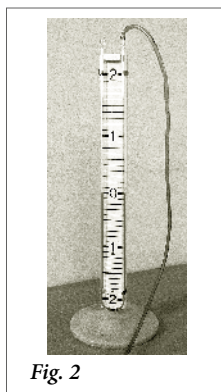


Fig. 2

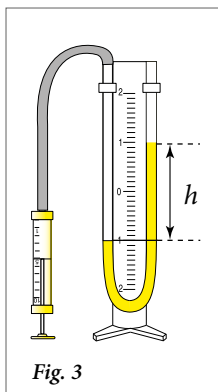


Fig. 3

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?

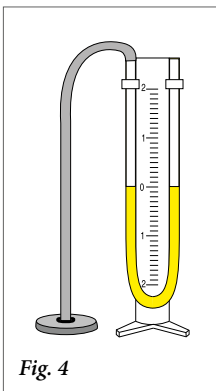


Fig. 4

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.

Problemă rezolvată

Într-un vas s-a turnat apă până la nivelul de 45 cm. Până la ce nivel trebuie turnat ulei în alt vas pentru ca presiunea la fundul acestuia să fie aceeași?

Se dă:

$$\rho_1 = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$h_1 = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

$$\rho_2 = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$p_1 = p_2$$

$$h_2 = ?$$

Rezolvare:

$$\text{Presiunea exercitată de apă este } p_1 = \rho_1 g h_1 \quad (1)$$

$$\text{Presiunea exercitată de ulei este } p_2 = \rho_2 g h_2 \quad (2)$$

$$\text{Din datele problemei avem: } p_1 = p_2 \quad (3)$$

Substituind (1) și (2) în (3), obținem:

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \quad \text{sau} \quad \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\text{De unde } h_2 = \frac{\rho_1 h_1}{\rho_2} = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,45 \text{ m}}{900 \text{ kg/m}^3} = 0,5 \text{ m}$$

Răspuns: $h_2 = 0,5 \text{ m}$.

1. Calculează presiunea hidrostatică la fundul Depresiunii Marianelor, dacă adâncimea ei este de 11 022 m, iar densitatea apei $\rho = 1026 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ N/kg}^*$.
2. 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?
3. Determină presiunea exercitată de apă din fig. 6, la nivelul bazei superioare a corpului scufundat (a) și la nivelul bazei inferioare (b).
4. Ce presiune indică manometrul din fig. 3?
5. Determină presiunea exercitată de apa stătătoare a unui bazin cu adâncimea de 5 m:
 - a) la fundul bazinului;
 - b) la jumătatea acestei adâncimi.
6. 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. Lămurește cauza acestei întâmplări.
7. Ce presiune exercită asupra apei din butoi lichidul din tub (fig. 7), dacă înălțimea coloanei de apă este egală cu 4 m?
8. Explică în ce fel măsoară presiunea cu ajutorul manometrului cu lichid.

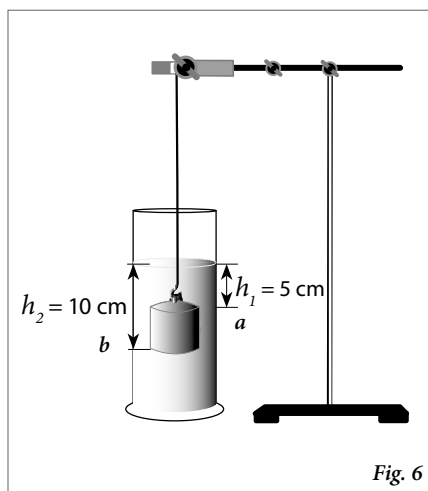


Fig. 6

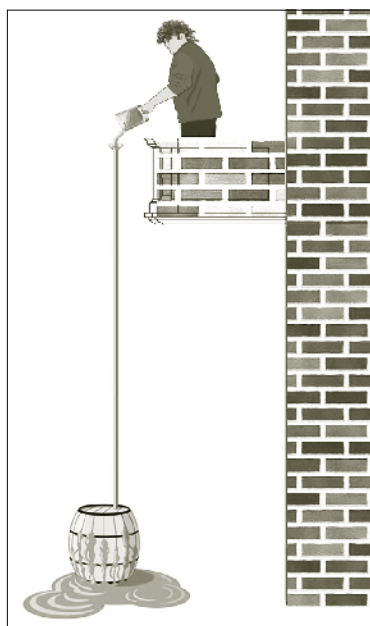


Fig. 7

* Aici și în continuare se va considera $g = 10 \text{ N/kg}$.

3.3. 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 **Evangelista 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).

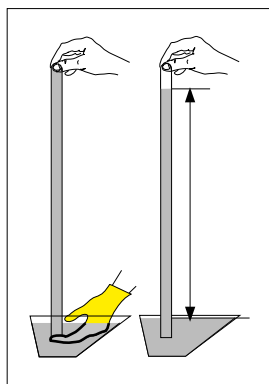


Fig. 1

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.

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 dove-

dit 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 a barometrului aneroid



Fig. 2

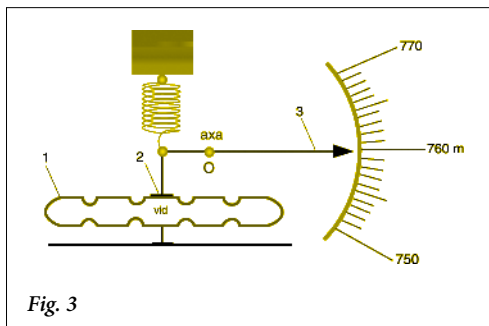


Fig. 3

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?

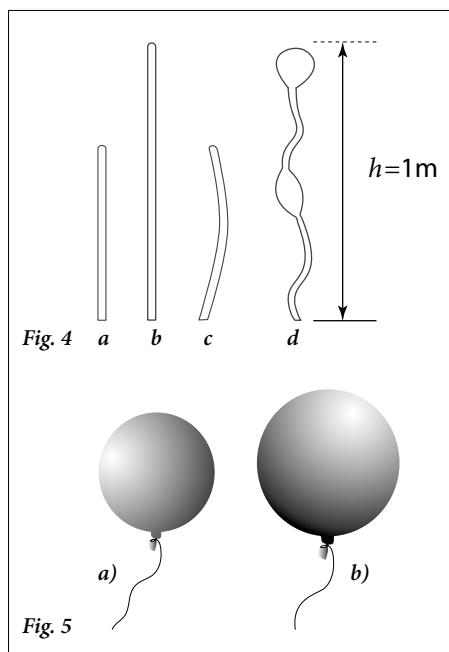


Fig. 4

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?

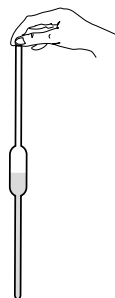


Fig. 6

* Aici și în continuare densitatea mercurului se va considera $\rho = 13\,600 \text{ kg/m}^3$.

3.4. 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.

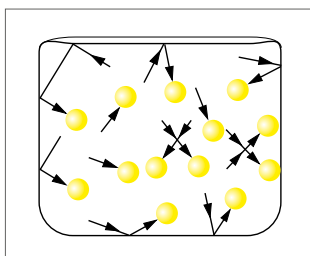


Fig. 1



De exemplu, presiunea exercitată de aer în anvelopa unui autoturism e de două atmosfere tehnice (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).

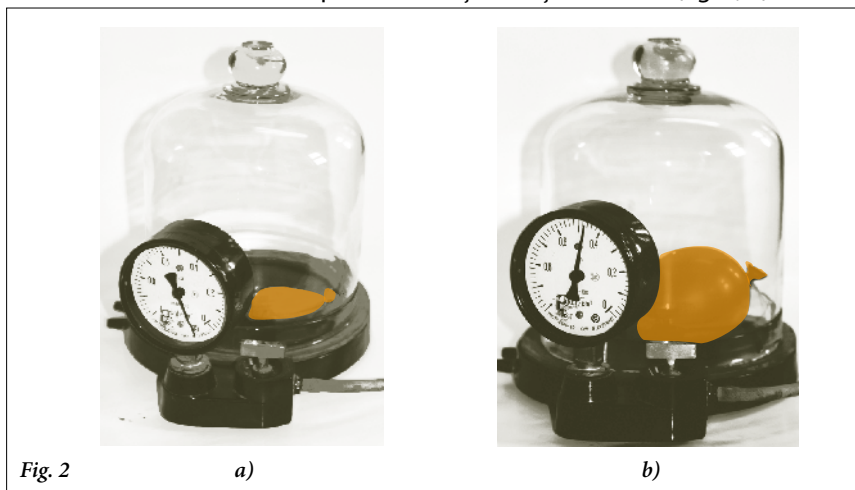


Fig. 2

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 seringă 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 seringă 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.

Presiunea lichidelor și gazelor se măsoară cu ajutorul **manometrelor**. Principiul de funcționare a manometrului cu indicator (fig. 5) este ilustrat cu ajutorul unei jucării de carnaval (fig. 6).

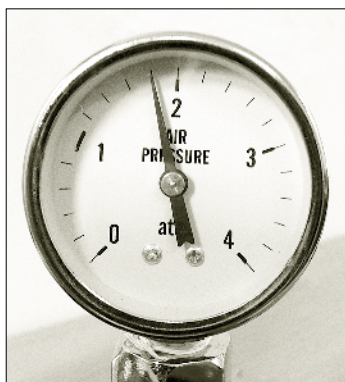


Fig. 5



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.

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



Fig. 7

Verifică-ți
cunoștințele

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



Fig. 8



Fig. 9

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 țândări. Explică acest fenomen.
7. Ce presiune indică manometrul din fig. 5? Transformați această valoare a presiunii în SI.

3.5. Aplicații. Vase comunicante. Sisteme hidraulice



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

Prezintă interes felul în care se distribuie lichidul în vasele care comunică ale corpului, de exemplu, la ceainic.



- Privește imaginile de mai jos.



- Ce se poate spune despre nivelul apei din vasele ceainicului?
- Dar despre nivelul apei în vasele stropitoare?



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



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

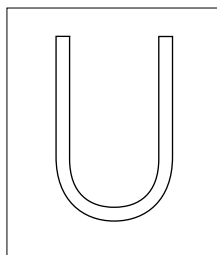


Fig. 1

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



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

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

În baza acestei legi funcționează sistemul de aprovizionare cu apă a caselor de locuit, havuzul, ecluzele ș.a.

Presa hidraulică. Acest dispozitiv este construit din doi cilindri cu diametre diferite, care comunică între ei (fig. 2). Cilindrii sunt înzestrați 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 uleiul 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, măbind presiunea asupra pistonului al doilea.

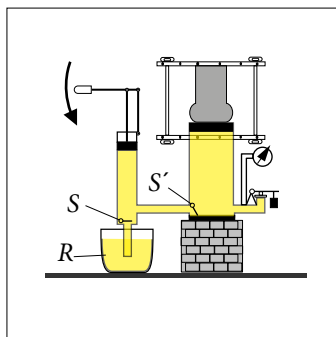


Fig. 2

În baza legii lui Pascal funcționează și alte sisteme hidraulice.

Unul din cele mai răspândite sisteme hidraulice este **frâna hidraulică**. Aceasta este compusă din *cilindrul principal* (1), aflat în manetă (fig. 3), care acționează cu forța necesară pentru a împinge *lichidul de frână* la *cilindrul secundar* (2) (fig. 4). Acest cilindru forțează *plăcuțele de frână* (3) să strângă *roto-rul* (4), fixat pe roată. Cilindrul principal poate să acționeze doi sau mai mulți cilindri secundari, ca în cazul frânei de la automobil (fig. 4).

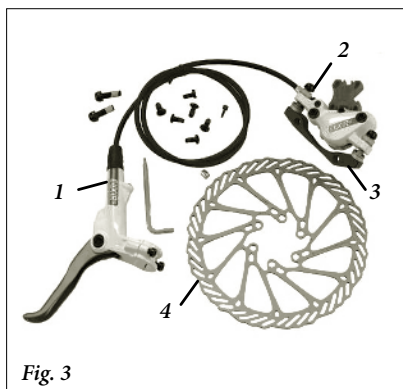


Fig. 3

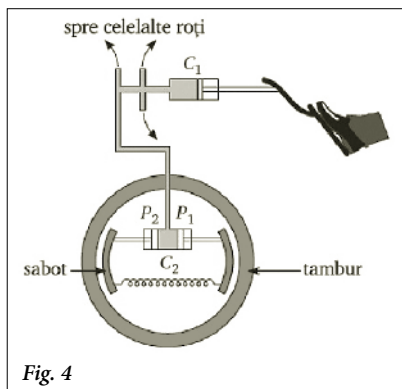


Fig. 4

Verifică-ți
cunoștințele

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

2. Care dintre stropitorile reprezentate în fig. 5 are o construcție mai reușită? Argumentează răspunsul.

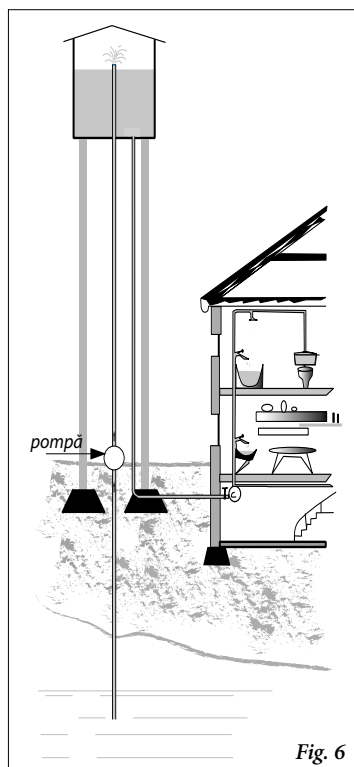


Fig. 6

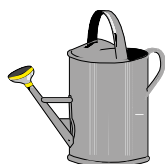


Fig. 5 a)



b)



c)

3. Descrie sistemul de aprovizionare cu apă a unei case de locuit (fig. 6).

4. Explică principiul de funcționare a preseii hidraulice.

5. Explică principiul de funcționare a frânei hidraulice a unui automobil (fig. 4).

6. Determină presiunea apei în robinet, dacă acesta se află cu 20 m mai jos de nivelul apei din rezervorul sistemului de aprovizionare cu apă.

7. Într-un havuz apa iese la presiunea de 350 kPa. Determină înălțimea nivelului de apă din rezervorul sistemului de aprovizionare.

3.6. Forța Arhimede. Plutirea corpurilor

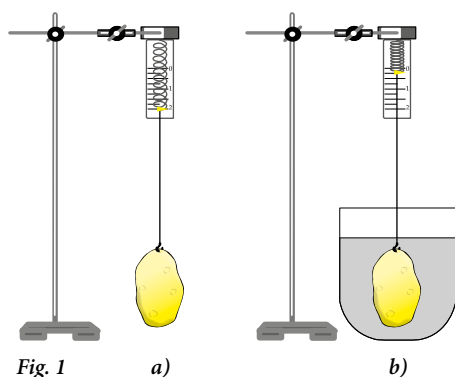
Informație



Aflându-vă în apă, ați observat că ponderea unui corp este mai mică în apă decât în aer. Aceasta se întâmplă deoarece asupra corpurilor cufundate în lichid acționează o forță orientată în sus.

Reține!

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



În continuare vom determina experimental această forță.

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

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

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

Pentru a depista relația dintre forța Arhimede și ponderea lichidului dezlucit de corp, vom efectua următorul experiment.

Experiment

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



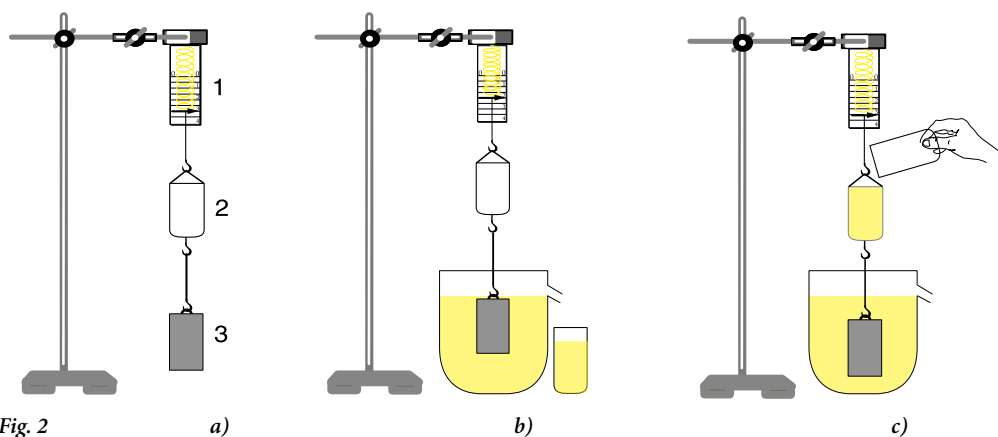


Fig. 2



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

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



Arhimede (287-212 î. Hr.) – renumit matematician și fizician grec, considerat unul dintre 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.



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.

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:

$$F_A = \rho_l g V_d. \quad (1)$$

Fig. 3

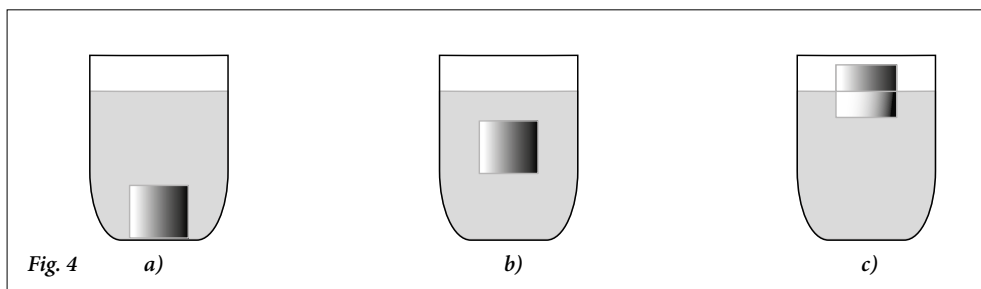
Ținând cont că $\rho_l \cdot V_d$ este masa lichidului dezlocuit, putem scrie:

$$F_A = m g \quad \text{sau} \quad F_A = P_l. \quad (2)$$

Aplicațiile legii lui Arhimede

Legea lui Arhimede permite să fie explicată plutirea corpurilor.

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



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

Din această egalitate rezultă că $\rho_c V_c g = \rho_l V_d g$, unde volumul corpului este egal cu volumul lichidului dezlocuit V_d . 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.

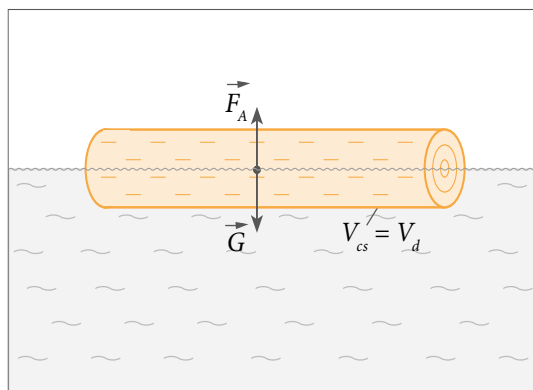


Fig. 5

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 forța $G = m_c g = \rho_c V_c g$, unde V_c este volumul total al trunchiului. Din egalitatea valorilor numerice ale acestor două forțe, avem $\rho_l V_d g = \rho_c V_c g$ sau $\rho_l V_d = \rho_c V_c$.

Prin urmare:

$$\frac{V_d}{V_c} = \frac{\rho_c}{\rho_l}$$

Reține!

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

Problemă rezolvată

Un cub din aluminiu cu muchia de 5 cm a fost scufundat în apă. Determină: a) Forța Arhimede; b) Ponderea cubului în apă.

Se dă:

$$l = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{a) } F_A = ?$$

$$\text{b) } P_0 = ?$$

Rezolvare:

a) Forța Arhimede ce acționează asupra cubului

$$F_A = \rho_a V g, \text{ unde } V = l^3$$

$$F_A = \rho_a l^3 g = 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,05^3 \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} = 1,25 \text{ N}$$

$$\text{b) } F_A = P - P_0 \quad (1),$$

unde P – ponderea cubului în aer:

$$P = m g; \quad P = \rho V g$$

Ponderea cubului în apă o deducem din expresia (1):

$$P_0 = P - F_A = \rho V g - F_A =$$

$$= 2700 \text{ kg/m}^3 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} - 1,25 \text{ N} = 2,125 \text{ N}$$

$$\text{Răspuns: a) } F_A = 1,25 \text{ N}$$

$$\text{b) } P_0 = 2,125 \text{ N}$$

Verifică-ți cunoștințele

- De cârligul dinamometrului este suspendată o masă marcată. Dinamometrul indică 1 N. La scufundarea acesteia în apă, dinamometrul indică 0,8 N. Determină forța Arhimede.
- Un cartof este scufundat mai întâi în apă, apoi în alcool. În care caz forța Arhimede este mai mare?
- Determină forța Arhimede ce acționează asupra unui cilindru metalic cu volumul de 10 cm^3 scufundat în ulei ($\rho_{\text{ulei}} = 900 \text{ kg/m}^3$).
- Din ce cauză un om plutește la suprafață în Marea Moartă, iar în alte mări – nu?
- 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?
- În vasul din fig. 6 sunt turnate 3 lichide: apă, ulei și mercur. Determină:
 - ordinea în care s-au poziționat aceste lichide;
 - care dintre corpurile aflate în lichide este din oțel, plută sau parafină.
- 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 .

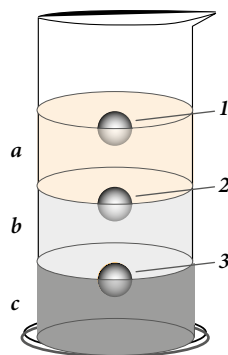


Fig. 6

3.7. Lucrare de laborator „Determinarea densității unui lichid necunoscut, aplicând legea lui Arhimede”

Scopul lucrării: determinarea densității unei soluții de sare de bucătărie, aplicând legea lui Arhimede.

Aparate și materiale: Dinamometru, cilindru gradat (250 ml), trei corpuri dotate cu cârlig, stativ cu mufă, fir de ață, ștergărele/lavete, soluție de sare de bucătărie cu concentrație necunoscută.

Considerații teoretice: În conformitate cu legea lui Arhimede:

$$F_A = \rho g V_d \quad (1) \quad \text{sau} \quad F_A = P - P_0$$

Din (1) densitatea lichidului:

$$\rho = \frac{F_A}{g V_d}$$

Volumul lichidului dezlocuit de corp:
 $V_d = V - V_0$ (V – volumul final, V_0 – volumul inițial al lichidului din cilindru)

Modul de lucru:

1. Cu ajutorul firului de ață atârnați corpul 1 de cârligul dinamometrului și măsurați *ponderea corpului în aer* P_{01} .
2. Turnați în vasul gradat soluția necunoscută și treceți în tabel valoarea volumului lichidului din vasul gradat V_{01} .
3. Cufundând total corpul uscat în lichidul investigat, fără ca acesta să atingă pereții interiori ai paharului (vasului/cilindrului gradat), măsurați *ponderea corpului scufundat în lichid* P_1 .
4. Măsurați și treceți în tabel volumul lichidului (împreună cu corpul scufundat) din vasul gradat V .
5. Treceți în tabel valoarea ponderii corpului în aer și în apă (P_{01} și P_1).
6. Calculați și treceți în tabel valoarea forței Arhimede F_{A1} .
7. Calculați și treceți în tabel valoarea volumului dezlocuit.
8. Scoateți corpul din vas și uscați-l cu ștergărelul.
9. Repetați pentru alte 2 corpuri măsurările descrise în punctele 1-8.
10. Calculați pentru fiecare caz densitatea soluției necunoscute, valoarea medie a densității și eroarea absolută.
11. Treceți rezultatele obținute în tabelul nr. 1.
12. Scrieți exemplele de calcul, rezultatul final și formulați concluziile de rigoare.

Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate

Nr.	P_0 , N	P , N	F_A , N	V_0 , m ³	V , m ³	V_d , m ³	ρ , kg/m ³	$\Delta\rho$, kg/m ³
1.								
2.								
3.								
Valori medii								

Exemple de calcul

$$F_{A1} =$$

$$V_{d1} =$$

$$\rho_1 =$$

$$\Delta\rho_1 =$$

$$F_{A2} =$$

$$V_{d2} =$$

$$\rho_2 =$$

$$\Delta\rho_2 =$$

$$F_{A3} =$$

$$V_{d3} =$$

$$\rho_3 =$$

$$\Delta\rho_3 =$$

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$$

$$\Delta\rho = |\bar{\rho} - \rho|$$

$$\Delta\bar{\rho} = \frac{\Delta\rho_1 + \Delta\rho_2 + \Delta\rho_3}{3}$$

Rezultatul final:

$$\rho = (\bar{\rho} \pm \Delta\bar{\rho}) = (\quad \pm \quad) \text{ kg/m}^3,$$

Concluzii.

Achiziții practice

Soluționează situații

1. Gheața unui râu rezistă la o presiune maximă de 70 kPa. Va rezista oare aceasta la trecerea unui tractor cu masa de 5 200 kg și aria șenilelor de 1,4 m²? ($g = 9,8 \text{ H/kr}$)
2. Determină masa unei lăzi cu dimensiunile bazei de 30 x 50 cm, dacă presiunea exercitată de aceasta pe podea este de 500 Pa.*
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 8 cm, iar ale fiului, respectiv, de 1,6 m și 6,25 cm.
4. Determină lungimea muchiei unui cub cu masa $m = 500 \text{ g}$, 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 cm².

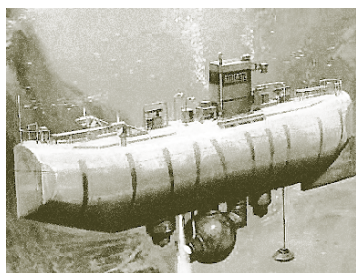


Fig. 1

6. Într-un vas cu masa de 2,1 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 (fig. 1), dacă presiunea hidrostatică exercitată asupra lui este de $10,2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$? $\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$.
8. Presiunea exercitată de lichid asupra fundului vasului este de 900 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?

10. Calculează presiunea maximă pe care o putem măsura cu ajutorul manometrului din fig. 2, dacă în calitate de lichid se utilizează: a) apă; b) ulei vegetal; c) alcool. Valoarea unei diviziuni în cazul apei este de 100 Pa ($g = 9,8 \text{ N/kg}$).
11. Determină forța cu care benzina acționează asupra unui dop cu aria de 8 cm², aflat la fundul vasului. Distanța de la dop până la suprafața liberă a lichidului este de 20 cm ($\rho_b = 750 \text{ kg/m}^3$).

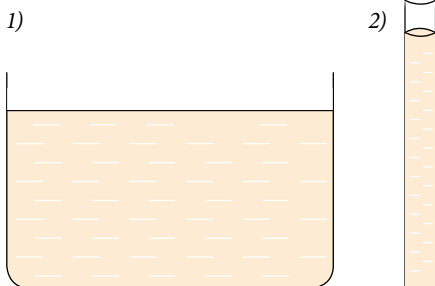


Fig. 3

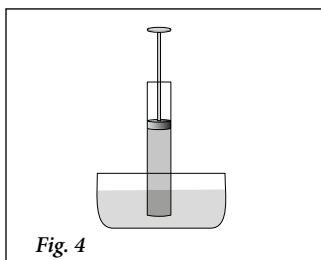
12. În vasele din fig. 3 s-a turnat același lichid. Masa lichidului din primul vas este de 10 ori mai mare decât masa lichidului din vasul al doilea. Lichidul din care vas exercită o presiune mai mare asupra fundului vasului?



Fig. 2

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

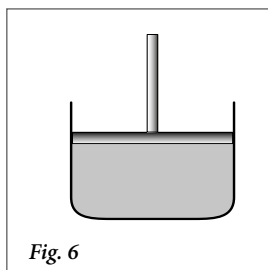
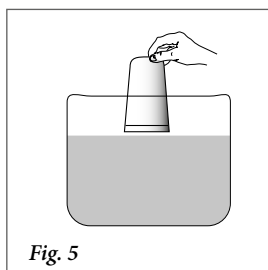
13. Pentru a demonstra că aerul are pondere, s-a cântărit un balon de sticlă cu volumul de 1,23 L cu aer și după pomparea aerului din balon. Diferența dintre măsurările efectuate s-a dovedit a fi de 1,36 g. Determină densitatea aerului, utilizând datele acestui experiment.
14. În sec. al XIX-lea presiunea atmosferică se măsura cu ajutorul unui tub de sticlă umplut cu ulei mineral ($\rho = 850 \text{ kg/m}^3$). Ce înălțime avea coloana de ulei la o presiune normală ($p = 760 \text{ mm}$ ai coloanei de Hg)? A se considera $g = 9,8 \text{ N/kg}$.
15. Cu ce forță acționează atmosfera asupra suprafeței unei mese cu dimensiunile de $2 \times 0,8 \text{ m}$ la o presiune atmosferică normală ($p = 760 \text{ mm}$ ai coloanei de Hg)?
16. Determină forța cu care acționează atmosfera Pământului asupra: a) unui caiet; b) unei mese cu diametrul de 1 m . $p_0 = 101\,325 \text{ Pa}$.



17. 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?”
18. 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 $\rho_a = 1,23 \text{ kg/m}^3$.*
19. La ce înălțime zboară un avion, dacă barometrul de la bordul avionului indică 670 mm ai coloanei de Hg, iar la suprafața pământului, 750 mm ai coloanei de Hg?
20. La mișcarea unui automobil pe nisip se recomandă să evacuăm din anvelope o parte din aer. Explică acest fapt.
21. 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?
22. Forța Arhimede ce acționează asupra unui cub scufundat în apă fiind suspendat de un resort este de 2 N . Determină ponderea cubului în aer știind că ponderea acestuia în apă este de $0,5 \text{ N}$.
23. Ponderea unui cilindru suspendat de un fir în aer este de $1,5 \text{ N}$. Ce pondere va avea acesta fiind scufundat într-un lichid, dacă valoarea forței Arhimede ce acționează asupra cilindrului scufundat este de $0,9 \text{ N}$?
24. De cârligul dinamometrului este agățată o piatră. În aer dinamometrul indică 50 N , iar la scufundarea pietrei în apă – $18,75 \text{ N}$. Calculează: a) ponderea apei dezlocuite de piatră; b) volumul pietrei; c) densitatea pietrei.
25. Forța Arhimede ce acționează asupra unei coroane cu masa de $603,7 \text{ g}$ scufundate în apă este de $0,525 \text{ N}$. Din ce metal este confecționată coroana?

* Aici și în continuare se consideră densitatea medie a aerului $\rho = 1,23 \text{ kg/m}^3$.

26. Determină volumul unei bile metalice, dacă asupra acesteia la scufundarea în apă acționează forța Arhimede de 11,7 N.
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 ($\rho_b = 750 \text{ kg/m}^3$)?
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 0,4 N. Determină:
 - a) densitatea substanței din care e confecționat cilindrul;
 - b) ponderea cilindrului în ulei ($\rho_u = 900 \text{ kg/m}^3$).
29. Ponderea 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 cm^3 .
32. O bară din lemn cu densitatea de 500 kg/m^3 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 ($\rho = 1020 \text{ kg/m}^3$) și cu densitatea apei din Marea Moartă ($\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$).
35. Având la dispoziție o bară de lemn de forma unui paralelipiped drept, o riglă milimetrică și un cântar, calculează presiunea exercitată de ea asupra mesei, bara fiind așezată pe diferite fețe.
36. Calculează presiunea pe care o exercită corpul propriu asupra podelei, atunci când te afli în repaus:
 - a) într-un picior;
 - b) pe ambele picioare.
37. Confecționează dintr-o butelie de plastic un dispozitiv ce demonstrează că presiunea hidrostatică crește odată cu adâncimea.
38. 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.
39. Introdu un pahar într-un vas transparent cu apă (fig. 5). Ce observi? Explică cele observate.
40. Într-un cilindru sub piston se află gaz (fig. 6). Propune diferite modalități de variație a presiunii acestui gaz.
41. Propune un experiment cu ajutorul căruia se poate demonstra legea lui Pascal în gaze.

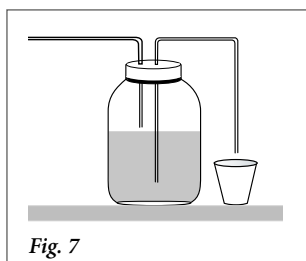


Fig. 7

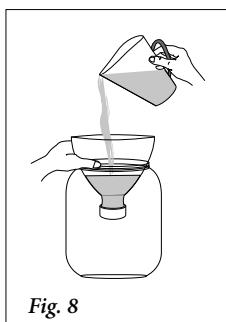


Fig. 8



Fig. 9

42. Cum se poate turna apa din vas în pahar (fig. 7), fără a scoate dopul sau a înclina vasul?
43. Ai la dispoziție două seringi cu diametre diferite. Confecționează din ele o presă hidraulică.
- 44*. Ai la dispoziție un tub în formă de U, o riglă gradată, apă și ulei vegetal. Alcătuiește și rezolvă câteva probleme experimentale.
45. 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.
46. 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.
- 47*. 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.
48. Având la dispoziție un dinamometru, o masă marcată de 100 g și un vas cu apă, determină densitatea masei marcate.
49. Privește imaginea alăturată. Ce vei întreprinde pentru a preveni astfel de accidente? Cum vei proceda pentru a-i acorda ajutor acestei persoane?

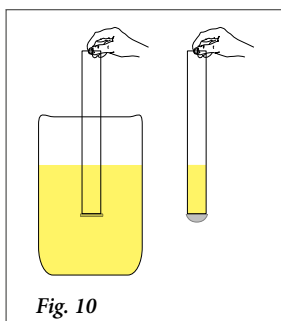


Fig. 10

50. 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.
51. 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.

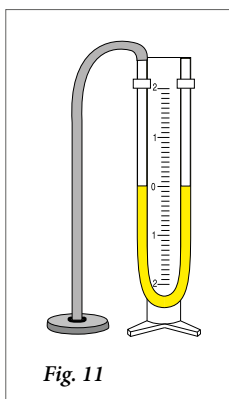


Fig. 11

52. 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.
53. Scrie o comunicare despre utilizarea sistemelor hidraulice în industrie și în viața cotidiană.
54. Cum se poate determina nivelul lichidului într-un vas ne-transparent, având la dispoziție un tub elastic subțire, unit cu ieșirea de la fundul vasului?

55. Cercetează funcționarea ecluzelor (fig. 12).
56. Selectează din diferite surse descrierea experimentelor ce confirmă existența presiunii atmosferice.
57. Construiește un scafandru cartezian (fig. 13). Demonstrează cu ajutorul acestuia condițiile de plutire a corpurilor.
58. Confecționează un cântar, a cărui funcționare se bazează pe aplicarea forței Arhimede. Stabilește de ce depind precizia și limita măsurărilor cu acest cântar.

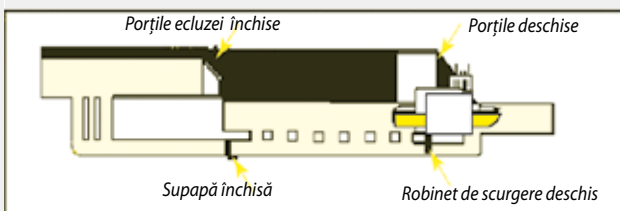
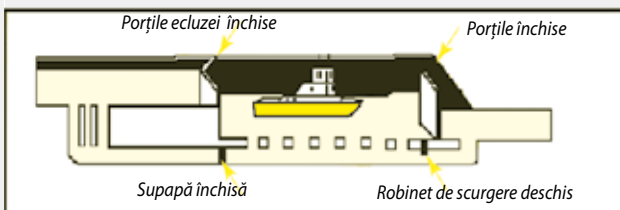
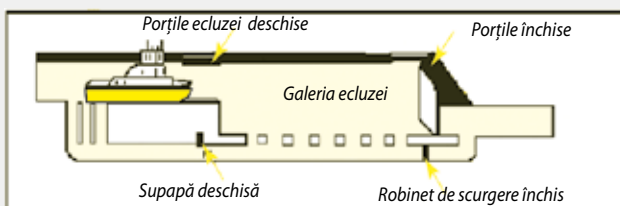


Fig. 12

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

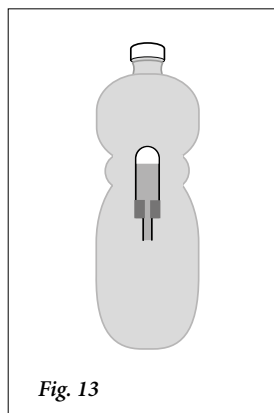


Fig. 13

Rezumat

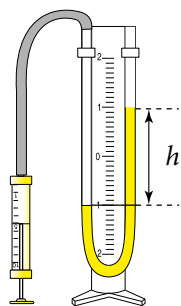


Fig. 1



Fig. 2

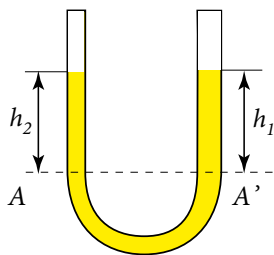


Fig. 3

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. Presiunea hidrostatică nu depinde de aria bazei. Ea depinde numai de înălțimea coloanei de lichid și densitatea acestuia în locul dat $p = \rho g h$.

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, frâna hidraulică etc.

Presiunea lichidelor și a gazelor se măsoară cu ajutorul **manometrelor**. Manometrul cu lichid (fig. 1) 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. 1). Manometrul, dotat cu un tub metallic 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. 2).

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. 3).

Presiunea exercitată de atmosferă asupra corpurilor se numește **presiune atmosferică**. Aceasta este cauzată de faptul că aerul are pondere. Ne aflăm la fundul unui ocean de aer. Presiunea atmosferică normală este de $p_0 = 101\,325\text{ Pa}$. 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 în sus, numită **forța Arhimede**.

Valoarea forței Arhimede se determină, măsurând ponderea 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 ponderea lichidului dezlucuit de corp: $F_A = m_l g = \rho_l V_d g$.

Legea lui Arhimede permite să fie explicată plutirea corpurilor.

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

$$\frac{V_l}{V_c} = \frac{\rho_c}{\rho_l}$$

EVALUARE SUMATIVĂ

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

Nr.	Itemi	Scorul
I. În itemii 1-3 răspundeți scurt la întrebări conform cerințelor impuse:		
1.	Continuă următoarele propoziții astfel ca ele să fie corecte: a) Presiunea exercitată asupra unui lichid sau gaz se transmite b) Presiunea exercitată de gaz este cauzată de c) Se numește presiune mărimea fizică ce exprimă	L 0 1 2 3
2.	Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile ce le exprimă: forța Arhimede cm ³ volumul N/kg presiunea N kPa	L 0 1 2 3
3.	Determinați valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, marcând A, dacă afirmația este adevărată, și F, dacă afirmația este falsă: a) Presiunea exercitată de lichid asupra fundului vasului nu depinde de forma vasului.	

Extindere

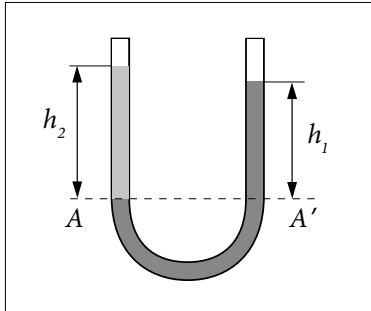


Fig. 1

Vase comunicante

Legea vaselor comunicante se respectă numai în cazul când ele conțin același 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. 1).

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:

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



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

Presa hidraulică

În conformitate cu legea lui Pascal, presiunea în uleiul presei hidraulice se transmite în toate direcțiile la fel. Prin urmare, presiunea exercitată de acesta asupra pistoanelor va fi identică $p_1 = p_2$.

Deoarece

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

$$\text{rezultă că: } \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}.$$

Sau

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1} \quad (2)$$

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

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

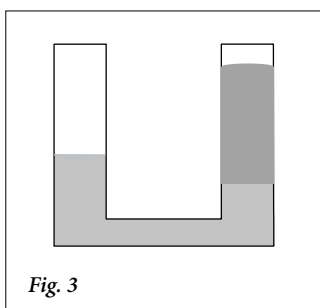
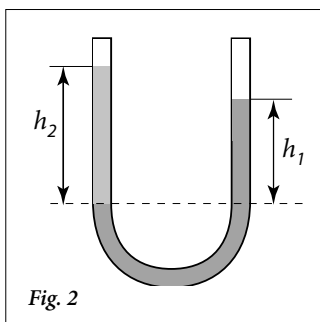
Reține!

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

Aceasta este „regula de aur” a mecanicii.

Soluționează situații

1. Într-un tub în formă de U s-a turnat apă și ulei de mașină ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$). Află înălțimea coloanei de apă, situată deasupra nivelului de separație al apei și uleiului, dacă înălțimea coloanei de ulei este de 15 cm.
2. 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?



3. 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.
4. 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 lămpant, turnat în brațul stâng, pentru ca mercurul în ambele brațe să fie la același nivel?
5. 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 lămpant $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ 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?
6. 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?
7. 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?

Capitolul 4

LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ

Achiziții teoretice

- 4.1. Lucrul mecanic
- 4.2. Puterea mecanică
- 4.3. Energia mecanică
- 4.4. Conservarea
energiei mecanice

Achiziții practice

Soluționează situații

Rezumat

Evaluare sumativă

Extindere



Capitolul 4. LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ



Achiziții teoretice

4.1. Lucrul mecanic

Informație

Zilnic fiecare om realizează anumite activități. De exemplu: el urcă treptele din blocul în care locuiește, aduce produsele alimentare cumpărate de la piață sau de la magazin, sapă pământul în curtea casei sau la vilă, ridică diferite greutăți la o construcție, dă o scândură la rindea, împinge un cărucior sau o săniuță în care se află un copil etc.

Ce este comun în toate aceste exemple?

În fiecare caz asupra corpului se acționează cu o anumită forță, pentru a-l pune în mișcare, astfel efectuându-se un anumit **lucru**.

Analizează situația!

- Privește cu atenție imaginile de mai jos.



Fig. 1

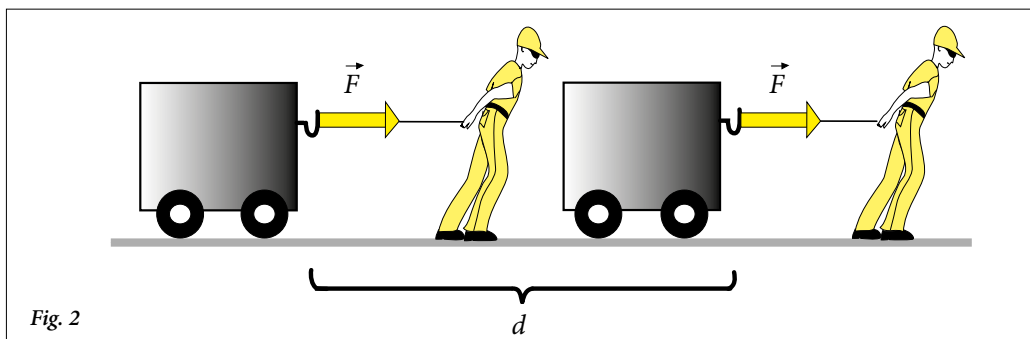
- Identifică în fiecare caz forța care pune în mișcare corpul.
- Cum se va schimba caracterul mișcării corpurilor, dacă forțele respective își vor înceta acțiunea? Din ce cauză?

Definiție:

Forța ce acționează asupra unui corp pentru a-l pune în mișcare se numește **forță de tracțiune**.

În cazurile reprezentate mai sus corpurile se deplasează sub acțiunea forței de tracțiune, pe direcția și în sensul acesteia. Astfel, forța de tracțiune efectuează **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).



Definiție:

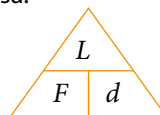
Lucrul mecanic efectuat de o forță constantă, ce deplasează un corp pe direcția și în sensul acțiunii ei, este mărimea fizică egală cu produsul dintre valoarea numerică a forței și distanța parcursă de corp.

Din definiție rezultă:

Lucrul mecanic = forță • distanța parcursă.

Dacă notăm lucrul mecanic cu litera L , atunci:

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

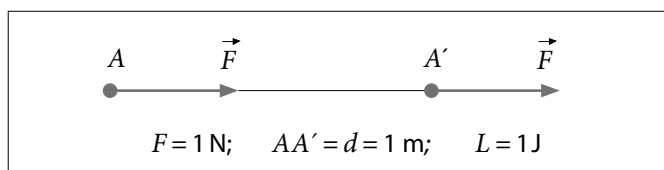


Pe baza relației (1) putem scrie și expresia unității de măsură pentru **lucrul mecanic** în SI:

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

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.



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.

Lucrul forței definit conform formulei (1) corespunde celui mai simplu caz, când forța aplicată \vec{F} este coliniară cu viteza corpului \vec{v} . În acest caz lucrul forței are valoare pozitivă: $L = F \cdot d$.

Dar sunt posibile și alte cazuri, când forța acționează sub un unghi față de direcția și sensul mișcării și atunci lucrul poate lua atât valori pozitive, cât și negative sau zero (fig. 3):

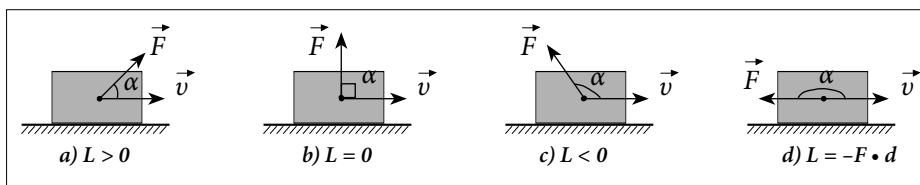


Fig. 3

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.

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 niciun lucru mecanic (fig. 4).

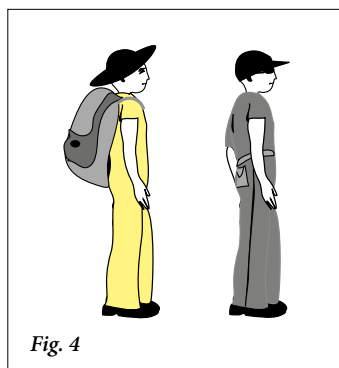


Fig. 4

Problemă rezolvată

O bilă din aluminiu are volumul de 5 cm^3 și a fost aruncată vertical în sus ridicându-se la înălțimea de 4 m în raport cu punctul de lansare. Să se afle lucrul mecanic al forței de greutate: a) în timpul urcării până la înălțimea maximă; b) în timpul coborârii până la punctul de lansare.

Se dă:

$$V = 5 \text{ cm}^3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 4 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$L_G = ?$$

Rezolvare:

a) corpul urcă. Forța de greutate

fiind constantă, putem aplica relația:

$$L = -F \cdot d, \quad L_G = -G \cdot h \quad (1)$$

$$\text{Forța de greutate: } G = m \cdot g \quad (2)$$

$$\text{Masa bilei: } m = \rho \cdot V \quad (3)$$

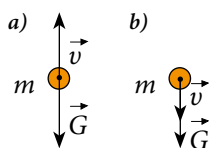
Pentru lucrul mecanic, obținem: $L_G = -\rho \cdot V \cdot g \cdot h$

$$\text{Calculul numeric: } L_G = -2700 \text{ kg/m}^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 4 \text{ m}$$

$$L_G = -0,54 \text{ J}$$

b) corpul coboară. La coborâre forța de greutate are același sens ca și sensul mișcării: $L = F \cdot d$, $L_G = G \cdot h$, $L_G = 0,54 \text{ J}$

Răspuns: a) $L_G = -0,54 \text{ J}$; b) $L_G = 0,54 \text{ J}$.



Verifică-ți cunoștințele

1. În ce condiții lucrul mecanic poate fi calculat utilizând formula $L = F \cdot d$?
2. Formulează definiția unității de măsură a lucrului mecanic.
3. În ce caz forța de greutate efectuează lucru mecanic și în ce caz nu? Dă exemple.
4. 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 cazuri forța \vec{F} efectuează un lucru mecanic? Argumentează răspunsul. Scrie expresia lucrului în fiecare caz.

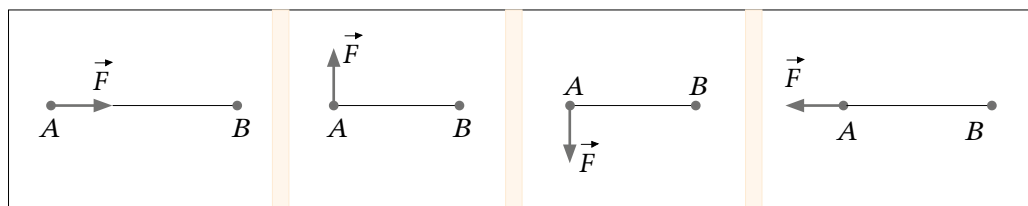


Fig. 5

a)

b)

c)

d)

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

4.2. Puterea mecanică

Informație

În viața cotidiană, pentru estimarea acțiunii forțelor, în afară de mărimea fizică „lucrul mecanic”, se utilizează încă o mărime – „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, sub acțiunea forței date.

Rapiditatea efectuării lucrului contează și deci luarea în considerare a **timpu-
lui** constituie o necesitate care vine din practica de toate zilele.

De exemplu, un muncitor, ridicând un sac cu masa de 30 kg până la etajul al treilea în 2 minute sau în 3 minute, va efectua același lucru. Însă **timpul consumat** la efectuarea acestui lucru mecanic diferă.

Analizează situația!

- Privește atent imaginile de mai jos.

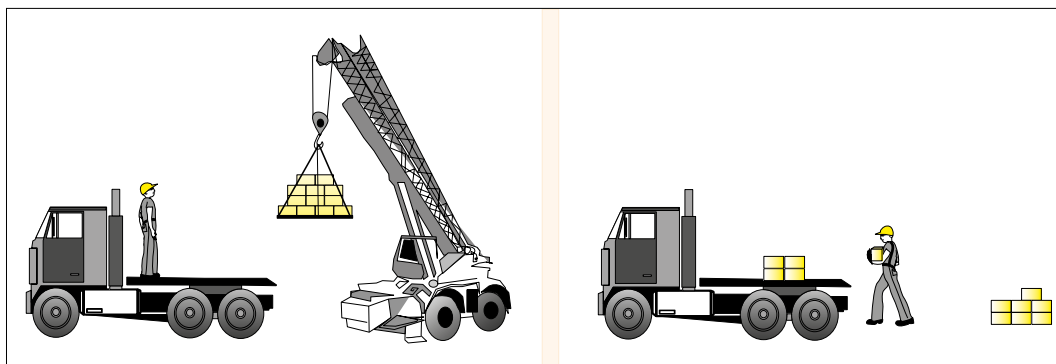


Fig. 1

- 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** efectuării acestuia.

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

Definiție:

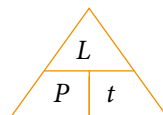
Mărimea fizică egală cu raportul dintre lucrul mecanic și intervalul de timp în decursul căruia a fost efectuat acest lucru se numește **putere mecanică**.

Din definiție rezultă:

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

Dacă notăm puterea mecanică cu litera P , atunci:

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



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

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

Definiție:

Un **watt** este puterea mecanică dezvoltată la efectuarea unui lucru de 1 joule în timp de o secundă.

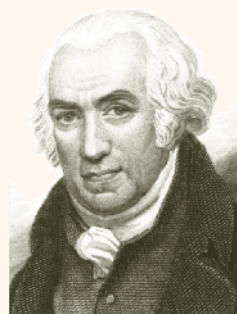
Scurt istoric

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.



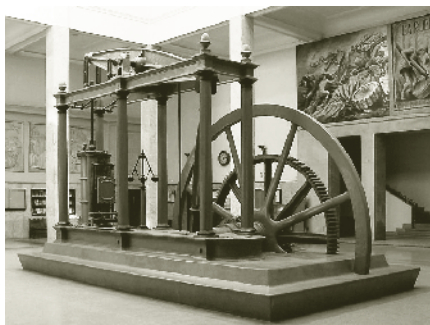
Află mai mult!

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** ($\text{kW} \cdot \text{h}$), 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, $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$.

Pentru estimarea puterii motoarelor termice se utilizează unitatea de măsură numită **cal-putere** (CP), definită ca puterea dezvoltată la ridicarea unui corp cu masa de 75 kg la înălțimea de 1m în timp de 1s. $1\text{CP} \approx 736 \text{ W}$.



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:

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

Reține!

Puterea mecanică dezvoltată de corp este egală cu produsul dintre valoarea numerică a acestei forțe și mărimea vitezei punctului ei de aplicație.

Problemă rezolvată

În cât timp motorul unei macarale cu o putere de 20 mW ridică uniform la înălțimea de 1 m un corp din cupru cu volumul de 2 cm^3 ?

Se dă:

$$P = 20 \text{ mW} = 0,02 \text{ W}$$

$$\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$V = 2 \text{ cm}^3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$t - ?$$

Rezolvare:

$$P = \frac{L}{t} \Rightarrow t = \frac{L}{P} \quad (1)$$

$$L = F_{tr} \cdot d, \quad F_{tr} = G, \quad d = h, \text{ obținem: } L_G = G \cdot h \quad (2)$$

$$\text{Forța de greutate: } G = m \cdot g \quad (3)$$

$$\text{Masa corpului: } m = \rho \cdot V \quad (4)$$

$$\text{Substituim (2), (3) și (4) în (1): } t = \frac{\rho \cdot V \cdot g \cdot h}{P}$$

$$\text{Calculul numeric: } t = \frac{8900 \text{ kg/m}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 1 \text{ m}}{0,02 \text{ W}} = 8,9 \text{ s}$$

$$\text{Răspuns: } t = 8,9 \text{ s}$$



Verifică-ți cunoștințele

1. Interpretează sensul fizic al afirmației „puterea unei mașini este de 60 kW”, utilizând unități de lucru și de timp.
2. 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?
3. 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.
4. Doi elevi, unul din clasa a doua și altul din clasa a douăsprezecea, urcă împreună scările până la etajul al doilea al gimnaziului. Se poate afirma că ei au dezvoltat aceeași putere? Argumentează răspunsul.
5. 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.
6. Un băiat a urcat lent scările până la etajul al doilea, dar, auzind că sună de intrare la lecție, a alergat pe scări până la etajul al treilea. Compară lucrul efectuat și puterea dezvoltată de băiat pe ambele porțiuni ale drumului.
7. Puterea unui motor este egală cu 1 kW. Să se afle lucrul mecanic efectuat de acesta timp de 10 min.
8. 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.

4.3. Energia mecanică

Informație

Din viața de toate zilele cunoaștem că, atunci când un obiect cade de la o oarecare înălțime, el capătă viteză și poate acționa asupra altor corpuri producând anumite efecte dinamice sau statice. De exemplu, o astfel de situație avem atunci când o piatră cade pe un țărș. Ca rezultat, țărșul intră adânc în pământ.

Cu alte cuvinte, un obiect aflat în mișcare capătă proprietatea de a acționa cu o forță care pe o anumită distanță poate efectua un lucru mecanic.

Activitate de comunicare

Priviți atent și analizați fenomenele din imaginile de mai jos.

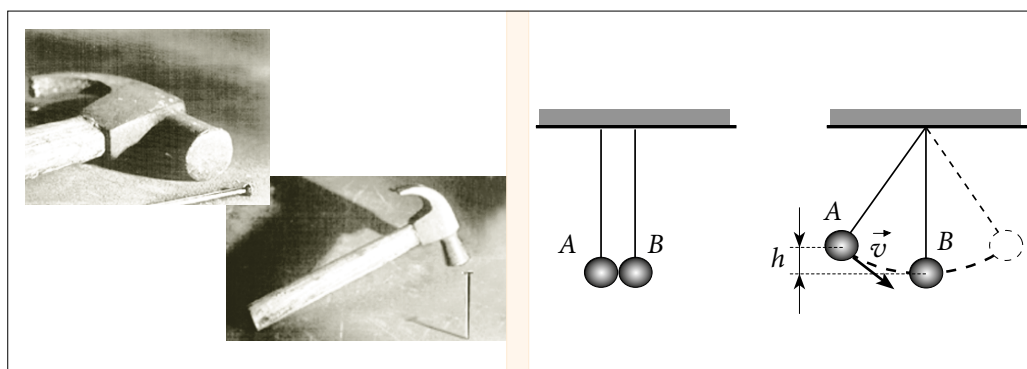


Fig. 1

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, în stare de mișcare, au **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 „energeia”, care înseamnă „activitate”, iar cuvântul **cinetic** – de la cuvântul grecesc „kinetikos”, care înseamnă „mișcător”.



Ce mărimi determină valoarea energiei cinetice a corpului?

Experimentează

- Așază pe o suprafață netedă, orizontală, o bară de lemn.
- (A)
 - Rostogolește pe rând de pe această suprafață 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).

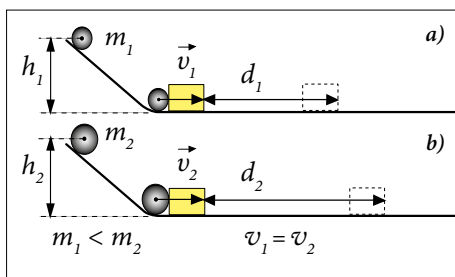


Fig. 2

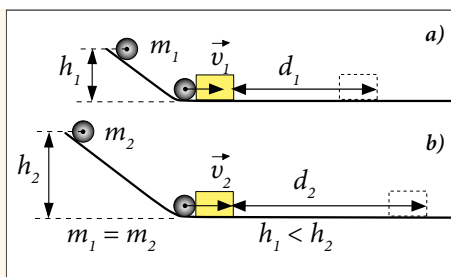


Fig. 3

- 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:

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

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 posedă energie cinetică mai mare.

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.

Unitatea de măsură a energiei cinetice, ca și a lucrului mecanic, este joule (J).



Energia cinetică a unui corp variază cu 1 J, dacă forța rezultantă efectuează asupra lui un lucru egal cu 1 J.

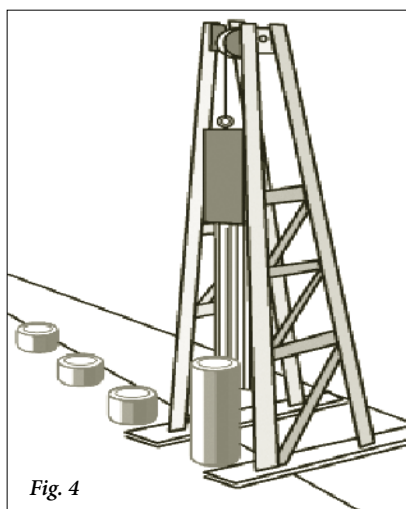


Fig. 4

În afară de energia cinetică (energie de mișcare), starea corpului este caracterizată și de energia de poziție, numită energie potențială.

De exemplu, starea unui corp în cadrul sistemului corp-Pământ este caracterizată de energia potențială determinată de poziția corpului față de Pământ, adică de înălțimea corpului deasupra Pământului.

Astfel, 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:

$$L = mgh. \quad (2)$$

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



*Energia câpătată 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:

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

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



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 **efec-tua 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:

$$E = E_c + E_p \quad (4)$$



Problema 1. Mingea șutată de Ronaldo a avut 113 km/h – este titlul unui articol. Să se afle masa mingii de fotbal, dacă în acel moment energia cinetică a acesteia era egală cu 225 J.

Se dă:

$$v = 113 \text{ km/h} \approx 31,4 \text{ m/s}$$

$$\frac{E_c = 225 \text{ J}}{m - ?}$$

Rezolvare:

$$E_c = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow m = \frac{2 E_c}{v^2}$$

$$\text{Calcul numeric: } m = \frac{2 \cdot 225 \text{ J}}{(31,4 \text{ m/s})^2} \approx 0,456 \text{ kg}$$

$$\text{Răspuns: } m = 0,456 \text{ kg.}$$



Problema 2. La ce înălțime în raport cu pământul se află un felinar cu masa de 10 kg, dacă acesta posedă o energie potențială egală cu 800 J?

Se dă:

$$E_p = 800 \text{ J}$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

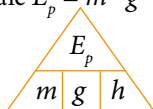
$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$h - ?$$

Rezolvare:

$$\text{Din formula energiei potențiale } E_p = m \cdot g \cdot h,$$

aplicând triunghiul formulei:



obținem expresia pentru înălțime:

$$h = \frac{E_p}{m g}, \text{ calcul numeric: } h = \frac{800 \text{ J}}{10 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg}} = 8 \text{ m}$$

$$\text{Răspuns: } h = 8 \text{ m.}$$



1. Care sunt mărimile fizice de care depinde valoarea energiei cinetice a corpului? Dar a celei potențiale?
2. Dă trei exemple de corpuri (sau sisteme de corpuri) care posedă energie cinetică și alte trei exemple de corpuri care posedă energie potențială.
3. 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.
4. Explică în ce caz două corpuri cu mase diferite pot avea energii cinetice egale.
5. Un automobil cu masa de 1,5 t se mișcă cu viteza de 72 km/h. Calculează energia cinetică a automobilului.
6. Un muncitor a ridicat de la etajul întâi la etajul al treilea (situat mai sus cu 10 m) un corp cu masa de 15 kg. Cu cât s-a mărit energia potențială a corpului?

4.4. 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 cunosc 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).

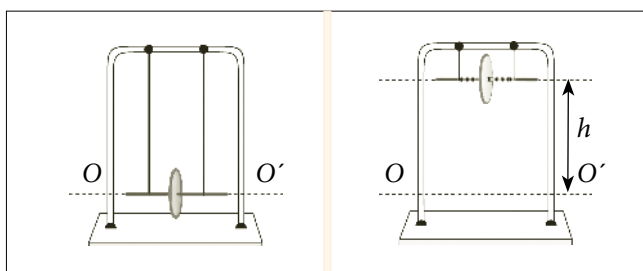


Fig. 1

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

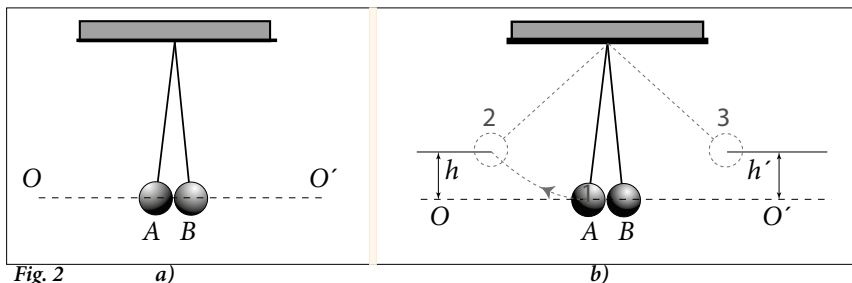
Studiul transformării și conservării energiei mecanice

Obiectivele cercetării

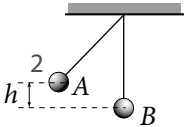
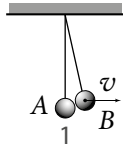
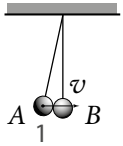
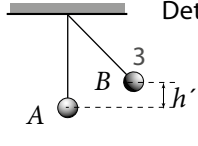
1. Observarea și descrierea transformării energiei potențiale în energie cinetică (și invers) a unui sistem din două corpuri (două bile suspendate).
2. Calcularea energiei potențiale, a energiei cinetice și a energiei mecanice ale acestui sistem de corpuri.

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?



- 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 interacționează în lipsa rezistenței aerului?

<p>1) $m_A = m_B = 400 \text{ g}$, $h = 4 \text{ cm}$ Bila A este deplasată spre stânga la înălțimea h.</p>  <p>Determină:</p> $E_p =$ $E_c =$ $E =$	<p>3) Bila A se ciocnește cu bila B. Bila B capătă viteza v.</p>  <p>Determină:</p> $E_p =$ $E_c =$ $E =$
<p>2) Bila A este eliberată. Ea capătă viteza v în poziția inițială (poziția 1).</p>  <p>Determină:</p> $E_p =$ $E_c =$ $E =$	<p>4) Bila B se deplasează spre dreapta până la înălțimea $h' = h$.</p>  <p>Determină:</p> $E_p =$ $E_c =$ $E =$

- Formulează concluzii.

Retine! Energia mecanică E a unui sistem izolat de corpuri se conservă.

$$E = E_c + E_p = \text{const.}$$

Această afirmație este numită **legea conservării energiei mecanice**.

Problemă rezolvată ➤

Un măr se află într-un pom la înălțimea de 3 m în raport cu pământul. La un moment dat, acesta se desprinde de creanga copacului și cade pe sol. Să se afle viteza mărului în momentul atingerii solului și în momentul trecerii sale prin punctul ce se află la înălțimea de 1m față de sol. Cu rezistența aerului putem neglija.

Se dă:

$$h_o = 3 \text{ m}$$
$$v_x = 0 \text{ m/s}$$
$$h_s = 0 \text{ m}$$
$$h_2 = 1 \text{ m}$$
$$g = 10 \text{ N/kg}$$
$$v_i = ?$$
$$v_2 = ?$$

Rezolvare:

Asupra mărului în cădere acționează doar forța de greutate.

Scriem legea conservării energiei (LCE) în caz general:

$$E_{c0} + E_{p0} = E_c + E_p$$

Aplicăm LCE pentru căderea până la sol:

$$E_{\epsilon 0} + E_{p0} = E_{\epsilon l} + E_{pl} \Rightarrow 0 + E_{p0} = E_{\epsilon l} + 0$$

$$\text{Substituim } E_c = \frac{m v^2}{2}, \quad E_p = m \cdot g \cdot h, \quad \text{in LCE: } m \cdot g \cdot h_0 = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh_0}$$

Calculul numeric: $v_i = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 3 \text{ m}} \approx 7,75 \text{ m/s}$

Aplicăm LCE pentru căderea până la 1 m față de sol:

$$E_{c0} + E_{p0} = E_{c2} + E_{p2} \Rightarrow 0 + E_{p0} = E_{c2} + E_{p2}$$

$$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{m v_2^2}{2} + m \cdot g \cdot h_2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{2g(h_0 - h_2)}$$

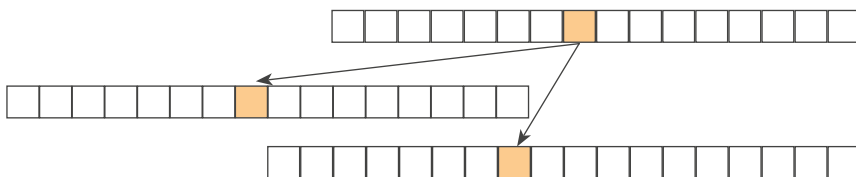
Calculul numeric: $v_z = \sqrt{2 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 2 \text{ m}} \approx 6,32 \text{ m/s}$

Răspuns: $v_1 \approx 7,75 \text{ m/s}$, $v_2 \approx 6,32 \text{ m/s}$.



**Verifică-ți
cunostintele** >

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 (în cazul cascadei, hidrocentralei).

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 a 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.
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?

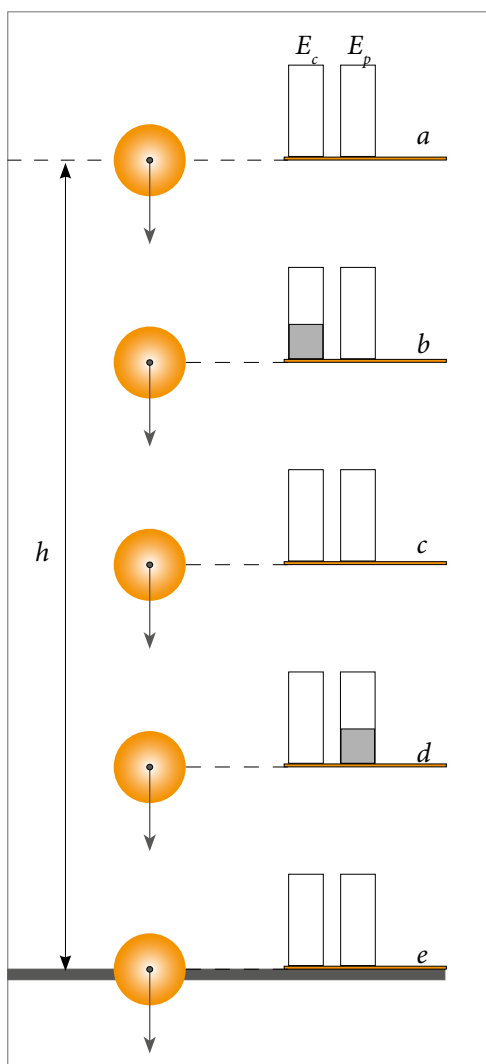


Fig. 3

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, precum 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 cu creionul 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.

Achiziții practice

Soluționează situații

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 valoarea numerică a 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 $g = 10 \text{ N/kg}$).
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.

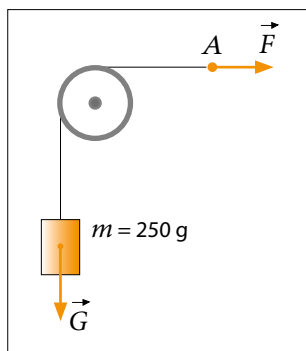


Fig. 1

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 un camion 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 tracțiune în cazul al doilea?
9. Calculează lucrul mecanic efectuat de un tractor (fig. 2) care ară o suprafață cu aria de 1 ha, lățimea plugului fiind de 1,2 m, iar forța de tracțiune $F = 15\,000 \text{ N}$.

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

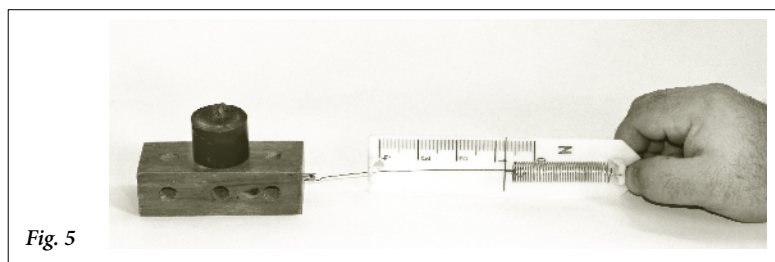
11. Un microbuz s-a mișcat 1 km sub acțiunea unei forțe de tracțiune de 2 kN. Determină distanța parcursă de microbuz sub acțiunea forței de 1250 N. Lucrul mecanic efectuat în fiecare caz este același.
12. Un autobuz a parcurs o anumită distanță, sub acțiunea unei forțe de tracțiune $F_1 = 2000$ N, iar 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?



Fig. 4

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 (fig. 4) 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 față de pământ 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.
34. 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, un set de mase marcate de 102 g și un dinamometru.
Mod de lucru:
– Legați dinamometrul de bară și trageți bara uniform de-a lungul mesei (fig. 5).

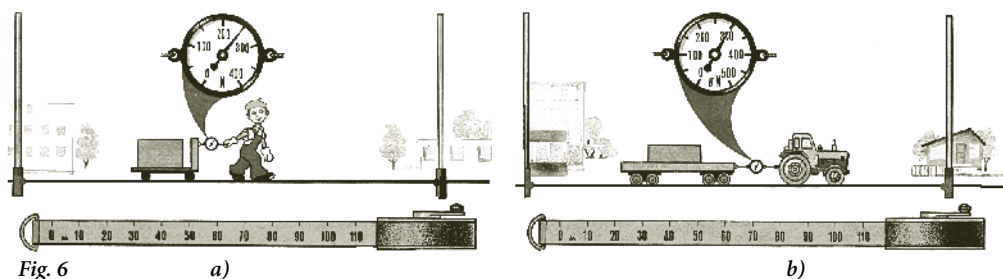


- Înscrieți indicația dinamometrului și măsurați distanța parcursă de bară.
- Repetați experimentul, așezând pe bară, pe rând, câte o masă marcată.
- Notați datele obținute în tabelul de mai jos.

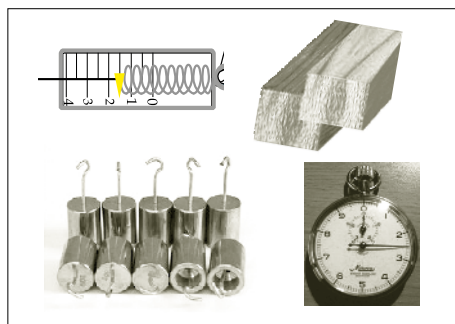
Nr. de măsurători	Forța de tracțiune F , N	Distanța d , m	Lucrul mecanic L , J
1			
2			
3			

– Formulați concluzii.

35. Determină lucrul mecanic efectuat la deplasarea căruciorului și a remorcii încărcate, folosind datele prezentate în desenele de mai jos (fig. 6).



36. 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, un set de mase marcate de 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					

37. Determină puterea pe care o dezvoltă motorul camionului și motorul tractorului, folosind datele din imaginile de mai jos (fig. 7).

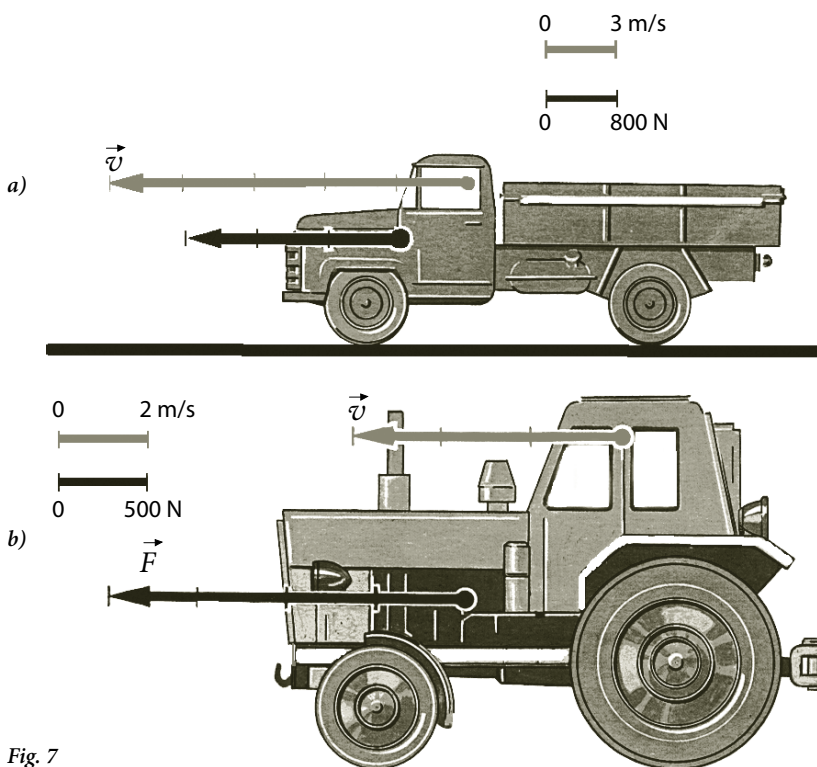


Fig. 7

38. 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.
39. Propune metode experimentale de determinare și comparare a puterii diferiților elevi. Enumeră accesoriile necesare.
40. Este posibil ca asupra unui corp să acționeze o forță fără să-i modifice energia cinetică? Dă exemple.
41. Descrie transformările energiei mecanice care au loc atunci când un corp alunecă pe suprafața unui plan înclinat (fig. 8).

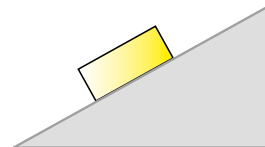


Fig. 8

42. Care sunt transformările energetice atunci când te dai într-un scrânciob (fig. 9)?
43. Pentru demolarea clădirilor vechi deseori se folosesc mașini dotate cu greutateți masive (fig. 10). Explică, utilizând considerente energetice, cum se folosesc acestea pentru dărâmarea pereților.
44. Înainte de a construi o clădire nouă terenul respectiv se pregătește, fiind bătătorit cu ajutorul unor mașini speciale, de asemenea dotate cu greutateți masive. Explică principiul lor de funcționare.
45. Ce transformări de energie au loc la ciocnirea autovehiculelor cu diferite obstacole? Enumeră pericolele ascunse în noțiunile de „exces de energie cinetică”, „energie potențială mare”.
46. Este bine cunoscut pericolul avalanșelor ce pornesc din vârfurile munților (fig. 11). Descrie, folosind considerentele energetice studiate, procesul amplificării maselor de zăpadă și al măririi vitezei lor în timpul căderii acestora spre poalele munților. Dă exemple analogice.
47. Ce transformări de energie au loc la aruncarea pietrelor și a lavei din craterul unui vulcan, apoi la căderea acestora pe pământ?
48. Urmărind curgerea apei în râuri sau în alte bazine, precum și căderea ei în cascade (fig. 12), ce se poate afirma despre tendința maselor de apă: să obțină energie potențială mare sau mică? Care terenuri, în funcție de înălțime, sunt mai afectate și mai periculoase în cazul inundațiilor sau al unor tsunami? Ce acțiuni trebuie întreprinse pentru a ne asigura securitatea în asemenea cazuri?
49. Din ce cauză un săritor în lungime este și un bun alergător pe distanța de 100 m?



Fig. 9

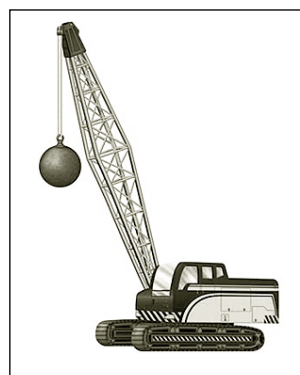


Fig. 10

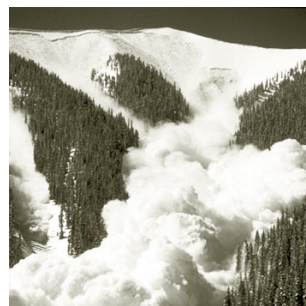


Fig. 11



Fig. 12

Rezumat

Din studiile anterioare cunoști deja că toate 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 sau forțe motoare. Vectorii acestor forțe coincid cu vectorul viteză a corpului, ca direcție și sens, sau formează

cu viteza unghiuri ascuțite (fig. 1). Lucrul acestor forțe are valoare pozitivă.

Dar sunt și forțe care încetinesc mișcarea – forțe de rezistență, care acționează în sens opus mișcării sau sub unghiuri obtuze în raport cu viteza. Un exemplu de acesta este cazul forței de frecare. Lucrul forțelor de rezistență are valoare negativă.

Dacă forța acționează pe direcție perpendiculară mișcării corpului, ea nu efectuează lucru mecanic, ceea ce înseamnă că acțiunea ei nu influențează asupra stării acestui corp. Astfel, în cazul reprezentat în fig. 1 a) forța de greutate nu efectuează lucru mecanic asupra corpului.

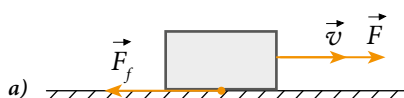


Fig. 1

- 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 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 vitezei: $P = F \cdot v$. Astfel, 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 este necesar să fie mărită forța de tracțiune a motorului, viteza autovehiculelor se reduce.
- Fiind în mișcare, corpurile posedă o proprietate – de a efectua un lucru mecanic asupra altor corpuri. Corpurile în mișcare posedă energie cinetică. Aceasta este o mărime fizică scalară, care depinde atât de masa, cât și de viteza corpului: $E_c = \frac{mv^2}{2}$. Cu cât sunt mai mari masa și viteza corpului, cu atât e mai mare energia lui cinetică.
- De asemenea, posedă energie corpul aflat la o anumită înălțime h de la suprafața pământului. O astfel de formă a energiei mecanice se numește energie potențială gravitațională: $E_p = m g h$. Această mărime crește odată cu mărirea înălțimii corpului deasupra nivelului 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.

EVALUARE SUMATIVĂ

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

Nr.	Itemii	Scorul												
I. În itemii 1-3 răspundeți scurt la întrebări conform cerințelor impuse:														
1.	<p>Continuă următoarele propoziții astfel ca ele să fie corecte:</p> <p>a) Energia de mișcare a corpului se numește energie</p> <p>b) Lucrul mecanic al unei forțe constante este o mărime fizică scalară egală cu produsul dintre și</p> <p>c) Energia mecanică a unui sistem izolat de corpuri rămâne</p>	<p>L 0 1 2 3</p>												
2.	<p>Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile ce le exprimă:</p> <table border="0"> <tr> <td>lucrul mecanic</td><td>MW</td><td>1</td></tr> <tr> <td>puterea mecanică</td><td>mg</td><td>2</td></tr> <tr> <td>forța de tracțiune</td><td>J</td><td>3</td></tr> <tr> <td></td><td>kN</td><td></td></tr> </table>	lucrul mecanic	MW	1	puterea mecanică	mg	2	forța de tracțiune	J	3		kN		<p>L 0 1 2 3</p>
lucrul mecanic	MW	1												
puterea mecanică	mg	2												
forța de tracțiune	J	3												
	kN													
3.	<p>Determinați valoarea de adevăr a următoarelor afirmații, marcând A, dacă afirmația este adevărată, și F, dacă afirmația este falsă:</p> <p>a) La ridicarea ascensorului energia sa potențială se micșorează.</p> <p style="text-align: right;">A F</p> <p>b) Puterea mecanică caracterizează rapiditatea efectuării lucrului mecanic.</p> <p style="text-align: right;">A F</p>	<p>L 0 1 2</p>												
II. În itemii 4-7 răspundeți la întrebări sau scrieți rezolvarea completă a situațiilor de problemă propuse:														
4.	O bilă din aluminiu se află în cădere și într-un anumit moment de timp are viteza egală cu 10 m/s. Să se afle volumul bilei, dacă la acel moment energia cinetică a bilei era egală cu 5,4 J.	<p>L 0 1 2 3 4</p>												
5.	<p>Un elev a ridicat o halteră de 16 kg la înălțimea de 2,1 m timp de 2 s. Determină:</p> <p>a) Lucrul mecanic efectuat de elev;</p> <p>b) Puterea dezvoltată de elev;</p> <p>c) Cu cât s-a mărit energia potențială a sistemului halteră-pământ.</p> <p>În problema dată se va lua $g = 10 \text{ N/kg}$.</p>	<p>a) b) c) L L L 0 0 0 1 1 1 2 2 2</p>												
6.	<p>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:</p> <p>a) În momentul lansării ei de la nivelul pământului;</p> <p>b) La înălțimea maximă de urcare.</p>	<p>a) b) c) L L L 0 0 0 1 1 1 2 2 2 3 3 3</p>												
7.	Un tractor cu forța de tracțiune de 7 kN ară cu un plug având lățimea de 2 m. Determină puterea medie dezvoltată de tractor la aratul unui teren cu aria de 1,2 ha timp de 1 h 20 min și viteza medie a tractorului.	<p>L 0 1 2 3 4</p>												

Extindere

Lucrul mecanic efectuat de forțe variabile. Energia potențială elastică

În § 4.1. din capitolul precedent a fost definit lucrul mecanic efectuat de o forță constantă. Astfel, în cazul cel mai simplu, cunoscând mărimea forței și distanța parcursă de corp pe direcția de acțiune a forței, putem determina lucrul mecanic efectuat aplicând formula de calcul.

Corpurile însă pot fi puse în mișcare și de forțe variabile, dar în acest caz formula cunoscută a lucrului mecanic nu poate fi aplicată în forma dată, de aceea este necesar să fie elaborată o altă metodă pentru determinarea lucrului.

Vom examina cazul mișcării corpului sub acțiunea forței elastice, care este o forță variabilă, întrucât valoarea ei variază în procesul deformării sau revenirii la starea nedeformată.

Fie că pe un suport orizontal de forma unei bare netede este situat un resort elastic, fixat la capătul din stânga, iar la capătul din dreapta este legat un corp care poate culisa de-a lungul barei (fig. 1).

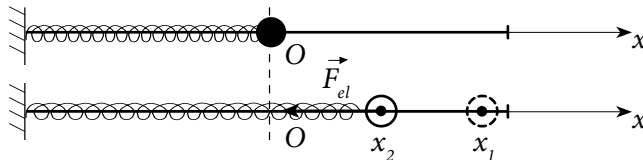


Fig. 1

Capătul din dreapta al resortului are inițial pe axa de coordonate Ox , orientată tot spre dreapta, coordonata nulă. La deformarea resortului prin întindere, valoarea deformației Δl va corespunde coordonatei capătului acestuia, astfel se poate scrie că $\Delta l = x$. La alungirea resortului sub acțiunea unei forțe deformatoare, în el apare forța elastică, orientată în sens opus forței deformatoare și axei Ox . Fiind lăsat liber, resortul revine la starea inițială sub acțiunea forței elastice, care deplasează corpul efectuând asupra lui un lucru mecanic.

Din studiile anterioare cunoști că la deformații mici forța elastică este proporțională cu valoarea deformației: $F_{el} = k \Delta l$. (1)

Prin urmare, odată cu schimbarea valorii deformației se schimbă și forța elastică, astfel, deplasând corpul pe segmentul cuprins între două puncte cu coordonatele x_1 și x_2 , forța elastică variază de la valoarea F_{el1} la F_{el2} .

De aceea lucrul forței elastice se va calcula ca produsul dintre valoarea medie a forței $F_{el\ med}$ și distanța parcursă de corp, egală cu diferența coordonatelor $x_1 - x_2$:

$$L = F_{el\ med} \cdot (x_1 - x_2) \quad (2).$$

$$\text{Valoarea numerică medie a forței elastice: } F_{el\ med} = \frac{k\Delta l_1 + k\Delta l_2}{2} \quad (3)$$

$$\text{sau: } F_{el\ med} = \frac{kx_1 + kx_2}{2} \quad (4).$$

Înlocuind (4) în (2), obținem expresia lucrului forței elastice:

$$L = \frac{kx_1^2}{2} - \frac{kx_2^2}{2} \quad (5).$$

Analizând formula (5), poți observa că lucrul forței elastice este egal cu diferența dintre valorile unei mărimi fizice în stările 1 și 2. Această mărime de stare se numește **energie potențială elastică** și caracterizează starea corpului elastic deformat:

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (6).$$

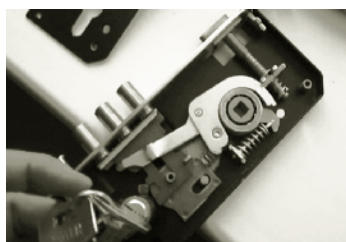
Formulele (5) și (6) arată că $L = E_{p1} - E_{p2} \quad (7).$



Lucrul forței elastice depinde doar de starea inițială și cea finală a corpului elastic deformat, fiind egal cu diferența dintre valorile energiei potențiale corespunzătoare acestor stări.

Pe baza energiei potențiale acumulate în procesul deformării corpul elastic poate efectua, în procesul de revenire la starea nedeformată, lucru mecanic asupra altor corpuri.

Lucrul forței elastice este utilizat pe larg în diverse dispozitive și mecanisme, care sunt părți componente ale multor mașini și instalații (fig. 2).



a) încuietoare



b) arc sportiv



c) ceas mecanic

Fig. 2



1. Un resort din oțel s-a alungit cu 3 cm sub acțiunea unei forțe deformatoare de 150 N. Să se determine energia potențială a resortului la alungirea lui cu 10 cm, considerând deformația elastică.
2. Arcul unui pistol-jucărie a fost comprimat cu 4 cm sub acțiunea forței deformatoare de 30 N. Ce energie potențială a acumulat acest arc?
3. Pentru a întinde un resort cu 5 mm, a fost efectuat un lucru mecanic egal cu 0,06 J. Să se afle valoarea lucrului care trebuie efectuat pentru a-l întinde cu 2 cm.
4. Un arc elastic a fost întins cu 10 cm sub acțiunea unei forțe deformatoare de 20 N. Să se afle energia potențială căpătată de arc. Ce lucru va efectua forța elastică asupra unui corp legat de el la deplasarea acestuia din punctul cu coordonata $x_1 = 10$ cm în punctul cu coordonata $x_2 = 4$ cm?

Capitolul 5

ECHILIBRUL DE ROTAȚIE

Mecanisme simple

Achiziții teoretice

5.1. Pârghia

5.2. Scripetele

5.3. Planul înclinat

5.4. Lucrare de laborator
„Determinarea lucrului
forței active, a lucrului
forței rezistente, compara-
rarea valorilor obținute”

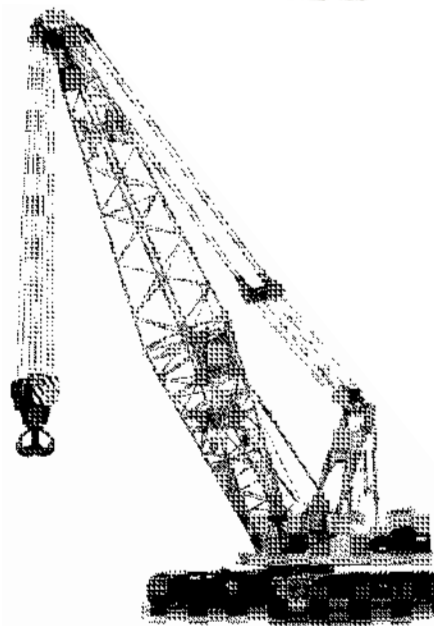
Achiziții practice

Soluționează situații

Rezumat

Evaluare sumativă

Extindere





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 diferite mecanisme. 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 o suprafață oblică, prin alunecare sau rostogolire etc. (fig. 1).

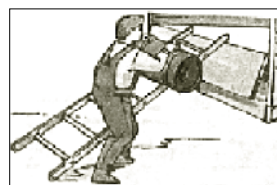
Într-adevăr, în practică deseori apare necesitatea de a transforma (de a mări sau a micșora) forța aplicată unui corp. Pentru aceasta au fost inventate diferite dispozitive. Pe unele dintre acestea le vei cunoaște în continuare.

Descoperă singur!

- Privește atent imaginile alăturate (fig. 1). Identifică forțele ce acționează asupra răngii (fig. 1, a) și asupra butoiului (fig. 1, b).
- Compară estimativ forța depusă de om la ridicarea fiecărui corp cu ponderea acestui corp.
- Ce efort ar depune omul pentru a ridica corpurile în lipsa răngii sau a scării situate oblic?



a)



b)

Fig. 1

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



Piramida lui Kheops

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.

În prezent, diferite mașini și instalații industriale create și utilizate în societatea modernă conțin diverse mecanisme, ca părți componente în construcția acestora.

5.1. 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.

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, c). Aceste forțe se notează și cu alte simboluri: forța activă – \vec{F} , forța rezistentă – \vec{R} . În cazul de față, în forța rezistentă nu vom include forța de frecare și ponderea însăși a pârghiei, considerându-le nespun de mici. În funcție de amplasarea punctelor de aplicație ale acestor forțe **față de punctul de sprijin** O prin care trece axa de rotație, deosebim:

- pârghie de ordinul întâi: punctul de sprijin se află între punctul de aplicație al forței active și punctul de aplicație al forței rezistente (fig. 1, a);
- pârghie de ordinul al doilea: punctul de aplicație al forței rezistente se află între punctul de sprijin și punctul de aplicație al forței active (fig. 1, b);
- pârghie de ordinul al treilea: punctul de aplicație al forței active se află între cel al forței rezistente și punctul de sprijin (fig. 1, c).

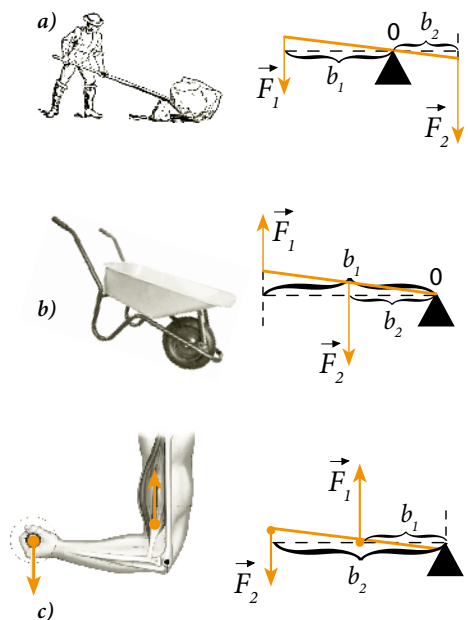


Fig. 1

Pârghia se poate afla, în funcție de valoarea și raportul forțelor, în diferite stări mecanice. Fiind un corp sprijinit, de regulă, pe un suport punctiform, putem constata că pârghia se poate roti în jurul axei ce trece prin punctul de sprijin sau se poate afla în stare de repaus.

Mișcarea de rotație este mișcarea corpului solid în care toate punctele lui descriu traiectorii circulare cu centrele situate pe o dreaptă comună, perpendiculară pe planul cercurilor descrise. Această dreaptă se numește **axă de rotație**. Starea de repaus sau de rotație uniformă a corpului solid în jurul unei axe se numește **echilibru de rotație**.

Așadar, pârghia se poate afla în echilibru de rotație 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 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.

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:
 - în același sens (fig. 2, a);
 - în sensuri opuse (fig. 2, b).
- Care este relația dintre raportul forțelor ce acționează asupra pârghiei și raportul brațelor acestor forțe?

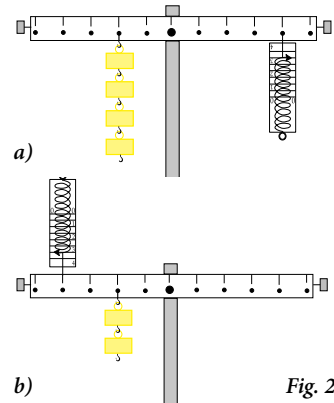


Fig. 2

Reține!

Pârghia asupra căreia acționează două forțe se află în echilibru atunci când raportul forțelor este egal cu raportul invers al brațelor acestor forțe.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{b_2}{b_1}$$

(1), de unde: $F_1 b_1 = F_2 b_2$ (2).

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 corpul poate fi deplasat, învingând o forță mare cu o forță mică, 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: $L_1 = F_1 \cdot d_1$, $L_2 = F_2 \cdot d_2$, stabilește relația matematică dintre L_1 și L_2 . Formulează concluzia.

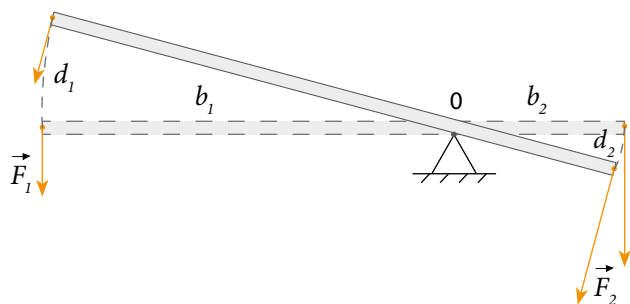


Fig. 3



Reține!

- Utilizarea pârgheii 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”.

Problemă rezolvată

Bara de scos cuie reprezintă o pârghie cu brațele de 3 cm și 40 cm. Pentru a scoate un cui, asupra brațului mare se aplică o forță de 27 N. Aflați forța care reține cuiul în scândură.

Se dă:

$$b_1 = 3 \text{ cm} = b_R$$

$$b_2 = 40 \text{ cm} = b_F$$

$$F = 27 \text{ N}$$

$$R = ?$$

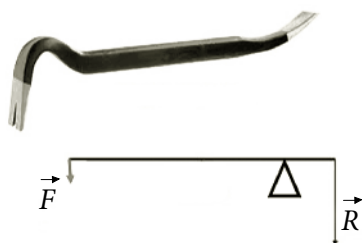
Rezolvare:

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

$$R = \frac{F \cdot b_F}{b_R}$$

$$R = \frac{27 \text{ N} \cdot 40 \text{ cm}}{3 \text{ cm}} = 360 \text{ N}$$

$$\text{Răspuns: } R = 360 \text{ N.}$$



Verifică-ți cunoștințele

1. În ce constă sensul fizic al regulii de aur a mecanicii?
2. Din ce cauză, pentru a tăia o tablă metalică, deschidem foarfecele cât mai larg? Ce câștigăm prin aceasta?
3. Care este rolul contragreutății* la scoaterea apei dintr-o fântână cu cumpănă? Explică acțiunea fiecărei forțe din sistem (fig. 4).
4. Explică principiul de funcționare a unui deschizător de conserve (fig. 5).
5. La capetele unei pârgheii sunt aplicate două forțe: $F_1 = 15 \text{ N}$ și $F_2 = 20 \text{ N}$. Să se calculeze valoarea brațului mare dacă valoarea brațului mic este de 12 cm.



Fig. 4

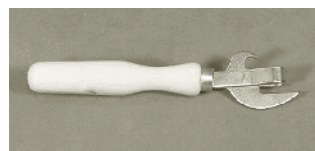


Fig. 5

* *contragreutate* – corp greu care servește în cadrul unui sistem mecanic la echilibrarea totală sau parțială a unei greutăți în mișcare.

5.2. 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 deosebesc scripetele din fig. 1 a de cel din fig. 1 b?

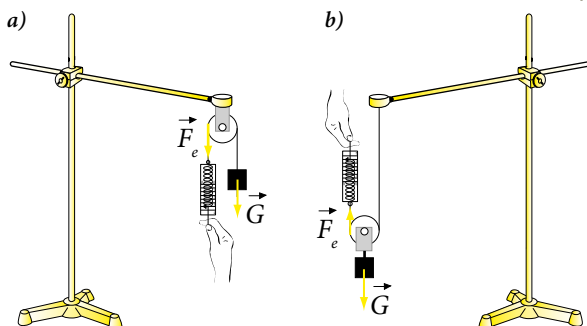


Fig. 1

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 $\vec{F}_2 = \vec{G} = m\vec{g}$, 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.

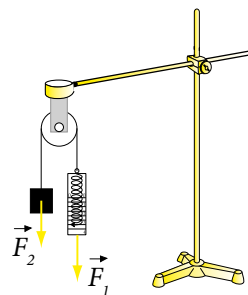


Fig. 2

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.				

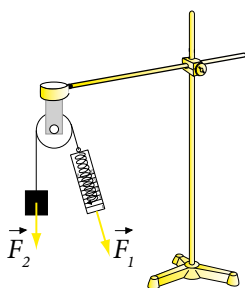


Fig. 3

- 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.*
- *Valoarea numerică a forței active F_1 este egală cu valoarea numerică a 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.

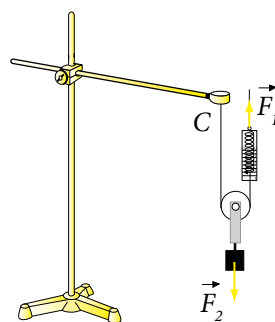


Fig. 4

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.

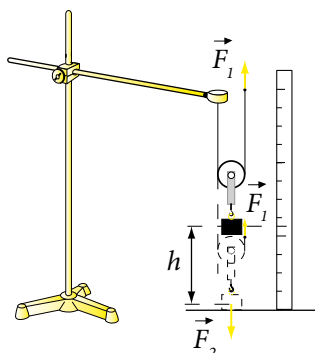


Fig. 5

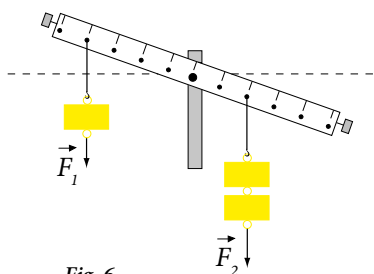


Fig. 6

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.

Problemă rezolvată

Să se afle masa unei greutatei ce se ridică cu ajutorul unui scripete mobil, dacă ponderea lui proprie este de 10 N, iar la capătul liber se aplică o forță de 150 N, forța de frecare neglijându-se.

Se dă:

$$P_s = 10 \text{ N}$$

$$F = 150 \text{ N}$$

$$F_r = 0 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = ?$$

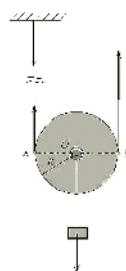
Rezolvare:

$$F = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2F$$

$$R = P_s + G, \quad G = m \cdot g \quad 2F = P_s + mg$$

$$m = \frac{2F - P_s}{g} = \frac{2 \cdot 150 \text{ N} - 10 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 29 \text{ kg}$$

$$\text{Răspuns: } m = 29 \text{ kg.}$$



Verifică-ți cunoștințele

1. În ce constă deosebirea dintre scripetele fix și cel mobil? Care este destinația fiecăruia dintre ei? Care tip de scripete dă câștig de forță și de câte ori?
2. Explică analogia dintre scripete și pârghie.
3. Oferă scripetele câștig în lucrul mecanic? Argumentează răspunsul.
4. În ce cazuri se utilizează sisteme de mai mulți scripeți? Explică avantajele acestor sisteme.
5. 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.

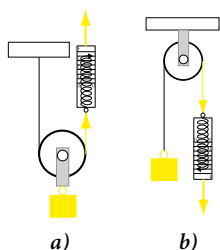
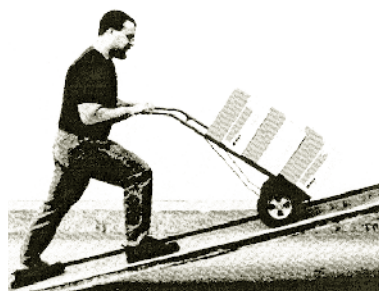


Fig. 7

5.3. Planul înclinat

În unele cazuri problema câștigului de forță la ridicarea corpurilor masive se rezolvă cu ajutorul planului înclinat.

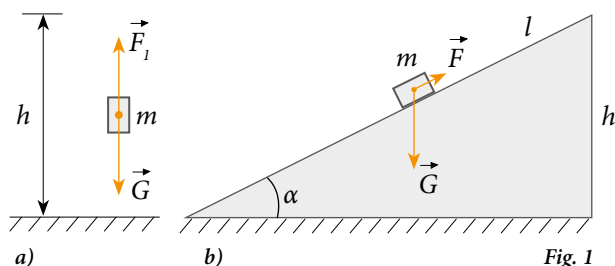


Definiție:

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}_1 , egală în valoare cu cea de greutate, dar de sens opus (fig. 1, a), și atunci lucrul efectuat de această forță ar fi: $L = m g h$ (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.



Lucrul efectuat de forța activă la ridicarea uniformă a barei pe plan se calculează după formula cunoscută:

$$L = F \cdot l \quad (2).$$

Deoarece în ambele cazuri corpul este urcat la aceeași înălțime, obținându-se efecte analogice, valoarea lucrului efectuat este aceeași, deci:

$$F l = m g h \quad (3).$$

Din (3) se poate determina expresia forței \vec{F} .

$$F = m g \cdot \frac{h}{l} \quad (4).$$

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 greutatea pe planuri mai lungi.

Demonstrează că și în cazul planului înclinat este valabilă regula de aur a mecanicii.



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! >

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.

Problemă rezolvată >

Care este masa unui corp ridicat uniform pe un plan înclinat, dacă sub acțiunea unei forțe active de 3 N, orientată paralel cu planul, câștigul în forță este de 4 ori? Frecarea se neglijează.

Se dă:

$$x = 4$$

$$F_f = 0 \text{ N}$$

$$F = 3 \text{ N}$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$m = ?$$

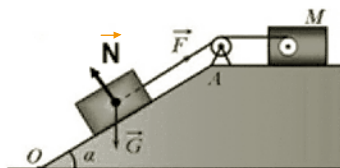
Rezolvare:

$$x = \frac{G}{F} = \frac{L}{h}$$

$$G = m \cdot g \quad x = \frac{m \cdot g}{F}$$

$$m = \frac{F \cdot x}{g} = \frac{4 \cdot 3 \text{ N}}{10 \text{ N/kg}} = 1,2 \text{ kg}$$

Răspuns: $m = 1,2 \text{ kg}$.



Verifică-ți cunoștințele >

1. Care este destinația planului înclinat?
2. Dă exemple din viață și tehnică în care și-a găsit aplicația planul înclinat.
3. Explică de ce pentru urcarea la etaje se folosesc, de regulă, scări oblice și nu scări verticale.
4. Ce tipuri de drumuri se folosesc pentru urcarea mijloacelor de transport în munți? De ce?
5. La utilizarea planului înclinat pentru ridicarea greutăților se câștigă în drum, în forță sau în lucrul mecanic?
6. Indică forțele ce acționează asupra unui corp tras cu o funie pe un plan înclinat.
7. De câte ori se câștigă în forță cu ajutorul planului înclinat în funcție de dimensiunile acestuia?
8. Înălțimea unui plan înclinat este de 1,5 m, iar lungimea – de 3 m. De câte ori se câștigă în forță?



5.4. Lucrare de laborator „Determinarea lucrului forței active, lucrului forței rezistente, compararea valorilor obținute”

Scopul lucrării: Determinarea lucrului forței active (L_A), a lucrului forței rezistente (L_R), compararea valorilor obținute la ridicarea uniformă a unui corp pe un plan înclinat (L_R / L_A).

Aparate și materiale: un stativ cu accesorii, tribometru, corp paralelipipedic din lemn cu cârlig, set de corpuri cu mase marcate, dinamometru, riglă sau ruletă.

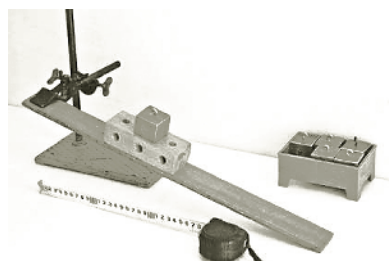


Fig. 1

Considerații teoretice.

Lucrul forței active: $L_A = F_A \cdot d$.

Lucrul forței rezistente: $L_R = G \cdot h$.

Modul de lucru

1. Determinați, cu ajutorul dinamometrului, ponderea corpului (format din bara de lemn și greutatea marcate) care va fi plasat pe planul înclinat. Această valoare a ponderii (la echilibru) este egală cu valoarea forței de greutate G .
2. Fixați tribometrul în stativ în poziție înclinată și plasați corpul pe plan (fig. 1).
3. Deplasați uniform corpul de-a lungul planului de la bază în sus cu ajutorul dinamometrului. Înregistrați valoarea forței active F_A .
4. Măsurați cu rigla/ruleta distanța parcursă pe plan (d) și a înălțimii de ridicare (h).
5. Calculați lucrului forței active (L_A), lucrul forței rezistente (L_R) și raportul (L_R / L_A).
6. Repetați pașii 1-5 modificând numărul de greutatea marcate plasate pe bară.
7. Înscrieți datele în tabelul nr. 1, scrieți exemplele de calcul și formulați concluziile de rigoare.

Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate

Nr.	G, N	h, m	F, N	d, m	L_A, J	L_R, J	$L_R/L_A, J$
1.							
2.							
3.							

Exemple de calcul:

$$L_{A1} =$$

$$L_{A2} =$$

$$L_{A3} =$$

$$L_{R1} =$$

$$L_{R2} =$$

$$L_{R3} =$$

$$L_{R1}/L_{A1} =$$

$$L_{R1}/L_{A1} =$$

$$L_{R3}/L_{A3} =$$

Concluzii.

Achiziții practice

Soluționează situații

1. Brațele forțelor ce acționează asupra unei pârghii, aflată 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 răngă, dacă admitem că asupra ei s-a acționat cu o forță de 600 N (aici și în continuare se lua $g = 10 \text{ N/kg}$).
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 al 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 ponderea lui 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 ponderea de 20 N este ridicat un corp cu greutatea de 165 N prin aplicarea unei forțe active de 100 N. Determină forța de frecare.
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 pondere 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 $m_1 = 2 \text{ kg}$, lungimea totală a barei $AC = l$, iar $BC = 1/3 l$.
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.
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.

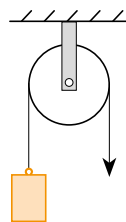


Fig. 1

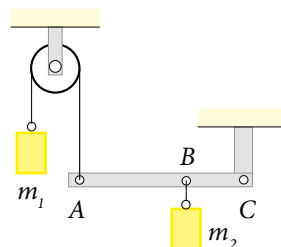


Fig. 2

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 valoarea numerică a forței active aplicate de muncitor.
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).

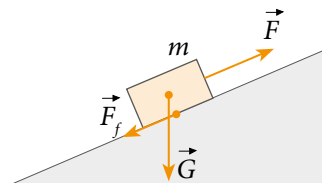


Fig. 3

18. Confectionează o pârghie și demonstrează experimental relația dintre două forțe care o echilibrează și brațele acestora.
19. Dă exemple, din diversitatea de rechizite școlare, de obiecte pe care le utilizezi frecvent ca pârghii. Prezintă câteva dintre ele.
20. Enumeră materialele necesare pentru confectionarea unei balanțe. Realizează experimental.
21. Enumeră obiectele pe care le-ai lua într-o călătorie în pădure, utilizându-le ca pârghii.
22. 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.

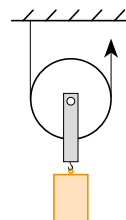


Fig. 4

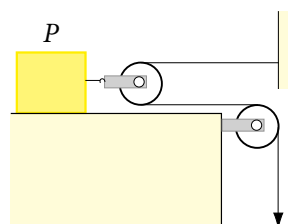


Fig. 5

23. 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).

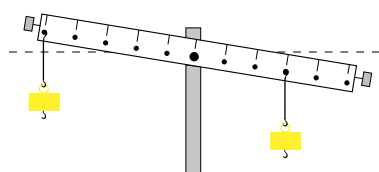
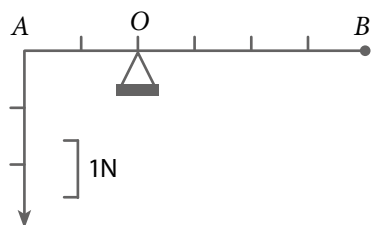


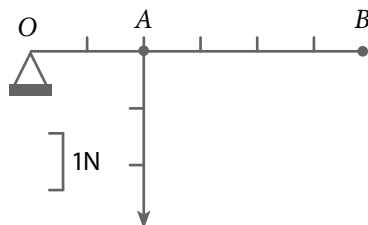
Fig. 6

24. 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.

25. 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?



a)



b)

Fig. 7

26. Desenează modele de pârgii analogice după funcții cu scripetele fix și cel mobil.
- 27.* Un muncitor trebuie să ridice la o anumită înălțime o greutate cu ajutorul unei pârgii. El poate utiliza în calitate de pârgie 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?
28. 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 valoarea numerică a forței active în procesul ridicării greutății, în cazul în care frecarea și greutatea scripetelui se neglijează.

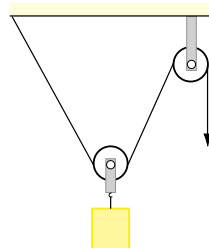


Fig. 8

29. Care este rolul barei lungi în mâinile unui echilibrist de circ care merge pe o funie întinsă?
30. Enumeră mecanisme ale automobilelor și ale altor mașini cunoscute care au rol de pârgii.
31. Explică principiul de funcționare a balansoarului (fig. 9), aplicând cunoștințele despre mecanismele simple.



Fig. 9

Rezumat

În capitolul dat sunt descrise mai detaliat trei tipuri de mecanisme simple, fiind stabilite și anumite legități caracteristice fiecăruia dintre ele: de exemplu, câștigul de forță, în cazul pârgheii sau al altor mecanisme, funcțiile scripetelor fix și mobil, rolul planului înclinat în ridicarea greutăților etc. Însă regula generală, „regula 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”.

- Mecanismele simple au fost inventate de oameni pentru a ușura activitatea de muncă, pentru a învinge forțe mari cu forțe mici. Deci în caz general mecanismele simple sunt destinate pentru modificarea forței cu care se acționează, de exemplu, asupra unor greutăți.

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 din automobile sau al unor dispozitive pneumatice sau hidraulice, în cazul supapelor de siguranță la cazanele cu abur se folosesc pârgheii, în care forța de rezistență poate fi forța elastică ce acționează asupra pârgheii 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 pârgheilor de forme diverse.

- 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 tocmai 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 valoarea numerică a 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 al forței active, când apare o astfel de necesitate. În așa mod se soluționează problema privind ridicarea greutăților la înălțime, atunci când forța activă trebuie orientată în jos. Scripete de acest fel se utilizează și în instalații pentru antrenamente în sala de forță (fig. 2, a), precum și la macarale, pentru redirectionarea cablurilor de tracțiune (fig. 2, b) ș.a.

Scripetele mobil se utilizează pentru a ridica greutate, având un câștig în forță de două ori. Acesta se aplică pe larg la toate tipurile de macarale, precum și în alte instalații tehnice.

- Planul înclinat se aplică pe larg la ridicarea greutăților, cu mase mari, prin rostogolire sau alunecare. În acest caz se modifică atât valoarea numerică a forței active față de cea rezistentă, cât și direcția de acțiune. Câștigul în forță

este determinat de raportul lungimii planului către 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.

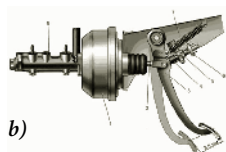
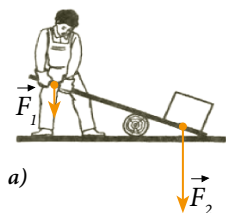


Fig. 1



Fig. 2

EVALUARE SUMATIVĂ

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

Nr.	Itemi	Scorul
I. În itemii 1-3 răspundeți scurt la întrebări conform cerințelor impuse:		
1.	Continuați următoarele propoziții astfel ca ele să fie corecte: a) Scripetele al cărui ax se află în mișcare se numește scripete b) Planul înclinat formează un unghi ascuțit cu c) Raportul celor două forțe ce acționează asupra pârgheii în echilibru este egal cu raportul invers al	L 0 1 2 3
2.	Stabiliți (prin săgeți) corespondența dintre următoarele mărimi fizice și unitățile de măsură ce le exprimă: forța	

Extindere

Informație

Randamentul mecanismelor simple

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: $L_u = m g h$. 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 η (litera grecească „eta”) și se definește prin raportul:

$$\eta = \frac{L_u}{L_t} \quad \text{sau} \quad \eta = \frac{L_u}{L_t} \cdot 100\%.$$

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.

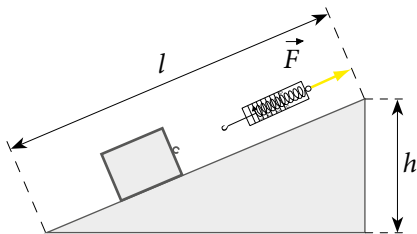


Fig. 1

- Măsurăți 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	$P = m g, \text{N}$	l, m	h, m	Lucrul util $L_u = m g h$	Lucrul total $L_t = F l$	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.

Problemă rezolvată

Înălțimea unui plan înclinat este egală cu 1,8 m, iar lungimea – cu 8,1 m. Pentru ridicarea unui corp cu masa de 81 kg pe acest plan, asupra lui a fost aplicată forța de 240 N. Află randamentul planului înclinat și forța de frecare.

Rezolvare:

Se dă:

$$h = 1,8 \text{ m}$$

$$l = 8,1 \text{ m}$$

$$m = 81 \text{ kg}$$

$$F_a = 240 \text{ N}$$

$$\eta = ?$$

$$F_f = ?$$

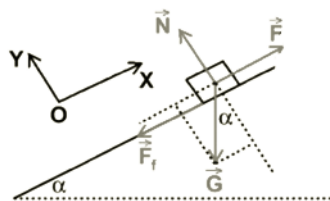
$$\eta = \frac{L_u}{L_t} \quad L_u = R \cdot d_R = G \cdot h \quad L_t = F \cdot d_F = F \cdot l$$

$$\eta = \frac{G h}{F l} = \frac{m g h}{F l} = \frac{81 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 1,8 \text{ m}}{240 \text{ N} \cdot 8,1 \text{ m}} = 0,75 \text{ (75 \%)}$$

$$F = F_f + F = F_f + \frac{m g h}{l} \Rightarrow F_f = F - \frac{m g h}{l}$$

$$F_f = 240 \text{ N} - \frac{81 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 1,8 \text{ m}}{8,1 \text{ m}} = 60 \text{ N}$$

$$\text{Răspuns: } \eta = 75 \%, \quad F_f = 60 \text{ N}$$

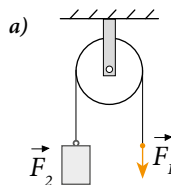


Verifică-ți cunoștințele

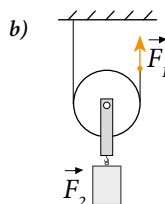
1. Ce sens fizic exprimă termenul randament al mecanismului sau al mașinii?
2. Ce se numește randament mecanic?
3. Cum se determină lucrul total la ridicarea greutăților cu ajutorul mecanismului simplu? Dar cel util?
4. Valoarea randamentului poate fi egală cu unu, mai mică sau mai mare decât unu? Argumentează răspunsul.
5. Randamentul unei pârgii este de 90%, iar al altei pârgii – de 95%. Ce 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 ale forței active și cele 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 găleată 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 2 m, în calitate de plan înclinat. Calculează randamentul acestuia, dacă pentru mișcarea uniformă a lăzii s-a aplicat o forță de tracțiune egală cu 125 N.

Fig. 2

10. Cu ajutorul unei pârghii a fost ridicat uniform la înălțimea de 1 m un corp cu masa de 152 kg. Știind că forța aplicată la brațul mai mare al pârghiei a efectuat un lucru de 1,6 kJ, află randamentul instalației.
11. 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?
12. Un scripete mobil cu randamentul de 70% ridică la o anumită înălțime un corp. Află masa corpului, dacă la capătul liber al cablului este aplicată o forță de 420 N.
13. 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%?
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.

Lucrare de laborator „Determinarea randamentului unui mecanism simplu”

Scopul lucrării: determinarea randamentului unei pârghii.

Aparate și materiale: un stativ cu accesorii, pârghie, corpuri cu mase marcate, dinamometru, riglă.

Modul de lucru

1. Fixați tija în jurul căreia se rotește pârghia în stativ și echilibrați pârghia.
2. Suspențați de o parte a pârghiei un corp cu masa cunoscută și, acționând cu dinamometrul de partea opusă (poziție la alegere, se recomandă b_F mai mare decât b_R), echilibrați pârghia (păstrând tendința de a ridica corpul în sus). Înregistrați valoarea masei și indicația dinamometrului în tabelul nr. 1.
3. Măsurați cu rigla lungimile brațelor forțelor respective (fig. 1). Înregistrați valorile obținute în tabelul nr. 1.
4. Repetați de două ori pașii 2 și 3 schimbând poziția corpului (apropiindu-l sau îndepărtându-l de axul de rotație);
5. Calculați randamentul pârghiei, eroarea absolută a măsurărilor, scrieți exemplele de calcul și formulați concluziile de rigoare.
6. Înregistrați valorile obținute în tabelul nr. 1.

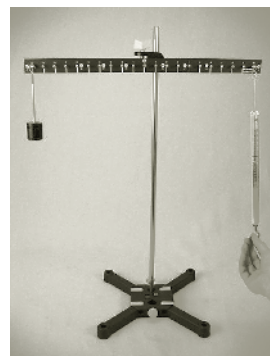


Fig. 5

Tabelul nr. 1. Rezultatele măsurărilor și ale calculelor efectuate

Nr.	F, N	m, kg	R, N	b_F, m	b_R, m	η	η_{med}	$\Delta\eta$	$\Delta\eta_{med}$
1.									
2.									
3.									

Exemple de calcul:

$$R = m \cdot g,$$

$$R_1 =$$

$$R_2 =$$

$$R_3 =$$

$$\eta = R b_R / (F b_F)$$

$$\eta_1 =$$

$$\eta_2 =$$

$$\eta_3 =$$

$$\eta_{med} =$$

$$\Delta\eta_1 =$$

$$\Delta\eta_2 =$$

$$\Delta\eta_3 =$$

$$\Delta\eta_{med} =$$

Rezultatul final:

$$\eta = (\eta_{med} \pm \Delta\eta_{med}), = (\text{_____} \pm \text{_____})$$

Concluzii.

Conceptele de bază studiate în clasa a VII-a la fizică

A

**Accelerația
gravitațională**

➤ Raportul dintre forța de greutate și masa corpului.

B

Braț al forței

➤ Distanța cea mai mică dintre axa de rotație și suportul forței.

C

**Condiția de echi-
libru al pârgheii**

➤ 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 elas-
tică a corpului**

➤ Constanta k egală cu raportul dintre valoarea numerică a forței deformatoare \vec{F}_{def} și deformația (alungirea) absolută a corpului Δl . $k = \frac{F_{def}}{\Delta l}$.

Corp de referință

➤ Corpul în raport cu care se stabilește poziția altor corpuri.

**Condiția de echi-
libru mecanic**

➤ Rezultanta tuturor forțelor ce acționează asupra corpului $\vec{R} = 0$.

Coordonată

➤ Mărimea care determină poziția unui punct pe axa numerică în raport cu originea axei.

D

Deformare

➤ Schimbarea formei (dimensiunilor) unui corp sub acțiunea altor corpuri.

**Deformare
elastică**

➤ Care dispare după încetarea interacțiunii.

**Deformare
plastică**

➤ Care se menține după încetarea interacțiunii.

Dinamometru

➤ Instrument pentru măsurarea forței.

**Drum parcurs (sau
distanță parcursă)**

➤ Lungimea traiectoriei.

E

**Echilibru
mecanic**

➤ Stare de repaus sau mișcare rectilinie uniformă.

Efect static

➤ Constă în schimbarea formei corpurilor.

Efect dinamic > Constă în schimbarea stării de mișcare

Energie cinetică > Energia pe care o au corpurile în mișcare

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

Forță > Mărimea fizică ce caracterizează intensitatea acțiunii unui corp asupra altui corp

Forța elastică > Forța sub acțiunea căreia un corp deformat elastic revine (sau tinde să revină) la forma sa inițială.

Forțe coliniare > Orientate de-a lungul unei drepte sau drepte paralele între ele.

Forță de frecare > Forța ce se opune mișcării unui corp pe suprafața altuia.

Forță de greutate > Forța de atracție exercitată de Pământ asupra unui corp

Forță de tracțiune > Forța ce acționează asupra unui corp pentru a-l pune în mișcare.

I

Interacțiunea > Acțiunea reciprocă dintre corpuri.

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:
 $E = E_c + E_p = \text{const.}$

Legea deformării elastice > Deformația este direct proporțională cu forța deformatoare, adică: $\Delta l \sim F_{\text{def}}$.

Legea lui Arhimede > Asupra unui corp scufundat în lichid (sau în gaz) acționează o forță orientată în sus egală numeric cu ponderea lichidului (sau a 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 ➤ Mărimia fizică egală cu produsul dintre valoarea numerică a forței și distanța parcursă de corp, sub acțiunea acestei forțe.

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

Mecanisme ➤ Dispozitive ce servesc pentru transformarea forței depuse.

Mărimi fizice vectoriale ➤ Mărimile fizice care se caracterizează nu numai prin valoare numerică și unitate de măsură (precum mărimile scalare), dar și prin direcție și sens (orientare).

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 sau variată ➤ Mișcarea în care mobilul parcurge distanțe diferite în orice 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 distanțe egale în orice intervale egale de timp.

P

1 pascal (1 Pa) ➤ Presiunea exercitată de o forță de 1 N ce acționează perpendicular pe o suprafață cu aria de 1 m².

Pârghie ➤ Mecanism simplu, alcătuit dintr-un corp solid (de regulă, în formă de bară), care are o axă de rotație.

Plan înclinat ➤ Planul care formează un unghi ascuțit cu planul orizontal ($\frac{G}{F} = \frac{l}{h}$).

Ponderea ➤ Forța cu care un corp acționează asupra unui suport sau a firului vertical care îl împiedică să cadă

Poziția corpului ➤ Locul în care se află corpul dat în spațiu.

Presiune ➤ Mărimia fizică scalară egală cu raportul dintre valoarea numerică a forței ce acționează perpendicular pe o suprafață și aria acestei suprafețe: $p = \frac{F_n}{S}$.

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 a fost efectuat acest lucru.

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 ($F_1 = F_2$). $F_A = R$

Scripete mobil ➤ Scripete a cărui axă se află în mișcare ($F_1 = \frac{F_2}{2}$). $F_A = \frac{R}{2}$

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

Traietorie ➤ Linia descrisă de corp în timpul mișcării.

V

Vase comunicante ➤ Vasele care comunică între ele.

Viteza corpului ➤ Mărimea fizică ce caracterizează rapiditatea mișcării mobilului.

W

1 watt (1 W) ➤ Puterea mecanică dezvoltată la efectuarea unui lucru de 1 J în timp de o secundă.

Planul activității de cercetare în cadrul unui proiect STEM

(Științe, Tehnologii, Inginerie, Matematică)

1. Discutați cu profesorul de fizică și cu profesorul/profesorii de la alte discipline (matematica, chimia, biologia etc.) titlul proiectului STEM. Titlul proiectului trebuie să prezinte interes crescut, să fie ancorat în realitatea cotidiană.
2. Identificați o problemă și definiți clar problema cercetată în cadrul proiectului.
3. Documentați-vă, utilizând mai multe tipuri de surse (articole din ziare și reviste de popularizare a științei, lucrări din reviste de specialitate, site-uri etc.) din diferite ramuri ale științelor.
4. Analizați nivelul de cercetare și soluțiile existente ale problemei cercetate.
5. Explicați clar soluția propusă de echipă. În calitate de soluție ar putea fi un dispozitiv, o machetă funcțională (model), care ilustrează funcționarea dispozitivului real, un plan de acțiuni ce urmează a fi întreprinse etc.
6. Demonstrați că soluția propusă de echipă contribuie la creșterea calității vieții prin îmbunătățirea soluțiilor existente sau prin soluționarea problemei într-un mod absolut nou.
7. Examinați factori de implementare a soluției (costuri, beneficiari, ușurința producerii etc.).
8. Elaborați și prezentați creativ rezultatele cercetării în cadrul proiectului. Manifestați creativitate la conceperea unei prezentări, a unui poster, film etc.
9. Prezentați rezultatele proiectului altor persoane care ar putea beneficia de soluția propusă (autoritățile publice locale, producători, experți etc.).

Planul unei activități de elaborare a unei comunicări

1. Stabiliți cu profesorul tema, conținutul și obiectivul pe care îl realizați individual sau în grup la elaborarea comunicării.
2. Dacă lucrați în grup, repartizați volumul de lucru între membrii grupului.
3. Selectați informații corespunzătoare obiectivului din diverse surse.
4. Prezentați informația selectată într-o formă logică, clară și concisă, utilizând un limbaj variat: scheme, imagini, tabele, diagrame etc.
5. Elaborați prezentarea comunicării și prezentați-o publicului.
6. Răspundeți la întrebări și evaluați-vă munca proprie.

Tabelul densităților unor substanțe, ρ , kg/m³ (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
Cărmidă – 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

Răspunsuri la probleme >

Capitolul 1. MIȘCAREA ȘI REPAUSUL

- pag. 15. **7.** 9 km; 3,6 km, 236°;
- pag. 19. **6.** 2400 s; **7.** 50,4 km/h sau 14 m/s;
- pag. 24. **1.** a) 7,5 m; 27,5 m; 2,5 m. b) 2 s. **3.** 40 m. **4.** 2 m/s. **5.** b) primul corp, c) 4 m, 2 m, 0 m;
- pag. 26. **8.** 9 km, 5 km, 323°;
- pag. 27. **13.** 0,5 m/s; **14.** 1,28 s; **15.** 108 000 km; **16.** $\Delta t_1 = 2$ s, $d_1 = 4$ m, uniform cu $v_1 = 2$ m/s, $\Delta t_2 = 1$ s, $d_2 = 0$ m, repaus $v_2 = 0$ m/s, $\Delta t_3 = 1$ s, $d_3 = 2$ m, uniform cu $v_3 = 2$ m/s; **17.** 20 m/s;
- pag. 28. **18.** 375 km, 500 km/h; **19.** 15 m/s; **20.** 20 m/s, 100 m; **21.** 1 m/s, mișcare uniformă; **22.** a) primul corp, b) 2 m/s, 1 m/s, 0,8 m/s c) $d_{12} = 2$ m, $d_{13} = 2,4$ m, $d_{23} = 0,4$ m; **23.** a) 10 m/s, 5 m/s;
- pag. 29. **24.** 6 min, 7,2 km; **25.** accidentul va avea loc (în caz că șoferul nu întreprinde acțiuni), șoferul n-a respectat regulile de circulație, deoarece în localitate viteza regulamentară este 50 km/h; **26.** c) 500 m; **27.** a) cu primul automobile, b) 20 m/s, c) 12 km, d) 24 km; **28.** $\Delta t_1 = 5$ s, $d_1 = 10$ m, uniform cu $v_1 = 2$ m/s, $\Delta t_2 = 5$ s, $d_2 = 0$ m, repaus $v_2 = 0$ m/s, $\Delta t_3 = 10$ s, $d_3 = 10$ m, uniform cu $v_3 = 1$ m/s, c) 1 m/s.

Capitolul 2. INTERACȚIUNI

- pag. 37. **4.** $F_{\min} = 0$ daN; $F_{\max} = 52$ daN; $F_0 = 1$ daN; $\Delta F = 0,5$ daN; $F = (11,5 \pm 0,5)$ daN. **6.** 0,2 N; 400 N; 500 N; 60000 N; 8 N; 60 N.
- pag. 40. **6.** $R = 0$, stare de repaus.
- pag. 42. **3.** $F_2 = 5000$ N; **4.** a) 110 N; b) Da; **5.** 400 N.
- pag. 45. **7.** 50 kg, 500 N; **8.** 5 N, 9,5 N; **9.** 216 N; **10.** 0,5 kg.
- pag. 48. **6.** 0,2 N; **7.** 6000 N/m; **8.** 5 cm.
- pag. 51. **9.** 40 N, 40 kg.
- pag. 56. **5.** 4 N, 12 N; **6.** 8 N, 2 N; **7.** 490 kg; **8.** 23,52 kN, 123,48 kN; **9.** 2,56 N; **11.** 120 cm³, 0,06 kg, 0,6 N; **12.** 420 kg; **13.** 50 N; **14.** 500 N/m; **15.** 0,1 m.
- pag. 57. **16.** 5 cm, 20 N; **17.** 0,05 m; **18.** 0,2 N; **21.** 250 N; **22.** 400 N; **23.** 0,625 kg.

Capitolul 3. STATICA FLUIDELOR

- pag. 65. **1.** $400 \cdot 10^9$ Pa; **5.** 2500 Pa; **6.** 0,32 m²; **7.** 2 kg; **8.** 500 Pa;
- pag. 68. **1.** $\approx 113,1$ MPa; **3.** a) 500 Pa; b) 1000 Pa; **5.** a) 50 kPa; b) 25 kPa; **7.** 40 kPa.
- pag. 70. **1.** 3,6 g; **3.** $\approx 10,3$ m; **4.** 520 Pa; 16 320 Pa.
- pag. 73. **10.** 1,8 atm; $\approx 1,82 \cdot 10^5$ Pa.
- pag. 75. **6.** 200 kPa; **7.** $h = 35$ m.
- pag. 79. **1.** 0,2 N; **3.** 9 N; **7.** 500 m³.

- pag. 81. **1.** Da; **2.** 7,5 kg; **3.** Schiurile tatălui; **4.** 7,1 cm; **5.** 80 kg; **6.** 0,05 m²; **7.** 1 km; **8.** 900 kg/m³; **9.** S-a micșorat de 1,1 ori; **10.** a) 4000 Pa; b) 3600 Pa; c) 160 Pa; **11.** 1,2 N.
- pag. 82. **13.** 1,11 kg/m³; **14.** 12,16 m; **15.** 165,4 kN; **16.** b) 79,54 kN; **18.** 884,6 m; **19.** 22,11 m; **21.** 30 m; Nu; **22.** 2,5 N; **23.** 0,6 N; **24.** a) 30 N; b) 3 l; c) 1600 kg/m³; **25.** 900 kg/m³; **26.** $1,17 \cdot 10^{-3}$ m³.
- pag. 83. **27.** 1,95 N; **28.** a) 2500 kg/m³; b) 0,64 N; **29.** Da; **30.** 700 kg/m³; **31.** 8000 cm³; **32.** 781,25 kg/m³; **33.** 2 m².
- pag. 89. **1.** 13,5 cm; **2.** 0,59 sau 1,7; **3.** Benzină sau petrol; **4.** 85 cm; **5.** 3,2 cm; 12,8 cm; **6.** 50 kN; **7.** 50 N.

Capitolul 4. LUCRUL MECANIC, PUTEREA ȘI ENERGIA MECANICĂ

- pag. 94. **4.** În cazurile a) și d); **8.** 300 J; **9.** 50 N.
- pag. 97. **2.** Prima – de 1,5 ori; **7.** 600 kJ; **8.** 3 kN.
- pag. 101. **5.** 300 kJ; **6.** 1470 J.
- pag. 104. **4.** Da.
- pag. 105. **6.** Nu; **7.** Cea încărcată; **8.** S-a mărit cu 70%.
- pag. 106. **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. 107. **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.** 158,4 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. 108. **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.** 6 m/s; 60 cm.
- pag. 110. **37.** 36 kW; 12 kW.
- pag. 115. **1.** 25 J; **2.** 0,6 J; **3.** 0,96 J; **4.** 1 J; 0,84 J.

Capitolul 5. ECHILIBRUL DE ROTAȚIE

Mecanisme simple

- pag. 120. **5.** 16 cm.
- pag. 123. **5.** a) 7,5 N; 1 m; 15 J; b) 15 N; 2 m; 30 J.
- pag. 125. **8.** De 2 ori.
- pag. 127. **1.** 7,2 N; **2.** 1,2 t; **3.** 21 cm; **4.** 0,1 m; **5.** 2 m; **6.** 40 kg; **7.** 15 N; **8.** 256 W; **9.** 6 kg; **10.** 2; **11.** Câștig egal în forță de 4 ori.
- pag. 128. **12.** 5 m; **13.** 0,2; **14.** 1,6 N; **15.** 500 N; **16.** 1 kg; **17.** 56 kJ; **22.** 2,5 N; **23.** 0,2 m.
- pag. 134. **8.** ≈ 91%; **9.** 80%; **10.** 95%; **11.** 1,2 m; **12.** 58,8 kg; **13.** 50 N; 800 J; **14.** 10,5 kJ; **15.** 80%; 50 N.