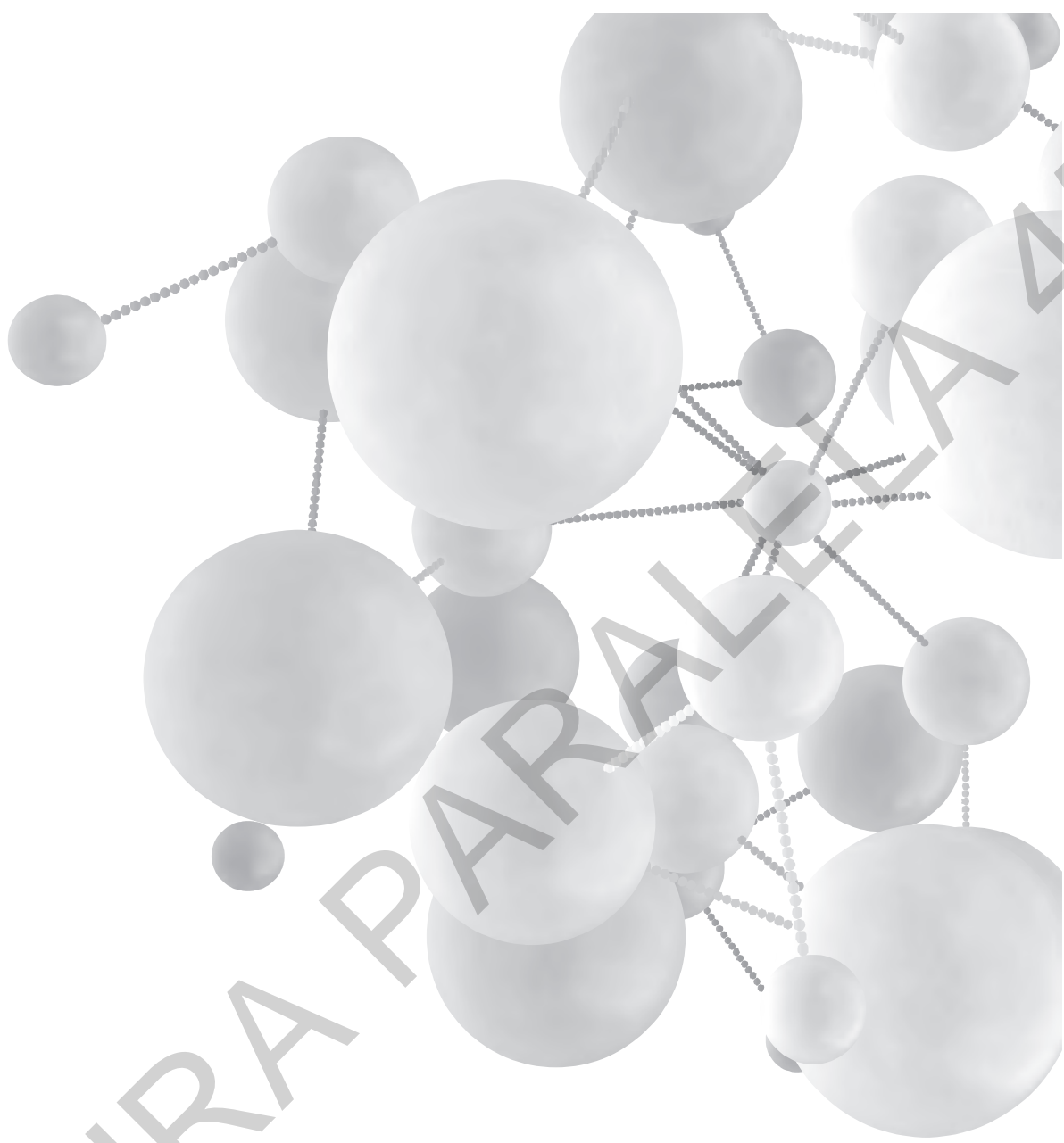


EDITURA PARALELA 45



Lucrarea este elaborată conform programei școlare în vigoare pentru bacalaureat.

Referenți științifici:

– *prof. univ. dr. fizician Gabriel Lazăr, Universitatea „Vasile Alecsandri” din Bacău*
– *conf. univ. dr. Nicolae Crețu, Universitatea Transilvania din Brașov*

Redactare: Daniel Mitran
Tehnoredactare: Iuliana Ene
Pregătire de tipar: Marius Badea
Design copertă: Mirona Pintilie

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

ANGHEL, TRAIAN

Fizică : probleme alese pentru clasele IX-X și bacalaureat / Traian

Anghel. - Pitești : Paralela 45, 2019

Conține bibliografie

ISBN 978-973-47-3130-5

53

Copyright © Editura Paralela 45, 2019

Prezenta lucrare folosește denumiri ce constituie mărci înregistrate,
iar conținutul este protejat de legislația privind dreptul de proprietate intelectuală.

www.edituraparelela45.ro

Traian Anghel

Fizică

Probleme alese
pentru clasele IX-X și bacalaureat

Editura Paralela 45

Cuprins

Introducere	9
-------------------	---

CLASA A IX-A

Partea I – Mecanică

Capitolul I – PRINCIPII ȘI LEGI ÎN MECANICA NEWTONIANĂ.....	13
Breviar teoretic.....	13
Enunțuri.....	16
I.1. Mișcarea rectilinie	16
I.2. Principiile mecanicii.....	16
I.3. Mișcarea în câmp gravitațional	17
I.4. Mișcarea circulară uniformă	19
I.5. Legea atracției universale.....	20
Rezolvări	21
Capitolul II – TEOREME DE VARIAȚIE ȘI LEGI DE CONSERVARE ÎN MECANICĂ.....	33
Breviar teoretic.....	33
Enunțuri.....	35
II.1. Lucrul mecanic. Puterea	35
II.2. Energia mecanică. Conservarea energiei mecanice.....	35
II.3. Impulsul mecanic. Ciocniri.....	36
Rezolvări	43

Partea a II-a – Optică geometrică

Capitolul III – REFLEXIA ȘI REFRAȚIA, PRISMA OPTICĂ, DIOPTRI, OGLINZI.....	65
Breviar teoretic.....	65
Enunțuri.....	66
III.1. Reflexia și refracția luminii. Reflexia totală.....	66
III.2. Prisma optică	68
III.3. Dioptri și sisteme de dioptri.....	70
III.4. Oglinda plană. Oglinda sferică	71
Rezolvări	72

Capitolul IV – LENTILE SUBȚIRI. ASOCIAȚII DE LENTILE SUBȚIRI.....	83
Breviar teoretic.....	83
Enunțuri.....	84
IV.1. Lentile subțiri.....	84
IV.2. Asociații de lentile subțiri	87
Rezolvări	89
Capitolul V – INSTRUMENTE OPTICE. OCHIUL.....	100
Breviar teoretic.....	100
Enunțuri.....	101
V.1. Instrumente optice	101
V.2. Ochiul	101
Rezolvări	103
CLASA A X-A	
Partea a III-a – Elemente de termodinamică	
Capitolul VI – NOȚIUNI TERMODINAMICE DE BAZĂ	109
Breviar teoretic.....	109
Enunțuri.....	111
VI.1. Mărimi caracteristice structurii discrete a substanței	111
VI.2. Teoria cinetico-moleculară a gazului ideal.....	112
VI.3. Ecuația de stare termică a gazului ideal	113
VI.4. Transformări simple ale gazului ideal	115
VI.5. Transformarea generală. Amestecuri de gaze.....	116
Rezolvări	118
Capitolul VII – PRINCIPIUL I AL TERMODINAMICII	134
Breviar teoretic.....	134
Enunțuri.....	136
VII.1. Aplicarea principiului I la transformările simple.....	136
VII.2. Aplicarea principiului I la transformarea adiabatică	136
VII.3. Aplicarea principiului I la transformarea politropă	137
VII.4. Aplicarea principiului I la transformarea liniară	138
Rezolvări	139
Capitolul VIII – MOTOARE TERMICE. PRINCIPIUL AL II-LEA AL TERMODINAMICII	147
Breviar teoretic.....	147
Enunțuri.....	148
Rezolvări	151

Partea a IV-a – Producerea și utilizarea curentului continuu

Capitolul IX – LEGILE CIRCUITELOR ELECTRICE	161
Breviar teoretic	161
Enunțuri	163
IX.1. Intensitatea curentului electric. Legea lui Ohm	163
IX.2. Legile lui Kirchhoff	165
Rezolvări	170
Capitolul X – ENERGIA ȘI PUTEREA ELECTRICĂ	183
Breviar teoretic	183
Enunțuri	184
Rezolvări	188
ANEXE	
Anexa A – ELEMENTE DE STATICĂ	201
Breviar teoretic	201
Enunțuri	201
A1. Echilibrul de translație	201
A2. Echilibrul de rotație	203
Rezolvări	210
Anexa B – EFECTUL MAGNETIC AL CURENTULUI ELECTRIC	227
Breviar teoretic	227
Enunțuri	228
B1. Inducția magnetică	228
B2. Forța electromagnetică	229
Rezolvări	231
<i>Bibliografie</i>	237

Introducere

Astăzi, tehnologia este întâlnită în majoritatea activităților omului. Din acest motiv, inițierea în studiul științelor exacte – inclusiv în cel al fizicii – este utilă persoanelor care doresc să se adapteze stilului de viață modern și necesară celor care își propun să activeze într-un domeniu în care sunt utilizate cunoștințe care își au izvorul în aceste științe.

Orele de fizică la care elevii participă în cursul liceului reprezintă cel mai bun prilej pentru a înțelege bazele acestei discipline, iar rezolvarea de probleme constituie una dintre cele mai potrivite modalități prin care poate fi verificată însușirea corectă a cunoștințelor, dar și aprofundarea acestora.

Lucrarea de față propune utilizatorilor săi 290 de probleme de fizică, pentru a căror rezolvare sunt necesare cunoștințe dobândite prin studiul acestei discipline în cursul inferior al liceului (clasele a IX-a și a X-a). Cartea este structurată în zece capitole și două anexe.

Capitolele cărții includ 245 de probleme, distribuite în patru părți: *Mecanică* (55), *Optică geometrică* (70), *Elemente de termodinamică* (70) și *Producerea și utilizarea curentului continuu* (50), primele două fiind studiate în clasa a IX-a, iar celelalte două în clasa a X-a. Prima parte și ultimele două se regăsesc integral (inclusiv ca denumire) în programa de bacalaureat, iar cea de-a doua, parțial.

Cele două anexe – care alcătuiesc ultima secțiune a lucrării – conțin 45 de probleme distribuite în două subcapitole (*Elemente de statică* și *Efectul magnetic al curentului electric*), care se regăsesc în programa de fizică pentru clasa a IX-a (primul subcapitol amintit) și a X-a (cel de-al doilea subcapitol), dar nu sunt conținute în cea de bacalaureat.

Capitolele și anexele cărții sunt structurate identic, fiecare având câte trei componente: (1) un *breviar teoretic* în care sunt expuse în rezumat cunoștințele necesare pentru rezolvarea problemelor propuse, (2) *enunțurile* acestor probleme și (3) *rezolvările* lor complete și detaliate.

În alegerea problemelor incluse în lucrare au fost utilizate următoarele criterii: (1) respectarea programei școlare de fizică pentru clasele a IX-a și a X-a, dar și a programei de bacalaureat¹ și (2) existența unui grad mediu de dificultate.

Astfel, lucrarea poate fi utilizată atât pentru lucrul la clasă, cât și în scopul pregătirii examenului de bacalaureat, fiind destinată în egală măsură profesorilor și elevilor. De asemenea, elevii pot utiliza cartea pentru studiu suplimentar, acasă, iar profesorii pentru alcătuirea fișelor de lucru și a testelor de evaluare.

Traian Anghel

¹ Unele probleme (cele marcate cu caracterul *) au un nivel de dificultate superior celui al problemelor administrate la examenul de bacalaureat și al problemelor rezolvate la clasă. Este indicat ca acestea să fie utilizate în scopul pregătirii elevilor capabili de performanță.



Capitolul I

PRINCIPII ȘI LEGI ÎN MECANICA NEWTONIANĂ

Primul capitol al lucrării include probleme pentru rezolvarea cărora sunt utilizate mărimi fizice ca viteza, accelerația și forța (toate trei având valori medii și momentane), în situații în care sunt întâlnite mișcarea rectilinie (uniformă și uniform variată, pe plan orizontal și înclinat), mișcarea în câmp gravitațional și mișcarea circulară. În acest scop sunt folosite principiile mecanicii, legile mișcării și vitezei, legea deformărilor elastice (Hooke), legile frecării și legea atracției universale. Dacă nu se precizează altfel, pentru accelerația gravitațională se va utiliza $g = 10 \text{ m/s}^2$, valoare folosită și în subiectele de mecanică administrate la examenul de bacalaureat.

BREVIAR TEORETIC

Pentru rezolvarea problemelor conținute în capitolul de față sunt necesare următoarele definiții, relații și formule:

- definițiile vitezei medii și vitezei momentane în mișcarea rectilinie: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt};$$

- definițiile accelerației medii și accelerației momentane în mișcarea rectilinie:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}, \quad a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt};$$

- definițiile vectorului viteză medie și vectorului viteză momentană în mișcarea curbilinie plană: $\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$, $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$; definițiile vitezelor medii și

momentane pe direcțiile axelor de coordonate: $v_{mx} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, $v_{my} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$,

$$v_m = \sqrt{v_{mx}^2 + v_{my}^2} \text{ și } v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}. \text{ Se vor reține și formulele}$$

$$\vec{v}_m = v_{mx} \cdot \vec{i} + v_{my} \cdot \vec{j} \text{ și } \vec{v} = v_x \cdot \vec{i} + v_y \cdot \vec{j};$$

- definițiile vectorului accelerație medie și vectorului accelerație momentană în mișcarea curbilinie plană: $\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$, $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$; definițiile accelerațiilor

medii și momentane pe direcțiile axelor de coordonate: $a_{mx} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$, $a_{my} = \frac{\Delta v_y}{\Delta t}$,

$a_m = \sqrt{a_{mx}^2 + a_{my}^2}$ și $a_x = \frac{dv_x}{dt}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt}$, $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$. Se vor reține și formulele $\vec{a}_m = a_{mx} \cdot \vec{i} + a_{my} \cdot \vec{j}$ și $\vec{a} = a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j}$;

- vectorul viteză momentană \vec{v} este tangent la traiectorie, iar vectorul accelerație momentană \vec{a} este orientat către interiorul traiectoriei (către partea concavă);
- vectorul accelerație momentană \vec{a} se mai scrie și sub forma $\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$, în care \vec{a}_t este accelerația tangențială, iar \vec{a}_n este accelerația normală la traiectorie; de asemenea, $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$; cele două componente \vec{a}_t și \vec{a}_n ale accelerației momentane au modulele date de relațiile $a_t = \frac{dv}{dt}$ și $a_n = \frac{v^2}{R}$, în care R este raza de curbură a traiectoriei în punctul în care se calculează accelerația;
- ecuația principiului al II-lea al mecanicii: $\vec{R} = m\vec{a}$, în care $\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ este rezultanta forțelor care acționează asupra unui punct material de masă m , căruia acestea îi imprimă accelerația \vec{a} ; ecuația vectorială se proiectează pe axele de coordonate astfel: $R_x = ma_x$, $R_y = ma_y$;
- ecuația principiului al III-lea al mecanicii: $\vec{F}' = -\vec{F}$ (acțiunea și reacțiunea au module egale și sensuri opuse);
- legea a II-a a frecării: $F_f = \mu N$;
- legea lui Hooke (numită și legea deformărilor elastice): $\Delta l = \frac{Fl_0}{ES_0}$ sau $\varepsilon = \sigma/E$, în care $\varepsilon = \Delta l/l_0$ este alungirea relativă, iar $\sigma = F/S_0$ este efortul unitar (sau tensiunea mecanică). Pentru un corp elastic dat $F = k\Delta l$, în care k este constanta de elasticitate, $k = \frac{ES_0}{l_0}$;
- pentru mișcarea rectilinie uniformă a unui mobil: $v = ct.$, $a = 0$, $x = x_0 + v(t - t_0)$ (legea mișcării); de asemenea, distanța parcursă în această mișcare se poate scrie sub forma $d = v \cdot \Delta t$;
- pentru mișcarea rectilinie uniform variată a unui mobil: $a = ct.$, $v = v_0 + a(t - t_0)$ (legea vitezei) și $x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{a(t - t_0)^2}{2}$ (legea mișcării). De asemenea, viteza medie pe intervalul de timp $[t_1, t_2]$ este dată de

relația $v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$, în care $v_1 = v(t_1)$ și $v_2 = v(t_2)$; legătura dintre viteză și coordonată este dată de relația lui Galilei: $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$;

- în mișcarea circulară uniformă: $|\vec{v}| = v = \text{ct.}$ (viteza liniară), $\omega = \Delta\theta/\Delta t$ (viteza unghiulară); $\omega = 2\pi\nu$, $\omega = 2\pi/T$, $\nu = 1/T$ (în care T este perioada, iar ν este frecvența); $v = \omega \cdot r$. De asemenea, $\vec{a}_{cp} = -\omega^2 \vec{r}$ (acelerația centripetă) și $\vec{F}_{cp} = m\vec{a}_{cp} = -m\omega^2 \vec{r}$ (forța centripetă); $a_{cp} = \omega^2 r$ sau $a_{cp} = v^2/r$. Într-un sistem de referință neinertial (SRN), în raport cu care mobilul se află în repaus, asupra acestuia acționează o forță (fictivă într-un SRI) denumită forță centrifugă de inerție: $\vec{F}_{cf} = -m\vec{a}_{cp} = m\omega^2 \vec{r}$;
- legea atracției universale (Newton, 1687) exprimă forța de atracție gravitațională dintre două corpuri considerate punctiforme în raport cu distanța dintre acestea: $F = K \frac{m_1 m_2}{r^2}$, în care K este constanta atracției universale ($K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$), m_1 și m_2 sunt masele celor două corpuri, iar r este distanța dintre ele; intensitatea câmpului gravitațional se definește prin relația $\vec{F} = \vec{F}/m$ (m este masa corpului de probă). Pentru un corp sferic și omogen (cum pot fi considerate cu o bună aproximație Pământul și oricare alt corp ceresc) $\Gamma = g = K \frac{M}{r^2} = K \frac{M}{(R+h)^2}$, în care M este masa corpului și R este raza acestuia, iar h este altitudinea la care se determină mărimea $\Gamma = g$. Se mai poate scrie $g = \frac{g_0}{(1+h/R)^2}$, în care $g_0 = K \cdot M/R^2$ este accelerația gravitațională la suprafața corpului.

ENUNȚURI

I.1. Mișcarea rectilinie

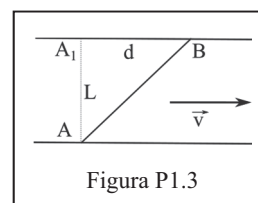
1.1. Un automobil se deplasează în linie dreaptă între două localități, parcurgând o fracțiune f din distanța dintre acestea cu viteza v_1 , iar restul distanței cu viteza v_2 . Să se determine viteza medie a automobilului.

$$\mathbf{R: } v_m = \frac{v_1 v_2}{f v_2 + (1-f) v_1}$$

1.2. Un automobil frânează uniform astfel încât în timpul τ_1 parcurge jumătate din distanța de frânare. Să se determine timpul τ_2 în care parcurge cealaltă jumătate a distanței respective.

$$\mathbf{R: } \tau_2 = (1 + \sqrt{2}) \cdot \tau_1$$

1.3. Un râu a cărui apă curge cu viteza $v = 2 \text{ m/s}$ trebuie traversat de o barcă. Să se determine viteza minimă a bărcii $v_{b \min}$ pentru ca aceasta să ajungă din punctul A în punctul B (figura P1.3). Se cunosc $L = 40 \text{ m}$ și $d = 30 \text{ m}$.



$$\mathbf{R: } v_{b \min} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1.4.* O persoană înoată cu viteza $v_0 = 0,5 \text{ m/s}$ față de apa unui râu care curge cu viteza $v = 1 \text{ m/s}$. Să se determine unghiul α pe care îl face direcția în care trebuie să înoate persoana respectivă cu normala la țărm, pentru ca apa să o deplaseze cât mai puțin la vale.

$$\mathbf{R: } \alpha = 30^\circ$$

I.2. Principiile mecanicii

1.5. Un corp este lansat cu viteza v_0 de la baza unui plan înclinat cu unghiul α față de orizontală, coeficientul de frecare dintre corp și plan fiind μ . Să se determine înălțimea h până la care corpul poate urca pe planul înclinat.

$$\mathbf{R: } h = \frac{v_0^2}{2g(1 + \mu \cdot \text{ctg} \alpha)}$$