

Przedmowa 13

Rozdział 1. Wprowadzenie 15

- §1. Uwagi dotyczące techniki zdawania egzaminu konkursowego z fizyki 15
- §2. Uwagi dotyczące techniki uczenia się do egzaminu konkursowego z fizyki 17
- §3. Wielkości fizyczne i ich jednostki 22
- §4. Wielkości skalarne i wektorowe 25
- §5. Modele w fizyce 30
 - Zadania i problemy 32
 - Literatura uzupełniająca 32

Część I. MECHANIKA: KINEMATYKA, DYNAMIKA, FALE 33

Rozdział 2. Kinematyka 33

- §1. Podstawowe pojęcia i wielkości kinematyczne 33
 - 1.1. Wielkości opisujące położenie i ruch punktu materialnego 34
 - 1.2. Wielkości opisujące ruch bryły sztywnej 37
 - 1.3. Związki między kinematycznymi wielkościami kątowymi i liniowymi 40
- §2. Ruchy prostoliniowe 42
 - 2.1. Ruch prostoliniowy jednostajny 42
 - 2.2. Ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny 43
 - 2.3. Rzut pionowy i swobodny spadek ciał 45
 - 2.4. Ruch prostoliniowy złożony 46
- §3. Ruchy krzywoliniowe płaskie 49
 - 3.1. Rzut poziomy 52
 - 3.2. Rzut ukośny 53
 - 3.3. Ruch po okręgu 54
- §4. Ruchy obrotowe brył 60
- §5. Ruch harmoniczny 65
 - Zadania i problemy 68

Rozdział 3. Zasady dynamiki 70

- §1. Zasady dynamiki dla punktu materialnego 70
 - 1.1. Pierwsza zasada dynamiki dla punktu materialnego. Tarcie. Statyka punktu materialnego 70
 - 1.2. Druga zasada dynamiki. Dynamiczne równanie ruchu 75
 - 1.3. Trzecia zasada dynamiki. Siły wewnętrzne układu 80
 - §2. Inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia 82
 - 2.1. Inercjalne układy odniesienia. Zasady względności Galileusza i Einsteina 82
 - 2.2. Nieinercjalne układy odniesienia. Siły bezwładności 84
 - 2.3. Siły występujące w ruchu punktu materialnego po okręgu 87
 - §3. Zasady dynamiki dla bryły sztywnej 90
 - 3.1. Wielkości dynamiczne ruchu obrotowego 90
 - 3.2. Pierwsza zasada dynamiki dla ruchu obrotowego. Statyka bryły 96
 - 3.3. Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego wokół ustalonej osi obrotu 98
- Zadania i problemy 102

Rozdział 4. Zasady zachowania w mechanice 103

- §1. Praca, moc, energia 104
- §2. Zasady zachowania energii mechanicznej, pędu i momentu pędu 115
 - 2.1. Siły zachowawcze i niezachowawcze. Zasada zachowania energii mechanicznej 115
 - 2.2. Zasada zachowania pędu 118
 - 2.3. Odrzut. Siła ciągu rakiety 120
 - 2.4. Zderzenia kul 121

2.5. Zasada zachowania momentu pędu **124**
Zadania i problemy **127**

Rozdział 5. Siły grawitacji i sprężystości 128

§1. Grawitacja. Pole grawitacyjne. Elementy kosmonautyki **128**

1.1. Prawo powszechnego ciężenia. Ciężar ciała **129**

1.2. Pole grawitacyjne **134**

1.3. Elementy kosmonautyki **138**

§2. Elementy mechaniki cieczy i gazów **141**

2.1. Hydrostatyka. Zasada pływania ciał **142**

2.2. Hydrodynamika **144**

§3. Siły sprężystości. Drgania mechaniczne **150**

3.1. Odkształcenia sprężyste ciał stałych. Prawo Hooke'a **150**

3.2. Drgania harmoniczne. Wahadło matematyczne i wahadło fizyczne **153**

3.3. Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans mechaniczny **159**

Zadania i problemy **165**

Rozdział 6. Fale mechaniczne 166

§1. Ruch falowy **166**

1.1. Wielkości charakteryzujące fale mechaniczne **167**

1.2. Interferencja fal. Fala stojąca **173**

1.3. Dyfrakcja fal. Zasada Huygensa **176**

1.4. Polaryzacja fal **177**

1.5. Odbicie i załamanie fali **178**

§2. Elementy akustyki **182**

2.1. Źródła i cechy dźwięków **182**

2.2. Zjawiska akustyczne **187**

Zadania i problemy **192**

Rozdział 7. Elementy mechaniki relatywistycznej 193

§1. Względność ruchu. Transformacja Lorentza **193**

§2. Czasoprzestrzeń. Interwał **196**

§3. Kinematyka relatywistyczna **200**

§4. Dynamika relatywistyczna. Zasady zachowania **202**

Literatura uzupełniająca do części I **205**

Część II. ELEKTRODYNAMIKA: ELEKTRYCZNOŚĆ, MAGNETYZM, OPTYKA 206

Rozdział 8. Elektrostatyka 206

§1. Ładunek elektryczny **206**

1.1. Natura ładunku **206**

1.2. Modele ciał naładowanych **208**

1.3. Zasada zachowania ładunku **209**

§2. Pole elektrostatyczne **209**

2.1. Oddziaływanie ładunków i pojęcie pola **209**

2.2. Natężenie pola elektrostatycznego i linie sił pola **210**

2.3. Potencjał pola elektrostatycznego i powierzchnie ekwipotencjalne **212**

§3. Przewodniki i zjawisko indukcji elektrostatycznej **215**

3.1. Właściwości elektrostatyczne przewodników **215**

3.2. Zjawisko indukcji elektrostatycznej **216**

§4. Podstawowe prawa elektrostatyki **217**

4.1. Strumień elektryczny i prawo Gaussa **217**

4.2. Praca przesunięcia ładunku w polu elektrostatycznym **220**

4.3. Związek natężenia pola ze zmianami potencjału **221**

§5. Przykłady pól elektrostatycznych **223**

5.1. Pole ładunku punktowego **223**

5.2. Pole ładunku równomiernie rozłożonego na powierzchni kuli **224**

- 5.3. Pole ładunku równomiernie rozłożonego na płaszczyźnie **227**
- 5.4. Pole dipola elektrycznego **231**
- §6. Dielektryki i pojemność elektryczna **233**
 - 6.1. Dielektryki i zjawisko polaryzacji **233**
 - 6.2. Pojemność elektryczna **238**
 - 6.3. Łączenie kondensatorów **241**
- §7. Energia elektrostatyczna i ruch w polu elektrycznym **245**
 - 7.1. Elektrostatyczna energia potencjalna **245**
 - 7.2. Ruch cząsteczek naładowanych w polu elektrycznym **251**
- Zadania i problemy **254**

Rozdział 9. Prąd elektryczny stały 260

- §1. Makroskopowy i mikroskopowy opis prądu elektrycznego **260**
 - 1.1. Natężenie prądu i prawo ciągłości prądu **260**
 - 1.2. Mikroskopowy opis prądu elektrycznego **261**
- §2. Prawa rządzące przepływem prądu w obwodach elektrycznych **265**
 - 2.1. Prawo Ohma **265**
 - 2.2. Elementy sieci elektrycznych **266**
 - 2.3. Prawa Kirchoffa **267**
 - 2.4. Prawo Joule'a-Lenza **269**
 - 2.5. Łączenie oporników **269**
- §3. Źródła prądu elektrycznego **271**
 - 3.1. Charakterystyki źródeł **271**
 - 3.2. Zależności energetyczne w obwodzie elektrycznym **273**
 - 3.3. Łączenie źródeł napięciowych **275**
- §4. Metody obliczania sieci elektrycznych **277**
 - 4.1. Wykorzystanie praw Kirchoffa **277**
 - 4.2. Metoda superpozycji **279**
 - 4.3. Wykorzystanie symetrii **281**
 - 4.4. Obwody zawierające przyrządy pomiarowe **283**
- §5. Prądy w cieczach, gazach i w próżni **286**
 - 5.1. Elektroliza i prawa Faradaya **286**
 - 5.2. Prądy w gazach **287**
 - 5.3. Elektronowe lampy próżniowe **290**
- Zadania i problemy **294**

Rozdział 10. Magnetostatyka 300

- §1. Pole magnetyczne **300**
 - 1.1. Indukcja magnetyczna i jej linie **300**
 - 1.2. Strumień magnetyczny i natężenie pola magnetycznego **303**
 - 1.3. Siły działające na przewody z prądem **305**
- §2. Prawa magnetostatyki **307**
 - 2.1. Prawo Gaussa w magnetostatyce **307**
 - 2.2. Prawo Biot-Savarta i prawo Ampère'a **309**
- §3. Siły w polu magnetycznym **317**
 - 3.1. Przewód z prądem w polu magnetycznym. Definicja ampera **317**
 - 3.2. Obwody z prądem w polu magnetycznym. Moment magnetyczny obwodu **321**
 - 3.3. Wykorzystanie sił elektrodynamicznych **323**
 - 3.4. Magnesy trwałe. Dipole magnetyczne **325**
- §4. Magnetyczne właściwości ciał **326**
 - 4.1. Pola w ośrodkach i parametry magnetyczne ośrodków **326**
 - 4.2. Ferromagnetyki **329**
- §5. Ładunki poruszające się w polu magnetycznym **330**
- Zadania i problemy **334**

Rozdział 11. Indukowane pole elektryczne i magnetyczne 336

- §1. Indukcja elektromagnetyczna **336**
 - 1.1. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej **336**

- 1.2. Prawo indukcji elektromagnetycznej **338**
 - 1.3. Indukcja wzajemna i własna **341**
 - 1.4. Energia pola magnetycznego **345**
 - §2. Indukowane pole magnetyczne **347**
 - 2.1. Postulat Maxwella i prawo Maxwella **347**
 - 2.2. Prąd przesunięcia **347**
 - §3. Prądy zmienne **348**
 - 3.1. Wielkości charakterystyczne **348**
 - 3.2. Elementy obwodów prądu zmiennego **352**
 - 3.3. Prąd trójfazowy **356**
- Zadania i problemy **360**

Rozdział 12. Drgania i fale elektromagnetyczne 362

- §1. Drgania elektromagnetyczne **362**
 - 1.1. Drgania własne **362**
 - 1.2. Drgania wymuszone **366**
 - 1.3. Wytwarzanie i modulacja drgań elektrycznych **369**
 - §2. Fale elektromagnetyczne **372**
 - 2.1. Opis i właściwości fal elektromagnetycznych **372**
 - 2.2. Wytwarzanie fal elektromagnetycznych (radiowych) **377**
- Zadania i problemy **380**

Rozdział 13. Optyka 381

- §1. Widmo fal elektromagnetycznych **381**
 - 1.1. Przegląd widma fal elektromagnetycznych **381**
 - 1.2. Fale radiowe i ich zastosowania **382**
 - 1.3. Fale świetlne, podczerwone i nadfioletowe **388**
 - 1.4. Promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie γ **392**
 - §2. Fotometria **395**
 - 2.1. Strumień świetlny i natężenie źródła światła **395**
 - 2.2. Oświetlenie **399**
 - 2.3. Luminancja. Prawo Lamberta **401**
 - 2.4. Pomiary fotometryczne **402**
 - §3. Prawa optyki geometrycznej **404**
 - 3.1. Przybliżenie optyki geometrycznej **404**
 - 3.2. Zjawisko odbicia światła. Zwierciadła **405**
 - 3.3. Zjawisko załamania światła. Soczewki **409**
 - §4. Przyrządy optyczne **418**
 - 4.1. Elementy przyrządów optycznych i ich wady. Oko ludzkie **418**
 - 4.2. Lupa, mikroskop i luneta astronomiczna **424**
 - §5. Falowe właściwości światła **428**
 - 5.1. Interferencja światła **428**
 - 5.2. Dyfrakcja światła **435**
 - 5.3. Polaryzacja światła **438**
- Zadania i problemy **443**
- Literatura uzupełniająca do części II **447**

Część III. SUBSTANCJA: ATOM, CZĄSTECZKA, CIAŁO STAŁE 448

Rozdział 14. Budowa atomu i cząsteczki. Emisja światła. Lasery 448

- §1. Zjawiska korpuskularne światła **448**
 - 1.1. Zjawisko fotoelektryczne **448**
 - 1.2. Zdolność emisyjna i absorpcyjna **451**
 - 1.3. Dualizm falowo-korpuskularny **453**
- §2. Promieniowanie termiczne **456**
 - 2.1. Zdolność emisyjna i absorpcyjna **457**
 - 2.2. Prawo Kirchhoffa **458**

- 2.3. Wzór Plancka **458**
- §3. Model Bohra atomu wodoru **459**
 - 3.1. Założenia Bohra **460**
 - 3.2. Atom Bohra **460**
 - 3.3. Serie widmowe **462**
- §4. Mechanika kwantowa atomu **464**
 - 4.1. Funkcja falowa atomu **464**
 - 4.2. Równanie Schrödingera **465**
 - 4.3. Klasyfikacja stanów kwantowych atomu **467**
 - 4.4. Zakaz Pauliego **469**
 - 4.5. Zasada nieokreśloności Heisenberga **469**
- §5. Atomy wieloelektronowe. Budowa cząsteczek **470**
 - 5.1. Atomy wieloelektronowe **470**
 - 5.2. Konfiguracje elektronowe **471**
 - 5.3. Budowa cząsteczek. Teoria elektronowa **474**
 - 5.4. Orbitale molekularne **476**
 - 5.5. Oddziaływania między cząsteczkami **478**
- §6. Emisja spontaniczna i wymuszona. Lasery **481**
 - 6.1. Emisja spontaniczna i wymuszona światła **481**
 - 6.2. Zasada działania laserów **484**
- §7. Analiza widmowa **487**
 - 7.1. Klasyfikacja widm **488**
 - 7.2. Optyczna analiza widmowa **489**
- Zadania i problemy **489**

Rozdział 15. Fizyka cząsteczkowa 490

- §1. Podstawy molekularno-kinetycznej teorii budowy ciał **490**
 - 1.1. Założenia teorii molekularno-kinetycznej **490**
 - 1.2. Ruchy Browna **491**
 - 1.3. Dyfuzja i osmoza **492**
 - 1.4. Makroskopowe, termodynamiczne parametry ciał **493**
- §2. Temperatura, właściwości temperaturowe ciał stałych i ciekłych **496**
 - 2.1. Stany cieplne ciał i temperatura **496**
 - 2.2. Skale temperatur **496**
 - 2.3. Termometry **497**
 - 2.4. Molekularno-kinetyczna interpretacja temperatury i energii wewnętrznej ciała **499**
 - 2.5. Rozszerzalność cieplna ciał stałych i cieczy **502**
- §3. Równanie stanu gazu doskonałego **505**
 - 3.1. Definicja gazu doskonałego **505**
 - 3.2. Średnia prędkość cząsteczek **506**
 - 3.3. Średnia droga swobodna **509**
 - 3.4. Ciśnienie gazu doskonałego **510**
 - 3.5. Równanie stanu gazu doskonałego **512**
 - 3.6. Prawo Avogadra i prawo Daltona **512**
- §4. Gazy rzeczywiste **515**
 - 4.1. Równanie van der Waalsa **515**
 - 4.2. Gazy rzeczywiste **518**
 - 4.3. Temperatura, ciśnienie i objętość krytyczna **520**
 - 4.4. Własności par **520**
 - 4.5. Zmiany stanów skupienia. Punkt potrójny **522**
- §5. Własności cząsteczkowe cieczy **524**
 - 5.1. Ciśnienie wewnętrzne w cieczy **524**
 - 5.2. Napięcie powierzchniowe **526**
 - 5.3. Przyleganie i włoskowatość **529**
 - 5.4. Wrzenie cieczy **532**
- §6. Zjawiska transportu i unoszenie **534**
 - 6.1. Lepkość **535**
 - 6.2. Przewodnictwo cieplne **536**

- 6.3. Dyfuzja **537**
- 6.4. Unoszenie (konwekcja) **538**

Zadania i problemy **539**

Rozdział 16. Termodynamika 540

§1. Pierwsza zasada termodynamiki 540

- 1.1. Ciepło **540**
- 1.2. Równowaga termodynamiczna i procesy termodynamiczne **542**
- 1.3. Praca w procesach termodynamicznych **543**
- 1.4. Pierwsza zasada termodynamiki **544**

§2. Przemiany i własności termodynamiczne ciał 547

- 2.1. Praca i ciepło przemiany, pojemność cieplna i ciepło właściwe **547**
- 2.2. Kalorymetria **549**
- 2.3. Ciepło właściwe gazu doskonałego **551**

§3. Przemiany i właściwości termodynamiczne gazu doskonałego 553

- 3.1. Przemiana izotermiczna ($T = \text{const}$) **553**
- 3.2. Przemiana izobaryczna ($p = \text{const}$) **554**
- 3.3. Przemiana izochoryczna ($V = \text{const}$) **556**
- 3.4. Przemiana adiabatyczna (bez przepływu energii w postaci ciepła $\Delta Q = 0$) **556**

§4. Druga zasada termodynamiki 560

- 4.1. Silniki cieplne i bilans energetyczny **560**
- 4.2. Druga zasada termodynamiki **563**
- 4.3. Cykl Carnota **564**
- 4.4. Bezwzględna, termodynamiczna skala temperatur Kelvina **567**
- 4.5. Nieodwracalność procesów i prawdopodobieństwo termodynamiczne **568**

Zadania i problemy **572**

Rozdział 17. Fizyka ciała stałego 572

§1. Mikroskopowa budowa ciał stałych 572

- 1.1. Ciała krystaliczne i bezpostaciowe **572**
- 1.2. Symetria **574**
- 1.3. Sieć przestrzenna kryształu **577**
- 1.4. Wyznaczanie ułożenia atomów w kryształach **580**
- 1.5. Defekty punktowe i dyslokacje **582**

§2. Siły wiązania w kryształach 585

- 2.1. Metale **586**
- 2.2. Kryształy jonowe **588**
- 2.3. Kryształy kowalencyjne **589**
- 2.4. Kryształy cząsteczkowe **589**

§3. Drgania atomów w kryształach. Własności cieplne 590

- 3.1. Rodzaje drgań sieci krystalicznej **590**
- 3.2. Kwantowanie drgań sieci krystalicznej. Fonony **593**
- 3.3. Rozszerzalność cieplna ciał stałych **593**
- 3.4. Ciepło właściwe kryształów **596**
- 3.5. Kwantowa teoria ciepła właściwego **598**

§4. Przewodnictwo elektryczne ciał stałych 600

- 4.1. Metale, półprzewodniki, izolatory **600**
- 4.2. Podstawy teorii pasmowej ciał stałych **601**
- 4.3. Przewodnictwo elektryczne metali, półprzewodników i izolatorów **604**
- 4.4. Zastosowanie półprzewodników **609**

§5. Dielektryki i magnetyki 613

- 5.1. Dielektryki **613**
- 5.2. Magnetyki **618**

Zadania i problemy **622**

Rozdział 18. Podstawy fizyki jądrowej 623

§1. Pojęcia podstawowe. Rozdzielanie izotopów 623

- 1.1. Liczba atomowa, liczba masowa, izotopy, izobary **623**

1.2. Rozdzielanie i wzbogacanie izotopów	624
§2. Promieniotwórczość naturalna	625
2.1. Rozpad promieniotwórczy	625
2.2. Rodziny lub szeregi promieniotwórcze	629
2.3. Zastosowanie naturalnych pierwiastków promieniotwórczych	632
§3. Siły jądrowe. Energia wiązania jąder atomowych. Niedobór masy	633
3.1. Siły jądrowe i modele jąder	633
3.2. Energia wiązania nukleonu. Niedobór masy	637
§4. Reakcje jądrowe	640
4.1. Klasyfikacja i bilans energii reakcji jądrowych	640
4.2. Pierwiastki sztuczne i transuranowe. Zastosowania	646
4.3. Zastosowanie energii jądrowej. Energetyka jądrowa. Bomba atomowa i wodorowa	647
§5. Metody badania jądra atomowego. Cząstki elementarne	653
5.1. Metody badania jądra atomowego	653
5.2. Cząstki elementarne	661
5.3. Kwarki	666
Zadania i problemy	667
Literatura uzupełniająca do części III	668

UZUPEŁNIENIA 669

U1. Podstawowe stałe fizyczne	669
U2. Tablica wielkości i jednostek fizycznych w układzie jednostek SI	670
U3. Jednostki wielkości elektrycznych i magnetycznych w układach jednostek SI i CGS Gaussa	674
U4. Wartości średnie	676
U5. Algebra wektorów	676
U6. Rachunek różniczkowy	681
U7. Pochodna funkcji wektorowej	682
U8. Rachunek całkowy	683
U9. Wyznaczanie ekstremów funkcji	685

Skorowidz 686