

# Spis treści

## Przedmowa - 13

### 0. Wiadomości wstępne - 15

- 0.1. Charakter i metody fizyki** . . . . . 15  
Fizyka jako nauka Wielkości fizyczne, ich pomiar i jednostki
- 0.2. Międzynarodowy układ jednostek SI** . . . . . 17  
Zasady tworzenia układów jednostek Zasady budowy układu SI Definicje jednostek podstawowych SI Jednostki uzupełniające SI

### 1. Mechanika - 24

- 1.1. Kinematyka** . . . . . 24  
Względność ruchu Rodzaje ruchu Pojęcie punktu materialnego Ruch prostoliniowy. Prędkość ruchu Ruch prostoliniowy jednostajny Ruch prostoliniowy zmienny. Przyspieszenie Ruch prostoliniowy jednostajnie zmienny Graficzne przedstawienie ruchu Ruch krzywoliniowy. Wektor wodzący Rzut ukośny Ruch po okręgu
- 1.2. Dynamika punktu materialnego** . . . . . 35  
Pierwsza zasada dynamiki Druga zasada dynamiki Pęd Trzecia zasada dynamiki Przykłady sił występujących w mechanice Dynamika ruchu punktu materialnego po okręgu Praca Moc Energia
- 1.3. Dynamika układu punktów materialnych** . . . . . 45  
Środek masy Siły wewnętrzne i zewnętrzne Ruch środka masy
- 1.4. Dynamika bryły sztywnej** . . . . . 48  
Pojęcie bryły sztywnej Rodzaje ruchów bryły sztywnej Moment siły Moment bezwładności Twierdzenie Steinera Druga zasada dynamiki ruchu obrotowego Moment pędu · Pierwsza zasada dynamiki ruchu obrotowego Trzecia zasada dynamiki ruchu obrotowego Energia kinetyczna ruchu obrotowego Toczenie się bryły sztywnej Analogia między ruchem postępowym i ruchem obrotowym

<b>1.5. Zasady zachowania w mechanice</b> . . . . .	<b>56</b>
Zasada zachowania pędu    Zasada zachowania momentu pędu (krętu)    Zasada zachowania energii	
<b>1.6. Siły bezwładności</b> . . . . .	<b>63</b>
Inercjalne układy odniesienia    Układy nieinercjalne    Siła bezwładności · Siła odśrodkowa · Siła Coriolisa	
<b>1.7. Zderzenia ciał</b> . . . . .	<b>66</b>
Zderzenie niesprężyste · Zderzenie sprężyste	
<b>1.8. Grawitacja</b> . . . . .	<b>71</b>
Prawo powszechnego ciężenia    Ciężar ciał. Przyspieszenie ziemskie · Pole grawitacyjne    Energia potencjalna i potencjał pola grawitacyjnego    Prędkości kosmiczne	
<b>1.9. Zasada napędu raketowego</b> . . . . .	<b>76</b>
<b>1.10. Mechanika cieczy i gazów</b> . . . . .	<b>79</b>
Ogólne własności cieczy i gazów    Ciśnienie w cieczy i gazie. Prawo Pascala    Prawo Archimedesusa    Pływanie ciał    Przepływ cieczy i gazów · Przepływ cieczy rzeczywistych i gazów    Liczba Reynoldsa. Wzór Stokesa · Ruch ciał w cieczach i gazach · Efekt Magnusa    Siła parcia    Silnik wiatrowy · Zasada działania silnika wodnego	
<b>1.11. Elementy szczególnej teorii względności</b> . . . . .	<b>96</b>
Mechanika klasyczna i relatywistyczna · Transformacja Galileusza    Transformacja Lorentza · Relatywistyczne dodawanie prędkości · Pojęcie czasoprzestrzeni i interwału    Zależność masy od prędkości · Masa i energia    Relatywistyczna postać drugiej zasady dynamiki Newtona    Relatywistyczna zależność zmian prędkości od siły    Związek energii z pędem	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 1</b> . . . . .	<b>106</b>
<b>2. Ruch drgający i falowy - 114</b>	
<b>2.1. Drgania harmoniczne</b> . . . . .	<b>114</b>
Pojęcia ogólne · Drgania swobodne    Drgania tłumione · Drgania wymuszone    Rezonans	
<b>2.2. Drgania złożone</b> . . . . .	<b>122</b>
Składanie drgań harmonicznnych równoległych o tej samej częstotliwości    Składanie drgań harmonicznnych równoległych o różnych częstotliwościach    Dudnienie    Składanie drgań harmonicznnych prostopadłych	
<b>2.3. Ruch falowy</b> . . . . .	<b>129</b>
Istota i ogólne własności fal · Rodzaje fal    Prędkość rozchodzenia się fal    Fala harmoniczna płaska    Równanie zespolone fali harmonicznej    Zasada Huygensa. Dyfrakcja fal · Interferencja fal    Fale stojące · Równanie różniczkowe ruchu falowego	
<b>2.4. Akustyka</b> . . . . .	<b>139</b>
Powstawanie i rozchodzenie się fal dźwiękowych · Ciśnienie i natężenie dźwięku    Wytwarzanie dźwięków · Zjawisko Dopplera · Ultradźwięki	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 2</b> . . . . .	<b>148</b>

## 3. Termodynamika - 153

<b>3.1. Podstawowe pojęcia termodynamiki</b> . . . . .	<b>153</b>
Opis zjawisk termodynamicznych Pojęcie temperatury. Zerowa zasada termodynamiki Pomiar temperatury. Różne skale temperatury	
<b>3.2. Kinetyczna teoria gazu doskonałego</b> . . . . .	<b>156</b>
Równanie stanu gazu Założenia kinetycznej teorii gazu doskonałego · Ciśnienie gazu doskonałego Kinetyczna interpretacja temperatury Rozkład Maxwella Wzór barometryczny Rozkład Boltzmanna · Liczba Avogadra	
<b>3.3. Ciepło, praca i energia wewnętrzna</b> . . . . .	<b>166</b>
Energia wewnętrzna a ciepło Pierwsza zasada termodynamiki Praca sił ciśnienia Przemiany gazu doskonałego · Ciepło właściwe Ciepła molowe gazu doskonałego · Przemiana adiabatyczna Proces dławikowy	
<b>3.4. Procesy odwracalne i nieodwracalne</b> . . . . .	<b>176</b>
Pojęcie procesu odwracalnego i nieodwracalnego · Entropia i druga zasada termodynamiki Zjawiska transportu Bódźce i przepływy · Źródło entropii Maszyny cieplne Statystyczna interpretacja entropii Przemiana politropowa	
<b>3.5. Zjawiska wysokiej próżni</b> . . . . .	<b>191</b>
Średnia droga swobodna i częstość zderzeń · Osiąganie stanu wysokiej próżni Pomiar wysokiej próżni	
<b>3.6. Przejścia fazowe</b> . . . . .	<b>195</b>
Izotermy gazu rzeczywistego Wykres równowagi fazowej Osiąganie niskich temperatur · Trzecia zasada termodynamiki Nadpłynność	
<b>3.7. Ciekłe kryształy</b> . . . . .	<b>201</b>
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 3</b> . . . . .	<b>203</b>

## 4. Elektromagnetyzm - 207

<b>4.1. Pole elektryczne</b> . . . . .	<b>207</b>
Ładunki elektryczne · Prawo Coulomba · Natężenie pola elektrycznego Dipol w polu elektrycznym Strumień indukcji Prawo Gaussa dla pola elektrycznego Gęstość powierzchniowa ładunku Praca sił pola elektrycznego Napięcie i potencjał Energia potencjalna ładunków w polu elektrycznym Związek między potencjałem a natężeniem pola Równania Poissona i Laplace'a · Pojemność elektryczna Łączenie kondensatorów	
<b>4.2. Prąd elektryczny</b> . . . . .	<b>221</b>
Natężenie i gęstość prądu Opór elektryczny Prawo Ohma Opór właściwy i przewodnictwo właściwe · Różniczkowa postać prawa Ohma Siła elektromotoryczna Prawo Ohma dla obwodu zamkniętego · Łączenie oporów · Praca i moc prądu Ciepło Joule'a · Prawa Kirchhoffa dla obwodów	
<b>4.3. Pole magnetyczne</b> . . . . .	<b>228</b>
Wektor indukcji magnetycznej · Siła Lorentza Działanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem Działanie pola magnetycznego na obwód z prądem · Moment magnetyczny obwodu Pole magnetyczne przewodnika z prądem Przenikalność	

magnetyczna Wektor natężenia pola magnetycznego · Prawo Ampère'a · Natężenie pola magnetycznego wewnątrz solenoidu Prawo Biota-Savarta Prawo Gaussa dla pola magnetycznego · Oddziaływanie przewodników z prądem	239
<b>4.4. Indukcja elektromagnetyczna</b> .....	<b>239</b>
Strumień indukcji magnetycznej · Prawo indukcji Faradaya · Reguła Lenza · Indukcja wzajemna i własna	
<b>4.5. Drgania i fale elektromagnetyczne</b> .....	<b>244</b>
Drgania w obwodzie <i>LC</i> · Drgania wymuszone i rezonans · Prąd przesunięcia Wirowe pole elektryczne Magnetyczny potencjał wektorowy Równania Maxwella · Emisja fal elektromagnetycznych · Dipol elektryczny Prędkość fal elektromagnetycznych	
<b>4.6. Prąd elektryczny w cieczech</b> .....	<b>257</b>
Elektrolyty · Przewodność elektryczna elektrolitów Elektroliza	
<b>4.7. Prąd elektryczny w gazach</b> .....	<b>261</b>
Jonizacja gazu Zasada działania detektorów jonizacyjnych	
<b>4.8. Prąd zmienny</b> .....	<b>266</b>
Sinusoidalna SEM Obwód prądu zmiennego z oporem Obwód prądu zmiennego z oporem, indukcyjnością i pojemnością · Wartości skuteczne prądu zmiennego Prąd trójfazowy · Moc prądu zmiennego	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 4</b> .....	<b>275</b>
<b>5. Optyka - 281</b>	
<b>5.1. Promieniowanie świetlne</b> .....	<b>281</b>
Ogólne własności światła · Prędkość światła Współczynnik załamania i droga optyczna	
<b>5.2. Odbicie i załamanie światła</b> .....	<b>285</b>
Zasada Fermata · Prawo odbicia · Prawo załamania	
<b>5.3. Elementy optyki geometrycznej</b> .....	<b>289</b>
Załamanie światła na powierzchni sferycznej · Soczewki sferyczne · Równanie soczewki cienkiej · Obrazy wytwarzane przez cienkie soczewki	
<b>5.4. Dyspersja światła</b> .....	<b>297</b>
Pryzmat Aberracje układów optycznych	
<b>5.5. Interferencja światła</b> .....	<b>300</b>
Doświadczenie Younga · Interferencja światła w cienkich warstwach · Zastosowanie zjawiska interferencji światła w metrologii	
<b>5.6. Dyfrakcja światła</b> .....	<b>306</b>
Dyfrakcja światła na szczelinie Powstawanie obrazu dyfrakcyjnego · Natężenie prążków obrazu dyfrakcyjnego · Siatka dyfrakcyjna szczelinowa · Rodzaje siatek dyfrakcyjnych · Zdolność rozdzielcza siatki dyfrakcyjnej	
<b>5.7. Polaryzacja światła</b> .....	<b>313</b>
Światło naturalne i spolaryzowane · Polaryzacja światła przez odbicie Dwójłomność · Dwójłomność wymuszona	

<b>5.8. Holografia</b> . . . . .	<b>319</b>
Spójność fal świetlnych Hologramy	
<b>5.9. Optyka nieliniowa</b> . . . . .	<b>322</b>
Dielektryki liniowe i nieliniowe Autokolimacja wiązki światła Wytwarzanie drugiej harmonicznej	
<b>5.10. Rozpraszanie światła</b> . . . . .	<b>327</b>
<b>5.11. Zjawisko Dopplera w optyce</b> . . . . .	<b>328</b>
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 5</b> . . . . .	<b>330</b>
<b>6. Fizyka atomowa - 334</b>	
<b>6.1. Kwantowe własności promieniowania</b> . . . . .	<b>334</b>
Promieniowanie ciała doskonale czarnego Wzór Wiena Wzór Rayleigha-Jeansa Wzór Plancka	
<b>6.2. Doświadczalne dowody kwantowej natury promieniowania</b> . . . . .	<b>340</b>
Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne Dualizm światła	
<b>6.3. Falowe własności cząstek materialnych</b> . . . . .	<b>343</b>
Fale de Broglie'a Zasada nieoznaczoności	
<b>6.4. Równanie Schrödingera</b> . . . . .	<b>347</b>
Funkcja falowa Cząstka swobodna Cząstka w jamie potencjalnej Przejście cząstki przez barierę potencjału	
<b>6.5. Budowa atomu</b> . . . . .	<b>355</b>
Różne modele budowy atomu Równanie Schrödingera dla atomu wodoropodobnego Rozwiązanie równania Schrödingera dla atomu wodoru Poziomy energetyczne • Funkcje falowe	
<b>6.6. Moment pędu atomu</b> . . . . .	<b>365</b>
Orbitalny moment pędu Spin	
<b>6.7. Budowa powłok elektronowych</b> . . . . .	<b>368</b>
Zasada Pauliego Układ okresowy pierwiastków	
<b>6.8. Promieniowanie rentgenowskie</b> . . . . .	<b>370</b>
Wytwarzanie, własności i zastosowanie promieni rentgenowskich Widmo promieniowania rentgenowskiego	
<b>6.9. Budowa cząsteczek</b> . . . . .	<b>374</b>
Wiązania chemiczne Widma cząsteczkowe	
<b>6.10. Optyka kwantowa</b> . . . . .	<b>380</b>
Fluorescencja i fosforescencja Emisja spontaniczna i wymuszona Laser	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 6</b> . . . . .	<b>385</b>

## 7. Fizyka ciała stałego - 389

<b>7.1. Budowa kryształów</b> . . . . .	<b>389</b>
Struktura ciał stałych Stan równowagi cząstek w kryształach · Sieci przestrzenne Bravais'go Sieć odwrotna Energia wiązania kryształu i typy wiązania w kryształach · Klasyfikacja kryształów · Defekty sieci krystalicznej	
<b>7.2. Metody badania struktury ciał krystalicznych</b> . . . . .	<b>396</b>
Rentgenografia Metoda Lauego Elektronografia · Neutronografia	
<b>7.3. Podstawy teorii pasmowej ciał stałych</b> . . . . .	<b>401</b>
Energia wiązania elektronów w kryształach Modele oddziaływania elektronów w kryształach Model elektronów swobodnych · Model słabego wiązania elektronów Model silnego wiązania elektronów · Przewodniki, półprzewodniki i izolatory	
<b>7.4. Własności elektryczne metali</b> . . . . .	<b>412</b>
Przewodnictwo metali Zależność oporu właściwego metali od temperatury. Nadprzewodnictwo	
<b>7.5. Własności magnetyczne ciała stałego</b> . . . . .	<b>417</b>
Zjawiska magnetyczne związane z ruchem obrotowym elektronów · Własności magnetyczne ciał Diamagnetyzm Paramagnetyzm · Ferromagnetyzm	
<b>7.6. Własności dielektryczne ciała stałego</b> . . . . .	<b>425</b>
Polaryzacja dielektryków · Podatność elektryczna	
<b>7.7. Mechaniczne własności ciał stałych</b> . . . . .	<b>428</b>
Odształcenia sprężyste. Prawo Hooke'a · Rozciąganie Skręcanie	
<b>7.8. Własności termiczne ciał stałych</b> . . . . .	<b>431</b>
Ciepło molowe Kwantowa teoria ciepła molowego Einsteina i Debye'a Rozszerzalność cieplna · Przewodnictwo cieplne Ciała amorficzne	
<b>7.9. Elementy fizyki statystycznej</b> . . . . .	<b>440</b>
Rodzaje cząstek i rozkładów Przestrzeń fazowa · Rozkłady statystyczne	
<b>7.10. Półprzewodniki</b> . . . . .	<b>446</b>
Rodzaje półprzewodników · Prędkość ruchu dziur i elektronów. Masa efektywna Przewodnictwo elektryczne półprzewodników	
<b>7.11. Elektroniczne elementy półprzewodnikowe</b> . . . . .	<b>453</b>
Złącze $p-n$ · Dioda półprzewodnikowa Tranzystor złączowy Fotoopornik, fotodioda i fotoogniwo Bateria atomowa	
<b>7.12. Zjawiska termoelektryczne, galwanomagnetyczne i termomagnetyczne</b> . . . . .	<b>459</b>
Zjawisko Seebecka Zjawisko Peltiera Zjawisko Halla i zjawisko Nernsta Zjawisko Ettingshausena i Righiego-Leduca Zjawisko Thomsons	
<b>7.13. Zjawiska galwanomagnetyczne w nadprzewodnictwie</b> . . . . .	<b>465</b>
Kwantowanie pola magnetycznego Zjawisko Josephsona Kwantowe zjawisko Halla	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 7</b> . . . . .	<b>469</b>

## 8. Fizyka jądra - 474

<b>8.1. Podstawowe własności nuklidów i ich systematyka</b> . . . . .	<b>474</b>
Pojęcia wstępne Ładunek jądra Rozmiary i kształt jądra Masa jąder. Gęstość materii jądrowej Energia wiązania Spin i moment magnetyczny jądra Systematyka nuklidów	
<b>8.2. Siły jądrowe. Modele jądrowe</b> . . . . .	<b>487</b>
Własności sił jądrowych Ogólne cechy modeli jądrowych Model kropłowy jądra Model powłokowy jądra	
<b>8.3. Przemiany jądrowe</b> . . . . .	<b>494</b>
Rozpad alfa Rozpad beta Promieniowanie gamma Graficzne schematy rozpadów	
<b>8.4. Prawa rozpadu nuklidów</b> . . . . .	<b>508</b>
Prawo promieniotwórczego rozpadu nuklidów Średni czas życia jąder promieniotwórczych Aktywność promieniotwórcza Rozpad sukcesywny Statystyczne fluktuacje rozpadu promieniotwórczego	
<b>8.5. Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią</b> . . . . .	<b>513</b>
Rodzaje oddziaływań · Przekrój czynny Oddziaływanie ciężkich cząstek nalaadowanych z materią Zasięg Oddziaływanie promieniowania beta z materią Oddziaływanie neutronów z materią Spowalnianie neutronów. Układ środka masy Oddziaływanie promieniowania $\gamma$ z materią Zjawisko Mössbauera Działanie promieniowania jądrowego na organizm ludzki Detekcja promieniowania jądrowego	
<b>8.6. Reakcje jądrowe</b> . . . . .	<b>536</b>
Schematy zapisu reakcji jądrowych. Zasady zachowania Reakcje jądrowe wywołane neutronami Wychwył radiacyjny neutronu Reakcja rozszczepienia jądra Reakcje syntezy jąder Pierwiastki transuranowe	
<b>8.7. Cząstki elementarne</b> . . . . .	<b>544</b>
Klasyfikacja i podstawowe własności cząstek elementarnych Rozpady cząstek elementarnych Oddziaływania cząstek elementarnych Atomy egzotyczne i hiperjądra	
<b>8.8. Technika jądrowa</b> . . . . .	<b>551</b>
Zastosowanie izotopów Reaktor jądrowy	
<b>8.9. Akceleratory</b> . . . . .	<b>556</b>
Akceleratory liniowe na napięcie stałe Akceleratory liniowe na napięcie zmienne Akcelerator liniowy z falowodem Liniowy akcelerator indukcyjny Cyklotron Synchrociklotron · Synchrotron Mikrotron Betatron Akcelerator kolektywny	
<b>ZADANIA DO ROZDZIAŁU 8</b> . . . . .	<b>570</b>

## 9. Fizyka plazmy - 582

<b>9.1. Własności plazmy</b> . . . . .	<b>582</b>
Ogólne wiadomości o plazmie Liczba Debye'a i parametr plazmowy Średnia energia potencjalna i kinetyczna elektronów w plazmie Waga statystyczna Stopień jonizacji	

<b>9.2. Elementarne procesy zachodzące w plazmie</b> . . . . .	<b>592</b>
Rozpraszanie elektronów na jonach    Rodzaje zderzeń w plazmie	
<b>9.3. Diagnostyka plazmy</b> . . . . .	<b>603</b>
Parametry plazmy    Sonda Langmuira    Pomiar temperatury plazmy izotermicznej metodą akustyczną    Pomiar temperatury metodą izotopową	
<b>9.4. Własności elektryczne plazmy</b> . . . . .	<b>607</b>
Przewodność elektryczna plazmy    Oscylacje elektrostatyczne w plazmie	
<b>9.5. Procesy transportu w plazmie</b> . . . . .	<b>610</b>
Rodzaje dryfu    Powstawanie ruchu dryfowego    Dryf elektryczny w skrzyżowanych polach: elektrycznym i magnetycznym · Dryf w niejednorodnym polu magnetycznym · Dryf magnetyczny dośrodkowy · Dryf bezwładnościowy (inercyjny)	
<b>9.6. Techniczne zastosowania plazmy</b> . . . . .	<b>615</b>
ZADANIA DO ROZDZIAŁU 9 . . . . .	<b>621</b>
<b>10. Kosmologia - 623</b>	
<b>10.1. Wiadomości ogólne o Wszechświecie</b> . . . . .	<b>623</b>
Uwagi wstępne    Jednostki odległości stosowane w kosmologii · Zasady pomiaru odległości    Zasady pomiaru prędkości	
<b>10.2. Czasoprzestrzeń</b> . . . . .	<b>628</b>
<b>10.3. Prawo Hubble'a</b> . . . . .	<b>630</b>
<b>10.4. Promieniowanie ciepłe Wszechświata</b> . . . . .	<b>633</b>
<b>10.5. Model Wszechświata</b> . . . . .	<b>635</b>
<b>10.6. Teoria Wielkiego Wybuchu</b> . . . . .	<b>637</b>
ZADANIA DO ROZDZIAŁU 10 . . . . .	<b>641</b>

### Dodatek - 647

Uniwersalne stałe fizyczne    Gęstości niektórych substancji · Zależności między jednostkami energii    Masy i energie spoczynkowe niektórych cząstek    Niektóre definicje i zależności rachunku wektorowego    Niektóre definicje i zależności analizy wektorowej    Wyrażenia różniczkowe w trzech układach współrzędnych    Układ okresowy pierwiastków

### Literatura - 654

### Skorowidz - 655