

SPIS TREŚCI

Wstęp – <i>Feliks Jaroszyk</i>	19
CZĘŚĆ I. PODSTAWY TEORETYCZNE BIOFIZYKI	21
Budowa materii	22
Rozdział 1. Hierarchiczność budowy żywych organizmów – <i>Feliks Jaroszyk</i> . . .	22
Rozdział 2. Elementy teorii kwantów i budowy powłoki elektronowej atomu – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	23
2.1. Rozwój poglądów na istotę promieniowania świetlnego i fal materii	23
2.2. Zasada nieoznaczoności Heisenberga	26
2.3. Determinizm i indeterminizm w fizyce klasycznej i kwantowej	28
2.4. Powłoka elektronowa	29
2.4.1. Zjawisko absorpcji i emisji fotonów	29
2.4.2. Widmo charakterystyczne promieni Roentgena. Prawo Moseleya	31
2.4.3. Opis powłoki elektronowej za pomocą mechaniki kwantowej	32
2.4.4. Postulat Pauliego. Tablica okresowa pierwiastków	37
Rozdział 3. Jądro atomowe – <i>Marian Kucharski</i>	39
3.1. Składniki jądra atomowego	40
3.2. Energia wiązania jądra. Siły jądrowe	41
3.3. Rozpad promieniotwórczy	43
3.3.1. Rozpad α	44
3.3.2. Rozpad β	46
3.3.3. Przemiana γ	47
3.3.4. Promieniotwórczość naturalna	48
3.3.5. Reakcje jądrowe. Sztuczne izotopy promieniotwórcze	49
3.4. Detekcja promieniowania jądrowego (cząstek α , β , fotonów γ)	51
3.5. Wyzwalanie energii jądrowej	54
3.5.1. Rozszczepienie ciężkich jąder	54
3.5.2. Synteza termojądrowa	56
Rozdział 4. Cząsteczka – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	57
4.1. Oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe	57
4.1.1. Wiązania jonowe	59

4.1.2. Wiązania kowalencyjne	60
4.1.3. Charakter kierunkowy i nasyceniowy wiązań kowalencyjnych	61
4.1.4. Wiązanie koordynacyjne	65
4.2. Oddziaływania międzycząsteczkowe	65
4.2.1. Oddziaływanie van der Waalsa	65
4.2.2. Oddziaływania specyficzne	67
4.3. Energie oraz widma cząsteczkowe	68
4.3.1. Rodzaje energii cząsteczek	68
4.3.2. Widma cząsteczkowe	69
4.4. Rozpraszanie światła i jego zastosowania w badaniach cząsteczek	71
4.4.1. Rozpraszanie Rayleigha	71
4.4.2. Rozpraszanie Ramana	71
4.4.3. Dynamiczne rozpraszanie światła (DLS)	72
Rozdział 5. Związki wielkocząsteczkowe – Feliks Jaroszyk	73
5.1. Informacje wstępne	73
5.2. Pojęcia ogólne o polimerach i biopolimerach	74
Rozdział 6. Stany skupienia materii	77
6.1. Kryteria podziału – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	77
6.1.1. Właściwości sprężyste	77
6.1.2. Właściwości strukturalne	79
6.2. Płyny. Podstawowe prawa fizyczne – Feliks Jaroszyk	80
6.2.1. Stan gazowy. Stan ciekły. Fizyczne pojęcie płynu	80
6.2.2. Wybrane prawa fizyczne płynów doskonałych i rzeczywistych	82
6.3. Struktura i właściwości fizyczne wody – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	97
6.4. Stany powierzchniowe – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	100
6.4.1. Energia powierzchniowa	100
6.4.2. Napięcie powierzchniowe. Prawo Laplace’a	101
6.4.3. Zjawiska powierzchniowe	103
6.4.4. Parachora	106
6.5. Stan stały – Piotr Piskunowicz	107
6.5.1. Ciała krystaliczne i amorficzne	107
6.5.2. Stan krystaliczny	110
6.6. Roztwory stałe. Stopy – Piotr Piskunowicz	124
Bietermodynamika. Podstawy bioenergetyki i termokinetyki	129
Rozdział 7. Bietermodynamika	129
7.1. Wstęp – Feliks Jaroszyk	129
7.2. Pojęcia podstawowe dotyczące układów i procesów termodynamicznych – Feliks Jaroszyk	130
7.2.1. Układ termodynamiczny	130
7.2.2. Rodzaje procesów termodynamicznych	132
7.3. Pierwsza zasada termodynamiki. Entalpia. Prawo Hessa – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	135
7.4. Druga zasada termodynamiki – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	138
7.4.1. Prawdopodobieństwo termodynamiczne	138
7.4.2. Entropia. Druga zasada termodynamiki	139
7.5. Trzecia zasada termodynamiki – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	142
7.6. Energia swobodna. Entalpia swobodna – Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski	143
7.6.1. Energia swobodna	143

7.6.2.	Entalpia swobodna	144
7.6.3.	Procesy egzoergiczne i endoergiczne. Przykłady	145
7.6.4.	Wartości standardowe wybranych funkcji stanu	148
7.7.	Energia swobodna i entalpia swobodna gazu doskonałego – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	148
7.7.1.	Izotermiczne rozprężenie gazu doskonałego	149
7.7.2.	Mieszanie gazów. Roztwory	150
7.8.	Potencjał chemiczny – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	151
7.8.1.	Potencjał chemiczny. Współczynnik aktywności	151
7.8.2.	Zjawiska transportu masy	153
7.8.2.1.	Dyfuzja	153
7.8.2.2.	Dyfuzja przez błonę	155
7.8.2.3.	Osmoza	155
7.9.	Zastosowanie termodynamiki do opisu reakcji chemicznych – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	158
7.9.1.	Rodzaje reakcji chemicznych	158
7.9.2.	Kierunek reakcji. Równowaga chemiczna	160
7.9.3.	Kinetyka chemiczna. Energia aktywacji	161
7.10.	Zasady termodynamiki w procesach biologicznych – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	164
7.10.1.	Pierwsza zasada termodynamiki w procesach biologicznych	164
7.10.2.	Druga zasada termodynamiki w procesach biologicznych	169
7.11.	Zagadnienia termodynamiki nierównowagowej	171
7.11.1.	Wstęp – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	171
7.11.2.	Stan stacjonarny – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	172
7.11.3.	Procesy sprzężone. Dyssypacja energii – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	174
7.11.4.	Przykłady procesów sprzężonych – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	176
7.11.4.1.	Termodyfuzja	176
7.11.4.2.	Filtracja i ultrafiltracja	178
7.11.5.	Zastosowania medyczne transportu błonowego. Sztuczna nerka – <i>Henryk Kowalski</i>	182
7.11.5.1.	Kliniczne aspekty dyfuzji i ultrafiltracji w hemodializie	182
7.11.5.2.	Teoretyczne podstawy dializy zewnątrzustrojowej	183
7.11.5.3.	Budowa i właściwości dializatorów	187
7.11.5.4.	Aparatura	191
7.11.5.5.	Dializa otrzewnowa	192
7.11.6.	Procesy transportu ładunków elektrycznych. Zjawiska bioelektryczne – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	193
7.11.6.1.	Potencjał elektrochemiczny	194
7.11.6.2.	Potencjał elektrodowy	194
7.11.6.3.	Potencjał dyfuzyjny	197
7.11.6.4.	Potencjał błonowy	198
7.11.6.5.	Równowaga Donnana	199
7.11.7.	Rozwój i ewolucja. Fluktuacje i struktury dyssypacyjne – <i>Feliks Jaroszyk, Andrzej Pilawski</i>	200
Rozdział 8. Podstawy bioenergetyki i termokinetyki		203
8.1.	Podstawy bioenergetyki – <i>Feliks Jaroszyk</i>	203
8.1.1.	Wstęp	203
8.1.2.	Procesy oksydoredukcyjne	205
8.1.3.	Zarys teorii chemiosmotycznej Mitchella	209

8.2.	Podstawy termokinetyki – <i>Feliks Jaroszyk</i>	215
8.2.1.	Mechanizmy transportu ciepła	215
8.2.1.1.	Przewodnictwo cieplne	215
8.2.1.2.	Konwekcja	217
8.2.1.3.	Promieniowanie	220
8.2.1.4.	Parowanie	223
8.2.1.5.	Bezwymiarowe liczby podobieństwa	224
8.2.2.	Straty ciepłne	225
8.2.2.1.	Pole temperaturowe żywych organizmów stałocieplnych	225
8.2.2.2.	Mechanizmy transportu ciepła wewnątrz i na zewnątrz żywych organizmów stałocieplnych	227
8.2.2.3.	Wskaźniki środowiskowe. Bilans energii cieplnej organizmów stałocieplnych	229
8.2.2.4.	Straty ciepłne wyrażone przez wskaźniki środowiskowe	231
8.3.	Termografia – <i>Feliks Jaroszyk, Piotr Piskunowicz</i>	235
8.3.1.	Wstęp	235
8.3.2.	Podstawy fizyczne termografii	236
8.3.3.	Termograf AGA-Thermovision	241
8.3.4.	Główne zastosowania kliniczne termografii	242

Elementy teorii informacji i sterowania. Teoria chaosu i jej zastosowania w medycynie. Modelowanie w biofizyce i medycynie

Rozdział 9. Elementy teorii informacji i sterowania – *Wojciech Warchoł, Teodor Świdziński, Feliks Jaroszyk*

9.1.	Wstęp	244
9.2.	Niektóre zagadnienia teorii informacji	244
9.2.1.	Przepływ informacji – łącze informacyjne	244
9.2.2.	Miara informacji. Nieokreśloność układu. Negentropia	245
9.2.3.	Inne wielkości związane z teorią informacji. Kodowanie. Redundancja	247
9.3.	Kodowanie informacji	248
9.3.1.	Kodowanie informacji w receptorze	248
9.3.2.	Przetwarzanie informacji w receptorach	249
9.4.	Układ cybernetyczny. Transformacja sygnałów. Operatory	252
9.4.1.	Układy dyskretne	254
9.4.2.	Operatory działaniowe, funkcyjne oraz operatory układów dynamicznych	255
9.4.3.	Sposoby badania układów cybernetycznych nazywanych „czarną skrzynką”	256
9.4.4.	Łączenie układów cybernetycznych	259
9.5.	Sterowanie i regulacja	260
9.5.1.	Sterowanie stężeniem leku w układzie jednokompartmetykowym	260
9.5.2.	Regulacja. Układy ze sprzężeniem zwrotnym	262
9.5.3.	Układ regulacji automatycznej z ujemnym sprzężeniem zwrotnym	264
9.6.	Układy regulacji ze sprzężeniami dodatkowymi	265
9.7.	Homeostaza. Adaptacja. Antagonistyczny układ ultrastabilny	267

Rozdział 10. Teoria chaosu i jej zastosowania w medycynie – *Piotr Jaśkowski*

10.1.	Elementy teorii chaosu	270
10.1.1.	Układy dynamiczne	270
10.1.1.1.	Przestrzeń fazowa	271

10.1.1.2. Atraktor	272
10.1.1.3. Układy stochastyczne	272
10.1.2. Prosty model rozwoju populacji	272
10.1.2.1. Droga do chaosu	275
10.1.3. Własności sygnału i atraktora układu chaotycznego	276
10.1.4. Fraktalna geometria atraktora	277
10.1.5. Wymiar	279
10.1.6. Charakterystyka układów chaotycznych	280
10.2. Jak odróżnić układ chaotyczny od stochastycznego?	280
10.2.1. Układy chaotyczne w biologii i medycynie	281

Rozdział 11. Modelowanie biofizyczne w biologii i medycynie – Bolesław

<i>Turczyński</i>	282
11.1. Wstęp	282
11.2. Rodzaje modeli	283
11.2.1. Modele biologiczne	283
11.2.2. Modele fizyczne	283
11.2.3. Modele analogowe	283
11.2.4. Modele matematyczne	286
11.2.4.1. Modele statyczne	286
11.2.4.2. Modele dynamiczne	287

CZĘŚĆ II. BIOFIZYKA UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH 293

Podstawy biofizyki molekularnej komórek i tkanek 294

Rozdział 12. Elementy biofizyki molekularnej – Bartłomiej Kwiatkowski 294

12.1. Podstawowe rodzaje makrocząsteczek biologicznych	294
12.1.1. Białka	294
12.1.2. Kwasy nukleinowe	297
12.1.3. Lipidy	300
12.2. Wybrane metody preparatywne i analityczne biofizyki molekularnej	301
12.2.1. Sączenie żelowe	302
12.2.2. Metody oparte na wirowaniu	304
12.2.3. Elektroforeza	308
12.3. Niektóre metody fizyczne badania struktury makrocząsteczek	311
12.3.1. Rentgenografia	311
12.3.2. Spektroskopia molekularna	313
12.3.2.1. Spektroskopia elektronowa (UV/VIS)	314
12.3.2.2. Spektropolarymetria	317
12.3.2.3. Spektroskopia w podczerwieni (IR)	320
12.3.3. Reometria kwasów nukleinowych i białek	322

Rozdział 13. Wstęp do biofizyki komórki 324

13.1. Budowa błony komórkowej – Marek Tuliscka	324
13.2. Transport przez błony – Marek Tuliscka	328
13.2.1. Klasyfikacja procesów transportu	329
13.2.2. Białka pośredniczące w transporcie przez błony	330
13.2.3. Charakterystyki transportu aktywnego i biernego	331
13.2.4. Rola transportu aktywnego w regulacji ciśnienia osmotycznego	334
13.2.5. Dynamika procesów transportu	335

13.3. Potencjał spoczynkowy – <i>Leszek Kubisz</i>	337
13.4. Model elektryczny błony komórkowej – <i>Leszek Kubisz</i>	341
Rozdział 14. Biofizyka tkanek	343
14.1. Biofizyka tkanki nerwowej – <i>Krzysztof Michalak, Piotr Piskunowicz</i>	343
14.1.1. Potencjał czynnościowy komórki. Rola jonów sodu i potasu	343
14.1.2. Warunki powstawania potencjałów czynnościowych	350
14.1.3. Rozprzestrzenianie się potencjału czynnościowego	356
14.1.4. Zjawiska zachodzące na synapsach	358
14.1.5. Przetwarzanie informacji w procesie odczuwania bodźca	360
14.1.6. Przetwarzanie informacji przez sieci neuronowe	368
14.2. Biofizyka tkanki mięśniowej	375
14.2.1. Mechanizm powstawania skurczu komórek mięśniowych – <i>Anna Kostrzevska</i>	375
14.2.1.1. Wstęp	375
14.2.1.2. Ułożenie białek kurczliwych w komórkach mięśniowych	375
14.2.1.3. Ślizgowa teoria skurczu	378
14.2.1.4. Sprzężenie pobudzenia ze skurczem	381
14.2.1.5. Przenoszenie pobudzenia w komórkach mięśni poprzecznie prążkowanych	381
14.2.1.6. Przenoszenie pobudzenia w komórkach mięśni gładkich	384
14.2.2. Właściwości mechaniczne mięśnia – <i>Piotr Piskunowicz</i>	388
14.2.2.1. Mięsień niepobudzony	388
14.2.2.2. Mięsień pobudzony	392
14.2.3. Energetyka mięśnia – <i>Bolesław Turczyński</i>	398
14.2.3.1. Związek pomiędzy szybkością skracania mięśnia a jego obciążeniem. Moc mięśnia	398
14.3. Biofizyka tkanki łącznej – <i>Ewa Marzec</i>	402
14.3.1. Elementy budowy tkanki łącznej	403
14.3.2. Układ białko–woda w tkance łącznej	407
14.3.3. Właściwości dielektryczne tkanki łącznej	407
14.4. Znaczenie biofizycznych właściwości tkanek w biomechanice – <i>Bolesław Turczyński</i>	411
14.4.1. Wstęp	411
14.4.2. Główne układy ruchu człowieka	412
14.4.3. Aparat kostno-stawowy	413
14.4.4. Praca i moc człowieka	417
14.4.5. Podstawowe zagadnienia i prawa związane z odkształceniami	418
14.4.6. Tkanka kostna jako materiał anizotropowy. Uogólnione prawo Hooke’a	422
14.4.7. Właściwości biomechaniczne tkanki kostnej	424
14.4.8. Wytrzymałość tkanki kostnej a ciężar ciała (obciążenie)	425
14.4.9. Modele reologiczne materiałów lepko-sprężystych i sprężysto-lepkich	429
14.4.10. Właściwości biomechaniczne mięśni	432
Biofizyka narządów	437
Rozdział 15. Biofizyka zmysłu słuchu	437
15.1. Wstęp – <i>Aleksander Sęk</i>	437
15.2. Fizyczne podstawy drgań i fal akustycznych – <i>Aleksander Sęk</i>	438
15.2.1. Ruch drgający	438
15.2.2. Klasyfikacja sygnałów	441

15.2.3. Podstawy analizy sygnałów	444
15.2.4. Pojęcie liniowości. Filtry	449
15.2.5. Propagacja dźwięku w przestrzeni	452
15.2.6. Natężenie dźwięku. Decybel	454
15.2.7. Fala akustyczna na granicy ośrodków. Impedancja	457
15.3. Budowa i funkcjonowanie układu słuchowego – <i>Aleksander Sęk</i>	459
15.3.1. Droga fali akustycznej w układzie słuchowym	459
15.3.2. Proces przetwarzania	466
15.3.2.1. Wzmacniacz ślimakowy	466
15.3.2.2. Nieliniowość układu słuchowego	469
15.3.2.3. Emisje otoakustyczne	470
15.3.3. Nerw słuchowy	471
15.4. Percepcyjna analiza dźwięku w układzie słuchowym – <i>Aleksander Sęk</i>	472
15.4.1. Progi słyszalności i percepcja głośności	472
15.4.1.1. Progi słyszalności	472
15.4.1.2. Krzywe jednakowej głośności	474
15.4.1.3. Skalowanie głośności	474
15.4.1.4. Sumowanie w czasie. Progi różnicowe	475
15.4.2. Selektywność częstotliwościowa	476
15.4.2.1. Istota selektywności częstotliwości	476
15.4.2.2. Wstęga krytyczna. Filtry słuchowe	477
15.4.2.3. Percepcja barwy	481
15.4.2.4. Głośność a selektywność częstotliwościowa	482
15.4.3. Percepcja wysokości	483
15.4.3.1. Wysokość tonów. Skalowanie wysokości	483
15.4.3.2. Teorie percepcji wysokości	484
15.4.3.3. Dyskryminacja częstotliwości	485
15.4.3.4. Wysokość dźwięków złożonych	486
15.4.4. Rozdzielczość czasowa ucha	487
15.4.5. Lokalizacja dźwięków	488
15.4.5.1. Czynniki lokalizacyjne wynikające z odsłuchów dwuusznych	489
15.4.5.2. Rola małżowiny usznej	490
15.4.5.3. Efekt precedensu	491
15.4.5.4. Binauralne różnice poziomu maskowania	491
15.5. Mowa – <i>Aleksander Sęk</i>	494
15.5.1. Wytwarzanie dźwięków mowy	494
15.5.2. Głoski i fonemy	497
15.5.3. Analiza dźwięków mowy. Spektrogram	497
15.5.4. Dźwięki mowy	499
15.5.5. Intonacja	502
15.6. Wady słuchu i ich korekcje – <i>Dorota Hojan-Jezierska</i>	503
15.6.1. Wstęp	503
15.6.2. Choroby narządu słuchu	503
15.6.3. Metody badań uszkodzeń słuchu	504
15.6.4. Korekcje wad słuchu	507
15.6.5. Metody dopasowania aparatów słuchowych	511
15.6.5.1. Procedury oparte na audiometrii tonalnej	511
15.6.5.2. Procedury oparte na skalowaniu głośności	512
Rozdział 16. Biofizyka zmysłu wzroku – <i>Bolesław Kędzia</i>	516
16.1. Wstęp	516
16.2. Układ optyczny	516

16.2.1.	Powierzchnia załamująca i układy takich powierzchni	519
16.2.2.	Aberracje układu optycznego	523
16.2.3.	Dyfrakcja	527
16.2.4.	Zdolność rozdzielcza	529
16.3.	Widzenie	531
16.3.1.	Układ optyczny oka	532
16.3.2.	Zdolność rozdzielcza oka	536
16.3.3.	Energetyka procesu widzenia	537
16.3.4.	Widzenie przestrzenne (stereoskopowe)	540
16.4.	Oko uzbrojone	542
16.4.1.	Oko i okulary	542
16.4.2.	Mikroskop	546
Rozdział 17. Biofizyka układu oddechowego – Andrzej Pilawski, Kazimierz Narożny		553
17.1.	Mechanizm wentylacji płuc	554
17.1.1.	Rola ciśnień wewnątrzpłucnowego i śródpecherzykowego	554
17.1.2.	Rola właściwości sprężystych tkanki płucnej i napięcia powierzchniowego warstwy powierzchniowej pęcherzyków. Histereza objętościowo-ciśnieniowa	557
17.2.	Praca wykonywana przez układ oddechowy. Moc oddechowa	561
17.3.	Wymiana gazowa	565
Rozdział 18. Biofizyka układu krążenia		568
18.1.	Wstęp – Piotr Piskunowicz	568
18.2.	Uproszczona budowa układu krążenia – Piotr Piskunowicz	570
18.3.	Procesy transportu między układem krwionośnym a układem chłonnym – Piotr Piskunowicz	579
18.4.	Energetyka serca – Piotr Piskunowicz	581
18.5.	Właściwości biomechaniczne i geometryczne naczyń krwionośnych – Bolesław Turczyński	585
18.5.1.	Właściwości bierne i czynne	585
18.5.2.	Związek między naprężeniem sprężystym a właściwościami geometrycznymi naczyń krwionośnych i ciśnieniem krwi w stanie równowagi	586
18.5.3.	Związek między zmianą ciśnienia krwi i zmianą naprężenia sprężystego oraz właściwości geometrycznych naczyń krwionośnych	588
18.5.4.	Molekularne podstawy właściwości sprężystych naczyń krwionośnych. Napięcie czynne	590
18.5.5.	Dynamika krwi	593
18.5.6.	Impedancja tętnicza. Fala tętna	593
18.6.	Właściwości reologiczne krwi i ich rola – Bolesław Turczyński	598
18.6.1.	Właściwości pseudoplastyczne i tiksotropowe	598
18.6.2.	Wpływ hematokrytu na lepkość krwi	603
18.6.3.	Odkształcalność erytrocytów	604
18.6.4.	Agregacja erytrocytów	604
18.7.	Elektryczna, magnetyczna i mechaniczna aktywność serca. Metody badawcze – Feliks Jaroszyk	605
18.7.1.	Elektryczna i magnetyczna aktywność serca	605
18.7.1.1.	Elektrokardiografia	611
18.7.1.2.	Magnetokardiografia	619
18.7.2.	Mechaniczna czynność serca. Mechanokardiografia	623

CZĘŚĆ III. ODDZIAŁYWANIE CZYNNIKÓW FIZYCZNYCH NA ŻYWY ORGANIZM 625

Rozdział 19. Wpływ czynników mechanicznych na żywy organizm –

<i>Helena Gawda</i>	626
19.1. Wstęp	626
19.2. Wpływ fal sprężystych na organizm. Wprowadzenie	626
19.2.1. Infradźwięki i wibracje	627
19.2.2. Generacje ultradźwięków	628
19.2.3. Parametry fal i pola ultradźwiękowego	629
19.2.4. Rozchodzenie się ultradźwięków w tkankach	631
19.2.5. Czynne i bierno działanie ultradźwięków. Przykłady zastosowania	635
19.2.6. Litotrypsja	638
19.2.7. Ultrasonografia	641
19.2.8. Dopplerowskie metody badania biologicznych struktur ruchomych – prezentacja TM	645
19.2.9. Ocena szkodliwości oddziaływania ultradźwięków na obiekty biologiczne	646
19.3. Wpływ przyspieszeń	650
19.3.1. Wpływ przyspieszeń podłużnych $+G_z$, $-G_z$	652
19.3.2. Wpływ przyspieszeń poprzecznych	653
19.3.3. Stan nieważkości	653
19.4. Wpływ zmienionego ciśnienia na organizm człowieka	654
19.4.1. Wpływ obniżonego ciśnienia	654
19.4.2. Wpływ podwyższonego ciśnienia	656

Rozdział 20. Wpływ temperatury i wilgotności – *Feliks Jaroszyk* 659

20.1. Wpływ temperatury otoczenia. Termoregulacja	659
20.1.1. Wpływ pola temperatur na kinetykę procesów biologicznych	659
20.1.2. Termoregulacja	663
20.1.3. Wpływ temperatury otoczenia na pole temperatur organizmu stałocięplnego	664
20.2. Wpływ wilgotności	666

Rozdział 21. Wpływ pola elektrycznego i magnetycznego na żywy organizm –

<i>Józef Terlecki</i>	668
21.1. Właściwości elektryczne i magnetyczne	668
21.1.1. Dielektryki	671
21.1.2. Półprzewodniki i przewodniki	676
21.1.3. Przewodność oraz przenikalność elektryczna komórek i tkanek	680
21.1.4. Właściwości magnetyczne substancji	686
21.1.4.1. Momenty magnetyczne elektronów i atomów	686
21.1.4.2. Właściwości magnetyczne substancji biologicznych	687
21.1.4.3. Zjawisko rezonansu magnetycznego	687
21.2. Działanie pól elektromagnetycznych na żywe organizmy	690
21.2.1. Oddziaływanie pól stałych i wolnozmiennych	691
21.2.2. Oddziaływanie pól elektromagnetycznych wysokiej częstotliwości – skutki termiczne	692
21.2.3. Zagrożenia wtórne	695
21.2.4. Ogólne zasady ochrony przed promieniowaniem elektromagnetycznym	695

Rozdział 22. Wpływ promieniowania jonizującego na żywy organizm – Tadeusz Rudnicki, Józef Terlecki	697
22.1. Wstęp	697
22.2. Ważniejsze źródła promieniowania jonizującego	698
22.2.1. Źródła medyczne	698
22.2.1.1. Promieniowanie rentgenowskie	698
22.2.1.2. Źródła promieniowania gamma	702
22.2.2. Radionuklidy naturalne	703
22.2.3. Obiekty jądrowe	704
22.3. Przechodzenie promieniowania jonizującego przez substancję	707
22.3.1. Krótki przegląd fizycznych procesów wzajemnego oddziaływania cząstek naładowanych i substancji	707
22.3.2. Straty energii jonizacyjne	708
22.3.3. Przechodzenie promieniowania fotonowego (rentgenowskiego, gamma) przez substancję	711
22.3.4. Wzajemne oddziaływanie neutronów i materii	718
22.4. Podstawowe wielkości stosowane w dozymetrii promieniowania jonizującego	719
22.5. Działanie biologiczne promieniowania jonizującego	722
22.5.1. Wprowadzenie	722
22.5.2. Efekty radiobiologiczne	723
22.5.3. Dawki graniczne promieniowania jonizującego	728
22.5.3.1. Czy istnieją dawki bezpieczne?	728
22.5.3.2. Dawki graniczne dla niektórych grup ludności	729
Rozdział 23. Wpływ promieniowania niejonizującego na żywy organizm	729
23.1. Charakterystyka promieniowania niejonizującego. Uwagi terminologiczne – Marian Kucharski	729
23.2. Wytwarzanie promieniowania niejonizującego – Marian Kucharski	732
23.3. Absorpcja promieniowania niejonizującego przez atomy i cząsteczki – Marian Kucharski	734
23.4. Zjawiska fizyczne zachodzące w cząsteczkach wzbudzonych. Fotoluminescencja. Schemat Jabłońskiego – Marian Kucharski	736
23.5. Reakcje fotochemiczne – Marian Kucharski	740
23.5.1. Przykłady biologicznie ważnych reakcji fotochemicznych	740
23.5.2. Reakcje fotochemiczne związane z ozonem atmosferycznym	742
23.6. Fotosensybilizacja. Tlen singletowy – Marian Kucharski	743
23.7. Melanina jako indywidualny fotoprotektor – Marian Kucharski	745
23.8. Fotomedycyna – Marian Kucharski	745
23.9. Lasery. Promieniowanie laserowe – Urszula Kokowska	750
23.9.1. Właściwości promieniowania laserowego	752
23.9.2. Wpływ promieniowania laserowego na tkanki	754
23.9.3. Zastosowanie laserów w medycynie i stomatologii	757
23.10. Wolne rodniki i antyoksydanty w zdrowym i chorym organizmie – Bolesław Gonet	761
23.10.1. Wolne rodniki w zdrowym organizmie	762
23.10.2. Antyoksydanty	764
23.10.3. Wolne rodniki w chorym organizmie	767
23.10.4. Metody wykrywania wolnych rodników	774

Podstawy fizyczne wybranych metod obrazowania tkanek i narządów	777
Rozdział 24. Podstawy fizyczne metod obrazowania tkanek i narządów – Edward Pankowski	777
24.1. Tomografia transmisyjna KT	777
24.1.1. Promienie rentgenowskie	777
24.1.1.1. Mechanizm wytwarzania promieniowania rentgenowskiego	777
24.1.1.2. Widmo promieniowania rentgenowskiego	780
24.1.1.3. Osłabianie promieniowania rentgenowskiego	784
24.1.2. Rentgenowska transmisyjna tomografia komputerowa KT	786
24.1.2.1. Rekonstrukcja obrazu w rentgenowskiej transmisyjnej tomografii komputerowej	789
24.1.2.2. Rozwój transmisyjnej tomografii komputerowej	792
24.1.2.3. Przestrzenna i gęstościowa zdolność rozdzielcza	796
24.1.2.4. Obrazowanie trójwymiarowe	797
24.1.2.5. Uboczne skutki badania za pomocą tomografii KT	798
Rozdział 25. Spektroskopia i tomografia NMR – Bolesław Gonet	799
25.1. Wstęp	799
25.2. Podstawy fizyczne zjawiska NMR	801
25.2.1. Relaksacja	805
25.2.2. Oddziaływanie spin-sieć. Czas relaksacji podłużnej T_1	806
25.2.3. Oddziaływanie spin-spin. Czas relaksacji poprzecznej T_2	807
25.2.4. Przekształcenie Fouriera	809
25.3. Koncepcja spektroskopii NMR	812
25.3.1. Przesunięcie chemiczne	812
25.3.2. Sprężenie spin-spin, rozprężanie spinów	813
25.4. Od spektroskopii do tomografii NMR	816
25.4.1. Skanowanie i rekonstrukcja obrazów	817
25.4.2. Parametry obrazowania MR	821
25.4.3. Możliwości diagnostyczne tomografii NMR	824
Rozdział 26. Tomografia emisyjna SPECT – Edward Pankowski	825
26.1. Wstęp	825
26.2. Jednofotonowa emisyjna tomografia komputerowa SPECT	826
26.3. Zdolność rozdzielcza	829
26.4. Lokalizacja źródeł promieniotwórczych	831
Rozdział 27. Pozytonowa emisyjna tomografia komputerowa (PET) – Edward Pankowski	833
27.1. Wstęp	833
27.2. Budowa i zasada działania tomografu emisyjnego PET	833
27.3. Znaczniki izotopowe stosowane w tomografii PET	838
27.4. Zastosowanie kliniczne tomografii emisyjnej PET	839
Dodatek – Feliks Jaroszyk	840
Polecane piśmiennictwo	848
Skorowidz	851



13391