
SPIS TREŚCI

WSTĘP	1
JAK KORZYSTAĆ Z PODRĘCZNIKA	5
PIERWSZE KROKI	9
0.1 ZNAJDOWANIE MIEJSCA ZEROWEGO FUNKCJI 1D	9
0.1.1. Metoda bisekcji	9
0.1.2. Metoda Newtona–Rhapsona oraz siecznych	10
0.2 ZNAJDOWANIE MINIMUM (MAKSIMUM) FUNKCJI 1D	10
0.2.1. Metoda złotego podziału	10
0.2.2. Inne metody	11
0.3 ĆWICZENIA	12
1 PROJEKT: PROSTOKĄTNA SKOŃCZONA STUDNIA KWANTOWA– STACJONARNE RÓWNANIE SCHRÖDINGERA W JEDNYM WYMIARZE	13
1.1 PODSTAWY FIZYCZNE: wybrane koncepcje mechaniki kwantowej	14
1.2 PROBLEM: stany własne cząstki w prostokątnej skończonej studni potencjału	16
1.3 METODY NUMERYCZNE: wyznaczanie miejsc zerowych funkcji charakterystycznych	17
1.4 ĆWICZENIA	18
2 PROJEKT: DYFRAKCJA ŚWIATŁA NA SZCZELINIE	21
2.1 PODSTAWY FIZYCZNE: elementy fizyki fal	21
2.2 PROBLEM: dyfrakcja fali na szczelinie	24
2.3 METODY NUMERYCZNE: schematy oparte na lokalnych aproksymacjach funkcji	25
2.3.1. Pochodne: schematy 2, 3 i 5-punktowy	25
2.3.2. Kwadratura: metoda prostokątów, trapezów oraz parabol (Simpsona)	26
2.4 ĆWICZENIA	28
3 PROJEKT: WAHADŁO JAKO WZORZEC JEDNOSTKI CZASU	33
3.1 PODSTAWY FIZYCZNE: zasady dynamiki Newtona, równanie ruchu .	33
3.2 PROBLEM: wahadło matematyczne jako wzorzec jednostki czasu .	35

3.3	METODY NUMERYCZNE: formuły rekurencyjne oparte na lokalnej ekstrapolacji funkcji podcałkowej całki 1-krokowej	36
3.3.1.	Metoda Rungego–Kutty	37
3.4	ĆWICZENIA	38
4	PROJEKT: UKŁAD PLANETARNY	41
4.1	PODSTAWY FIZYCZNE: prawo powszechnego ciężenia	41
4.2	PROBLEM: ruch planet w polu grawitacyjnym gwiazdy	43
4.3	Redukcja ruchu pojedynczej planety w polu centralnym do jednego wymiaru	44
4.4	METODY NUMERYCZNE: algorytm Verleta	46
4.5	ĆWICZENIA	47
5	PROJEKT: GRAWITACJA WEWNĄTRZ GWIAZDY	51
5.1	PODSTAWY FIZYCZNE: prawo Gaussa, równanie Poissona	52
5.2	PROBLEM: pole grawitacyjne od ciągłego rozkładu gęstości masy	53
5.3	METODY NUMERYCZNE: algorytm Numerowa–Cowellsa	55
5.4	ĆWICZENIA	56
6	PROJEKT: MODY NORMALNE W FALOWODZIE CYLINDRYCZNYM	57
6.1	PODSTAWY FIZYCZNE: równanie falowe, fala stojąca	57
6.2	PROBLEM: mody własne w światłowodzie	59
6.3	METODY NUMERYCZNE: metoda strzałów	59
6.4	ĆWICZENIA	60
7	PROJEKT: WŁAŚCIWOŚCI ŚCIANY JAKO IZOLATORA TERMICZNEGO	63
7.1	PODSTAWY FIZYCZNE: dyfuzja stacjonarna	63
7.2	PROBLEM: dyfuzja stacjonarna ciepła przez ścianę	65
7.3	METODY NUMERYCZNE: metoda różnic skończonych	65
7.4	ĆWICZENIA	68
8	PROJEKT: KONDENSATOR CYLINDRYCZNY	71
8.1	PODSTAWY FIZYCZNE: zasada wariacyjna dla układu elektrostatycznego	72
8.2	PROBLEM: kondensator cylindryczny	73
8.3	METODY NUMERYCZNE: metoda elementów skończonych (FE)	73
8.4	ĆWICZENIA	74
	PROJEKTY ZAAWANSOWANE	77
9	PROJEKT: SPRZĘŻONE OSCYLATORY HARMONICZNE	79
9.1	PROBLEM: ruch sprzężonych oscylatorów harmoniczych	80
9.2	ZADANIA	81
10	PROJEKT: PROBLEM FERMIEGO–PASTY–ULAMA–TSINGOU	87
10.1	PROBLEM: dynamika jednowymiarowego łańcucha oddziałujących mas punktowych	87
10.2	ZADANIA	92

11 PROJEKT: ZIMNA GWIAZDA WODOROWA	95
11.1 PROBLEM: rozkład gęstości masy w zimnej gwiazdzie wodorowej . . .	95
11.2 Algorytm numeryczny	96
11.3 ZADANIA	98
12 PROJEKT: PROSTOKĄTNA STUDNIA KWANTOWA WYPEŁNIONA ELEKTRONAMI – IDEA OBLICZEŃ SAMOUZGODNIONYCH	101
12.1 PROBLEM: studnia kwantowa wypełniona elektronami z neutralizującą ładunek dodatnią galareta	103
12.2 ZADANIA	103
13 PROJEKT: RÓWNANIE SCHRÖDINGERA ZALEŻNE OD CZASU	105
13.1 PROBLEM: ewolucja czasowa funkcji falowej w 1D studni kwantowej	105
13.2 ZADANIA	108
14 PROJEKT: RÓWNANIE POISSONA W 2D	111
14.1 PROBLEM: reguła wariacyjna dla dwuwymiarowego układu elektrostatycznego i teoria jednoznaczności	112
14.2 METODY NUMERYCZNE: metoda elementów skończonych dla układu 2D	113
14.3 ZADANIA	114
LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA	117
A MATERIAŁY DODATKOWE	119
A.1 Reprezentacja Eulera liczby zespolonej	119
A.2 Lokalna reprezentacja funkcji jednej zmiennej w postaci szeregu potęgowego	121
A.2.1. Szereg Taylora	121
A.2.2. Wielomiany Lagrange’a	122
A.3 Równanie ruchu wahadła Wilberforce’a	122
A.4 Związek dyspersyjny w problemie FPUT	123
A.5 Równoważność sformułowania różniczkowego i wariacyjnego w elektrostatyce	123
A.6 1. i 2. prawo jednoznaczności rozwiązań równania Laplace’a	124
A.6.1. Pierwsze prawo jednoznaczności	125
A.6.2. Drugie prawo jednoznaczności	126
A.7 Dyskretyzacja funkcjonału energii całkowitej w elektrostatyce . . .	127
A.8 Gęstość gwiazdy	128
A.9 Zależność energii sieci atomów wodoru w układzie regularnym od objętości komórki elementarnej	