

Spis treści

Przedmowa	9
Podziękowania	13
Uwagi	15
Prolog	17

Część I

Dlaczego potrzebujemy nowej fizyki, aby zrozumieć umysł

Nieobliczalność świadomego myślenia

1. Świadomość i obliczenia	25
1.1. Umysł i nauka	25
1.2. Czy roboty mogą zbawić ten świat?	26
1.3. $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, $\mathcal{D}$ obliczeń i świadome myślenie	31
1.4. Fizykalizm vs. mentalizm	36
1.5. Obliczenia: procedury oddolne i odgórne	37
1.6. Czy stanowisko $\mathcal{C}$ jest sprzeczne z tezą Churcha-Turinga?	40
1.7. Chaos	42
1.8. Obliczenia analogowe	45
1.9. Jakiego rodzaju procesy mogą być nieobliczalne?	48
1.10. Co z przyszłością?	57
1.11. Czy komputery mają prawa i są odpowiedzialne?	58
1.12. „Świadomość”, „rozumienie” i „inteligencja”	60
1.13. Argument Johna Searle’a	64
1.14. Trudności modelu obliczeniowego	66
1.15. Czy ograniczenia współczesnej sztucznej inteligencji stanowią argument za stanowiskiem $\mathcal{C}$?	69
1.16. Dowód z twierdzenia Gödla	73
1.17. Platonizm czy mistycyzm	75
1.18. Jakie znaczenie ma rozumienie matematyki?	76
1.19. Co wspólnego ma twierdzenie Gödla ze zdroworozsądkowym zachowaniem?	78
1.20. Wizualizacja umysłowa i wirtualna rzeczywistość	83
1.21. Czy wyobrażenia matematyczna jest niealgorytmiczna?	86
Uwagi i przypisy	88
2. Twierdzenie Gödla	91
2.1. Twierdzenie Gödla i maszyny Turinga	91
2.2. Obliczenia	93
2.3. Obliczenia, które nigdy się nie kończą	95

2.4. W jaki sposób możemy rozstrzygnąć, że pewne obliczenia nigdy się nie skończą?	96
2.5. Rodziny obliczeń: wniosek Gödla-Turinga	101
2.6. Zastrzeżenia matematyczne do tezy	107
2.7. Pewne głębsze rozważania matematyczne	121
2.8. Warunek ω -niesprzeczności	124
2.9. Systemy formalne i dowód algorytmiczny	126
2.10. Dalsze matematyczne zastrzeżenia do wniosku	130
Uwagi i przypisy	155
Dodatek A. Maszyna Turinga do gödelizacji	157
3. Argumenty za nieobliczalnością myślenia matematycznego	167
3.1. Co o tym myśleli Gödel i Turing?	167
3.2. Czy niepoprawny algorytm może symulować matematyczne rozumienie w poznawalny sposób?	170
3.3. Czy poznawalny algorytm może symulować matematyczne rozumienie, czego nie można jednak stwierdzić?	173
3.4. Czy matematycy bezwiednie korzystają z błędnego algorytmu?	180
3.5. Czy algorytm może być niepoznawalny?	185
3.6. Dobór naturalny czy akt Boga?	189
3.7. Jeden algorytm czy wiele algorytmów?	190
3.8. Powstanie ezoterycznych matematyków wskutek doboru naturalnego	192
3.9. Uczące się algorytmy	195
3.10. Czy oddziaływanie ze środowiskiem może stanowić niealgorytmiczny czynnik zewnętrzny?	197
3.11. Jak robot może się uczyć?	200
3.12. Czy robot może mieć „zdecydowane przekonania matematyczne”?	202
3.13. Mechanizmy umożliwiające robotowi uprawianie matematyki	206
3.14. Podstawowa sprzeczność	209
3.15. Sposoby uniknięcia sprzeczności	211
3.16. Czy robot musi wierzyć w mechanizmy M ?	213
3.17. Błędy i „znaczenie” w pracy robota	216
3.18. W jaki sposób uwzględnić zmienne losowe — zespoły robotów	218
3.19. Eliminacja błędnych $\star$ -stwierdzeń	220
3.20. Potrzeba tylko skończonej liczby $\star$ -stwierdzeń	223
3.21. Czy przyjęte środki ostrożności są wystarczające?	226
3.22. Czy chaos może uratować obliczeniowy model umysłu?	228
3.23. <i>Reductio ad absurdum</i> — fikcyjny dialog	230
3.24. Czy zastosowaliśmy tu paradoksalne rozumowanie?	242
3.25. Złożoność matematycznych dowodów	246
3.26. Rozrywanie pętli za pomocą obliczeń	248
3.27. Odgórna czy oddolna matematyka obliczeniowa?	253
3.28. Wnioski	255
Uwagi i przypisy	264

4. Czy w fizyce klasycznej jest miejsce dla umysłu? 269
 - 4.1. Umysł i prawa fizyczne 269
 - 4.2. Obliczalność i chaos we współczesnej fizyce 271
 - 4.3. Świadomość: nowa fizyka czy „zjawisko emergentne” 273
 - 4.4. Pochylenie stożków światła w teorii Einsteina 274
 - 4.5. Obliczenia i fizyka 286
 - Uwagi i przypisy 295
5. Struktura kwantowego świata 296
 - 5.1. Teoria kwantów: zagadki i paradoksy 296
 - 5.2. Problem testowania bomb Elitzura i Vaidmana 298
 - 5.3. Magiczne dwunastościany 300
 - 5.4. Stan badań doświadczalnych Z-tajemnic typu EPR 306
 - 5.5. Fundament teorii kwantów: pewna nadzwyczajna historia 310
 - 5.6. Podstawowe zasady teorii kwantów 318
 - 5.7. Unitarna ewolucja U 321
 - 5.8. Redukcja wektora stanu R 326
 - 5.9. Rozwiązanie problemu sprawdzania bomb Elitzura i Vaidmana 332
 - 5.10. Kwantowa teoria spinu; sfera Riemanna 335
 - 5.11. Położenie i pęd cząstki 343
 - 5.12. Przestrzeń Hilberta 344
 - 5.13. Opis procedury R w przestrzeni Hilberta 349
 - 5.14. Przemienne pomiary 353
 - 5.15. Kwantowa koniunkcja 354
 - 5.16. Ortogonalność iloczynów stanów 357
 - 5.17. Kwantowe splątanie stanów 358
 - 5.18. Wyjaśnienie działania magicznych dwunastościanów 364
 - Dodatek B. O niemożliwości pokolorowania dwunastościanu 371
 - Dodatek C. Ortogonalność dowolnych stanów spinowych 373
 - Uwagi i przypisy 377
6. Teoria kwantów a rzeczywistość 379
 - 6.1. Czy R to proces rzeczywisty? 379
 - 6.2. Teorie wielu światów 382
 - 6.3. Niepoważny stosunek do $|\psi\rangle$ 385
 - 6.4. Macierz gęstości 390
 - 6.5. Macierze gęstości dla par EPR 397
 - 6.6. Wyjaśnienie operacji R typu FAPP 399
 - 6.7. Czy interpretacja FAPP wyjaśnia znaczenie kwadratu modułu wektora stanu? 405
 - 6.8. Czy to świadomość powoduje redukcję wektora stanu? 406

6.9. Naprawdę poważna interpretacja $ \psi\rangle$	408
6.10. Czy grawitacja powoduje redukcję wektora stanu?	413
6.11. Jednostki absolutne	417
6.12. Nowe kryterium	418
Uwagi i przypisy	426
7. Teoria kwantów a mózg	428
7.1. Czy w mózgu zachodzą wielkoskalowe procesy kwantowe?	428
7.2. Neurony, synapsy i komputery	433
7.3. Kwantowe obliczenia	436
7.4. Cytoskielet i mikrotubule	438
7.5. Czy w mikrotubulach mogą zachodzić koherentne procesy kwantowe?	450
7.6. Mikrotubule i świadomość	453
7.7. Model mózgu?	455
7.8. Nieobliczalność w kwantowej teorii grawitacji (I)	462
7.9. Maszyny z wyrocznią i prawa fizyczne	464
7.10. Nieobliczalność w kwantowej teorii grawitacji (II)	467
7.11. Czas i świadome percepcje	470
7.12. EPR i czas: konieczność nowej wizji świata	475
Uwagi i przypisy	479
8. Wnioski?	481
8.1. Sztuczne inteligentne urządzenia	481
8.2. Co komputery robią dobrze, a co źle	484
8.3. Estetyka etc.	488
8.4. Niebezpieczeństwa techniki komputerowej	490
8.5. Zagadkowe wybory	493
8.6. Czy świadomość jest zjawiskiem fizycznym?	496
8.7. Trzy światy i trzy tajemnice	502
Uwagi i przypisy	514
Epilog	515
Bibliografia	517