

Spis treści

Przedmowa	IX
Kwantowa grawitacja	XXXV
Wykład 1	1
1.1. Teoriopółowe podejście do grawitacji	1
1.2. Cechy zjawisk grawitacyjnych	2
1.3. Efekty kwantowe w grawitacji	10
1.4. O problemach filozoficznych związanych z kwantowaniem obiektów makroskopowych	11
1.5. Grawitacja jako konsekwencja innych pól	15
Wykład 2	17
2.1. Postulaty mechaniki statystycznej	17
2.2. Trudności związane z teoriami spekulatywnymi	22
2.3. Wymiana jednego neutrina	23
2.4. Wymiana dwóch neutrin	25
Wykład 3	29
3.1. Spin grawitonu	29
3.2. Amplitudy i polaryzacje w elektrodynamice, nasza typowa teoria pola	31
3.3. Amplitudy wymiany grawitonu	35
3.4. Interpretacja fizyczna członów na podstawie amplitud	38
3.5. Lagranżjan pola grawitacyjnego	41
3.6. Równania pola grawitacyjnego	43
3.7. Definicja symboli	44
Wykład 4	47
4.1. Związek między rzędem tensora a znakiem pola	47
4.2. Tensor energii-pędu dla materii skalarniej	49
4.3. Amplitudy rozproszenia (teoria skalarna)	50
4.4. Szczegółowe właściwości fal płaskich. Efekt Comptona	52
4.5. Nieliniowe diagramy dla grawitonów	54
4.6. Klasyczne równania ruchu cząstki grawitacyjnej	56
4.7. Ruch orbitalny cząstki wokół gwiazdy	59

Wykład 5	63
5.1. Orbity planetarne i precesja Merkurego	63
5.2. Dylatacja czasu w polu grawitacyjnym	66
5.3. Kosmologiczne efekty dylatacji czasu. Zasada Macha	69
5.4. Zasada Macha w mechanice kwantowej	71
5.5. Energia własna pola grawitacyjnego	74
Wykład 6	77
6.1. Dwuliniowe człony tensora energii-pędu	77
6.2. Sformułowanie teorii poprawnej dla wszystkich rzędów	80
6.3. Konstrukcja niezmienników względem przekształceń nieskończonych	82
6.4. Lagranżjan pełnej teorii	85
6.5. Równanie Einsteina dla tensora energii-pędu	87
Wykład 7	89
7.1. Zasada równoważności	89
7.2. Niektóre konsekwencje zasady równoważności	93
7.3. Maksymalne prędkości zegara w polach grawitacyjnych	94
7.4. Czas właściwy w ogólnych współrzędnych	97
7.5. Interpretacja geometryczna tensora metrycznego	99
7.6. Krzywizny w dwóch i czterech wymiarach	101
7.7. Liczba wielkości niezmienniczych przy przekształceniach ogólnych	103
Wykład 8	107
8.1. Przekształcenia składników tensora we współrzędnych nieortogonalnych	107
8.2. Równania do wyznaczania niezmienników $g_{\mu\nu}$	110
8.3. O założeniu, że przestrzeń jest rzeczywiście płaska	111
8.4. O związkach między różnymi podejściami do teorii grawitacji	113
8.5. Krzywizny z perspektywy przestrzeni stycznych	115
8.6. Krzywizny odniesione do dowolnych współrzędnych	118
8.7. Własności tensora krzywizny	120
Wykład 9	123
9.1. Modyfikacje elektrodynamiki wymagane przez zasadę równoważności	123
9.2. Kowariantne pochodne tensorów	124
9.3. Przesunięcie równoległe wektora	127
9.4. Związek między krzywiznami a materią	132
Wykład 10	135
10.1. Równania pola grawitacyjnego	135
10.2. Działanie dla cząstek klasycznych w polu grawitacyjnym	140
10.3. Działanie dla pól materii w polu grawitacyjnym	143

Wykład 11	149
11.1. Krzywizna w pobliżu gwiazdy sferycznej	149
11.2. O powiązaniu materii z krzywiznami	151
11.3. Metryka Schwarzschilda, pole na zewnątrz gwiazdy sferycznej	152
11.4. Osobliwość Schwarzschilda	154
11.5. Spekulacje na temat koncepcji tunelu czasoprzestrzennego	157
11.6. Problemy teoretycznych badań tuneli czasoprzestrzennych	159
Wykład 12	161
12.1. Problemy kosmologii	161
12.2. Założenia prowadzące do modeli kosmologicznych	163
12.3. Interpretacja metryki kosmologicznej	167
12.4. Pomiar odległości kosmologicznych	169
12.5. Cechy charakterystyczne ograniczonego lub otwartego Wszechświata	171
Wykład 13	175
13.1. O roli gęstości Wszechświata w kosmologii	175
13.2. O możliwości istnienia niejednorodnego i niesferycznego Wszechświata	177
13.3. Znikające galaktyki i zachowanie energii	180
13.4. Zasada Macha i warunki brzegowe	182
13.5. Tajemnice w niebiosach	183
Wykład 14	187
14.1. Problem supergwiazd w ogólnej teorii względności	187
14.2. Znaczenie rozwiązań i ich parametrów	190
14.3. Pewne wyniki liczbowe	192
14.4. Projekty i hipotezy związane z przyszłymi badaniami supergwiazd	193
Wykład 15	197
15.1. Fizyczna topologia rozwiązań Schwarzschilda	197
15.2. Orbity cząstek w polu Schwarzschilda	199
15.3. O przyszłości geometrodynamiki	200
Wykład 16	205
16.1. Sprzężenie między polami materii a grawitacją	205
16.2. Uzupełnienie teorii: prosty przykład promieniowania grawitacyjnego	209
16.3. Promieniowanie grawitonu w trakcie rozpadu cząstki	210
16.4. Promieniowanie grawitonu w trakcie zderzeń cząstek	213
16.5. Źródła klasycznych fal grawitacyjnych	216
Bibliografia	219