

Mechanika kwantowa IIB: Ćwiczenia #5

mgr Piotr Zdybel

piotr.zdybel@fuw.edu.pl

www.fuw.edu.pl/~pzdybel/kwant18.html

Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski — 5 listopada 2018

Zadanie 1: *Kwantowanie drgań struny - fonony*

Przeprowadzić procedurę kwantowania drgań jednowymiarowego łańcucha harmonicznego składającego się z N węzłów oddalonych od siebie o a . Przyjąć periodyczne warunki brzegowe. Problem rozwiązać poprzez wykonanie granicy ciągłej, która pozwoli to zagadnienie w języku klasycznej teorii pola. Zapisać odpowiedni lagrangian układu i znaleźć równania ruchu. Następnie wykonując transformację Legendre'a znaleźć hamiltonian tego układu. Zastępując pola przez operatory i nakładając między nimi relacje komutacyjne wykonać kanoniczne kwantowanie tego problemu i przepisać hamiltonian w reprezentacji II kwantyzacji. Co możemy powiedzieć o naturze wzbudzeń elementarnych w tym problemie?

Omawiane zagadnienia

- 1) Sens fizyczny granicy ciągłej.
- 2) Struktura klasycznej teorii pola - pojęcia gęstości lagrangianu i hamiltonianu.
- 3) Przypomnienie zasady najmniejszego działania i wyprowadzenie klasycznych równań ruchu.
- 4) Przypomnienie transformacji Legendre'a.
- 5) Kanoniczna procedura kwantowania pól klasycznych poprzez zastąpienie ich operatorami oraz zastąpienie ich nawiasu Poissona komutatorem (dla pól bozonowych).
- 6) Przepisanie hamiltonianu przy pomocy operatorów kreacji i anihilacji.
- 7) Komentarz dotyczący fononów jako wzbudzeń kolektywnych sieci krystalicznej. Polaryzacje fononów dla kryształów trójwymiarowych. Fonony akustyczne i optyczne. Zjawiska w których fonony pełnią istotną rolę. Prównanie fononów do fotonów.