

# Mechanika kwantowa

## Zestaw 6

- 6.1.** Proszę udowodnić, że średnia wartość pędu w stanie stacjonarnym widma dyskretnego jest równa zero.
- 6.2.** Proszę napisać równanie Schrödingera dla oscylatora harmonicznego, a następnie sprowadzić je do postaci bezwymiarowej. Stosując metodę faktoryzacji<sup>1</sup>, proszę znaleźć unormowaną funkcję falową stanu podstawowego oraz odpowiadającą jej wartość własną.
- 6.3.** Proszę obliczyć średnią wartość wychylenia oscylatora harmonicznego z położenia równowagi.  
Wskazówka:  
Skorzystać ze wzoru rekurencyjnego dla wielomianów Hermite'a

$$2nH_{n-1}(\xi) - 2\xi H_n + H_{n+1}(\xi) = 0.$$

- 6.4.** Cząstka porusza się w polu o potencjale

$$V(x) = V_0 \left[ 1 - e^{-\lambda x^2} \right].$$

Proszę:

- wyznaczyć widmo energetyczne cząstki w przybliżeniu harmonicznym,
- wyliczyć wartości oczekiwane pełnego hamiltonianu w stanach odpowiadających kilku najniższym poziomom energetycznym w przybliżeniu harmonicznym. Porównać oba wyniki.

*Bartłomiej Spisak*

---

<sup>1</sup>Omówienie metody faktoryzacji można znaleźć w artykule L. Infelda „Metoda faktoryzacji a mechanika kwantowa” Postępy fizyki, tom 2, zeszyt 4-6, str. 193 (1951). Artykuł jest dostępny na stronie: <http://www.ptf.net.pl/pl/towarzystwo/dzialalnosc/postepy-fizyki/roczniki/roczniki-1949-1959/>,