

## Esercitazione 4

### Esercizio 1

Calcolare in che condizioni l'operatore Hamiltoniano (energia totale) e l'operatore momento (quantità di moto) commutano.

### Esercizio 2

Si consideri un elettrone la cui posizione è misurabile a meno di un'incertezza  $\Delta x = 5 \text{ nm}$ . Stimare la corrispondente incertezza sulla sua velocità lungo l'asse  $x$ . Si ripeta quindi il calcolo per un pallone da calcio, approssimandolo ad un oggetto puntiforme, la cui posizione è misurabile a meno di un'incertezza  $\Delta x = 1 \text{ mm}$ . Quali conclusioni si possono trarre in merito all'impatto dei fenomeni quantistici sugli oggetti della macroscale?

### Esercizio 3

Si scriva la funzione d'onda viaggiante di un elettrone. Calcolare la lunghezza d'onda  $\lambda$ , la frequenza caratteristica  $\nu$  e la velocità di fase  $v_f$  sapendo che l'energia cinetica dell'elettrone è pari a 10 eV.

### Esercizio 4

Si considerino due funzioni d'onda viaggianti con  $E_1 = 10 \text{ eV}$ ,  $E_2 = 5 \text{ eV}$ , ma stesso flusso di probabilità. Si scrivano i parametri della seconda in funzione della prima, e si ricavino i valori numerici dei rispettivi vettori d'onda  $k$ .

### Esercizio 5

Si consideri un gradino negativo di potenziale con barriera  $V_0 = 1 \text{ eV}$ . Calcolare l'energia  $E_e$  di un elettrone viaggiante da sinistra verso destra affinché il flusso trasmesso sia il doppio di quello riflesso.