

# Zadania domowe z Podstaw Fizyki Współczesnej II

## Seria I

1. Oblicz długość fali de Broglie'a dla wymienionych niżej obiektów. Zastanów się, w którym przypadku do obliczeń należy użyć wzorów relatywistycznych.

- (a) Neutron o energii kinetycznej  $E_k = \frac{3}{2}kT$ , gdzie  $k$  jest stałą Boltzmanna, a  $T = 300$  K (tzw. neutrony termiczne).
- (b) Cząstka  $\alpha$  o energii kinetycznej  $E_k = 1$  MeV.
- (c) Elektron o energii kinetycznej  $E_k = 1$  GeV.

2. Na przesłonę z czterema wąskimi szczelinami pada wiązka elektronów o energii kinetycznej  $E_k = 50$  keV. Cząstki rozproszone na tym układzie szczelin są rejestrowane na ekranie ustawionym prostopadle do osi wiązki w odległości  $l = 350$  mm. Odległość między szczelinami jest równa  $d = 2 \mu\text{m}$ . Znajdź rozkład cząstek uderzających w ekran w zależności od kąta  $\Theta$  w stosunku do osi wiązki. **Wskazówka:** Przypomnij sobie, jak wyznaczaliśmy podobny rozkład dla układu dwóch i trzech szczelin.

3. Cząstka poruszająca się w jednym wymiarze jest opisywana w chwili  $t = 0$  paczką falową o profilu  $\tilde{\psi}(k) = A(1 - k^2/b^2)$  dla  $|k| \leq b$  i  $\tilde{\psi}(k) = 0$  dla  $|k| > b$ , gdzie  $A$  i  $b$  są dodatnimi parametrami.

- (a) Wyznacz stałą  $A$ , aby taki rozkład był odpowiednio unormowany.
- (b) Znajdź postać funkcji falowej  $\psi(x)$ .
- (c) Zbadaj zależność między szerokością rozkładu  $\tilde{\psi}(k)$  a szerokością rozkładu  $\psi(x)$ .

4. Cząstka poruszająca się w jednym wymiarze jest opisywana w chwili  $t = 0$  funkcją falową następującej postaci:  $\psi(x) = Ae^{iqx} \sin(\pi x/a)$  dla  $|x| \leq a$  oraz  $\psi(x) = 0$  dla  $|x| > a$ , gdzie  $A$ ,  $q$  i  $a$  są dodatnimi parametrami. Wykonaj następujące obliczenia:

- (a) Wyznacz stałą  $A$ , aby funkcja  $\psi(x)$  była odpowiednio unormowana.
- (b) Naszkicuj odpowiadający tej funkcji falowej rozkład prawdopodobieństwa dla położenia cząstki.
- (c) Oblicz prawdopodobieństwo, że w wyniku pomiaru położenia cząstki otrzymamy wynik z przedziału  $< a/3, +\infty$ .
- (d) Znajdź odpowiadający tej funkcji falowej profil  $\tilde{\psi}(k)$ .

Piotr Rączka, Adam Wójtowicz