Wydział, kierunek: WFiIS, FT	Imię i nazwisko: Marcin Mikołajczyk	Rok: 4	Grupa: 1
Data wykonania:	Data oddania:		OCENA:
27 października 2025	27 października 2025		

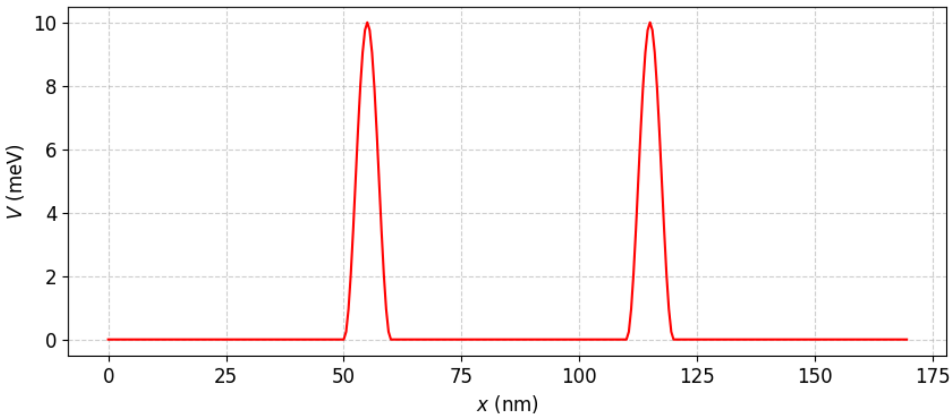
Laboratorium 3 - Jednowymiarowe problemy rozproszeniowe

Zadanie 1: Potencjał

Zgodnie z opisem problemu, rozważamy podwójną barierę potencjału opisaną wzorem:

$$V(x) = \begin{cases} V_{max}(1+\cos(2\pi(x-x_a)/w))/2, & x_a - w/2 \leqslant x \leqslant x_a + w/2 \\ V_{max}(1+\cos(2\pi(x-x_b)/w))/2, & x_b - w/2 \leqslant x \leqslant x_b + w/2 \\ 0, & \text{pozostałe } x \end{cases}$$

Przyjęto parametry: $\Delta x = 0.5$ nm, $w = 20\Delta x = 10$ nm, $x_a = 110\Delta x = 55$ nm, $x_b = 230\Delta x = 115$ nm, $V_{max} = 10$ meV. Całkowita siatka ma $N = 340$ punktów. Poniższy rysunek przedstawia profil potencjału $V(x)$.



Rysunek 1: Wykres potencjału $V(x)$.

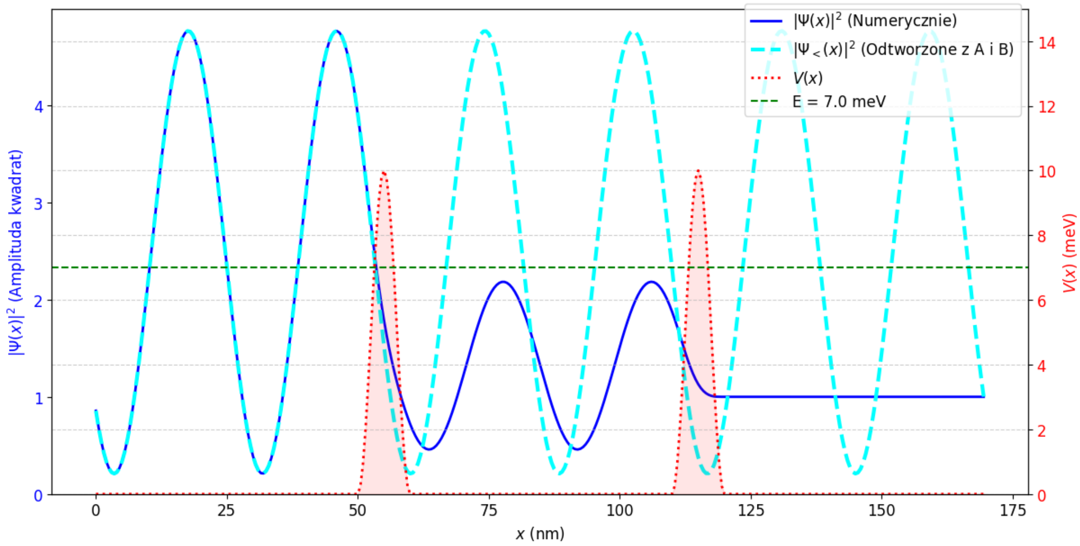
Zadanie 2: Funkcja falowa dla $E = 7$ meV

Należało obliczyć funkcję falową $\Psi(x)$ dla energii elektronu $E = 7$ meV, a następnie narysować kwadrat jej modułu $|\Psi(x)|^2$ wraz z potencjałem $V(x)$. Dodatkowo, należało obliczyć amplitudy fali padającej (A) i odbitej (B) po lewej stronie bariery i odtworzyć funkcję $\Psi_<(x) = Ae^{iqx} + Be^{-iqx}$ oraz narysować kwadrat jej modułu $|\Psi_<(x)|^2$. Masa efektywna elektronu $m = 0.067m_0$. Wyniki obliczeń numerycznych:

- Amplituda $A = (0.868065 + 0.994927j)$
- Amplituda $B = (0.047805 - 0.860891j)$
- Prawdopodobieństwo transmisji $T = \frac{1}{|A|^2} \approx 0.5736$

- Prawdopodobieństwo odbicia $R = \frac{|B|^2}{|A|^2} \approx 0.4264$
- Suma $T + R \approx 1.0000$

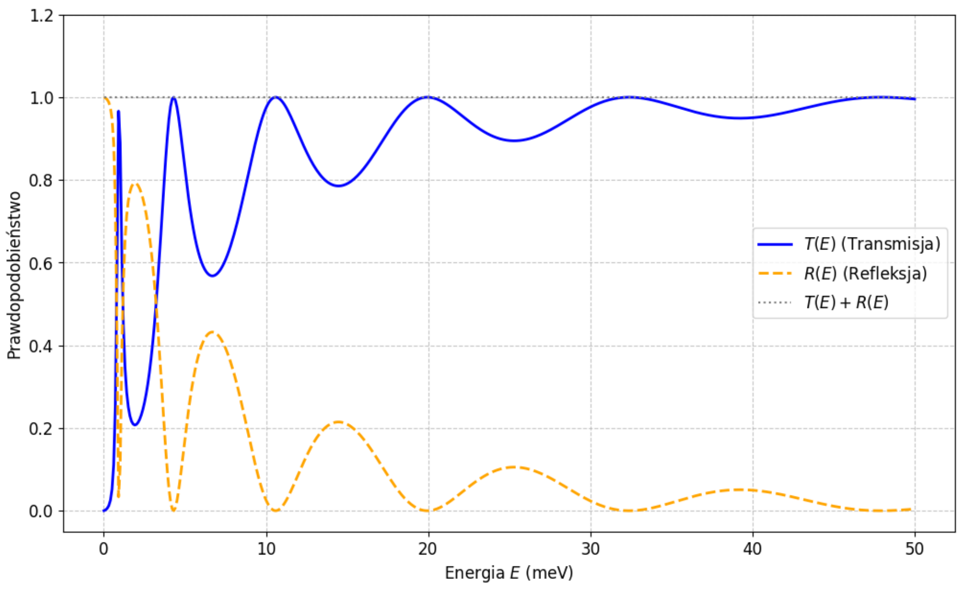
Poniższy wykres przedstawia $|\Psi(x)|^2$ (linia niebieska ciągła), potencjał $V(x)$ (linia czerwona kropkowana, wypełnienie) oraz odtworzony $|\Psi_<(x)|^2$ (linia turkusowa przerywana) dla $E = 7$ meV. Zielona linia pozioma wskazuje energię E.



Rysunek 2: Kwadrat modułu funkcji falowej $|\Psi(x)|^2$ (Numerycznie), potencjał $V(x)$ oraz odtworzony $|\Psi_<(x)|^2$ dla $E = 7$ meV.

Zadanie 3: Zależność $T(E)$ i $R(E)$

Należało narysować wykresy prawdopodobieństwa transmisji $T(E)$ oraz odbicia $R(E)$ dla energii $E \in (0, 50 \text{ meV}]$.



Rysunek 3: Prawdopodobieństwo transmisji $T(E)$ (linia niebieska) i odbicia $R(E)$ (linia pomarańczowa przerywana) w zależności od energii E. Szara linia kropkowana pokazuje sumę $T(E) + R(E) \approx 1$.

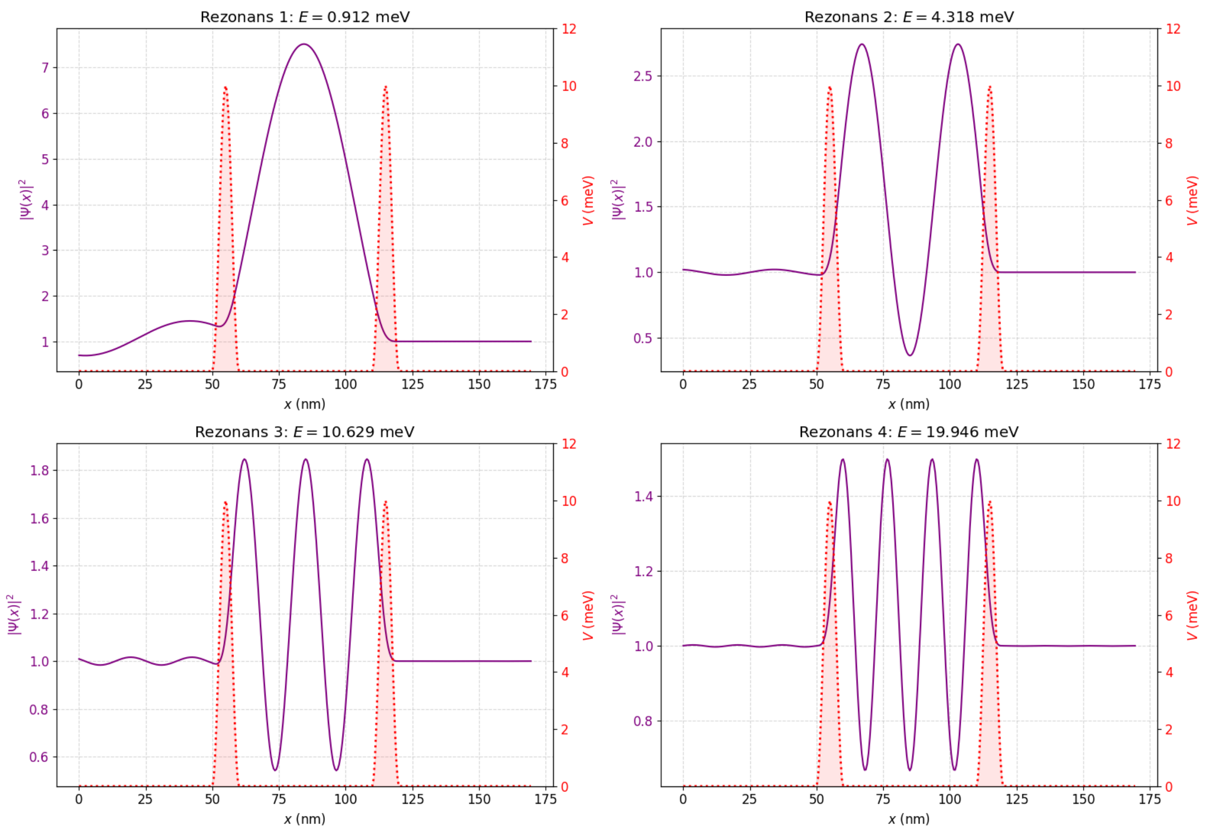
Na wykresie widać występowanie rezonansów transmisyjnych (piki, gdzie $T(E) \approx 1$).

Zadanie 4: Rezonanse

Należało znaleźć cztery najniższe wartości energii E, przy których $T(E) \approx 1$, a następnie narysować dla nich kwadraty modułu funkcji falowej $|\Psi(x)|^2$.
Znalezione przybliżone energie rezonansowe (dla $T > 0.9$):

- $E_1 \approx 0.91$ meV ($T \approx 0.966$)
- $E_2 \approx 4.32$ meV ($T \approx 1.000$)
- $E_3 \approx 10.63$ meV ($T \approx 1.000$)
- $E_4 \approx 19.95$ meV ($T \approx 1.000$)

Poniższe wykresy przedstawiają kwadraty modułu funkcji falowej dla tych czterech energii.



Rysunek 4: Kwadraty modułu funkcji falowej $|\Psi(x)|^2$ (linia fioletowa) dla czterech najniższych energii rezonansowych. Czerwona linia kropkowana przedstawia profil potencjału $V(x)$.

Widać, że dla energii rezonansowych amplituda funkcji falowej pomiędzy barierami jest znacząco większa niż poza nimi.

Literatura

[1] *Instrukcja do ćwiczenia UPEL MOFiT2, dostęp 27 października 2025*