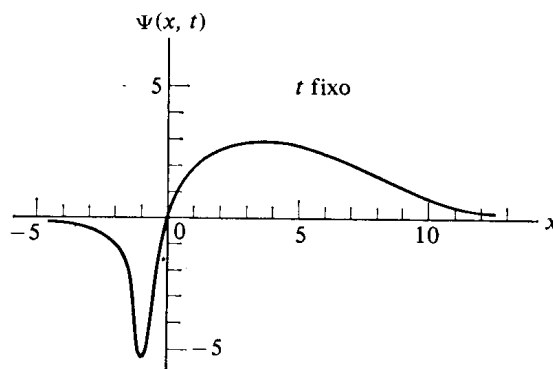


# Quinta Lista de Exercícios de Física Moderna I

## Teoria de Schroedinger

1. O que é uma função de onda? Descreva a interpretação de Max Born para a função de onda.
2. Qual a conexão entre a função de onda e grandezas observáveis da natureza?
3. Em um certo instante, uma função de onda depende da posição conforme está mostrado na figura abaixo.
  - (a) Se fosse feita uma medida que possa localizar a partícula associada em um elemento  $dx$  do eixo  $x$  nesse instante, onde seria maior a probabilidade de encontrá-la?
  - (b) Onde seria menor a probabilidade?
  - (c) As chances de que ela seja encontrada em qualquer valor positivo do eixo  $x$  seriam melhores do que as chances de que seja encontrada em qualquer valor negativo?



4. A partir da função de onda para uma partícula presa em uma caixa unidimensional (poço infinito) e considerando-se o primeiro estado excitado desse sistema, calcule:
  - (a) o valor esperado de  $x$
  - (b) o valor esperado de  $x^2$
  - (c) o valor esperado de  $p$
  - (d) o valor esperado de  $p^2$

(e) Sabendo que  $\Delta x = \sqrt{\overline{x^2} - \bar{x}^2}$  e  $\Delta p = \sqrt{\overline{p^2} - \bar{p}^2}$ , calcule o produto das incertezas na posição e momento da partícula no primeiro estado excitado.

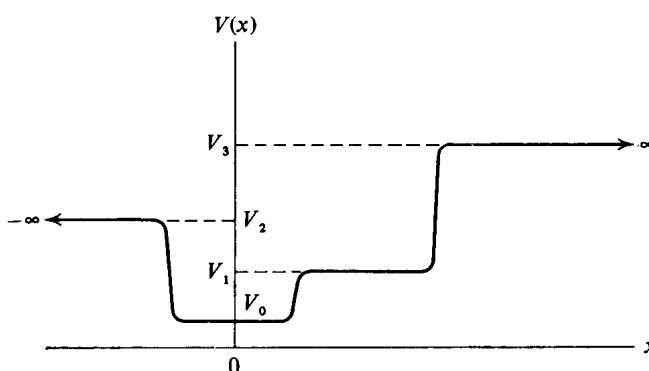
5. Ainda usando a função de onda para uma partícula presa em uma caixa unidimensional, estime a energia total de um nêutron, de massa de cerca de  $10^{-27}$  kg, quando supomos que ele se move livremente dentro de um núcleo com dimensões lineares de aproximadamente  $10^{-4}$  m, mas que está estritamente confinado ao núcleo.

Expresse a estimativa em MeV. Ela será próxima da energia real de um nêutron no estado de menor energia de um núcleo típico.

6. Para quais tipos de problemas, podemos utilizar a equação de Schroedinger independente do tempo? Mostre como podemos obter essa equação a partir da equação de Schroedinger mais geral (dependente do tempo) e que a função de onda  $\Psi(x, t) = \psi(x) \cdot e^{-iEt/\hbar}$  é solução da equação dependente do tempo nesses casos.

7. Considere uma partícula se movendo em um potencial  $V(x)$  mostrado na figura abaixo. Para os seguintes intervalos de valores de energia total  $E$ , diga quando há algum valor possível de  $E$ , e, se existir algum valor possível, se eles são separados discretamente ou distribuídos continuamente:

- (a)  $E < V_0$
- (b)  $V_0 < E < V_1$
- (c)  $V_1 < E < V_2$
- (d)  $V_2 < E < V_3$
- (e)  $V_3 < E$



8. Qual a origem da quantização da energia no formalismo de Schroedinger? Em todos os tipos de movimentos as energias das partículas são quantizadas? Justifique.

9. O que você entende por “efeito túnel”? Você conhece algum processo físico que só pode ser entendido segundo esse efeito?

10. Considere o problema do potencial “degrau” como ilustrado na figura abaixo.

Considerando o caso em que  $E > V_0$ :

- (a) encontre a função de onda a menos de uma constante (isto é, não é preciso calcular a constante de normalização)
- (b) Calcule o coeficiente de reflexão da função de onda. Esse resultado é esperado classicamente?

