

### 3<sup>a</sup> Lista de Exercícios - Estrutura da Matéria

Prof. Wanderlã\*

*Departamento de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil*

1. Explique fisicamente a expressão dualidade onda-partícula.
2. Descreva a hipótese de de Broglie.
3. Explique o experimento de Young (difração em fenda dupla).
4. Descreva o modelo de Niels Bohr.
5. Escreva e discuta o momento angular no Modelo de Niels Bohr.
6. Explique fisicamente o que foi observado com a partir experimentos de difração com elétrons.
7. Escreva a equação de Schroedinger em 3 dimensões e 1 dimensão.
8. Discuta esquematicamente a interpretação probabilística da equação de Schroedinger.
9. Escreva a função de onda a partir da separação de variáveis  $\Psi(\vec{r}, t) = \Psi(\vec{r}) \times \Phi(t)$  e  $V(\vec{r}, t) = V(\vec{r})$  e mostre que o estados de onda equação de Schroedinger independente do tempo e mostre que o estado associado é estacionário.
10. Escreva a função de onda para uma partícula livre.
11. A partir do item anterior e supondo  $V(\vec{r}) = 0$  encontre a relação de dispersão  $E(\vec{k})$ .
12. Descreva o tunelamento eletrônico e explique a técnica de microscopia de tunelamento (STM).
13. Discuta a quantização eletrônica de uma partícula num poço de potencial infinito.
14. Escreva a expressão para energia do átomo de hidrogênio e discuta os níveis de energia.  
A partir valor do estado fundamental de energia, explique o que a energia de ionização.

---

\*Electronic address: [wlscope1@gmail.com](mailto:wlscope1@gmail.com)

15. Explique o números quânticos ( $n, l, m, m_s$ ).
16. Explique como o princípio de exclusão de pauli é incorporado na função de um sistema com 2 elétrons.
17. Explique intuitivamente o surgimento da estrutura de bandas eletrônicas.
18. Explique o significado do nível de fermi.
19. Explique o significado físico de esfera de fermi.
20. Demostre a relação entre energia de fermi ( $E_F$ ) e densidade de elétrons ( $n$ ) para um gás de elétrons em 3 dimensões.
21. Construa um desenho esquemático de estrutura de bandas eletrônicas indicando a região de bandas de valência, condução e bandgap.
22. A partir de um desenho esquemático utilizando a idéia de estrutura de bandas eletrônicas, mostre a diferença entre materiais do tipo isolantes, semicondutores e metais.
23. Explique esquematicamente a diferença entre bandgap direto e indireto. Qual a diferença física entre eles.
24. Explique esquematicamente como funciona as propriedades ópticas de sólidos metálicos (transições eletrônicas).
25. Mostre que condutividade elétrica é dada por:  $\sigma = \frac{ne^2}{m_e}\tau$ . Explique cada termo da expressão matemática.
26. Descreva em detalhes a função de fermi-dirac.
27. Explique qual ou quais são as diferenças entre semicondutores intrínsecos e extrínsecos?
28. Explique o que é dopagem tipo-P e tipo- N e para que servem nos materiais semicondutores.
29. Faça um diagrama explicando detalhadamente cada tipo de dopagem: (a) tipo P; (b) tipo-N.

30. Qual a função matemática que descreve a condutividade em função da temperatura para um semicondutor.