

5ª LISTA DE EXERCÍCIOS

**Disciplina:** TE814 - Comunicações Ópticas I

**Professor:** César Augusto Dartora<sup>1</sup>

---

- 1) Consideremos um sistema de elétrons na presença de um campo magnético aplicado na direção  $z$ ,  $\mathbf{B} = B_0 \hat{\mathbf{a}}_z$ . A energia de interação de Zeeman para elétrons de carga  $q = -e$  é dada por:

$$H_Z = \mu_B \vec{\sigma} \cdot \mathbf{B} ,$$

sendo  $\mu_B = e\hbar/(2m)$  o magneton de Bohr. a) Determine o valor de  $\mu_B$ . b) Qual é a diferença de energia entre os estados eletrônicos de spin up e spin down, se o campo aplicado vale  $B_0 = 30\mu\text{T}$ ,  $B_0 = 1\text{mT}$  e  $B_0 = 1\text{T}$ , e a frequência do fóton emitido por um elétron que decai do estado de spin up para o estado de spin down?

- 2) Faça uma breve descrição do funcionamento do MASER de amônia, desenvolvido por Townes e Shawlow.
- 3) O que são semicondutores de gap direto e gap indireto? Faça uma listagem de semicondutores de gap direto, com os respectivos valores de energia do gap. Em que faixa do espectro se enquadram os lasers semicondutores obtidos a partir desses diferentes semicondutores.
- 4) Descreva os processos de absorção, emissão espontânea e emissão estimulada de fótons. Quais os princípios físicos estão envolvidos? O que são regras de seleção de uma transição?
- 5) A partir da lei de Planck, demonstre a lei de Stefan-Boltzmann para radiação do corpo negro. O que é a lei de deslocamento de Wien? Encontre a relação de deslocamento de Wien.
- 6) Determine a densidade de potência emitida pelo Sol (valor médio do vetor de Poynting) que chega à Terra, a partir da lei de Stefan-Boltzmann. São necessários o conhecimento da distância Terra-Sol, temperatura da superfície do Sol e raio do Sol, basicamente.
- 7) Descreva o funcionamento de um diodo laser semiconductor. Obtenha a densidade de estados para uma relação de dispersão parabólica

$$E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} .$$

Obtenha de forma heurística as equações de taxa, discutindo o significado dos termos. Determine a modulação da potência emitida para um sinal da forma  $I = I_0 + i(t)$ , onde  $I_0$  é um valor de corrente constante aplicada ao diodo e  $i(t)$  é a modulação.

- 8) Descreva o funcionamento de um fotodetector. O que é o limite quântico de fotodeteção? Descreva os fotodetectores principais: diodo PIN e APD(avalanche).
- 9) Descreva pelo menos de maneira qualitativa as excitações elementares denominadas polarons, polari-tons, excitons, mágnons e fônons.
- 10) Discuta fisicamente e obtenha expressões quantitativas para o efeito fotoelétrico gerado pela radiação em superfícies metálicas.

---

<sup>1</sup>cadartora@eletrica.ufpr.br