

Prova PQ-15

Questão 1: Discuta o conceito de bit quântico, suas principais propriedades, representação na esfera de Bloch, diferenças em relação ao bit clássico e suas principais realizações experimentais.

Questão 2: Discuta a relevância do emaranhamento quântico para a implementação de dispositivos quânticos.

Questão 3: Discuta como a matriz densidade é definida a partir de um ensemble estatístico de estados quânticos. Descreva como a reconstrução experimental da matriz densidade pode ser realizada por meio de tomografia de estado quântico.

Questão 4: Responda a uma (e apenas uma) das questões da lista abaixo. Denote claramente a questão escolhida.

- a) Explique como operações lógicas podem ser implementadas para a manipulação de bits quânticos.
- b) Discuta a importância da coerência quântica na implementação de dispositivos quânticos, como computadores quânticos, sensores quânticos e redes de comunicação quântica. Explique o conceito de tempos de coerência (T_1 e T_2) e como eles podem ser medidos experimentalmente.
- c) Explique, em termos experimentais, como a geração de estados puros e mistos do campo eletromagnético pode ser realizada no laboratório.
- d) Explique, em termos experimentais, como a geração de fótons únicos em uma fonte quântica pode ser realizada e como se verifica a sua natureza de fóton único.
- e) Discuta quais são os principais desafios experimentais na detecção confiável de um único fóton e como esses desafios afetam potenciais aplicações em comunicação quântica.
- f) Discuta os protocolos BB84 e E91 de distribuição de chaves quânticas.
- g) Discuta os principais materiais e métodos utilizados na implementação de sensores quânticos.

Test PQ-15

Question 1: Discuss the concept of a quantum bit, its principal properties, representation on the Bloch sphere, differences in relation to the classical bit and its principal experimental realizations.

Question 2: Discuss the relevance of quantum entanglement to the implementation of quantum devices.

Question 3: Discuss how the density matrix is defined in terms of a statistical ensemble of quantum states. Describe how the density matrix can be reconstructed experimentally using quantum state tomography.

Question 4: Answer one (and only one) of the questions in the list below. Clearly denote the question chosen.

- a) Explain how logical operations can be implemented to manipulate quantum bits.
- b) Discuss the importance of quantum coherence in the implementation of quantum devices, such as quantum computers, quantum sensors and quantum communication networks. Explain the concept of coherence times (T_1 and T_2) and how these can be measured experimentally.
- c) Explain in experimental terms how pure and mixed states of the electromagnetic field can be generated in the laboratory.
- d) Explain in experimental terms how single photons can be generated from a quantum source and how the nature of the single photons can be verified.
- e) Discuss the principal experimental challenges for the detection of a single photon and how these challenges affect the the potential applications of quantum communication.
- f) Discuss the BB84 and E91 protocols for the distribution of quantum keys.
- g) Discuss the principal materials and methods used in the implementation of quantum sensors.