



Física 12.º ano
Sexto teste — LASERs. Incerteza.
NIR. Computação Quântica

versão: 1,0

José Pedro do Amaral

14 de maio de 2026

Nome / Turma / Data:

Instruções

Lê com atenção, responde com *rigor* e apresenta *todas* as etapas de raciocínio. Quando aplicável, usa unidades SI. Este teste está cotado para $\frac{100}{100}$.

Em caso de engano, indica claramente a nova escolha.

Boa sorte.

Teste

1. (5 pts.) Dois sistemas físicos (*c-ons*) consideram-se *independentes* quando:
- a) os dois sistemas têm carga eléctrica oposta.
 - b) os dois sistemas estão sempre em superposição.
 - c) conhecer o estado de um permite inferir com certeza o estado do outro.
 - d) os dois sistemas têm a mesma forma exterior.
 - e) conhecer o estado de um não fornece qualquer informação sobre o estado do outro.

Resposta:

e).

2. (15 pts.) Numa cavidade óptica de um laser, a função dos espelhos é, essencialmente:

- a) proteger o operador da radiação intensa produzida pelo meio activo.
- b) absorver os fótons emitidos espontaneamente para reduzir o ruído de fundo.
- c) reflectir os fótons repetidamente através do meio activo, aumentando o número de eventos de emissão estimulada e amplificando a luz coerente.
- d) gerar emissão térmica adicional que ajude a excitar o meio activo.
- e) filtrar os comprimentos de onda indesejados, deixando passar apenas a frequência laser.

Resposta:

c).

3. (5 pts.) Os primeiros computadores electrónicos do século XX e os teares de Jacquard do século XIX partilham, como método de inserção de programa ou de dados, o uso de:

- a) interruptores manuais accionados por operador a cada instrução.
- b) leitura óptica de código de barras.
- c) transmissão sem fios por ondas de rádio.
- d) cartões perfurados.
- e) discos rígidos magnéticos.

Resposta:

d).

4. (15 pts.) A posição de um electrão é conhecida com incerteza $\Delta x = 1,0 \times 10^{-10}$ m. Pelo princípio de incerteza de Heisenberg, qual é a incerteza mínima na sua quantidade de movimento, $\Delta p_{\min}$? $\Delta p_{\min} = \frac{\hbar}{2\Delta x}$

- a) $3,31 \times 10^{-24}$ kg · m/s
- b) $5,27 \times 10^{-19}$ kg · m/s
- c) $2,63 \times 10^{-25}$ kg · m/s
- d) $5,27 \times 10^{-25}$ kg · m/s
- e) $1,05 \times 10^{-24}$ kg · m/s

Resposta:

d) $\Delta p_{\min} = \hbar/(2\Delta x) = 1,055 \times 10^{-34}/(2 \times 1,0 \times 10^{-10}) = 5,27 \times 10^{-25}$ kg · m/s.

5. (5 pts.) Num circuito electrónico, as três funções principais que um transistor (ou uma válvula termiónica) pode desempenhar são:

- a) leitura, escrita e apagamento de bits em memória.
- b) amplificação, comutação (interruptor electrónico) e modelação de sinal.
- c) condução de calor, isolamento eléctrico e transformação de impedância.
- d) emissão térmica, absorção atómica e dispersão de Compton.
- e) rectificação, multiplexação e armazenamento persistente.

Resposta:

b).

6. (15 pts.) Um díodo laser semiconductor emite radiação com comprimento de onda $\lambda = 808 \text{ nm}$. Qual é a energia, em electrão-volt, de um fóton dessa radiação? $E = hc/\lambda$
 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- a) 24,5 eV
- b) 3,08 eV
- c) 1,54 eV
- d) $2,46 \times 10^{-19} \text{ eV}$
- e) 0,77 eV

Resposta:

c) $E = hc/\lambda = (6,626 \times 10^{-34})(3,00 \times 10^8)/(808 \times 10^{-9}) = 2,46 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,54 \text{ eV}$.

7. (15 pts.) Qual destas portas quânticas (*quantum gates*), aplicada a um qubit no estado $|0\rangle$, produz uma superposição uniforme $\frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$?

- a) Hadamard (H).
- b) CNOT.
- c) X (NOT quântico).
- d) Toffoli.
- e) Z.

Resposta:

a).

8. (5 pts.) As válvulas termiónicas, apesar de tecnologicamente ultrapassadas, mantêm-se em uso em alguns nichos. A razão habitualmente apontada é:

- a) terem um tempo de vida útil superior ao dos transístores de silício.
- b) permitirem maior densidade de integração em circuitos digitais modernos.
- c) consumirem menos energia eléctrica do que os transístores equivalentes.
- d) serem mais resistentes a campos electromagnéticos intensos, próprios de ambientes industriais.
- e) introduzirem distorções harmónicas suaves, consideradas «musicais», sendo apreciadas em amplificadores de guitarra e em áudio de alta-fidelidade.

Resposta:

e).

9. (5 pts.) Quando se mede uma propriedade observável de um sistema quântico que se encontra numa superposição de estados, o resultado da medição:

- a) preserva integralmente a superposição original.
- b) é sempre o mesmo, independentemente do estado quântico inicial.
- c) é sempre nulo, por interferência destrutiva total entre as amplitudes.
- d) é um valor único e definido; a função de onda colapsa nesse estado, perdendo-se a superposição anterior.
- e) é a média ponderada de todos os valores possíveis presentes na superposição.

Resposta:

d).

10. (5 pts.) Para que um sistema funcione efectivamente como laser (acção laser sustentada), é *necessário* que:

- a) ambos os espelhos da cavidade sejam totalmente reflectores.
- b) a fonte de bombeamento seja, ela própria, outro laser de maior potência.
- c) o meio activo se encontre à temperatura do zero absoluto.
- d) haja inversão de população no meio activo e o ganho óptico supere as perdas da cavidade.
- e) o meio activo seja sempre um cristal sólido (nunca um gás ou um semiconductor).

Resposta:

d).

11. (5 pts.) A analogia entre um ASIC (*Application-Specific Integrated Circuit*) e um computador quântico actual baseia-se no facto de, em ambos:

- a) operarem a temperaturas próximas do zero absoluto.
- b) a informação do problema estar incorporada na própria estrutura física do circuito (sequência de portas, oráculo), e não num programa carregado em memória separada.
- c) ambos serem capazes de executar qualquer algoritmo clássico universal sem restrições.
- d) possuírem internamente CPUs e GPUs, à semelhança dos computadores comuns.
- e) serem ambos fisicamente reconfiguráveis em tempo real, instrução a instrução.

Resposta:

b).

12. (5 pts.) O princípio de incerteza de Heisenberg estabelece que:

- a) deixa de ser válido a temperaturas próximas do zero absoluto.
- b) o princípio só se aplica a partículas com massa, não a fótons.
- c) o produto $\Delta x \cdot \Delta p$ tem um limite inferior intrínseco $\geq \hbar/2$, consequência da natureza ondulatória da matéria e não da qualidade dos instrumentos.
- d) o produto $\Delta x \cdot \Delta p$ pode ser tornado arbitrariamente pequeno através de melhorias tecnológicas dos instrumentos de medição.
- e) é uma manifestação macroscópica da segunda lei da termodinâmica.

Resposta:

c).