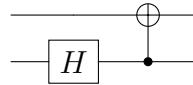


BÀI TẬP 3

Nhập môn Tính toán Lượng tử
(Kì 1 2025-2026)

1. Cho biết đầu ra của mạch sau



khi đầu vào là các trạng thái của cơ sở tính toán. Kiểm tra kết quả trên thư viện Qiskit.

2. Cho phép toán logic $f : \mathbb{B}^3 \rightarrow \mathbb{B}^3$ biến 3 bit đầu vào ABC thành 3 bit đầu ra DEF được xác định bởi bảng chân trị sau

A	B	C	D	E	F
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0

- Cho thấy f khả nghịch.
- Thiết kế mạch logic (và đơn giản mạch) cho f .
- Chuyển mạch ở Câu (b) thành mạch lượng tử với chỉ 3 qubit vào (chứa A, B, C) và 3 qubit ra (chứa D, E, F), có thể dùng thêm các qubit phụ trợ nhưng các qubit này phải được xóa về $|0\rangle$.
- Cho biết kết quả chạy mạch ở Câu (c) với trạng thái đầu vào 3 qubit là

$$|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{3}}(|000\rangle + |100\rangle + |111\rangle).$$

3. Thiết kế mạch giúp sao chép trạng thái lượng tử $|\Phi^+\rangle$. Kiểm tra kết quả trên thư viện Qiskit.
4. Nếu Alice và Bob chia sẻ cặp qubit ở trạng thái vuông không phải là $|\Phi^+\rangle$ mà là $|\Phi^-\rangle$ thì làm thế nào để thực hiện
 - (a) mã đậm đặc.

- (b) dịch chuyển lượng tử.
5. Cho $f : \mathbb{B}^2 \rightarrow \mathbb{B}$ với
- $$f(x, y) = x \oplus y, \quad x, y \in \mathbb{B}.$$
- (a) Xây dựng oracle lượng tử U_f cho f .
 - (b) Xây dựng oracle pha Z_f cho f .
 - (c) Cho biết hoạt động của U_f, Z_f trên trạng thái đầu vào là $|+\rangle^{\otimes 2}$.
 - (d) Kiểm tra kết quả của Câu (c) trên thư viện Qiskit.
6. Vẽ mạch cụ thể và kiểm tra tính đúng đắn của thuật toán Deutsch-Jozsa cho các trường hợp hàm f_1 và f_2 ở bảng sau

x_1	x_0	f_1	f_2
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	1

Lưu ý: Các câu yêu cầu kiểm tra trên thư viện Qiskit thì trình bày code và kết quả trong file Jupyter Notebook.