



دکتر احمد خونساری

پردازش اطلاعات کوانتومی

پاییز ۱۴۰۱



تمرین ۴

دستورالعمل

پاسخ تمرین را به صورت یک فایل PDF و یک فایل ipynb آماده کنید و در قالب یک فایل ZIP بارگذاری کنید. در فایل ipynb پیاده‌سازی‌های لازم برای پاسخ‌گویی به سؤالات را قرار دهید. کدهای شما باید خوانا و دارای توضیحات کافی باشند.

سؤال ۱

در الگوریتم Deutsch از مفهوم Phase Kickback استفاده می‌شود. نحوه استفاده از آن را مختصراً توضیح دهید.

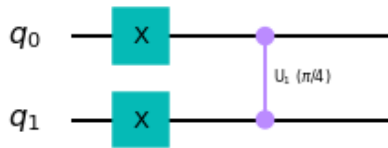
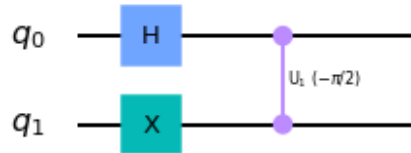
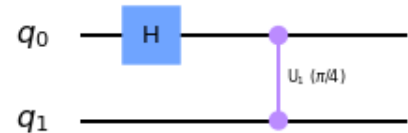
سؤال ۲

دریچه $U_1(\lambda)$ که به صورت کلی به صورت زیر تعریف می‌شود را در نظر بگیرید:

$$U_1(\lambda) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{i\lambda} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

این دریچه دارای یک پارامتر λ است. توجه کنید که به ازای $\lambda = \pi/4$ این دریچه به دریچه T تبدیل می‌شود. همچنین، به خاطر بیاورید که منظور از «عملیات کنترل شده دریچه $U_1(\lambda)$ » این است که مقدار یک کیوبیت تحت کنترل یک کیوبیت دیگر تغییر می‌کند. به صورت خاص، اگر کیوبیت کنترل $|1\rangle$ باشد، دریچه $U_1(\lambda)$ بر روی کیوبیت هدف اعمال می‌شود. در غیر اینصورت، کیوبیت هدف تغییر نمی‌کند.

اگر در عملیات کنترل شده $U_1(\pi/4)$ ، کیوبیت هدف در حالت $|0\rangle$ و کیوبیت کنترل در حالت برهم‌نهاده باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل؟؟ را ببینید.

(ج) ورودی در حالت $|11\rangle$ (ب) کیوبیت هدف در حالت $|1\rangle$ (آ) کیوبیت هدف در حالت $|0\rangle$

شکل ۱: شکل‌های مرتبط با تمرین

سؤال ۳

اگر در عملیات کنترل شده $U_1(-\frac{\pi}{2})$ ، کیوبیت هدف در حالت $|1\rangle$ و کیوبیت کنترل در حالت برهم‌نهاده باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل؟؟ را ببینید.

سؤال ۴

اگر در عملیات کنترل شده $U_1(\frac{\pi}{4})$ ، کیوبیت هدف و کنترل در حالت $|1\rangle$ باشند، چه اتفاقی می‌افتد؟ آن را به صورت تئوری و از طریق شبیه‌سازی بررسی کنید. شکل؟؟ را ببینید.