

# 어서 와! 양자 컴퓨팅은 처음이지?



이미지 찰: 어반브러시

## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?





## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

### ■ 마법의 동전 문제:

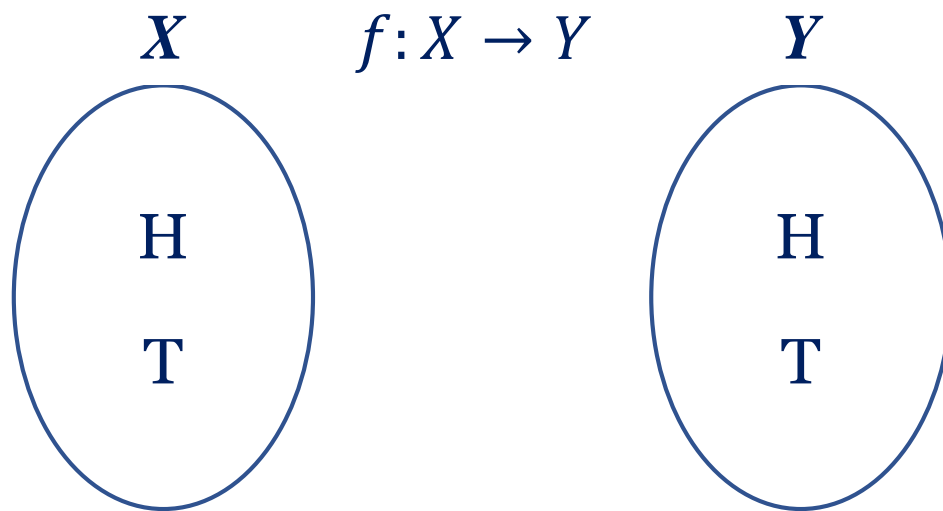
- 어떤 동전에 마법이 걸려 있다.
- 이 동전은 앞면을 위에 놓고 던지느냐, 뒷면을 위에 놓고 던지느냐에 따라
  - 반드시 정해진 결과가 나오는 동전이다. (앞면이 나오거나, 뒷면이 나오거나)
- 이 동전을 던졌을 때, 그 **결과가 항상 같은 지** 알려면 (앞앞 or 뒤뒤)
  - **최소 몇 번을 던져봐야 하는가?**



## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

### ■ 이 문제의 수학적 정의:

- 어떤 함수  $f$ 를  $f: X \rightarrow Y$  라고 할 때,
  - 두 개의 서로 다른 입력  $x, y$ 가 주어질 때  $f(x)$ 와  $f(y)$ 는 같은가?
- 이 때,  $X = \{H, T\}$ ,  $Y = \{H, T\}$  이다.



$$f(H) = f(T)?$$

$$f(H) \neq f(T)?$$



## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

- 최소 몇 번의 동전 던지기가 필요한가?
  - $f(H) = f(T)$  인지 확인하려면  $f(H)$ 와  $f(T)$ 를 각각 계산해야 함:
    - 최소 두 번의 동전 던지기(함수의 실행)가 필요함.
  - 만약, 함수  $f(x)$ 의 실행 시간이 매우, 매우, 매우, 오래 걸린다면?
    - 즉, 동전을 던져서 땅에 떨어지는데 100년이 걸리면?
  - 동전을 **한 번만 던져서** 그 결과를 알 수 있으면 좋겠다! (그게 가능해?)



## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

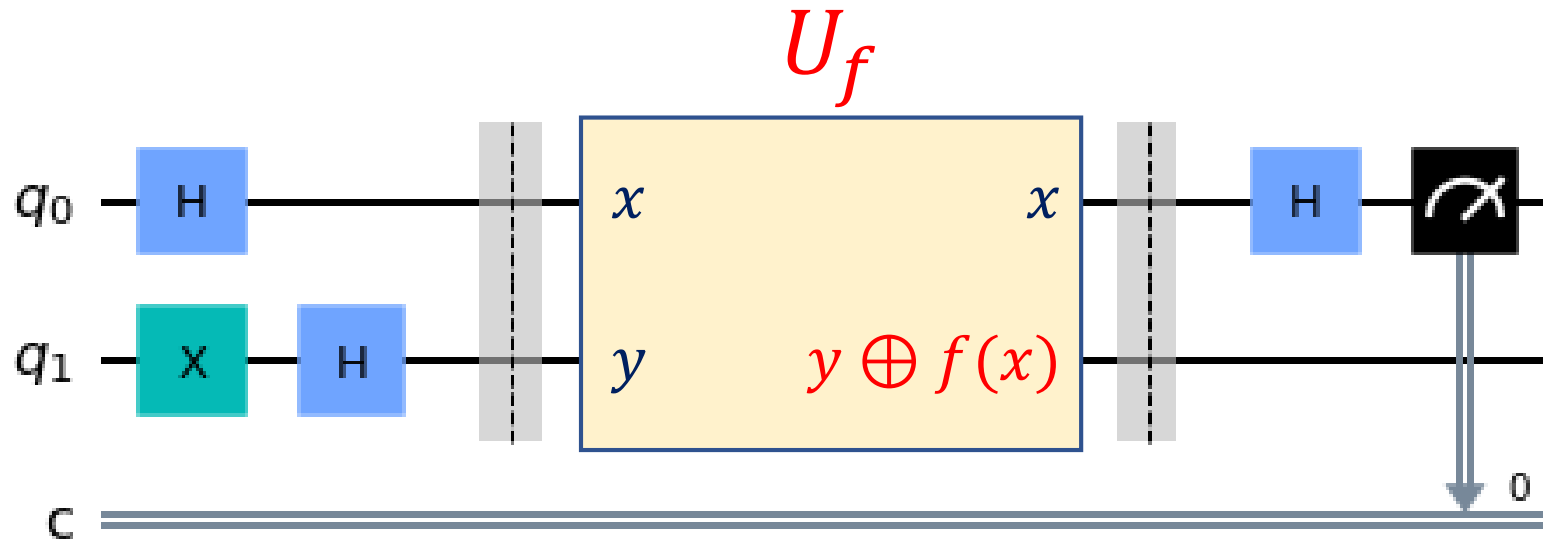
### ■ 도이치 알고리즘: *Deutsch's Algorithm*

- 양자 알고리즘이 전통적 알고리즘보다 더 빠를 수 있음을 밝힌 첫 번째 알고리즘
  - 동전을 한 번만 던져서 마법의 동전 문제를 풀어 주겠어!
- $f(x)$  함수에 대한 **오라클 함수**  $U_f$ 를 다음과 같이 정의해 보자.
  - $U_f = (-1)^{f(x)}|x\rangle$
- 오라클: Oracle
  - 신탁(神託). 신이 사람을 매개로 하여 인간의 물음에 대답하는 일.
  - 즉, 물으면 답해주는 **질의 함수**. *query function*.



## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

- 도이치 알고리즘을 위한 양자 회로:





## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

```
from qiskit import QuantumCircuit, execute, Aer
from qiskit.visualization import plot_histogram

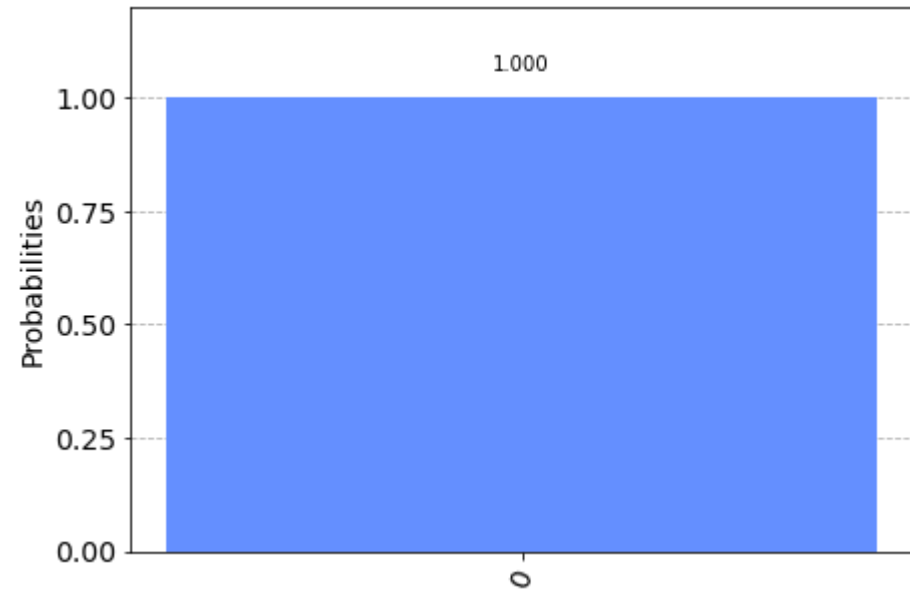
def constant():
    circuit = QuantumCircuit(2)
    circuit.cx(1, 0)
    return circuit

def balanced():
    circuit = QuantumCircuit(2)
    circuit.cx(0, 1)
    return circuit
```



## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

```
circuit = QuantumCircuit(2, 1)
circuit.h(0)
circuit.x(1)
circuit.h(1)
circuit.barrier()
circuit += constant()
circuit.barrier()
circuit.h(0)
circuit.measure([0], [0])
circuit.draw()
```

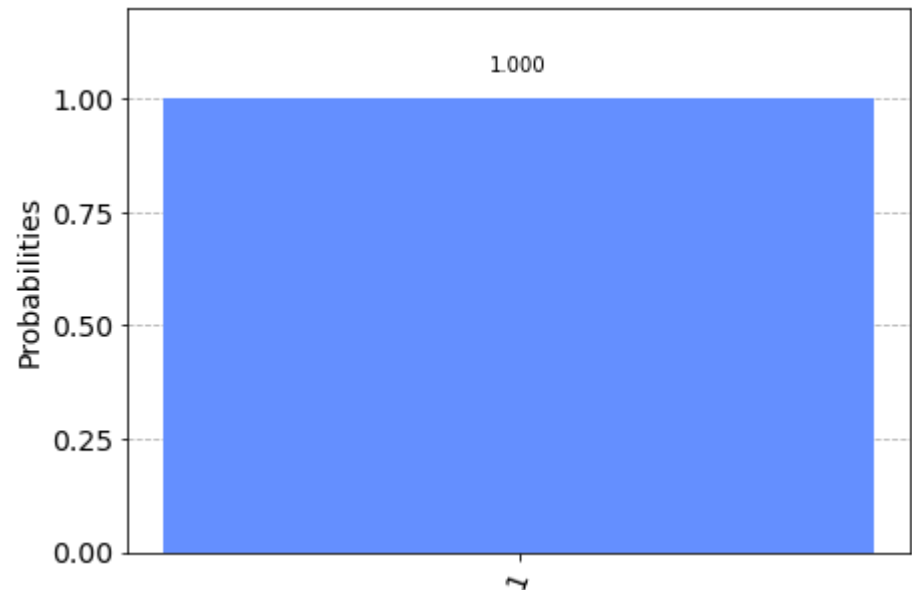






## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

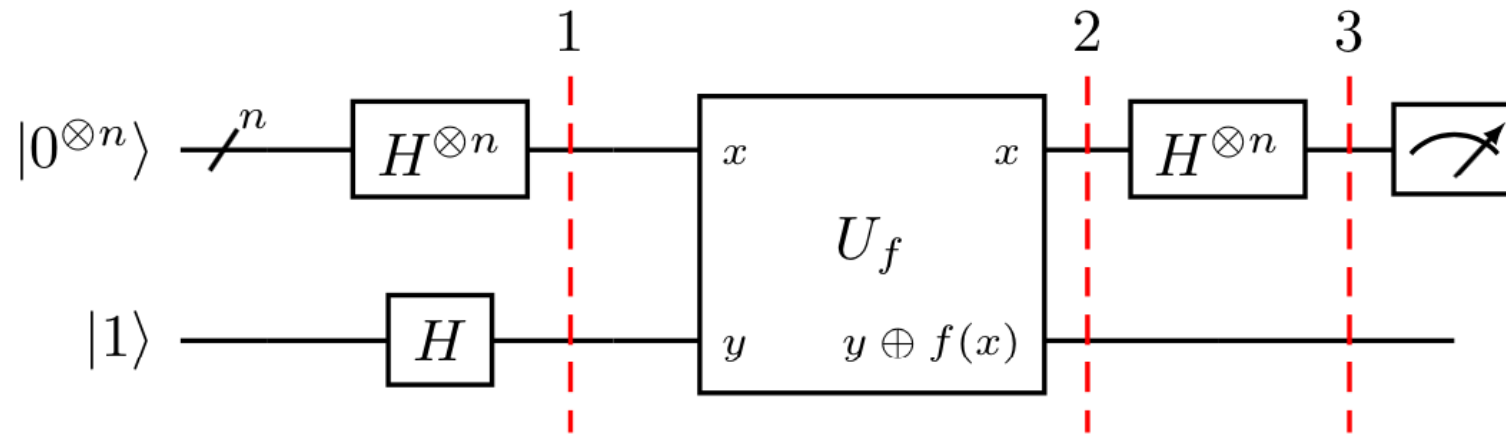
```
circuit = QuantumCircuit(2, 1)
circuit.h(0)
circuit.x(1)
circuit.h(1)
circuit.barrier()
circuit += balanced()
circuit.barrier()
circuit.h(0)
circuit.measure([0], [0])
circuit.draw()
```





## 06. 양자 알고리즘은 왜 빠른가?

- 도이치-조사 알고리즘: *Deutsch-Jozsa Algorithm*
  - 도이치 알고리즘의 일반화:  $n$ 개의 비트에 적용하면?



# *Any Questions?*



**주니온TV@Youtube**

자세히 보면 유익한 코딩 채널