

Enoncé Informatique Quantique

Nicolas Boutry

2024

Consignes

Merci de rédiger un rapport à me remettre par e-mail au plus tard le Jeudi 11 Juillet 2024 à 23h59 à nicolas.boutry@epita.fr. Plus vous serez précis et détaillés dans vos réponses, plus vous aurez de points. Fournir le programme utilisé sur QCEngine quand c'est possible.

1 Exercice 1 (2 point)

Faites un circuit quantique qui calcule $A \times X + B$ avec $A = 3$, $B = 4$, et X uniformément réparti dans $\{0, 1, 2, 3\}$ (utilisez Hadamard). Utilisez le moins de qubits possibles. Interdiction d'utiliser l'opération produit.

2 Exercice 2 (3 points)

Rappelez en quelques lignes comment on détecte si un espion est présent sur une ligne de transmission quantique.

3 Exercice 3 (1 points)

Générez des multiples de 4 aléatoirement (codage sur 5 qubits). Jusqu'à quelle valeur peut-on aller ? Que se passe-t-il si on rajoute encore 4 à cette plus grande valeur ?

4 Exercice 4 (4 points)

A l'aide de deux registres de 4 qubits chacun, créez un espace d'états 2D et dessinez un motif original à l'intérieur et de manière astucieuse (pas juste écrire quel état est à 1 ...).



5 Exercice 5 (3 points)

Expliquez comment marche le *phase kickback* (Exercice 3.3 de QCEngine).

6 Exercice 6 (3 points)

Expliquez comment marche le *swap test* (Exercice 3.4 de QCEngine), tout d'abord son but, puis comment l'algorithme se déroule étape par étape.

7 Exercice 7 (2 points)

Expliquez la téléportation quantique (Exercice 4.1 sur QCengine) tout d'abord étape par étape puis expliquez l'intuition derrière tout ce processus en quelques lignes.

8 Transformée de Fourier Quantique (2 points)

Partez de l'hypothèse que vous avez une entrée sous la forme:

$$A |00\rangle + B |01\rangle + C |10\rangle + D |11\rangle,$$

avec la deuxième ligne quantique correspondant au poids fort, c'est-à-dire que $|XY\rangle$ a pour poids fort X et pour poids faible Y , et après avoir appliqué les différents opérateurs, observer les coefficients que vous obtenez dans la forme :

$$A' |00\rangle + B' |01\rangle + C' |10\rangle + D' |11\rangle.$$

Qu'observez-vous alors au niveau des nouveaux coefficients en terme de phase, c'est à dire mettre sous forme de suite logique complexe chaque coefficient. Qu'est-ce qui les lie ?

Maintenant, imaginez que la sortie soit "0", c'est à dire l'état $|00\rangle$, qu'obtenez vous en entrée ? Et maintenant pour "1", "2" et "3". En particulier, que s'est-il passé à "3" en terme de traitement du signal ?

Justifiez pourquoi on peut dire que l'entrée correspond à une fréquence en observant la sortie correspondante en notation circulaire.