

Projet pédagogique

Exercices générés

Exercice 1 - Question 1 (MCQ)

Sur quel phénomène physique repose principalement le protocole E91 ?

- La réfraction de la lumière
- L'intrication quantique
- La diffraction des électrons
- La relativité restreinte

Exercice 1 - Question 2 (MCQ)

Qui a proposé le protocole E91 ?

- Charles Bennett
- Gilles Brassard
- Artur Ekert
- Albert Einstein

Exercice 1 - Question 3 (MCQ)

Quelle est la valeur maximale de l'inégalité de Bell (S) en physique classique ?

- 1
- 2
- $2\sqrt{2}$
- 4

Exercice 1 - Question 4 (MCQ)

Quelle valeur de S prouve la présence d'intrication en mécanique quantique ?

- $S = 0$
- $S = 1$
- $S = 2$
- $S = 2\sqrt{2}$

Exercice 1 - Question 5 (MCQ)

Dans l'état $|\Psi\rangle = 1/\sqrt{2} (|00\rangle + |11\rangle)$, que se passe-t-il si Alice mesure 0 ?

- Bob mesure forcément 1
- Bob mesure forcément 0
- Bob a 50% de chance de mesurer 0
- L'état devient indéterminé

Exercice 2 - Question 1 (MCQ)

Que signifie l'acronyme CV-QKD ?

- Continuous Variable Quantum Key Distribution

Projet pédagogique

- Classical Variable Quantum Key Detection
- Complex Vector Quantum Key Design
- Constant Velocity Quantum Key Delivery

Exercice 2 - Question 2 (MCQ)

Quelles variables de la lumière sont utilisées dans la CV-QKD ?

- La couleur et la vitesse
- L'amplitude et la phase
- La température et la pression
- La masse et la charge

Exercice 2 - Question 3 (MCQ)

Quelle technique de détection est utilisée par Bob en CV-QKD ?

- Détection par satellite
- Détection homodyne
- Mesure de spin
- Compteur de Geiger

Exercice 2 - Question 4 (MCQ)

Quelle distribution statistique est suivie par les quadratures en CV-QKD ?

- Loi de Poisson
- Loi Binomiale
- Loi Gaussienne
- Loi Uniforme

Exercice 2 - Question 5 (MCQ)

Quel est l'impact d'un espion sur le signal en CV-QKD ?

- Il augmente la vitesse du signal
- Il réduit la distance de la fibre
- Il introduit un bruit excédentaire
- Il change la couleur de la lumière

Exercice 3 - Question 1 (MCQ)

Dans le circuit Qiskit fourni, quelle porte crée la superposition ?

- Porte X
- Porte Hadamard (H)
- Porte CNOT
- Porte Z

Exercice 3 - Question 2 (MCQ)

Quelle porte est utilisée pour intriquer les deux qubits ?

Projet pédagogique

- Porte Hadamard
- Porte CNOT (cx)
- Porte de mesure
- Porte Identity

Exercice 3 - Question 3 (MCQ)

Quels sont les résultats attendus d'une simulation d'intrication parfaite ?

- Uniquement des '01'
- Un mélange égal de '00', '01', '10', '11'
- Majoritairement '00' et '11'
- Uniquement des '10'

Exercice 3 - Question 4 (MCQ)

Que signifie le résultat {'00': 537, '11': 487} ?

- Il y a une erreur dans le circuit
- Les qubits sont indépendants
- Les qubits sont fortement corrélés
- L'espion a été détecté

Exercice 3 - Question 5 (MCQ)

Quel objet Qiskit est utilisé pour exécuter le circuit dans le code ?

- AerSimulator
- StatevectorSampler
- QuantumInstance
- CircuitRunner

Exercice 4 - Question 1 (MCQ)

Pourquoi la cryptographie classique est-elle menacée ?

- À cause de la lenteur d'Internet
- À cause de l'émergence des ordinateurs quantiques
- À cause du manque de mathématiciens
- À cause des pannes de courant

Exercice 4 - Question 2 (MCQ)

Sur quoi repose la sécurité de la cryptographie quantique ?

- La complexité des algorithmes
- Les lois de la mécanique quantique
- La longueur des mots de passe
- Le cryptage AES-256

Exercice 4 - Question 3 (MCQ)

Projet pédagogique

Quelle inégalité est utilisée pour démontrer formellement la sécurité d'E91 ?

- Inégalité de Heisenberg
- Inégalité de Bell (CHSH)
- Inégalité de Cauchy-Schwarz
- Inégalité de Bernoulli

Exercice 4 - Question 4 (MCQ)

En CV-QKD, comment Alice encode-t-elle l'information ?

- Sur des bits simples
- Sur des états cohérents (quadratures)
- En changeant la température des fibres
- En envoyant des impulsions électriques

Exercice 4 - Question 5 (MCQ)

La CV-QKD est-elle adaptée aux réseaux de fibres optiques actuels ?

- Non, elle nécessite des câbles en cuivre
- Oui, elle utilise des techniques d'optique classique
- Uniquement pour les communications par satellite
- Seulement en laboratoire sous vide

Exercice 5 - Question 1 (MCQ)

Dans l'équation $V_{\text{mesuré}} = V_{\text{signal}} + V_{\text{bruit}}$, qu'indique un V_{bruit} élevé ?

- Une meilleure connexion
- Une tentative d'interception (espion)
- Une batterie faible
- Une réussite du protocole

Exercice 5 - Question 2 (MCQ)

Quelle est la principale différence entre BB84 et CV-QKD ?

- L'un est quantique, l'autre pas
- BB84 utilise des qubits discrets, CV-QKD des variables continues
- BB84 est plus récent
- CV-QKD n'utilise pas de lumière

Exercice 5 - Question 3 (MCQ)

Dans le protocole E91, que reçoivent Alice et Bob ?

- Chacun un message secret
- Chacun une particule d'une paire intriquée
- Une clé USB
- Un signal radio classique

Projet pédagogique

Exercice 5 - Question 4 (MCQ)

Que signifie la perturbation de l'état quantique par un espion ?

- Le message est effacé
- L'espion est invisible
- L'écoute devient détectable car les corrélations sont détruites
- La vitesse de la lumière diminue

Exercice 5 - Question 5 (MCQ)

La simulation Qiskit valide-t-elle quelle brique de E91 ?

- La vitesse de transmission
- L'intrication quantique
- Le coût du matériel
- La résistance à la chaleur

Exercice 6 - Question 1 (MCQ)

Quel type de distribution est utilisé pour les quadratures en CV-QKD ?

- Linéaire
- Gaussienne
- Exponentielle
- Logarithmique

Exercice 6 - Question 2 (MCQ)

L'inégalité CHSH est donnée par $S = |E(a,b) - E(a,b') + E(a',b) + E(a',b')|$. Que représentent a et b ?

- Des distances
- Des réglages de mesure (angles)
- Des types de fibres optiques
- Des noms de serveurs

Exercice 6 - Question 3 (MCQ)

Pourquoi la simulation affiche-t-elle un histogramme de distribution ?

- Pour faire joli
- Pour montrer l'effet du bruit sur la quadrature
- Pour compter les photons
- Pour calculer le prix de la fibre

Exercice 6 - Question 4 (MCQ)

Le protocole BB84 est cité dans le texte comme étant :

- Un protocole basé sur l'intrication
- Un protocole antérieur à E91
- Un protocole de cryptographie classique

Projet pédagogique

- Une marque d'ordinateur

Exercice 6 - Question 5 (MCQ)

Dans le code Python, que fait la fonction '`np.random.normal`' ?

- Elle dessine un cercle
- Elle génère des nombres selon une loi normale (Gaussienne)
- Elle arrête le programme
- Elle crypte les données

Exercice 7 - Question 1 (FILL_IN)

Le protocole E91 repose sur le phénomène d'_____, où deux particules forment un système unique.

Exercice 7 - Question 2 (FILL_IN)

Pour vérifier la sécurité, Alice et Bob utilisent les inégalités de _____.

Exercice 7 - Question 3 (FILL_IN)

Si la valeur calculée S est supérieure à _____, alors le système est purement quantique.

Exercice 8 - Question 1 (FILL_IN)

Dans un circuit Qiskit, la porte _____ permet de créer une superposition d'états.

Exercice 8 - Question 2 (FILL_IN)

La porte _____ est nécessaire pour lier deux qubits entre eux dans un état intriqué.

Exercice 8 - Question 3 (FILL_IN)

Le résultat d'une mesure sur deux qubits intriqués dans l'état de Bell donne majoritairement les chaînes de bits '00' et '_____'.
'01' et '10'.

Exercice 9 - Question 1 (FILL_IN)

La CV-QKD utilise des variables _____ de la lumière.

Exercice 9 - Question 2 (FILL_IN)

Alice module les quadratures X et P selon une loi _____.

Exercice 9 - Question 3 (FILL_IN)

Bob mesure ces quadratures grâce à la détection _____.

Exercice 10 - Question 1 (FILL_IN)

Toute tentative d'interception par un espion introduit un _____ excédentaire.

Projet pédagogique

Exercice 10 - Question 2 (FILL_IN)

La sécurité de la CV-QKD est surveillée via la _____ du signal reçu.

Exercice 10 - Question 3 (FILL_IN)

Dans l'inégalité CHSH, la valeur théorique maximale est _____.

Exercice 11 - Question 1 (FILL_IN)

La cryptographie _____ repose sur la difficulté mathématique des calculs.

Exercice 11 - Question 2 (FILL_IN)

L'émergence des ordinateurs _____ rend vulnérables les systèmes actuels.

Exercice 11 - Question 3 (FILL_IN)

Le protocole E91 a été créé en l'an _____.

Exercice 12 - Question 1 (OPEN)

Expliquez pourquoi l'état $|\Psi\rangle = 1/\sqrt{2} (|00\rangle + |11\rangle)$ garantit que l'écoute par un espion est détectable.

Exercice 13 - Question 1 (OPEN)

Décrivez le rôle de la variance dans la sécurité du protocole CV-QKD.

Exercice 14 - Question 1 (OPEN)

Comparez brièvement l'approche de la cryptographie classique et celle de la cryptographie quantique.

Exercice 15 - Question 1 (OPEN)

Quel est l'intérêt d'utiliser l'inégalité de Bell ($S > 2$) plutôt qu'une simple vérification de bits en E91 ?

Exercice 16 - Question 1 (REFLECTION)

Si un ordinateur quantique parfait existait aujourd'hui, pourquoi le protocole E91 resterait-il sécurisé alors que RSA ne le serait plus ?

Exercice 17 - Question 1 (REFLECTION)

Pourquoi la CV-QKD est-elle considérée comme plus 'pratique' pour une intégration dans les réseaux de télécommunications actuels par rapport aux protocoles à photons uniques ?

Projet pédagogique

Exercice 18 - Question 1 (REFLECTION)

En analysant le circuit Qiskit, pourquoi est-il crucial de ne pas effectuer de mesure avant la porte CNOT si l'on veut obtenir une intrication ?

Exercice 19 - Question 1 (CASE_STUDY)

Étude de cas : Une entreprise déploie le protocole E91. Lors d'un test, Alice et Bob calculent une valeur $S = 1.95$. Doivent-ils valider la clé générée ? Justifiez en analysant les seuils théoriques.

Exercice 20 - Question 1 (CASE_STUDY)

Étude de cas : En utilisant le simulateur CV-QKD, Bob observe que la variance de son signal reçu est de 1.6 alors que la variance idéale attendue est de 1.1. En sachant que le bruit naturel du canal est estimé à 0.1, déduisez la présence potentielle d'un espion et l'action à entreprendre.

Exercice 21 - Question 1 (COMPETENCE)

Interprétez les résultats de simulation : $\{'00': 537, '11': 487\}$. Calculez le pourcentage de corrélation et expliquez si cela valide l'intrication.

Exercice 22 - Question 1 (COMPETENCE)

À partir du code Python fourni pour CV-QKD, expliquez comment le bruit d'Eve est modélisé mathématiquement par rapport au signal d'Alice.

Exercice 23 - Question 1 (COMPETENCE)

Expliquez le rôle de la ligne de code `'qc.h(0)'` suivie de `'qc.cx(0, 1)'` dans la création d'une paire d'Ekert.

Exercice 24 - Question 1 (PROBLEM_SOLVING)

Problème : On vous donne les corrélations suivantes pour un test de Bell : $E(a,b)=0.7$, $E(a,b')=-0.7$, $E(a',b)=0.7$, $E(a',b')=0.7$. Calculez la valeur de S et déterminez si la sécurité quantique est assurée.

Exercice 25 - Question 1 (PROBLEM_SOLVING)

Problème : Dans une simulation Qiskit, un étudiant oublie la porte Hadamard et n'utilise que `'qc.cx(0, 1)'`. Prédisez le résultat des mesures ('counts') si les qubits sont initialisés à $|0\rangle$ et expliquez pourquoi cela échoue pour la cryptographie.