IF.1204 - Sciences du numérique QCM du 29 mai 2020

Les questions nécessitant en principe l'usage d'une calculatrice sont marquées avec le symbole

On prendra comme valeur de la constante universelle $c: 3 \cdot 10^8 \, \text{m/s}$.

On prendra comme valeur de l'accélération de la gravité à la surface de la Terre g : 10 m/s².

Pour chaque question de ce QCM, il y a une seule réponse correcte à identifier.

Physique galiléo-newtonienne

Question 1 Le lancer de smartphone depuis le sol



Vous lancez votre smartphone verticalement vers le haut avec une vitesse initiale v_0 = 10 m/s. On néglige les effets dus à la résistance de l'air.

Quelle altitude maximale le smartphone va-t-il atteindre?

- A. L'altitude atteinte est 20 m.
- B. L'altitude atteinte est 10 m.
- C. L'altitude atteinte est 5 m.
- D. L'altitude atteinte est 2,5 m.

Corrigé: une façon simple de calculer l'altitude h est d'utiliser la conservation de l'énergie (premier principe de la thermodynamique).

Il y a transfert complet d'énergie cinétique en énergie potentielle : $mgh = \frac{m{v_0}^2}{2}$

Donc $h = \frac{v_0^2}{2g} = 5 \text{ m}$

Autre façon : on écrit qu'il y a « chute libre » durant la montée, donc : $\gamma = -a$

Ensuite on intègre : $v = -gt + v_0$

L'instant où le smartphone s'immobilise avant de redescendre est donné par $t = \frac{v_0}{a} = 1$ s

1

D'où, en intégrant, $h = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t = \frac{{v_0}^2}{2g} = 5 m$

Question 2 Le lancer de smartphone depuis le sol et les accéléromètres

Lorsque vous lancez votre smartphone vers le haut verticalement, il fait un aller-retour avant que vous le récupériez dans vos mains. On néglige les effets dus à la résistance de l'air.

- A. Les accéléromètres à bord du smartphone sont en état d'impesanteur aussi bien pour la trajectoire ascendante que pour la trajectoire descendante.
- B. Les accéléromètres à bord du smartphone sont en état d'impesanteur uniquement durant la trajectoire descendante.
- C. Les accéléromètres à bord du smartphone sont en état d'impesanteur uniquement durant la trajectoire ascendante.
- D. Les accéléromètres à bord du smartphone ne sont jamais en état d'impesanteur puisqu'ils sont soumis à la force de gravitation.

Peu de réponses correctes à cette question!

Corrigé: par définition, la chute libre correspond au cas où le corps est soumis à la seule gravitation. Dans cette situation, tout ce qui est à bord du smartphone est en impesanteur (puisque Galilée a montré que l'accélération dans le vide est identique pour tous les corps).

Dès que le smartphone est lâché (après l'impulsion qui lui a été donnée), il est en « chute libre » même s'il monte! L'état d'impesanteur concerne donc aussi bien la trajectoire ascendante que la trajectoire descendante.

Vous pouvez faire l'expérience avec votre smartphone avec coussin à la réception : enregistrez ce que mesurent les accéléromètres avec une appli come Physics Toolbox.

Question 3 Le lancer de smartphone depuis une trottinette



Vous lancez votre smartphone verticalement vers le haut avec une vitesse initiale v_0 = 10 m/s depuis votre trottinette qui va en ligne droite (sur un plan parfaitement lisse) à la vitesse constante v = 2 m/s. On néglige les effets dus à la résistance de l'air.

La distance parcourue par votre trottinette entre le lancer du smartphone et son retour dans vos mains:

- A. vaut environ 2 mètres. B. vaut environ 3 mètres. C. vaut environ 4 mètres.
- D. n'a pas de sens physique car le smartphone tombe à l'arrière de la trottinette qui s'est déplacée entre l'aller et le retour du smartphone.

Corrigé:

Tout d'abord, pour calculer le temps mis par votre smartphone pour faire l'aller-retour, on peut raisonner dans le référentiel qui suit la trottinette (dans ce référentiel, l'aller-retour est vertical). Le principe de relativité nous garantit que le mouvement de la trottinette ne change rien.

On écrit qu'il y a « chute libre » durant la montée, donc : $\gamma = -g$

Ensuite on intègre : $v = -gt + v_0$

L'instant où le smartphone s'immobilise avant de redescendre est donné par $t = \frac{v_0}{a} = 1$ s

L'aller prend donc 1 seconde au smartphone.

En intégrant l'équation donnant v, on obtient $h=-\frac{1}{2}gt^2+v_0t=\frac{{v_0}^2}{2g}=5~m$

Pour descendre, le smartphone met $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 1 s$ (on a utilisé $h = \frac{1}{2}gt^2$)

L'aller-retour lui prend 2 secondes.

La trottinette, qui va à la vitesse de 2 m/s, parcourt donc 4 mètres.

Question 4 Le satellite artificiel freiné

Si l'on diminue à l'aide de propulseurs la vitesse d'un satellite artificiel sur son orbite terrestre :

- A. Il descend jusqu'à une orbite plus basse où il va plus vite.
- B. Il descend jusqu'à une orbite plus basse où il va moins vite.
- C. Il monte jusqu'à une orbite plus haute où il va plus vite.
- D. Il monte jusqu'à une orbite plus haute où il va moins vite.

Une façon de comprendre est le premier principe de la thermodynamique (conservation de l'énergie). Si on freine le satellite, il perd de l'altitude, donc son énergie potentielle diminue et est transférée en énergie cinétique. On sait aussi que la vitesse d'un satellite est d'autant plus grande que son altitude est plus faible.

Question 5 La force de Coriolis

Si vous lâchez une bille depuis une tour d'une cinquantaine de mètres quelque part en région parisienne, vous constatez (en l'absence de vent) qu'à son arrivée au sol :

- A. La bille est légèrement déviée vers l'est.
- B. La bille est légèrement déviée vers l'ouest.
- C. La bille est largement déviée vers l'ouest.
- D. La bille n'est déviée ni vers l'est ni vers l'ouest.

C'est la force de Coriolis pour les mouvements de chute libre. Nulle au pôle et maximale à l'équateur.

A ne pas confondre avec la force de Coriolis subie par un pendule de Foucault (le mouvement n'a pas lieu selon le même axe) : nulle à l'équateur et maximale au pôle. Voir le cours.

Question 6 L'assistance gravitationnelle

On raisonne dans le référentiel héliocentrique.

Lorsqu'une sonde spatiale dans le système solaire gagne de la vitesse en frôlant la Terre (effet de fronde gravitationnelle) :

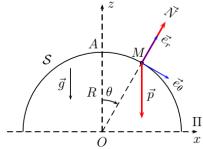
- A. La vitesse de la Terre est légèrement diminuée.
- B. La vitesse de la Terre n'est pas modifiée.
- C. La vitesse de la Terre est légèrement augmentée.

Bel exemple d'application de la troisième loi de Newton. La Terre dans son mouvement autour du Soleil accélère la sonde qui en retour freine légèrement la Terre.

Question 7 La glissade depuis le sommet d'un igloo



Un esquimau, assimilable à un point matériel M de masse m se laisse glisser sans vitesse initiale du sommet A de son igloo assimilable à une demi sphère S de rayon R et de centre O posée sur un plan Π. On considère que le glissement s'effectue sans frottement.



Selon le principe fondamental de la dynamique, on obtient, après projection sur l'axe \vec{e}_r :

$$-m\frac{v^2}{R} = N - mg\cos\theta ,$$

N étant la force de réaction du toit de l'igloo.

Exprimer la vitesse v de l'esquimau en fonction de heta en écrivant que l'énergie totale (somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique) se conserve. En un point quelconque de sa trajectoire, l'énergie potentielle de l'esquimau est égale à $mgR\cos\theta$ et vaut donc mgR au point de départ.

La valeur de θ pour laquelle l'esquimau n'est plus en contact avec l'igloo est :

- A. 28 degrés
- B. 42 degrés
- C. 48 degrés
- D. 62 degrés

Comme il y a conservation de l'énergie, à tout moment, la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique de l'esquimau reste constante.

$$0 + mgR = \frac{1}{2}mv^2 + mgR\cos\theta$$

On remplace v² dans la première équation et on écrit que N = 0 lorsque l'esquimau quitte le toit de l'igloo.

On trouve $\cos \theta = \frac{2}{3}$

Ondes électromagnétiques

Question 8 Originalité de l'onde électromagnétique

L'onde électromagnétique se propage dans le vide à la vitesse maximale possible dans notre univers.

- A. Vrai
- B. Faux

Question 9 Le contrôle radar



Un véhicule circulant en agglomération (vitesse limitée à 50 km/h) est contrôlé par un radar Doppler de la gendarmerie (fréquence d'émission = 24,125 GHz). Au passage du véhicule, la variation de fréquence enregistrée est Δf = 2 kHz. L'angle entre l'axe du faisceau radar et l'axe de déplacement des véhicules mesurés est égal à 25 degrés.

Le véhicule est en infraction.

- A. Vrai
- B. Faux

La formule de l'effet Doppler classique est :
$$\frac{\Delta f}{f_e} = \frac{2v\cos\theta}{c}$$

D'où
$$v = \frac{c\Delta f}{2f_e \cos \theta} = \frac{310^8 \times 210^3}{2 \times 24,125 \cdot 10^9 \times \cos(25)} \times 3,6 \approx 49 \text{ km/h}$$

Attention, il faut le facteur 2 car l'onde électromagnétique fait un aller-retour : il y a un effet Doppler pour chacun des trajets.

Relativité

Question 10 Le voyageur de Paris à New York

Vous empruntez un avion de ligne qui vous emmène de Paris à New York.

A votre arrivée à New York:

- A. Vous avez vieilli très légèrement plus que les employés de l'aéroport de New York restés sur place durant votre vol.
- B. Vous avez vieilli très légèrement moins que les employés de l'aéroport de New York restés sur place durant votre vol.
- C. Il n'y a aucune différence d'âge car les effets relativistes ne sont que des effets de perspective.

On a vu en cours que le sens de la désynchronisation (avance ou retard) dépend du sens du parcours (dans le sens de la rotation de la Terre sur elle-même ou en sens opposé). Voir les planches du cours.

Question 11 Le temps propre du joggeur

La durée propre enregistrée par la montre d'un joggeur pour aller du point A au point B est égale à la longueur de sa ligne d'univers dans l'espace-temps divisée par la vitesse limite.

- A. Vrai
- B. Faux

Peu de réponses correctes à cette question!

La formule vue en cours (valable aussi bien en relativité restreinte que générale) est :

$$\Delta \tau_{AB} = \frac{1}{c} \int_{A}^{B} ds$$

Retenir que le temps propre correspond toujours à la longueur dans l'espace-temps (au sens de la métrique).

Question 12 La désynchronisation des horloges parfaites

La désynchronisation de deux horloges identiques parfaites (marquant initialement des temps identiques) est incompréhensible en physique galiléo-newtonienne.

A. Vrai

B. Faux

Question 13 Collision-adhésion de quatre particules de même masse



Quatre particules de masse identique m subissent une collision frontale à la vitesse 4c/5 (dans le référentiel du laboratoire) et forment une particule composite de masse M (vitesse nulle). Que vaut le rapport M / m (en arrondissant à l'entier supérieur) ?

- B. 5
- C. 6
- D. 7

Similaire aux QCMs précédents.

Question 14 L'aller-retour à accélération propre constante



On suppose qu'un vaisseau quitte la Terre avec une accélération propre constante de 1 g \simeq 10 m/s² (c'est l'accélération mesurée à bord du vaisseau). Le voyage aller-retour se fait en quatre phases de durée identique : une accélération de 1g, une décélération de 1 g, une accélération de 1 g, une décélération de 1 g.

La durée de l'aller-retour pour les passagers est de 16 ans.

On rappelle que le temps t terrestre en fonction du temps propre à bord du vaisseau (en accélération propre ou décélération propre constante g) est donné par :

$$t = \frac{c}{g}\sinh\left(\frac{g\tau}{c}\right)$$

La durée de l'aller-retour pour les habitants de la Terre est de :

- A. 16 ans
- B. 30 ans
- C. 60 ans
- D. 120 ans

Peu de réponses correctes à cette question!

La formule s'applique pour chacune des 4 phases du trajet.

La durée de l'aller-retour pour les habitants terrestres est donc donnée par :

$$\Delta t = 4 \frac{c}{g} \sinh \left(\frac{g\frac{\Delta \tau}{4}}{c}\right)$$
 avec $\Delta \tau = 16$ ans $= 16 \times 365 \times 24 \times 3600$ s

Un bel exemple de mouvement accéléré (aucun problème pour la relativité restreinte).

Question 15 La chute libre vers un trou noir

Vous vous trouvez très loin d'un trou noir (on suppose qu'il n'existe aucune autre influence que le trou noir dans l'environnement du corps) et vous êtes fixe par rapport au trou noir. Vous lâchez dans le vide un corps, le corps est donc en chute libre en direction du trou noir (mouvement purement radial).

Vous voyez le corps d'abord accélérer jusqu'à un certain point puis décélérer progressivement jusqu'à s'immobiliser en atteignant l'horizon du trou noir.

A. Vrai

B. Faux

La chute libre radiale vers un trou noir est un superbe exemple de prédiction extrême de la relativité générale.

L'observateur extérieur voit le voyageur s'immobiliser à cause de la disparité entre les temps propres. Un observateur qui serait garé à proximité de l'horizon verrait quant à lui le voyageur s'approcher avec une vitesse croissante (qui tendrait vers c).

Deux observations aux antipodes pour deux observateurs différents.

Effet Sagnac

Question 16 L'effet Sagnac universel

L'effet Sagnac ne dépend ni de la nature des entités utilisées pour faire un tour complet ni de leur vitesse par rapport au circuit fermé en rotation.

A. Vrai

B. Faux

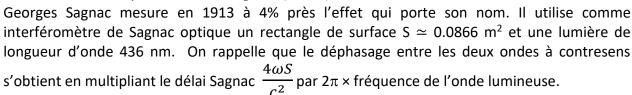
Question 17 Applications de l'effet Sagnac

L'effet Sagnac est à prendre en compte dans les techniques de transfert de temps.

A. Vrai

B. Faux

Question 18 L'expérience de Sagnac (1913)



Quel déphasage Sagnac s'attend-il (grossièrement) à mesurer avec une fréquence de rotation de son interféromètre de 2 Hz (on rappelle que $\omega=\frac{2\pi}{r}$)?

- A. 0.02 radian
- B. 0.2 radian
- C. 2 radians
- D. 4 radians

En remarquant que λ = cT, le déphasage Sagnac est égal à $\frac{8\pi\omega S}{\lambda c}$, ce qui donne environ 0.21 radian.

Géolocalisation par satellites

Question 19 Les échanges du smartphone avec les satellites de géolocalisation Le smartphone ne fait que recevoir les signaux en provenance des satellites de géolocalisation. Il ne leur transmet aucun message.

A. Vrai

B. Faux

Question 20 L'ICD du GPS

L'ICD (Interface Control Document) du GPS recommande explicitement de décaler la fréquence des horloges embarquées à bord de chaque satellite afin de compenser l'effet relativiste de désynchronisation des horloges parfaites, une fois le satellite en orbite.

A. Vrai

B. Faux

Voir cours pour l'extrait de l'ICD.

Question 21 La désynchronisation relativiste des horloges à bord des satellites de géolocalisation

Une horloge parfaite à bord d'un satellite de géolocalisation (GPS, Galileo ou Beidou) avance par rapport à une horloge au rythme identique, parfaite et fixe à la surface de la Terre.

A. Vrai

B. Faux

Voir cours pour la courbe donnant la désynchronisation d'un satellite en fonction de son altitude.

Ondes gravitationnelles

Question 22 La vitesse de propagation des ondes gravitationnelles



On suppose que comme pour GW170817, on a détecté sur Terre pour la même source (une binaire d'étoiles à neutrons) un sursaut gamma (onde électromagnétique) et une onde gravitationnelle. Le sursaut gamma a été reçu sur Terre 3 secondes plus tard que le pic de l'onde gravitationnelle et la source se trouve à 300 millions d'années-lumière de la Terre. On rappelle qu'une année-lumière vaut environ 10 000 milliards de kilomètres. Si l'on suppose que le sursaut gamma a été émis depuis la source **10 secondes plus tard** que le pic de l'onde gravitationnelle, que vaut l'écart relatif $\frac{\mathbf{v}_{OG} - \mathbf{c}}{c}$ entre la vitesse de propagation de l'onde gravitationnelle et celle de l'onde électromagnétique ?

- A. 10⁻¹⁵
- B. 7 10⁻¹⁶
- C. -10⁻¹⁵
- D. -7 10⁻¹⁶

Peu de réponses correctes à cette question!

L'écart de temps à l'arrivée pour les deux ondes est

$$\Delta t = \frac{\mathrm{d}}{c} - \frac{\mathrm{d}}{c + \Delta v} = \frac{\mathrm{d}}{c} \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{\Delta v}{c}} \right) \cong \frac{\mathrm{d}\Delta v}{c^2}$$

$$\frac{\Delta v}{c} \cong -\frac{c \, \Delta t}{d} = -\frac{3 \, 10^8 \times 7}{300 \, 10^6 \times 10^4 \times 10^9 \times 10^3} \cong -7 \, 10^{-16}$$

Si le sursaut gamma arrive 3 secondes après l'onde gravitationnelle alors qu'il a été émis au niveau de la source 10 secondes plus tard, c'est que le voyage de la source jusqu'à la Terre lui a pris 7 secondes <u>de moins</u>. Cela veut dire que l'onde gravitationnelle a voyagé moins vite, donc le signe est **un** -.

Question 23 La fréquence de l'onde gravitationnelle

La fréquence de l'onde émise par une binaire spiralante (par exemple deux trous noirs ou deux étoiles à neutrons) augmente car les deux composantes de la binaire se rapprochent l'une de l'autre en tournant de plus en plus vite.

A. Vrai

B. Faux

Question 24 Onde gravitationnelle et lentille gravitationnelle

Une onde gravitationnelle peut être démultipliée par effet de lentille gravitationnelle (il est possible donc de recevoir plusieurs répliques décalées dans le temps de la même onde gravitationnelle émise par exemple par une binaire spiralante).

A. Vrai

B. Faux

Peu de réponses correctes à cette question!

L'onde gravitationnelle est une oscillation de la **courbure « de fond »** de l'espace-temps. Elle est donc sensible à l'effet Shapiro, à l'expansion de l'Univers et aux effets de lentille gravitationnelle.

Physique quantique

Question 25 Les inégalités de Heisenberg



On utilise une lumière de longueur d'onde 562 nm pour déterminer la position d'un électron avec une précision égale à cette longueur d'onde. Quelle est la meilleure précision atteignable (grossièrement) pour la mesure de la vitesse de l'électron?

- A. 10 m/s
- B. 100 m/s
- C. 200 m/s
- D. Il n'y a pas de limite théorique

Similaire aux QCMS précédents.

Question 26 L'intrication quantique

L'intrication quantique implique qu'il peut y avoir échange d'information dans l'espace entre deux points à une vitesse supérieure à c (qui vaut environ 300 000 km/s).

A. Vrai B. Faux

Vu en cours. On ne peut pas exploiter l'intrication quantique pour transmettre de l'information d'un point A à un point B à une vitesse supérieure à c.

Cela tient au fait qu'on a affaire à un hasard non local : on ne sait pas à l'avance ce que vaudront les valeurs à transmettre. Il y a bien des corrélations nouvellement prédites par la physique quantique mais cela n'implique pas qu'il y a violation de la vitesse limite.

Peu de réponses correctes à cette question!

Question 27 Physique quantique et indéterminisme

Selon la physique quantique, il n'est pas possible de prédire avec certitude les résultats de mesure même avec des instruments parfaits.

A. Vrai

B. Faux

Thermodynamique

Question 28 Les gifles d'Obélix



Imaginez qu'Obélix vous gifle. Vous ressentez une rougeur à la joue. La température de la région touchée a varié de 2 degrés Celsius. On suppose que la masse de la main qui vous atteint est de 2 kg et que la masse de la peau rougie est de 100 g. On prend comme valeur de la capacité thermique massique de la peau de la joue : C_{joue} = 3,8 kJ.K⁻¹.kg⁻¹.

La vitesse de la main juste avant l'impact vaut environ :

- A. 89 km/h
- B. 99 km/h
- C. 109 km/h
- D. 119 km/h

Similaire aux QCMS précédents.

Question 29 Le théorème de Noether (1918)

Selon le théorème de Noether, la conservation de l'énergie (premier principe de la thermodynamique) va de pair avec l'invariance des lois physiques par translation dans le temps.

A. Vrai B. Faux

Question 30 La thermodynamique du trou noir

Moins un trou noir est massif, moins il met de temps à s'évaporer par le rayonnement de Hawking.

A. Vrai

B. Faux

La température d'un trou noir est d'autant plus grande que sa masse est plus faible. Les trous noirs les moins massifs sont ceux qui s'évaporeront le plus vite. Les trous noirs astrophysiques connus s'évaporent très lentement. On n'a jamais observé ce phénomène jusqu'ici.

Question 31 La composition de porte X + Z est équivalente à :

1. $(Y - X) \sqrt{2}$

2. $(X - Y) \sqrt{2}$

3. $H\sqrt{2}$

4. $(Y + H) \sqrt{2}$

Dans la présentation « Notions indispensables », on rappelle que la porte X = $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ et la porte Z = $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$, leur somme est égale à X + Z = $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$. Or la porte de Hadamard a pour définition H = $\frac{1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$, ce qui implique que X + Z = H $\sqrt{2}$

Question 32 En informatique quantique une transformation est unitaire si

- 1. Elle ne comprend qu'une seule itération
- 2. Elle est inversible
- 3. Elle conserve la norme
- 4. Elle n'utilise qu'une seule porte

Par définition, toute transformation de calcul quantique conserve la norme et ces transformations sont appelées pour cela unitaires.

Question 33 La cryptographie asymétrique comporte :

- 1. Une clé publique et une clé privée
- 2. Deux clés composées de deux nombres premiers
- 3. deux clés calculé par une exponentiation modulaire
- 4. Une clé publique composée d'un nombre premier très grand

La cryptographie asymétrique utilise deux clés, une clé publique et une clé privée. Tout le monde peut coder avec la clé publique et seuls les utilisateurs connaissant la clé privée peuvent la décoder.

Question 34

L'intrication de deux qubit en calcul quantique est réalisée avec

- 1. Une porte H et une porte X
- 2. Une porte X et une porte Z
- 3. Une porte X et une porte Cnot
- 4. Une porte H et une porte Cnot

La porte de Hadamard a pour effet de superposer les états de base et est conjuguée avec une porte Cnot. On retrouve les qubits intriqués à la sortie du bit cible de la porte Cnot.

Question 35

La cryptographie quantique est un système de cryptographie à clé

- 1. Symétrique
- 2. Dans une superposition d'états
- 3. Asymétrique
- 4. Aléatoire

Dans les systèmes de cryptographie quantique, la clé est obtenue grâce aux propriétés de la physique quantique et sert à coder et décoder le message. C'est donc un système de cryptographie symétrique.

Question 36

L'algorithme quantique qui permet de casser un système à clé symétrique classique est :

- 1. L'algorithme de Shor
- 2. L'algorithme de Grover
- 3. L'algorithme de Deutsch
- 4. L'algorithme de Deutsch-Joza

L'algorithme de Peter Shor permet de casser un système RSA et les algorithmes de Deutsch et Deutsch Josa permettent de tester si une fonction est balancée ou équilibrée. L'algorithme de lev Grover permet de trouver une combinaison dans une liste à N possibilités avec une complexité $O(\sqrt{N})$ contre O(N) pour un calcul avec un ordinateur classique. Ce serait le cas en cas d'attaque d'un système symétrique à N bits.

Question 37

Avec un système RSA Alice utilise une clé publique 49808911 et 5685669. Le message chiffré reçu par Bob est 44150104. Quel est le message primitif qu'a chiffré Alice.

- 1. 49788424
- 2. 843589
- 3. 15459484
- 4. 100001

La clé publique donnée (N, c) est 49808911 et 5685669. Il faut trouver les facteurs premiers de N avec le site dcode.fr soit $N = 2819 \times 17669$. Les nombre p et q facteurs de N permettent de calculer en faisant une inversion modulaire la clé secrète (N, d). d = inv c modu((p-1)(q-1) = 843589. Il est possible alors de retrouver le message envoyé M par une exponentiation modulaire du message reçu m = 44150104. $M = m \mod (N)$ $M = 44150104 \pmod{843589} \mod (49808911) = 100001$

Question 38

La transformé de Fourier quantique permet de trouver :

- 1. L'inverse modulaire d'une fonction
- 2. La période d'une fonction
- 3. L'exponentiation modulaire d'une fonction
- 4. L'un des facteurs premiers d'un entier

Le système RSA implique qu'à partir de N et du message m reçu, il est possible de trouver les facteurs de N si on trouve l'ordre ou la période r de la fonction $F(r) = m^r \mod (N)$. La transformée de Fourier quantique permet de trouver la période de cette fonction.

Question 39

En calcul quantique la porte de Toffoli est une porte à

- 1. Deux qubits
- 2. Trois qubits
- 3. Un qubit
- 4. Quatre qubits

La porte de Toffoli est une extension de la porte Cnot et concerne donc trois qubits.

Question 40

En calcul et cryptographie quantique les états logiques sont représentés par :

- 1. L'énergie des particules
- 2. La polarisation des particules
- 3. La phase des particules
- 4. La vitesse des particules

La polarisation ou le spin des particules comme le photon ou l'électron sont des états quantiques à deux dimensions et sont donc appropriés à représenter des états logiques dans les applications telles que la cryptographie quantique et le calcul quantique.