

# IF.1204 - Sciences du numérique

## QCM (rattrapage) du 9 novembre 2019

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



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

On prendra comme valeur de l'accélération de la gravité à la surface de la Terre  $g$  :  $10 \text{ m/s}^2$ .

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

### Physique galiléo-newtonienne

#### Question 1 La Tour de Pise



Galilée n'a sans doute pas réalisé l'expérience de la Tour de Pise haute de 57 mètres (il a en fait réussi à faire beaucoup mieux avec ses plans inclinés). Mais s'il l'avait réalisée, combien de temps environ aurait mis une boule lâchée du sommet pour atteindre le sol (on négligera les effets dus à la résistance de l'air) ?

- A. 2,3 secondes
- B. 3,4 secondes**
- C. 4,5 secondes
- D. 5,6 secondes

#### Question 2 L'accéléromètre du smartphone

Si l'accéléromètre d'un smartphone en parfait état de marche et localisé quelque part dans l'environnement de la Terre mesure 0 g sur chacun des trois axes, cela signifie que le smartphone est en chute libre.

- A. Vrai**
- B. Faux

#### Question 3 Le pendule de Foucault à l'équateur

A l'équateur, un pendule de Foucault oscillerait dans un plan fixe (force de Coriolis nulle).

- A. Vrai**
- B. Faux

#### Question 4 La force de marée

La force de marée exercée par le Soleil sur la Terre est moitié moindre que celle exercée par la Lune.

- A. Vrai**
- B. Faux

### Question 5 Le gros camion et la petite voiture

Lorsqu'un gros camion pousse une petite voiture avec une force donnée, la petite voiture exerce une force égale et opposée sur le gros camion.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 6 Les satellites

Les satellites en orbite autour de la Terre sont soumis à une résultante de forces nulle.

- A. Vrai
- B. Faux

## Ondes électromagnétiques

### Question 7 La fibre optique

Dans une fibre optique, un signal électromagnétique se propage à une vitesse égale à environ 75 % de la vitesse de propagation de la lumière dans le vide.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 8 La détection des ondes électromagnétiques

Qui a le premier mis en évidence l'existence des ondes électromagnétiques ?

- A. Claude Chappe
- B. Samuel Morse
- C. Heinrich Hertz
- D. Guglielmo Marconi

### Question 9 L'effet Doppler pour un manège

On dispose en périphérie d'un manège tournant à la vitesse  $v = 3 \text{ m/s}$  une source lumineuse qui émet une onde de fréquence  $f_{\text{émission}}$  en direction du centre du manège où la fréquence de l'onde reçue  $f_{\text{réception}}$  est mesurée.

Que vaut en valeur absolue le décalage relatif de fréquence  $\frac{f_{\text{réception}} - f_{\text{émission}}}{f_{\text{émission}}}$  ?

- A. Le décalage est nul car la distance entre l'émetteur et le récepteur est fixe
- B. Le décalage vaut  $5 \cdot 10^{-17}$
- C. Le décalage vaut  $10^{-17}$
- D. Le décalage vaut  $10^{-8}$

## Relativité

### Question 10 Le joggeur

Un joggeur parcourt vers l'ouest avec son horloge l'avenue des Champs-Élysées en se dirigeant vers l'Arc de triomphe où se trouve une horloge immobile. On suppose les horloges identiques, parfaites et synchronisées avant le départ du joggeur depuis le bas des Champs-Élysées.

- A. L'horloge du joggeur parvenu à l'Arc de triomphe retarde par rapport à l'horloge fixe.
- B. L'horloge du joggeur parvenu à l'Arc de triomphe avance par rapport à l'horloge fixe.
- C. L'horloge du joggeur parvenu à l'Arc de triomphe est toujours synchronisée avec l'horloge fixe.

### Question 11 Les mouvements accélérés

Le qualificatif « restreinte » dans « relativité restreinte » signifie que la relativité restreinte ne permet pas de prédire correctement le point de vue d'observateurs accélérés, contrairement à la relativité générale.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 12 Originalité de la relativité

L'une des originalités de la relativité est qu'il existe une vitesse maximale de propagation de l'information.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 13 Collision-adhésion de trois particules de même masse



Trois 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  $M / m$  ?

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6

### Question 14 L'effet Shapiro

L'effet Shapiro est un retard dans la propagation d'un signal électromagnétique dû à la courbure de l'espace-temps.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 15 La définition du trou noir

Dans le cadre de la relativité générale, un trou noir est un corps extrêmement dense.

- A. Vrai
- B. Faux

## Effet Sagnac

### Question 16 Interprétation de l'effet Sagnac

L'effet Sagnac est purement relativiste.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 17 Applications de l'effet Sagnac

L'effet Sagnac est utilisé couramment dans les centrales inertielles équipant les avions de ligne commerciaux.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 18 Expérience de pensée

On imagine l'expérience de pensée suivante. Deux horloges identiques parfaites et synchronisées partent du même point O sur Terre (à bord d'un avion) au même instant et font exactement le même trajet à l'équateur à contresens l'une de l'autre, avec la même vitesse par rapport au sol.

On rappelle que le délai Sagnac vaut  $\frac{4\pi R^2 \omega}{c^2}$ . On prendra pour le rayon R de la Terre à l'équateur 6378 km et pour la vitesse angulaire  $\omega$  de la Terre la valeur :  $7,3 \cdot 10^{-5}$  rad/s

- A. Les deux horloges reviennent au point O séparées par un délai de 207 microsecondes.
- B. Les deux horloges reviennent au point O séparées par un délai de 207 nanosecondes.
- C. Les deux horloges reviennent au point O séparées par un délai de 414 microsecondes.
- D. Les deux horloges reviennent au point O séparées par un délai de 414 nanosecondes.

## Géolocalisation par satellites

### Question 19 La précision des horloges embarquées

Si l'on veut obtenir une précision d'au moins 1 mètre dans l'estimation de la position du récepteur GPS, l'erreur dans le temps d'émission fourni par les horloges des satellites ne doit pas excéder :

- A. 3 millisecondes
- B. 3 microsecondes
- C. 3 nanosecondes
- D. 3 picosecondes

### Question 20 L'ICD du GPS

Selon l'ICD (Interface Control Document) du GPS (2016), la désynchronisation relativiste de l'horloge du satellite GPS due à l'excentricité de l'orbite du satellite doit être prise en compte dans le calcul réalisé au niveau du récepteur.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 21 La désynchronisation relativiste des horloges à bord des satellites

Une horloge parfaite à bord d'un satellite autour de la Terre :

- A. retarde toujours par rapport à une horloge identique, parfaite et fixe à la surface de la Terre.
- B. avance toujours par rapport à une horloge identique, parfaite et fixe à la surface de la Terre.
- C. retarde ou avance selon son altitude par rapport à une horloge identique, parfaite et fixe à la surface de la Terre.

## Ondes gravitationnelles

### Question 22 La vitesse de propagation de l'onde gravitationnelle

Selon la relativité générale, l'onde gravitationnelle se propage à la vitesse maximale de propagation de l'information dans l'Univers.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 23 La fluctuation en distance



On rappelle qu'une année-lumière vaut environ 10 000 milliards de kilomètres.

A quelle variation de distance entre la Terre et son étoile la plus proche (Proxima du Centaure située à environ 4 années-lumière) la détection avec LIGO ou VIRGO d'une onde gravitationnelle d'amplitude  $10^{-21}$  équivaut-elle ?

- A. 0.04 micron
- B. 0.04 millimètre
- C. 4 mètres
- D. 400 mètres

### Question 24 Ondes gravitationnelles et détecteurs

Les détecteurs LIGO/VIRGO sont capables de détecter des ondes gravitationnelles de fréquence inférieure à 1 Hz.

- A. Vrai
- B. Faux

## Physique quantique

### Question 25 Les inégalités de Heisenberg

Compte tenu de son mouvement aléatoire autour du noyau, l'incertitude sur la position de l'électron est de l'ordre du rayon atomique, soit de l'ordre d'un Angström ( $10^{-10}$  m).

On prendra pour la masse de l'électron  $9.1 \cdot 10^{-31}$  kg et pour la constante de Planck  $6.62 \cdot 10^{-34}$ .

Quelle est la meilleure précision en m/s que l'on puisse atteindre sur l'estimation de la vitesse de l'électron ?

- A. De l'ordre de 10
- B. De l'ordre de  $10^3$
- C. De l'ordre de  $10^6$**
- D. De l'ordre de  $10^9$

### Question 26 L'intrication quantique

L'intrication quantique est une propriété dont l'originalité réside dans le fait que la mesure réalisée sur une particule permet de connaître instantanément l'état d'une autre particule, quelle que soit la distance entre les deux particules.

- A. Vrai
- B. Faux**

### Question 27 La nature du photon

Le concept de photon (« grain de lumière ») constitue un retour à la théorie corpusculaire de Newton.

- 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 1 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 :  $C_{\text{joue}} = 3,8 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ .

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

- A. 120 km/h
- B. 130 km/h
- C. 140 km/h**
- D. 150 km/h

### 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 l'espace.

- A. Vrai
- B. Faux

### Question 30 La thermodynamique du trou noir

Plus un trou noir est massif, plus il est froid.

- A. Vrai
- B. Faux

## Cryptographie quantique et ordinateur quantique

### Question 31

**La condition nécessaire de la sécurité maximale du chiffrement au sens de Shannon est réalisée quand :**

- A. La capacité maximale de la transmission est réalisée
- B. Le codage est symétrique
- C. La clé est aussi longue que le message
- D. La clé est définie à partir du message

### Question 32

**Dans l'équation de Schrödinger la variable  $\psi$  :**

- A. Représente la vitesse et la position d'un objet quantique
- B. Est un vecteur dont le module au carré est égal à 1

### Question 33

**Les états logiques 0 et 1 des bits quantiques ou qubits sont physiquement représentés par :**

- A. La vitesse des électrons, photons ou ions
- B. Le spin des électrons, photons ou ions
- C. La position des électrons, photons ou ions
- D. L'énergie des électrons, photons ou ions

### Question 34

**En calcul ou informatique quantique :**

- A. On ne peut pas dupliquer un état quantique
- B. On ne peut pas utiliser des états superposés

Question 35

**L'algorithme quantique de Peter Shor permet**

- A. De trouver en un seul cycle si une fonction est constante ou non
- B. De factoriser un nombre très grand de plusieurs centaines de chiffres en un temps polynomial

Question 36

**En cryptographie quantique**

- A. Le message est codé par des qubits
- B. La clé et le message sont intriqués
- C. Seule la clé est obtenue par un protocole quantique
- D. La clé et le message sont dans des états superposés

Question 37

**En cryptographie classique à clé symétrique :**

- A. Le message est chiffré et déchiffré avec la même clé
- B. La clé est symétrique avec le message
- C. La clé de déchiffrement est l'inverse de la clé de chiffrement
- D. La clé est le produit de deux nombres entiers

Question 38

**Le système RSA utilise :**

- A. Une fonction mathématique à sens unique comme le produit de deux nombres premiers
- B. Une clé obtenue à partir d'un nombre premier

Question 39

**La porte de Hadamard :**

- A. Réalise l'inverse de l'état d'un qubit
- B. Met le qubit dans une superposition d'états

Question 40

**La transformée de Fourier quantique est utilisée dans :**

- A. L'algorithme de David Deutsch
- B. L'algorithme de Peter Shor