

## Rapport de concours du 8 mai 2019

### ÉPREUVE DE PHYSIQUE

#### Version longue

L'intégralité du sujet est téléchargeable gratuitement sur [www.concoursavenir.fr](http://www.concoursavenir.fr)

#### Présentation générale concernant l'ensemble des épreuves du Concours Avenir 2019 :

Avec plus de 11 000 candidats de Terminale et Bac+1 lors de l'édition 2019, le Concours Avenir se positionne comme **le concours réunissant le plus grand nombre de candidats souhaitant rejoindre une école d'ingénieur postbac privée en France.**

Il regroupe 8 Grandes Ecoles d'Ingénieurs (réparties sur 14 campus) régulièrement citées parmi les meilleures écoles d'ingénieurs postbac françaises (l'ECE, l'EIGSI, l'EISTI, l'EPF, l'ESIGELEC, l'ESILV, l'ESITC Caen et l'ESTACA).

L'ensemble des épreuves de ce concours se déroule sous la forme de Q.C.M.

L'efficacité et la notoriété croissante de ces questionnaires numérisés sont principalement dues à leur validation par rapport à des épreuves classiques sur des populations identiques, notamment grâce à deux qualités spécifiques :

- Le "correcteur" est identique pour tous les candidats, le barème est donc appliqué sans interprétation et ne fluctue pas au cours du temps. Les résultats obtenus ne nécessitent donc aucune péréquation. De plus, il est tout à fait possible de tester plusieurs barèmes sur une même épreuve (ou partie d'épreuve).

- Pour les enseignants, l'examen statistique de grandes populations permet de tirer des renseignements importants sur l'assimilation des programmes, et alimente la réflexion sur la pratique pédagogique au quotidien. C'est dans cette optique que nous vous proposons ce rapport de concours 2019.

#### Statistiques générales 2019 (toutes épreuves confondues) :

|                                       | Maths | Français | Physique | Anglais |
|---------------------------------------|-------|----------|----------|---------|
| <b>Note moyenne (sur 20)</b>          | 6,49  | 6,88     | 10,56    | 6,85    |
| <b>Ecart-type (sur 20)</b>            | 3,03  | 3,03     | 3,68     | 3,69    |
| <b>Note min (sur 20)</b>              | -3,70 | -3,85    | -2,37    | -3,70   |
| <b>Note max (sur 20)</b>              | 18,22 | 17,63    | 20,00    | 20,00   |
| <b>Nb moyen de questions traitées</b> | 31    | 38,6     | 39       | 35      |
| <b>Nb max de questions traitées</b>   | 60    | 45       | 60       | 45      |
| <b>Nb min de questions traitées</b>   | 5     | 10       | 7        | 4       |
| <b>Nb moyen de bonnes réponses</b>    | 19    | 21,3     | 27       | 20      |
| <b>Nb moyen de mauvaises réponses</b> | 12    | 17,3     | 12       | 15      |

## Commentaires généraux concernant l'épreuve de Physique du Concours Avenir 2019

Le sujet de physique couvre l'ensemble du programme de la classe de Terminale S, à savoir les ondes et la matière, les lois et modèles, ainsi que les défis du XXI<sup>ème</sup> siècle dans l'esprit plus général des 3 compétences : « observer », « comprendre » et « agir ». Le sujet fait aussi parfois appel à des notions traitées en classe de Seconde ou de Première S.

Il comporte quatre exercices qui sont liés à la même problématique, celle de l'épreuve de natation de 50 m des jeux olympique de Paris en 2024. Les exercices abordent l'infrastructure du stade et du bassin sur les thèmes du son et des échanges de chaleur. Ensuite, une étude mécanique du plongeur et de la nage du sportif est proposée. Enfin, les deux derniers exercices traitent de la mesure de la vitesse du nageur par effet Doppler, des éléments sur la retransmission et le stockage de l'information. Pour finir, des questions sur les ondes et la lumière sont présentées en rapport avec cette épreuve de natation.

Les candidats devant traiter seulement 45 questions parmi 60, ils avaient donc la possibilité de ne pas répondre à 15 questions. Celles qui ont été les moins traitées, dont le taux d'abstention est supérieur à 60%, sont les suivantes :

- **n° 11 (70,6%)** : Une question qui nécessite un léger calcul, mais une conversion ne devait pas être oubliée.
- **n° 47 (76,4%)** : Encore une question avec des calculs et de la conversion.
- **n° 50 (82,8%)** : Cette question n'était pas difficile mais le calcul nécessitait une conversion d'octets en bits.
- **n° 52 (84,2%)** : Une question avec des calculs impliquant la fonction logarithme. Les candidats n'ont peut-être pas souhaité s'aventurer dans les calculs, pourtant peu complexes.
- **n° 54 (81,3%)** : Le calcul n'était pas complexe mais il nécessitait une conversion d'électrons-volt en joule.
- **n° 57 (89,1%)** : L'utilisation d'une formule inconnue a pu faire peur ou les candidats n'ont pas souhaité perdre de temps avec cette question.

En conclusion, les candidats ont assez bien répondu sur les parties du programme liées aux ondes (électromagnétiques et sonores), à la mécanique classique ainsi que sur les échanges thermiques. Le stockage de l'information n'a peut-être pas été traité en classe par tous les candidats au moment de l'épreuve. Les parties suivantes ont donné plus de mal à l'ensemble des candidats :

- L'introduction à la physique quantique ;
- Le laser.

**Rappel** : les candidats ne doivent répondre qu'à 45 questions sur les 60 proposées. Chaque réponse exacte incrémente le score du candidat de 3 points, tandis qu'une mauvaise réponse entraîne le retrait d'un point.

### **EXERCICE 1 :**

#### **1<sup>ère</sup> partie : Questions de 1 à 8**

Cette partie traite de l'étude sonore du centre aquatique. Les notions d'intensité sonore, de niveau sonore et d'interférences sont requises. L'exercice est classique et fait appel à des notions et définitions vues en classe.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 77,3%

Taux moyen d'abstention : 14,0%

#### **2<sup>nde</sup> partie : Questions de 9 à 15**

Cette partie aborde les échanges thermiques au sein du bassin. Les notions de mode de transfert thermique, d'énergie interne, de puissance, de conductivité et de résistivité thermiques sont abordées. L'utilisation et la manipulation de ces concepts sont évoqués.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu 56,7%

Taux moyen d'abstention : 37,2%

### **EXERCICE 2 :**

#### **1<sup>ère</sup> partie : Questions de 16 à 23**

Cette partie traite de la phase 1 du mouvement mécanique soit du plongeur du nageur. On y retrouve l'expression du champ de pesanteur terrestre, les projections des vecteurs accélération et vitesse ainsi que l'équation horaire que l'on

utilisera pour obtenir des résultats quantitatifs au problème. Il s'agit d'une partie similaire à des sujets de baccalauréat déjà tombés.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 74,4%

Taux moyen d'abstention : 14,7%

### **2<sup>nd</sup>e partie : Questions de 24 à 33**

Dans cette partie, il s'agit d'étudier le mouvement du nageur lors d'une trajectoire rectiligne et uniforme. Des notions simples sur les lois de Newton, les forces, la quantité de mouvement sont utilisées pour une expression des énergies potentielle et cinétique au cours du mouvement. Ces notions vues en classe de première sont revues en classe de terminale.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 82,5%

Taux moyen d'abstention : 23,5%

### **EXERCICE 3 :**

#### **Questions de 34 à 43**

Cette partie tente de mesurer la vitesse des nageurs par un système utilisant les ondes électromagnétiques. L'effet Doppler est décrit ainsi que le passage d'une onde à travers un milieu dont les caractéristiques sont demandées. Cette partie fait appel à des rappels des classes précédentes, revus en classe de terminale.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 66,1%

Taux moyen d'abstention : 41,2%

### **EXERCICE 4 :**

#### **1<sup>ère</sup> partie : Questions de 44 à 50**

Cette partie aborde les connaissances exigibles sur la numération d'un signal avec l'encodage en bits et en octets à propos d'une image en RVB. Les notions de débit et de stockage sont également abordées. L'exercice est assez classique mais peut être que cette partie du programme n'a pas été totalement abordée par les candidats au moment du concours.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 54,8%

Taux moyen d'abstention : 54,5%

#### **2<sup>nd</sup>e partie : Questions de 51 à 60**

Pour finir, cette dernière partie évoque les propriétés des ondes dans la propagation, les effets quantiques, le laser, la diffraction et un peu de relativité. Il s'agit de questions de cours et vues tout au long de l'année.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 53,3%

Taux moyen d'abstention : 56,1%

# Concours Avenir 2019

## Épreuve de Physique

Durée : 1h30

Les Jeux olympiques d'été de 2024, officiellement appelés les Jeux de la XXXIII<sup>e</sup> olympiade de l'ère moderne, seront célébrés à Paris en 2024.

Un centre aquatique accueillera toutes les compétitions de natation indoor : courses, natation synchronisée et épreuves de plongeon. Ce centre aquatique sera installé au pied du Stade de France, auquel il sera relié par une passerelle.

Dans sa configuration olympique, le site pourra accueillir 17 000 personnes.



Les différentes parties de ce concours portent sur l'infrastructure de ce centre aquatique, sur l'épreuve du 50 m nage libre et sur les aménagements faits pour suivre la compétition.

### **EXERCICE 1 : Le centre aquatique**

Le centre aquatique est prévu pour accueillir 17 000 visiteurs lors des épreuves olympiques. Les architectes et ingénieurs doivent donc faire attention à la sonorisation des lieux.

La piscine olympique est un bassin de longueur  $D = 50 \text{ m}$ , de largeur 10 m et d'une profondeur  $H = 2 \text{ m}$ .

Données : Capacité calorifique massique de l'eau :  $C_p = 4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \text{K}^{-1}$

Masse volumique de l'eau :  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Conductivité thermique de l'eau :  $\lambda_{\text{eau}} = 0,5 \text{ SI}$

Conductivité thermique de l'air :  $\lambda_{\text{air}} = 0,025 \text{ SI}$

Expression de la résistance thermique d'une paroi de surface  $S$ , d'épaisseur  $e$  et de conductivité thermique  $\lambda$ :

$$R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$$

Intensité sonore de référence ou seuil d'audibilité :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Intensité sonore de danger pour une oreille moyenne :  $I_{\text{danger}} = 10^{-3} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$\text{Log}(17) = 1,2$$

**1) L'intensité sonore d'une onde mesurée par un capteur dépend de la puissance  $P$  captée par unité de :**

- A) Température
- B) De pression
- C) De surface
- D) De volume

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,2%      B : 10,0%      C : 72,3%      D : 8,2%      Pas de réponse : 8,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 78,8%**

L'intensité sonore est la puissance par unité de surface.

**2) Le niveau d'intensité sonore  $L$  d'une onde est relié à l'intensité sonore  $I$  de l'onde par la relation suivante :**

A)  $L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

B)  $L = 10 \log\left(\frac{I_0}{I}\right)$

C)  $L = 10 \ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$

D)  $L = 20 \log(I \times I_0)$

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 92,6% B : 5,8% C : 0,4% D : 0,0% Pas de réponse : 1,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 93,7%**

Il s'agit de la définition du niveau sonore.

**3) Pour une oreille humaine moyenne, le seuil de danger correspond à un niveau d'intensité sonore de :**

A) 60 dB

B) 90 dB

C) 110 dB

D) 120 dB

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 1,3% B : 58,5% C : 10,5% D : 21,1% Pas de réponse : 8,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 64,0%**

Pour l'oreille humaine, le seuil de danger est de 90 dB.

**4) On considère que tout visiteur assis dans les gradins du centre aquatique et parlant normalement, produit une onde sonore au milieu du centre d'un niveau d'intensité  $L = 30$  dB. On suppose que le centre aquatique est complet et que chaque visiteur est assis et parle normalement en attendant l'entrée des sportifs. Le niveau d'intensité sonore, due aux visiteurs, au milieu du centre vaut alors :**

A) 52 dB

B) 72 dB

C) 102 dB

D) 160 dB

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 5,8% B : 33,5% C : 13,2% D : 2,1% Pas de réponse : 45,4%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 61,3%**

Le niveau sonore n'est pas une fonction linéaire. 17 000 visiteurs engendrent 42 dB auxquels on ajoute les 30 dB, soit au total un niveau sonore de 72 dB.

**5) Les ondes sonores sont des ondes :**

A) Mécaniques longitudinales

B) Mécaniques transversales

C) Électromagnétiques longitudinales

D) Électromagnétiques transversales

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 66,0% B : 19,5% C : 5,0% D : 2,6% Pas de réponse : 6,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,9%**

Les ondes sonores sont des ondes longitudinales dont la perturbation se propage dans le sens de la propagation.

**6) Pour que deux ondes sonores qui se croisent interfèrent, il faut qu'elles aient :**

A) La même puissance

B) La même fréquence

C) La même intensité

D) Le même niveau sonore

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 0,6% B : 74,3% C : 6,6% D : 2,5% Pas de réponse : 16,0%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 88,5%

Les interférences ne peuvent se produire qu'avec des ondes de même fréquence.

**7) Dans le cas d'interférences constructives entre deux ondes de longueur d'onde  $\lambda$ , la différence de marche  $\delta$  a pour expression :**

A)  $\delta = 1$

B)  $\delta = \frac{\lambda}{2}$

C)  $\delta = n \cdot \lambda$ , avec n un nombre entier

D)  $\delta = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$ , avec n un nombre entier

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 1,3% B : 4,4% C : 74,6% D : 7,9% Pas de réponse : 11,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 84,6%

Les interférences sont constructives si les ondes ont une différence de marche égale à un multiple entier de leur longueur d'onde.

**8) Dans le cas de l'expérience des fentes d'Young, distantes l'une de l'autre de  $a$ , éclairées par une onde de longueur d'onde  $\lambda$ , l'expression de l'interfrange  $i$  mesurée par un capteur à une distance  $D$  des fentes est :**

A)  $i = \frac{a}{\lambda D}$

B)  $i = \frac{\lambda D}{a}$

C)  $i = \frac{a}{2D}$

D)  $i = \frac{D}{\lambda a}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 9,8% B : 66,3% C : 8,6% D : 1,6% Pas de réponse : 13,7%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 76,8%

L'interfrange lors d'interférence des fentes d'Young est  $i = \frac{\lambda D}{a}$ .

La piscine est chauffée par une pompe à chaleur de puissance électrique  $P$ . On considèrera que toute l'énergie consommée par la pompe est cédée à l'eau. Les pertes d'énergie sont donc négligées.

**9) Les transferts thermiques au sein de l'eau de la piscine pour que la température de celle-ci s'homogénéise se réalise par :**

A) Convection

B) Conduction

C) Rayonnement

D) Effet Joule

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 55,9% B : 29,1% C : 1,0% D : 2,1% Pas de réponse : 11,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 63,4%

Le mode de transfert de la chaleur dans un fluide est par convection.

**10) L'énergie interne à apporter à l'eau de la piscine pour élever la température de celle-ci de  $1^\circ\text{C}$  est :**

A) 4 kJ

B) 400 kJ

C) 400 MJ

D) 4 GJ

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 15,8% B : 8,7% C : 8,3% D : 19,8% Pas de réponse : 47,4%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 37,6%

L'énergie interne se calcule avec la relation suivante,  $\Delta U = m \cdot C \cdot \Delta T$ , en utilisant les données fournies.

**11) La puissance nécessaire de la pompe à chaleur pour réaliser une élévation de 1°C en 1h de l'eau du bassin est :**

- A)  $P \approx 1,1 \text{ mW}$
- B)  $P \approx 1,1 \text{ W}$
- C)  $P \approx 1,1 \text{ kW}$
- D)  $P \approx 1,1 \text{ MW}$

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 0,7% B : 4,4% C : 9,9% D : 14,3% Pas de réponse : 70,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 48,6%

La puissance nécessaire est la quantité d'énergie nécessaire sur la durée :  $P = \frac{\Delta U}{\Delta t}$ .

**12) L'unité de la conductivité thermique est :**

- A)  $W \cdot m \cdot K$
- B)  $W \cdot m^{-1} \cdot K$
- C)  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$
- D)  $W \cdot m \cdot K^{-1}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 0,8% B : 7,2% C : 48,1% D : 9,7% Pas de réponse : 34,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 73,1%

La conductivité thermique est l'inverse de la résistivité thermique dont elle s'exprime en  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .

**13) Pour une couche d'eau, identique en dimension à une couche d'air, la résistance thermique de cette couche d'eau est :**

- A) Plus importante que celle de l'air
- B) Égale à celle de l'air
- C) Plus faible que celle de l'air
- D) Inversement proportionnelle à celle de l'air

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 25,3% B : 0,6% C : 53,3% D : 2,2% Pas de réponse : 18,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 65,4%

La résistivité thermique est l'inverse de la conductivité thermique.

**14) L'unité de la résistance thermique est :**

- A)  $K \cdot m$
- B)  $K \cdot m^{-1}$
- C)  $K \cdot W^{-1}$
- D)  $W \cdot K^{-1}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 0,9% B : 15,8% C : 37,6% D : 14,8% Pas de réponse : 30,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 54,5%

La résistance thermique est une variation de température sur un flux ou une puissance car  $\phi = \frac{\Delta T}{R_{th}}$ .

**15) Pour une épaisseur de 1 cm d'eau à la surface du bassin, la résistance thermique de la couche d'eau est :**

- A)  $R_{th} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ SI}$
- B)  $R_{th} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$
- C)  $R_{th} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$
- D)  $R_{th} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ SI}$

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 4,3% B : 29,1% C : 17,2% D : 2,7% Pas de réponse : 46,7%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 54,5%**

En utilisant la relation donnée,  $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$ , le calcul se fait en respectant les bonnes unités.

## **EXERCICE 2 : L'épreuve du 50 m nage libre**

Dans cette partie, on s'intéresse à l'épreuve du 50 m nage libre. Un repère (Oxy) est choisi comme sur la figure ci-dessous pour étudier le mouvement du nageur lors de sa course. L'origine du repère est placée en O.

Le nageur, au moment de son départ pris comme origine des temps, a une vitesse  $V_0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  inclinée d'un angle  $\alpha = 10^\circ$  par rapport à l'horizontal.

L'étude du mouvement sera décomposée en deux phases : l'une concernant le saut et l'autre la nage à la surface de l'eau. Le plongeur sera considéré comme ponctuel. On négligera les frottements de l'air.

Données :

Intensité de pesanteur  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse du nageur :  $m = 80 \text{ kg}$

Masse de la Terre :  $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

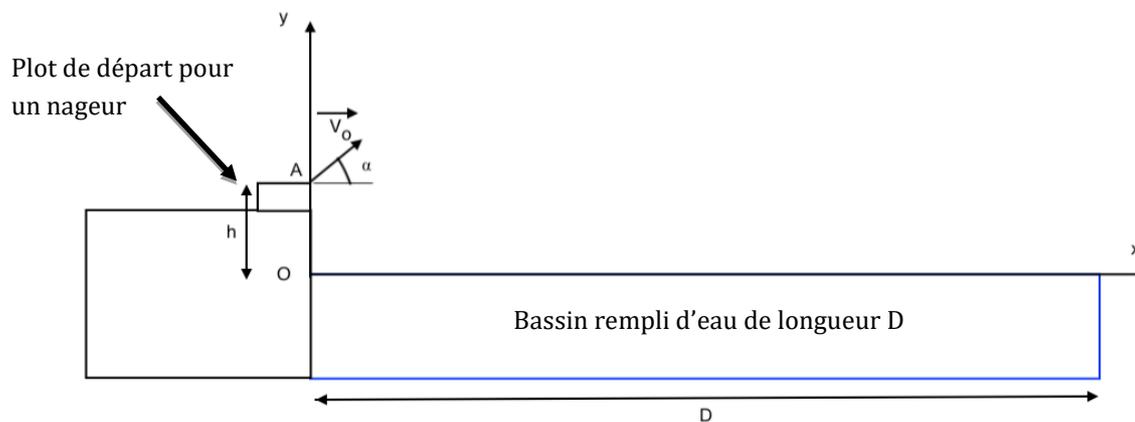
Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

d : distance centre de la Terre-Nageur

La poussée d'Archimède exercée sur un corps plongé d'un volume V dans l'eau est:

$\vec{F}_{\text{Archimède}} = -\rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot \vec{g}$  avec V : volume d'eau déplacé par la partie du corps plongée dans l'eau.  
 $\cos(10^\circ) \approx 1$

Schéma du bassin :



Phase 1 : étude du saut.

Le plongeur part du point A, à  $t = 0 \text{ s}$ , avec une vitesse initiale  $\vec{V}_0$ . Il touche l'eau au bout d'une distance horizontale parcourue  $d_{\text{ex}} = 5 \text{ m}$ . On considèrera que le plongeur n'est soumis qu'à l'action de son poids lors du saut.

**16) D'après la définition du poids du nageur, on peut exprimer l'intensité du champ de pesanteur terrestre g par la relation :**

- A)  $g = \frac{GMm}{d}$   
 B)  $g = \frac{GM}{d}$   
 C)  $g = \frac{GM}{d^2}$   
 D)  $g = \frac{Gm}{d}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 10,7% B : 7,1% C : 47,5% D : 5,1% Pas de réponse : 29,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 67,5%

Le champ de pesanteur est proportionnel à la masse de la Terre et inversement proportionnel à la distance  $d$  au carré.

**17) L'unité du champ de gravitation ou champ de pesanteur terrestre  $g$  est :**

- A)  $N \cdot m^{-1}$   
 B)  $N \cdot s^{-1}$   
 C)  $N \cdot kg^{-1}$   
 D)  $N \cdot s^{-2}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 13,6% B : 2,6% C : 57,2% D : 6,0% Pas de réponse : 20,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 72,0%

L'unité du champ de gravitation se retrouve facilement avec l'expression du poids divisée par la masse.

**18) L'accélération du plongeur pendant cette phase a pour expression :**

- A)  $\vec{a} = \vec{g}$   
 B)  $\vec{a} = -\vec{g}$   
 C)  $\vec{a} = \vec{v} \cdot \Delta t$   
 D)  $\vec{a} = \vec{0}$

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 43,3% B : 47,4% C : 2,9% D : 1,7% Pas de réponse : 4,7%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 45,4%

L'accélération est selon le champ de pesanteur.

**19) Les coordonnées de la vitesse initiale  $\vec{V}_0$ , ( $V_{0x}, V_{0y}$ ), du plongeur dans le repère (Oxy) sont :**

- A) ( $V_0 ; 0$ )  
 B) ( $0 ; V_0$ )  
 C) ( $V_0 \cdot \sin\alpha ; V_0 \cdot \cos\alpha$ )  
 D) ( $V_0 \cdot \cos\alpha ; V_0 \cdot \sin\alpha$ )

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 3,5% B : 4,5% C : 6,6% D : 79,4% Pas de réponse : 5,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 84,4%

La projection du vecteur vitesse initiale selon les axes donne un cosinus selon (Ox) et un sinus selon (Oy).

**20) Les coordonnées de la vitesse  $\vec{V}$  du plongeur en fonction du temps, lors de son saut sont :**

- A)  $V_x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha ; V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \cos\alpha$   
 B)  $V_x(t) = V_0 \cdot \sin\alpha ; V_y(t) = gt + V_0 \cdot \cos\alpha$   
 C)  $V_x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha ; V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \sin\alpha$   
 D)  $V_x(t) = V_0 \cdot \cos\alpha ; V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \cos\alpha$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 6,5% B : 2,4% C : 83,4% D : 1,6% Pas de réponse : 6,1%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 88,8%

La primitive de l'accélération donne l'expression de la vitesse en tenant compte des conditions initiales.

21) Les coordonnées de la position  $\overline{OM}$  du plongeur, lors de son saut, en fonction du temps sont :

- A)  $x(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t ; y(t) = \frac{1}{2} g t^2 + V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + h$
- B)  $x(t) = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t ; y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + h$
- C)  $x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t ; y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \cdot \sin \alpha \cdot t + h$
- D)  $x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t ; y(t) = \frac{1}{2} g t^2 + V_0 \cdot \cos \alpha \cdot t + h$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 1,8% B : 7,3% C : 82,0% D : 1,4% Pas de réponse : 7,5%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 88,7%

La primitive de la vitesse donne l'expression de la position en tenant compte des conditions initiales.

22) Le plongeur touche l'eau au bout d'une durée de :

- A)  $\Delta t = 10 \text{ s}$
- B)  $\Delta t = 5 \text{ s}$
- C)  $\Delta t = 1 \text{ s}$
- D)  $\Delta t = 0,5 \text{ s}$

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 0,7% B : 3,3% C : 17,1% D : 61,0% Pas de réponse : 17,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 74,3%

L'ordonnée du plongeur est alors nulle. On en détermine la durée du plongeon avec l'équation horaire.

23) La vitesse horizontale au moment de l'impact avec l'eau est :

- A)  $V_x = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B)  $V_x = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C)  $V_x = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D)  $V_x = 50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 16,3% B : 55,6% C : 2,2% D : 0,9% Pas de réponse : 25,0%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 74,2%

On obtient la vitesse horizontale à l'aide de l'équation horaire avec la durée du plongeon.

Phase 2 : étude de la nage.

On considèrera dans cette phase (questions 24 à 33), que le nageur étudié a un mouvement rectiligne uniforme de vitesse  $v = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  sur les 45 derniers mètres à parcourir dans l'eau.

24) Dans cette phase, la loi qui est vérifiée en considérant le référentiel terrestre comme galiléen est:

- A) La 1<sup>ère</sup> loi de Newton
- B) La conservation de la quantité de mouvement
- C) La 2<sup>ème</sup> loi de Kepler
- D) La 3<sup>ème</sup> loi de Newton

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 55,7% B : 18,0% C : 2,3% D : 8,3% Pas de réponse : 15,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 66,1%

Il s'agit de la 1<sup>ère</sup> loi de Newton car le mouvement est rectiligne et uniforme.

25) Le poids est ici compensé par :

- A) Les frottements de l'air
- B) La force de propulsion du nageur
- C) La poussée d'Archimède

D) Les frottements de l'eau

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 0,4% B : 7,2% C : 85,2% D : 3,2% Pas de réponse : 4,0%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 88,7%**

Le poids est compensé par la force opposée, la poussée d'Archimède.

**26) Le volume du plongeur dans l'eau ou volume d'eau déplacé par le plongeur est :**

- A)  $V = 8 \text{ L}$
- B)  $V = 10 \text{ L}$
- C)  $V = 80 \text{ L}$
- D)  $V = 100 \text{ L}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 9,5% B : 3,8% C : 37,0% D : 2,9% Pas de réponse : 46,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 69,5%**

Avec l'équivalence pour l'eau entre le litre et le kilo, le volume du plongeur est de 80 L.

**27) La force de propulsion du nageur est compensée par :**

- A) Les frottements de l'air
- B) La poussée d'Archimède
- C) Les frottements de l'eau
- D) Le poids

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,4% B : 5,8% C : 75,7% D : 6,3% Pas de réponse : 10,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 84,9%**

La somme des forces étant nulle, ce sont les frottements de l'eau qui compensent la force de propulsion.

**28) La durée mise par le nageur pour parcourir les 45 derniers mètres dans l'eau est :**

- A) 9 s
- B) 15 s
- C) 18 s
- D) 30 s

**Bonne réponse : D**

**Réponses :** A : 1,3% B : 2,5% C : 3,1% D : 79,8% Pas de réponse : 13,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 92,0%**

Il s'agit d'une vitesse moyenne donc la durée est la distance sur la vitesse.

**29) Le nageur, durant cette phase, est un système :**

- A) Calorifugé
- B) Isolé
- C) Pseudo-isolé
- D) Ouvert

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,2% B : 8,9% C : 54,7% D : 6,0% Pas de réponse : 29,1%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 77,2%**

Le système est pseudo-isolé car il est soumis à des forces.

**30) Au cours du mouvement, sa quantité de mouvement :**

- A) Est nulle
- B) Diminue
- C) Reste constante
- D) Augmente

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 3,6% B : 2,8% C : 77,6% D : 1,8% Pas de réponse : 14,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 90,5%

La vitesse étant constante, la quantité de mouvement l'est aussi.

**31) Au cours du mouvement, la variation d'énergie potentielle du nageur est :**

- A)  $\Delta E_{pp} = 0 J$
- B)  $\Delta E_{pp} = -36 kJ$
- C)  $\Delta E_{pp} = 36 kJ$
- D)  $\Delta E_{pp} = 440 J$

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 63,3% B : 3,6% C : 2,8% D : 1,2% Pas de réponse : 29,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 89,3%

Avec aucune variation d'altitude, la variation d'énergie potentielle est nulle.

**32) Au cours du mouvement, la variation d'énergie cinétique du nageur est :**

- A)  $\Delta E_c = 0 J$
- B)  $\Delta E_c = 60 kJ$
- C)  $\Delta E_c = 90 J$
- D)  $\Delta E_c = 120 J$

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 54,6% B : 2,8% C : 5,3% D : 1,1% Pas de réponse : 36,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 85,6%

Avec aucune variation de vitesse, la variation d'énergie cinétique est nulle.

**33) L'énergie cinétique du nageur durant cette phase est :**

- A)  $E_c = 0 J$
- B)  $E_c = 40 kJ$
- C)  $E_c = 90 J$
- D)  $E_c = 120 J$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 2,0% B : 4,4% C : 52,5% D : 5,8% Pas de réponse : 35,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 81,1%

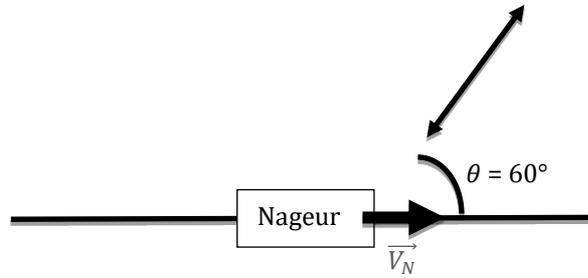
Il s'agit d'utiliser la définition de l'énergie cinétique en un point :  $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ .

### **EXERCICE 3 : Mesure de la vitesse des nageurs**

Pour mesurer précisément la vitesse des nageurs, un système de mesure par effet Doppler est installé au plafond du côté de l'arrivée.

Le système envoie des impulsions (paquet) d'ondes électromagnétiques de fréquence  $f_E = 0,5 GHz$  vers la surface de l'eau avec un angle de  $\theta = 60^\circ$  par rapport à l'horizontale. Les ondes sont réfléchies vers le système lors du passage du plongeur avec une fréquence  $f_R$  différente de celle émise. Le système calcul alors la vitesse du nageur  $V_N$  à l'aide de la fréquence  $f_R$  des ondes qu'il reçoit et la fréquence  $f_E$  des ondes qu'il a émises.

Schéma de la situation :



Données :

Vitesse  $v$  d'une onde électromagnétique dans un milieu d'indice  $n$  et reliée à la célérité  $c$  de l'onde dans le vide par :

$$v = \frac{c}{n}$$

Indice de réfraction de l'eau :  $n_{eau} = 1,5$

Indice de réfraction de l'air :  $n_{air} = 1,0$

Masse volumique de l'eau :  $\rho = 1000 \text{ g/L}$

$\cos(60^\circ) = 0,5$

**34) La longueur d'onde dans l'air des ondes électromagnétique utilisée par le détecteur est :**

- A)  $\lambda = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- B)  $\lambda = 6 \cdot 10^{-1} \text{ m}$
- C)  $\lambda = 1,67 \text{ m}$
- D)  $\lambda = 6 \cdot 10^2 \text{ m}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 12,1%    B : 34,4%    C : 3,9%    D : 9,6%    Pas de réponse : 40,0%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 57,3%

La longueur d'onde est liée à la célérité et à la fréquence utilisée :  $\lambda = \frac{c}{f}$ .

**35) Le domaine électromagnétique de ces ondes est :**

- A) Ultraviolet
- B) Infrarouge
- C) Rayon X
- D) Radio

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 4,9%    B : 17,4%    C : 5,3%    D : 39,1%    Pas de réponse : 33,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 58,7%

Avec une longueur d'onde de l'ordre du mètre, il s'agit d'ondes radio.

**36) Le système envoie des impulsions d'ondes électromagnétiques dont la durée de chacune vaut 10 ns. Combien de périodes  $T$  contient une impulsion :**

- A) 1
- B) 5
- C) 10
- D) 20

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 4,4%    B : 25,6%    C : 3,7%    D : 11,6%    Pas de réponse : 54,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 56,4%

Avec une période de 2 ns, il y a bien 5 impulsions pendant cette durée.

**37) La fréquence de l'onde reçue  $f_R$  par le détecteur après réflexion sur le nageur est telle que :**

- A)  $f_R > f_E$

- B)  $f_R < f_E$
- C)  $f_R = f_E$
- D)  $f_R$  est nulle

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 61,9% B : 19,6% C : 1,0% D : 0,2% Pas de réponse : 17,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 74,8%**

Le nageur s'éloignant, la fréquence reçue sera plus élevée.

**38) La différence de fréquences entre les ondes reçues  $f_R$  après réflexion sur le nageur et les ondes émises  $f_E$  vaut :**

- A)  $f_R - f_E = \frac{2 \cdot V_N \cdot \cos(60)}{c} \cdot f_E$
- B)  $f_R - f_E = - \frac{2 \cdot V_N \cdot \cos(60)}{c} \cdot f_E$
- C)  $f_R - f_E = 0$
- D)  $f_R - f_E = V_N$

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 49,6% B : 7,3% C : 0,6% D : 1,8% Pas de réponse : 40,7%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 83,6%**

La différence de fréquence est positive et liée à la vitesse du nageur et à l'inclinaison du signal.

**39) La variation de fréquence détectée entre le signal émis et reçu est  $\Delta f = f_R - f_E = 5 \text{ Hz}$  lors du passage du nageur. La vitesse du nageur est alors :**

- A)  $V_N = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B)  $V_N = 9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C)  $V_N = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D)  $V_N = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Bonne réponse : D**

**Réponses :** A : 2,8% B : 1,8% C : 3,4% D : 34,4% Pas de réponse : 57,7%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 81,2%**

En utilisant la formule de Doppler avec les données, la vitesse du nageur est de  $V_N = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**40) Si les ondes envoyées par le détecteur avaient été envoyées à la verticale de la surface de l'eau ( $\theta = 90^\circ$ ) alors la mesure de la vitesse du nageur serait :**

- A) Plus précise
- B) Moins précise
- C) Impossible
- D) Il manque une information pour répondre

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 3,3% B : 8,1% C : 38,7% D : 5,0% Pas de réponse : 44,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,2%**

Avec un angle de  $90^\circ$ , le cosinus s'annule et il est impossible de mesurer la vitesse du nageur.

Lorsque les ondes arrivent à la surface air-eau, une partie est réfléchiée et une autre réfractée.

**41) La vitesse des ondes réfractées dans l'eau est :**

- A)  $v = 4,5 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B)  $v = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C)  $v = 2,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D)  $v = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Bonne réponse : C**

Réponses : A : 4,1% B : 3,1% C : 45,3% D : 5,3% Pas de réponse : 42,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 78,3%

On tient compte de l'indice de réfraction de l'eau sur la vitesse :  $v = \frac{c}{n}$ .

**42) La longueur d'onde des ondes dans l'eau :**

- A) Est identique à celle dans l'air
- B) Est inférieure à celle dans l'air
- C) Est supérieur à celle dans l'air
- D) Appartient au domaine du visible

Bonne réponse : B

Réponses : A : 18,6% B : 34,1% C : 11,2% D : 1,2% Pas de réponse : 34,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 52,3%

Avec une vitesse dans l'eau plus petite, la longueur d'onde l'est également.

**43) La fréquence des ondes :**

- A) Reste identique quand les ondes changent de milieu de propagation
- B) Diminue quand les ondes changent de milieu de propagation
- C) Augmente quand les ondes changent de milieu de propagation
- D) Dépend de la température du milieu

Bonne réponse : A

Réponses : A : 25,9% B : 10,9% C : 5,0% D : 11,6% Pas de réponse : 46,7%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 48,5%

La fréquence d'une onde reste la même à la traversée d'un milieu.

### **EXERCICE 4 : Expérience sur le son et la lumière**

La compétition sera enregistrée et retransmise dans le monde entier. Pour cela, des caméras utilisant la technologie HD seront présentes dans le centre aquatique et reliées à la régie par fibre optique. Chaque caméra sera dotée d'un capteur comportant 400 lignes et 800 colonnes de pixels et permettra l'acquisition de 50 images par seconde. Le codage des couleurs fera intervenir 3 pixels, chacun codé sur un octet : un rouge, un vert et un bleu. L'image sera donc codée en RVB. Dans ce codage les couleurs sont obtenues par synthèse additive.

Donnée :  $\log(2) = 0,3$

Atténuation en décibel d'un signal se propageant dans une fibre optique de puissance à l'entrée de la fibre

$P_{\text{entrée}}$  et de puissance en sortie  $P_{\text{sortie}}$ :  $A_{db} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}}\right)$

Coefficient d'atténuation linéique d'un signal se propageant dans une fibre optique de longueur L :  $\alpha = \frac{A_{db}}{L}$

Constante de Planck  $h \approx 6.10^{-34} SI$

$1 eV = 1,6.10^{-19} J$

Masse d'un électron :  $m_e = 9.10^{-31} kg$

**44) Un pixel sera codé sur :**

- A) 3 bits
- B) 8 bits
- C) 16 bits
- D) 24 bits

Bonne réponse : D

Réponses : A : 6,7% B : 39,3% C : 2,1% D : 14,4% Pas de réponse : 37,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 23,0%

Un pixel sera codé sur 3 octets donc sur 24 bits.

**45) Un pixel sera codé à l'aide de :**

- A) 64 valeurs décimales allant de 1 à 64
- B) 255 valeurs décimales allant de 1 à 255
- C) 256 valeurs décimales allant de 0 à 255
- D) 512 valeurs décimales allant de 0 à 511

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 1,5% B : 4,5% C : 51,4% D : 1,5% Pas de réponse : 41,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 87,3%

Avec 8 bits, il y a 256 valeurs possibles de 0 à 255.

**46) La taille de l'image en octet sera:**

- A) 7,68 Mo
- B) 2,56 Mo
- C) 960 ko
- D) 320 ko

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 4,1% B : 6,1% C : 16,6% D : 17,9% Pas de réponse : 55,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 37,2%

La taille d'une image fait intervenir le nombre de lignes, de colonnes et le nombre de pixels par image

**47) Le débit nécessaire pour transmettre les images captées sera de:**

- A) 384  $Mbit.s^{-1}$
- B) 128  $Mbit.s^{-1}$
- C) 16  $Mbit.s^{-1}$
- D) 7,68  $Mbit.s^{-1}$

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 6,9% B : 8,6% C : 5,1% D : 3,1% Pas de réponse : 76,4%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 29,0%

Le débit est le nombre de bits par seconde envoyés qui correspond à 50 images codées.

**48) Le triplet de valeurs décimales codant un pixel blanc est :**

- A) (0,0,0)
- B) (255,0,0)
- C) (0,255,0)
- D) (255,255,255)

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 11,9% B : 0,1% C : 0,2% D : 46,8% Pas de réponse : 41,1%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 79,4%

Le blanc correspond à la valeur maximale du codage en octet donc (255,255,255).

**49) Le nombre de trinômes de valeurs décimales (R,V,B) possible pour coder les couleurs avec le codage RVB est :**

- A) 3
- B) 8
- C) 256
- D) 16777216

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 1,2% B : 1,9% C : 5,6% D : 43,9% Pas de réponse : 47,4%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 83,5%

Le nombre de couleurs possible avec un codage en 3 octets est  $2^{24}$  soit 16 777 216.

50) Une mémoire tampon de 4,8 Go est disponible pour les ralentis. Quelle est la durée maximale de l'enregistrement d'un ralenti :

- A)  $\Delta t = 10 \text{ s}$
- B)  $\Delta t = 100 \text{ s}$
- C)  $\Delta t = 10 \text{ min}$
- D)  $\Delta t = 100 \text{ min}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 3,3% B : 7,6% C : 4,3% D : 2,0% Pas de réponse : 82,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 44,2%

Le temps d'enregistrement est le rapport entre la mémoire et le débit. Attention aux conversions des bits en octets.

Le signal reçu par les caméras est numérisé et ensuite envoyé à une fréquence de 800 MHz à la régie centrale placé à environ 500 m de chaque caméra.

51) L'unité du coefficient d'atténuation linéique du signal lors de sa propagation dans la fibre optique est :

- A)  $W.m^{-1}$
- B)  $W.m$
- C)  $dB.m^{-1}$
- D)  $dB.m$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 12,1% B : 1,1% C : 40,8% D : 1,3% Pas de réponse : 44,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 73,7%

L'unité du coefficient d'atténuation linéique du signal est en  $dB.m^{-1}$ .

52) Si la puissance du signal est divisée par deux à sa réception en régie, alors le coefficient d'atténuation linéique vaut :

- A)  $\alpha = 6.10^{-4} \text{ SI}$
- B)  $\alpha = 6.10^{-3} \text{ SI}$
- C)  $\alpha = 2.10^{-2} \text{ SI}$
- D)  $\alpha = 3 \text{ SI}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 1,2% B : 8,9% C : 1,9% D : 3,9% Pas de réponse : 84,2%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 56,3%

Avec une puissance divisée par deux, le coefficient d'atténuation est d'environ 3. En tenant compte de la distance,  $\alpha = 6.10^{-3} \text{ SI}$ .

Les caméras sont équipées de matériaux qui absorbent certaines ondes électromagnétiques et grâce à un système, l'énergie captée est transformée en énergie électrique.

Nous étudierons dans les questions suivantes différents types d'interactions entre des photons et la matière.

53) Pour un atome, le photon de fréquence  $\nu$ , qu'il doit absorber pour passer d'un niveau d'énergie  $E_0$  à  $E_1$  a pour expression :

- A)  $\nu = h.(E_1 - E_0)$
- B)  $\nu = \frac{(E_1 - E_0)}{h}$
- C)  $\nu = \frac{h.c}{(E_1 - E_0)}$
- D)  $\nu = h.\frac{E_1 - E_0}{c}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 2,6% B : 27,6% C : 10,6% D : 2,4% Pas de réponse : 56,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 63,8%

Avec l'expression de l'énergie  $\Delta E = h \cdot \nu$ , on exprime la fréquence.

**54) La longueur d'onde du photon émis par un atome lorsqu'il se désexcite et perd une énergie  $\Delta E = 3,2 \text{ eV}$  est de :**

- A)  $\lambda = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- B)  $\lambda = 350 \text{ nm}$
- C)  $\lambda = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- D)  $\lambda = 1,12 \mu\text{m}$

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 4,0% B : 12,2% C : 0,9% D : 1,6% Pas de réponse : 81,3%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 65,3%

La longueur d'onde est reliée à l'énergie par  $\Delta E = h \cdot \frac{c}{\lambda}$  en convertissant les eV en joules.

**55) Le fonctionnement d'un laser met en jeu :**

- A) Le phénomène d'émission spontanée de photon
- B) Le phénomène d'absorption de photon
- C) Le phénomène d'émission stimulée de photon
- D) Les trois phénomènes cités en A, B et C

**Bonne réponse :** D

**Réponses :** A : 5,7% B : 1,0% C : 36,1% D : 20,3% Pas de réponse : 36,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 32,1%

Le laser met en jeu les phénomènes d'émission spontanée, d'absorption et d'émission stimulée.

Dans le cas de l'effet Compton, un photon de quantité de mouvement  $\vec{p}$  et de fréquence  $\nu$  vient collisionner un électron au repos et très faiblement lié à un atome. Le photon change alors de direction et perd de l'énergie. Il part après la collision avec une quantité de mouvement  $\vec{p}'$  et une fréquence  $\nu'$ . L'électron est éjecté de l'atome avec une énergie cinétique  $E_c$  tel que  $E_c = h(\nu - \nu')$ .

**56) La quantité de mouvement d'un photon de fréquence  $\nu$  et de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide s'exprime par la relation suivante :**

- A)  $p = m \cdot c$
- B)  $p = h \cdot \nu$
- C)  $p = \frac{h}{\lambda}$
- D)  $p = \frac{\nu}{h}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 10,5% B : 11,2% C : 29,9% D : 1,5% Pas de réponse : 46,9%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 56,3%

La quantité de mouvement d'un photon est  $p = \frac{h}{\lambda}$ .

**57) Lors de l'effet Compton entre un photon de fréquence  $\nu = 4 \text{ GHz}$  et un électron, le photon repart avec une fréquence  $\nu' = 1 \text{ GHz}$ . L'électron acquiert alors dans ce cas une vitesse égale à :**

- A)  $v = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- B)  $v = 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C)  $v = 2000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D)  $v = 10000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

**Bonne réponse :** C

**Réponses :** A : 0,5% B : 2,2% C : 7,3% D : 1,0% Pas de réponse : 89,1%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 66,7%

La valeur de la vitesse s'obtient avec l'expression de l'énergie cinétique  $E_c = h(\nu - \nu')$  et avec les données de la question.

**58) Si l'électron éjecté est relativiste alors la durée  $\Delta t_m$  pour aller d'un point A à B dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen et relié à la durée propre  $\Delta t_p$  entre ces deux événements par la relation :**

A)  $\Delta t_p = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Delta t_m$

B)  $\Delta t_p = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Delta t_m$

C)  $\Delta t_p = \sqrt{1 - \frac{v}{c}} \Delta t_m$

D)  $\Delta t_p = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v}{c}}} \Delta t_m$

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 11,0% B : 42,1% C : 0,9% D : 3,2% Pas de réponse : 42,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 19,2%

C'est l'expression de la durée propre en fonction de la durée mesurée et de l'inverse du facteur de Lorentz.

Lorsque l'on envoie des rayons X sur certains matériaux, un phénomène de diffraction apparaît. Ce phénomène va permettre d'avoir accès à des informations sur la structure du matériau.

**59) Ce phénomène met en évidence :**

- A) La dualité onde- particule
- B) L'aspect ondulatoire de la lumière
- C) L'aspect corpusculaire de la lumière
- D) L'aspect ondulatoire de la matière

**Bonne réponse :** B

**Réponses :** A : 14,9% B : 29,0% C : 4,2% D : 5,4% Pas de réponse : 46,6%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 54,3%

La diffraction met en évidence l'aspect ondulatoire de la lumière.

**60) Lors du phénomène de diffraction à l'infini d'une onde électromagnétique par une fente, la largeur de la tache centrale de diffraction qui se forme sur un capteur augmente lorsque:**

- A) La longueur d'onde de l'onde diffracté augmente.
- B) La taille de la fente augmente
- C) La longueur d'onde de l'onde diffracté diminue
- D) La distance fente capteur diminue

**Bonne réponse :** A

**Réponses :** A : 44,3% B : 5,2% C : 7,9% D : 10,2% Pas de réponse : 32,4%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu :** 65,6%

La largeur de la tache centrale de diffraction est proportionnelle à la longueur d'onde.