

## **Rapport de concours du 8 mai 2018**

### **Epreuve de PHYSIQUE – Bac S**

**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 2018 :**

Avec plus de 9 700 candidats lors de l'édition 2018 le **Concours Avenir** se positionne comme **le premier concours commun permettant l'accès aux écoles d'ingénieurs postbac privées en France** (en termes d'attractivité / nombre de candidats) !

Il regroupe aujourd'hui 8 Grandes Ecoles d'Ingénieurs (réparties sur 14 campus), toutes habilitées par le CTI et 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 2018**.

On remarque que le nombre moyen de réponses fausses est élevé et probablement associé au fait que les candidats ne sont pas habitués au système de QCM dans lequel *les réponses fausses pénalisent par le retrait d'1 point. Les candidats manquent parfois de prudence dans leur stratégie hasardeuse de réponse.*

#### **Statistiques générales 2018 (toutes épreuves confondues) :**

|                                       | <b>Maths</b> | <b>Français</b> | <b>Physique</b> | <b>Anglais</b> |
|---------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Note moyenne (sur 20)</b>          | 7,46         | 9,33            | 9,87            | 6,05           |
| <b>Ecart-type (sur 20)</b>            | 3,42         | 2,95            | 3,67            | 3,88           |
| <b>Note min (sur 20)</b>              | -1,93        | 0,00            | -0,74           | -3,70          |
| <b>Note max (sur 20)</b>              | 18,67        | 20,00           | 19,41           | 18,96          |
| <b>Nb moyen de questions traitées</b> | 33           | 41              | 40              | 34             |
| <b>Nb max de questions traitées</b>   | 60           | 45              | 60              | 45             |
| <b>Nb min de questions traitées</b>   | 8            | 0               | 4               | 0              |
| <b>Nb moyen de bonnes réponses</b>    | 21           | 26              | 27              | 19             |
| <b>Nb moyen de mauvaises réponses</b> | 12           | 15              | 14              | 15             |

## **Commentaires généraux concernant l'épreuve de Physique du Concours Avenir 2018**

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 et les défis du XXIème 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 du séjour de Thomas Pesquet dans la station internationale. Le décollage de la fusée et sa trajectoire jusqu'à sa mise en orbite sont traités dans le premier exercice. Des caractéristiques de ces moments sont analysés avec les outils de mécanique à disposition des élèves. Les trois exercices suivants évoquent les transferts de communication entre la Terre et la station, le stockage et la numérisation des données. Une expérience de thermodynamique sur les transferts de chaleur et l'analyse d'un son y est présentée.

Les candidats devant traiter seulement 45 questions parmi 60, ils avaient donc la possibilité de ne pas répondre à 15 questions. Ceux qui ont été les moins traités (taux d'abstention supérieur à 60%) sont les suivants :

- **n° 19 (70,7%)** : Une question fortement délaissée par les candidats et un taux de réponse assez faible. C'est une définition relative à l'échantillonnage qu'il fallait connaître.
- **n° 22 (70,5%)** : Une question qui nécessitait un léger calcul, mais une conversion était à ne pas oublier.
- **n° 23 (75,9%)** : Cette question n'était pas difficile mais le calcul, pourtant facile, a dû faire peur aux candidats.
- **n° 25 (64,5%)** : L'utilisation de l'indice de réfraction n'est pas un réflexe et certains ont pu imaginer un piège ou une évidence.
- **n° 27 (80,8%)** : Une question avec des calculs et sur une surface. Les candidats ne sont plus habitués à effectuer des calculs mentaux et font trop souvent appel à leur calculatrice, non autorisée ici.
- **n° 28 (77,8%)** : Cette question comportait un calcul qui nécessitait une approximation et l'utilisation des puissances de dix.
- **n° 29 (78,3%)** : Le calcul était relativement simple, mais a visiblement semblé difficile à la plupart des candidats.
- **n° 30 (76,3%)** : L'apparence des résultats a pu faire peur et faire sauter la question aux candidats. Il s'agissait d'appliquer une formule surement connue des candidats.
- **n° 32 (69,8%)** : Les candidats n'ont probablement pas souhaité aborder cet exercice par peur des calculs qu'il nécessitait.
- **n° 33 (79,6%)** : Une conversion numérique qui n'a pas été choisie par peur de perdre du temps dans les calculs.
- **n° 38 (61,4%)** : Une partie du programme peut être pas encore bien abordée par une majorité des candidats à l'instant du concours.
- **n° 39 (61,5%)** : Un rappel de notion de première, peut être très lointain pour certains candidats.
- 

En conclusion, les candidats ont assez bien répondu sur les parties du programme liées aux ondes (électromagnétiques et sonores) et à la mécanique classique. Les parties suivantes ont donné plus de mal à l'ensemble des candidats :

- Les échanges thermiques ;
- Le laser ;
- La transmission et le stockage de l'information.

**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 9**

Cette partie traite du décollage et de la trajectoire de la fusée. Les notions de quantité de mouvement, d'accélération, de vitesse et de position sont abordées. L'exercice est classique mais la position de l'angle de la vitesse initiale était atypique.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 42,7%

Taux d'abstention : 9,1%

#### **2<sup>nde</sup> partie : Questions de 9 à 18**

Cette partie aborde la trajectoire de la station spatiale dans le référentiel géocentrique. L'accélération, la vitesse et la période sont demandées en lien avec les lois de Kepler. Cette partie est identique aux exercices vus lors de la préparation au baccalauréat et annales passées.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 73,0%

Taux d'abstention : 16,0%

## **EXERCICE 2 :**

### **1<sup>ère</sup> partie : Questions de 19 à 29**

Cette partie traite de la numérisation sur un support optique : résolution, pas, surface de stockage, vitesse de lecture. Il s'agit d'une partie similaire à des sujets de baccalauréats déjà tombés.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 52,6%

Taux d'abstention : 65,8%

### **2<sup>nde</sup> partie : Questions de 30 à 35**

Dans cette partie, les particules sont étudiées. Les notions de quantité de mouvement et d'énergie, en Joules ou en Electron-Volt, ont été vues en classe de première et revues en Terminale. La relativité est aussi présentée avec des définitions à appliquer.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 62,2%

Taux d'abstention : 59,0%

## **EXERCICE 3 :**

### **Questions de 36 à 44**

Cette partie traite des échanges thermiques entre un volume d'eau et le milieu extérieur. Énergie interne, modes de transfert d'énergie, résistance thermique et flux thermique sont utilisés.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 70,3%

Taux d'abstention : 41,5%

## **EXERCICE 4 :**

### **1<sup>ère</sup> partie : Questions de 45 à 50**

Cette partie aborde toutes les connaissances exigibles sur le son : propagation, nature de l'onde, caractéristiques, composition, fréquences fondamentales et harmoniques. L'intensité sonore et le niveau sonore sont également présentés.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 85,3%

Taux d'abstention : 11,2%

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

Pour finir, cette dernière partie évoque les propriétés des ondes face aux phénomènes de diffraction et d'interférences. Le laser et ses propriétés, l'énergie et la quantité de mouvement d'une particule sont demandées. L'effet doppler est également présenté sur le rayonnement d'une étoile.

Pourcentage de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 75,0%

Taux d'abstention : 30,7%

# Concours Avenir 2018

## Epreuve de Physique

Durée : 1h30

Thomas Pesquet, né le 27 février 1978, est un astronaute français de l'Agence spatiale européenne (ESA). Il est le dixième Français à partir dans l'espace en décollant le 17 novembre 2016 à bord de Soyouz MS-03 dont l'équipage occupe la Station spatiale internationale de novembre 2016 à juin 2017. Durant cette mission, Thomas Pesquet a mené une centaine d'expériences dont la moitié développée par l'Agence spatiale européenne ou le CNES, l'autre moitié par la NASA. Il effectue plusieurs sorties extravéhiculaires de six heures pour des missions de maintenance de la Station spatiale internationale (source : Wikipédia).

Les quatre parties de ce concours sont en relation avec sa mission.

### EXERCICE 1 : Le décollage et la station ISS

Thomas Pesquet décolle le 17 novembre 2016 à 20 h 20 TUC à bord d'un vaisseau Soyouz. Le Soyouz MS-03 est placé en orbite par une fusée Soyouz tirée depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan.

On étudiera dans un premier temps la phase de décollage de la fusée, ensuite son mouvement une fois les réacteurs éteints et enfin le mouvement de la station spatiale sur son orbite autour de la Terre.

La photographie suivante représente la fusée sur le tir de lancement.

Donnée : intensité de pesanteur  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$



On étudie le décollage de la fusée par rapport au référentiel terrestre. Durant son décollage, grâce à ses moteurs qui éjectent des gaz, la fusée acquiert une accélération qui lui permet de décoller.

On désignera par  $m_f$  la masse de la fusée,  $m_g$  la masse des gaz éjectés,  $\vec{V}_f$  la vitesse de la fusée et  $\vec{V}_g$  la vitesse des gaz. Le système (fusée+gaz) sera considéré comme pseudo-isolé.

**1) Afin de pouvoir décoller et quitter le sol terrestre, la fusée doit acquérir une accélération de norme :**

- A) nulle
- B) inférieure à  $g$
- C) égale à  $g$
- D) supérieure à  $g$

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 0,7% B : 1,1% C : 5,30% D : 88,6%**

**Pas de réponse : 4,4%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 92,6%**

L'accélération de la fusée doit être supérieure à celle de l'attraction terrestre afin de pouvoir décoller.

**2) Au moment du décollage, la quantité de mouvement du système (fusée+gaz)  $\vec{p}$  est :**

- A)  $\vec{p} = \vec{0}$
- B)  $\vec{p} = m_f \cdot \vec{V}_f(t)$

C)  $\vec{p} = m_g \cdot \vec{V}_g(t)$

D)  $\vec{p} = m_f \cdot \vec{V}_f(t) - m_g \cdot \vec{V}_g(t)$

**Bonne réponse : A**

Réponses : A : 27,1% B : 8,6% C : 5,60% D : 37,0%

Pas de réponse : 21,7%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 27,1%

Au moment du décollage, la fusée n'a pas de vitesse : sa quantité de mouvement est donc nulle.

**3) Au cours du décollage, la quantité de mouvement du système (fusée+gaz) :**

- A) diminue
- B) reste constante
- C) augmente
- D) est nulle

**Bonne réponse : B**

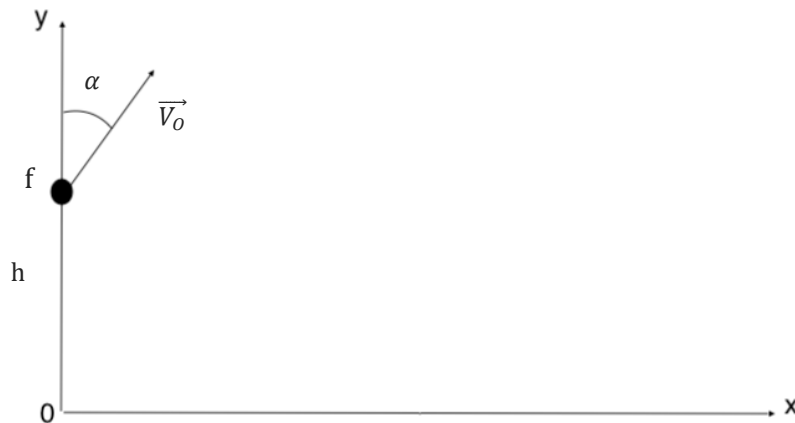
Réponses : A : 9,4% B : 24,2% C : 48,2% D : 2,9%

Pas de réponse : 15,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 24,2%

Le système fusée+gaz est un système pseudo-isolé : la quantité de mouvement se conserve au cours du mouvement.

Lorsque les réacteurs s'éteignent, la fusée se situe à une altitude  $h$  du sol terrestre et a une vitesse  $\vec{V}_0$  de coordonnées  $(V_{0x}, V_{0y})$  dans le repère  $(Oxy)$ . Durant cette phase, la fusée n'est soumise qu'à son poids. Les frottements avec l'air seront négligés. La fusée sera assimilée à un corps ponctuel noté  $f$ .



**4) Les coordonnées de la vitesse initiale  $\vec{V}_0$  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 : 1,0% B : 7,8% C : 40,2% D : 43,2%

Pas de réponse : 7,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 43,6%

Il faut projeter le vecteur vitesse sur les axes  $Ox$  et  $Oy$ . L'angle  $\alpha$  est ici entre le vecteur vitesse et l'axe  $Oy$ .

**5) Pour déterminer l'accélération, on utilisera ici :**

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

**Bonne réponse : B**

Réponses : A : 3,4% B : 92,6% C : 0,9% D : 0,3%

Pas de réponse : 2,8%

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 95,3%**

C'est la seconde loi de Newton qui relie l'accélération aux forces extérieurs en présence.

**6) L'accélération de la fusée pendant cette phase a pour expression :**

- A)  $\vec{a} = \vec{g}$
- B)  $\vec{a} = -\vec{g}$
- C)  $\vec{a} = \vec{P}$
- D)  $\vec{a} = -\vec{P}$

**Bonne réponse : A**

**Réponses : A : 29,4% B : 56,0% C : 4,5% D : 4,9%**

**Pas de réponse : 5,3%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 31,1%**

En utilisant la seconde loi de Newton, les masses se simplifient et l'accélération est égale au vecteur  $\vec{g}$ .

**7) Pour obtenir l'expression des coordonnées de la fusée en fonction du temps, il faut :**

- A) dériver l'accélération
- B) dériver la dérivée de l'accélération
- C) obtenir la primitive de l'accélération
- D) obtenir la primitive de la primitive de l'accélération

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 2,9% B : 7,7% C : 8,3% D : 77,5%**

**Pas de réponse : 3,5%**

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

Avec la primitive de l'accélération, on obtient la vitesse. Avec la primitive de la vitesse, on obtient la position.

**8) Les coordonnées de la vitesse  $\vec{V}$  de la fusée en fonction du temps 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)  $V_x(t) = V_0 \cdot \cos \alpha$  ;  $V_y(t) = -gt + V_0 \cdot \sin \alpha$

**Bonne réponse : A**

**Réponses : A : 39,9% B : 3,9% C : 37,1% D : 4,6%**

**Pas de réponse : 14,5%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 46,7%**

En obtenant la primitive de l'accélération et avec les coordonnées du vecteur vitesse initiale, on obtient les coordonnées de la vitesse en fonction du temps.

**9) Les coordonnées de la position  $\overrightarrow{OM}$  de la fusée en fonction du temps sont :**

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

**Bonne réponse : B**

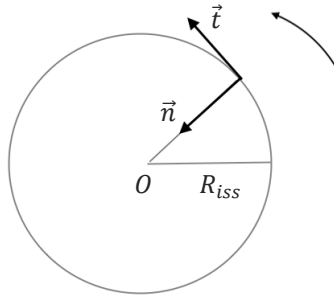
**Réponses : A : 3,7% B : 40,9% C : 45,5% D : 2,8%**

**Pas de réponse : 7,1%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 44,0%**

Avec la primitive de la vitesse, on obtient la position selon les deux axes en tenant compte des conditions initiales.

Soyouz MS-03 est maintenant arrimée à la Station Spatiale Internationale ISS dont nous allons étudier ici quelques paramètres. On supposera que la Station Spatiale Internationale ne subit que l'attraction gravitationnelle de la Terre.



Données : Expression de l'accélération de la station dans la base de Frenet :  $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{t} + \frac{v^2}{R_{iss}} \vec{n}$

$\vec{a}$  : accélération de la Station Spatiale Internationale

$v$  : norme de la vitesse de la Station Spatiale Internationale

$R_{iss}$  : distance entre la Station Spatiale Internationale et la Terre

$\vec{n}$  et  $\vec{t}$  : vecteurs unitaires de la base de Frenet

**10) Pour étudier la trajectoire de la Station Spatiale Internationale ISS (masse  $M_s$ ) autour de la Terre (masse  $M_T$ ), il faut se placer dans le référentiel :**

- A) héliocentrique
- B) géocentrique
- C) terrestre
- D) de Kepler

**Bonne réponse : B**

Réponses : A : 7,3% B : 82,0% C : 7,3% D : 0,9%

Pas de réponse : 2,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 84,1%

Le référentiel d'étude est centré sur l'astre qui cause l'attraction gravitationnelle, donc la Terre.

**11) Une des lois de Kepler permet de relier la période d'un Astre sur son orbite au rayon de celle-ci. Il s'agit :**

- A) de la 1ère loi de Kepler
- B) de la 2<sup>de</sup> loi de Kepler
- C) de la loi des aires
- D) de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler

**Bonne réponse : D**

Réponses : A : 4,6% B : 8,5% C : 2,2% D : 75,0%

Pas de réponse : 9,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 83,1%

La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler relie la période d'un astre à son rayon d'orbite.

**12) La période  $T_{iss}$  de révolution de la Station Spatiale Internationale en fonction de rayon  $R_{iss}$  est :**

- A)  $\frac{R_{iss}^3}{T_{iss}^2} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$
- B)  $\frac{R_{iss}^2}{T_{iss}^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$
- C)  $\frac{T_{iss}^3}{R_{iss}^2} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$
- D)  $\frac{T_{iss}^2}{R_{iss}^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$

**Bonne réponse : D**

Réponses : A : 6,8% B : 3,0% C : 5,4% D : 73,7%

Pas de réponse : 11,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 82,9%

C'est l'expression de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

**13) En doublant la distance entre la Station Spatiale Internationale et la Terre, la période de révolution de la station sera :**

- A) multipliée par 2
- B) multipliée par  $\sqrt{8}$
- C) multipliée par 4
- D) multipliée par 8

**Bonne réponse : B**

Réponses : A : 13,7% B : 26,1% C : 15,3% D : 17,4%

Pas de réponse : 27,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 36,0%

La période est proportionnelle à la racine carrée du cube de la distance.

**14) L'expression de la force subie par la Station Spatiale Internationale est :**

- A)  $\vec{F} = -\frac{GM_T M_S}{R_{iss}} \vec{n}$
- B)  $\vec{F} = -\frac{GM_T M_S}{R_{iss}^2} \vec{n}$
- C)  $\vec{F} = \frac{GM_T M_S}{R_{iss}} \vec{n}$
- D)  $\vec{F} = \frac{GM_T M_S}{R_{iss}^2} \vec{n}$

**Bonne réponse : D**

Réponses : A : 2,1% B : 19,2% C : 4,6% D : 55,2%

Pas de réponse : 18,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 68,1%

C'est l'expression vectorielle de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la station selon la normale  $\vec{n}$  et dirigée vers la Terre.

**15) L'accélération de la station est :**

- A) centripète
- B) centrifuge
- C) tangente à la trajectoire
- D) nulle

**Bonne réponse : A**

Réponses : A : 65,2% B : 5,8% C : 13,1% D : 6,0%

Pas de réponse : 9,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 72,4%

L'accélération est dirigée vers la Terre, elle est centripète.

**16) En utilisant la 2<sup>de</sup> loi de Newton et l'expression de l'accélération de la station dans la base de Frenet, on obtient l'expression suivante de la norme de la vitesse de la Station autour de la Terre :**

- A)  $v = \frac{GM_T}{R_{iss}}$
- B)  $v = \frac{GM_T}{R_{iss}^2}$
- C)  $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}}}$
- D)  $v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}^2}}$

**Bonne réponse : C**

Réponses : A : 0,6% B : 2,2% C : 46,6% D : 24,2%

Pas de réponse : 26,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 63,3%

L'expression de la vitesse s'obtient en utilisant la projection de l'accélération dans la base de Frenet et de la force gravitationnelle selon la normale.

**17) La période de révolution de la Station sur son orbite est :**

- A)  $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{R_{iss}}{GM_T}}$



- B)  $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{R_{iss}^3}{GM_T}}$   
 C)  $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}}}$   
 D)  $T_{iss} = 2\pi \sqrt{\frac{GM_T}{R_{iss}^3}}$

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 5,2% B : 60,2% C : 6,6% D : 6,5%

**Pas de réponse : 21,5%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 76,7%**

A l'aide de l'expression de la vitesse et celle-ci étant uniforme  $v = \frac{2\pi R_{iss}}{T}$ , on obtient l'expression de la période. Elle peut également être obtenue à partir de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler.

### 18) L'énergie mécanique de la Station Spatiale Internationale au cours du temps :

- A) diminue  
 B) augmente  
 C) reste constante  
 D) est nulle

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 3,4% B : 2,4% C : 75,6% D : 2,1%

**Pas de réponse : 16,4%**

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

La station est soumise à une force conservative : son énergie mécanique se conserve au cours du temps.

## EXERCICE 2 : Communication avec la Terre

Afin de communiquer avec la Terre, Thomas Pesquet utilise des outils à sa disposition pour transmettre et garder des informations.

Toutes les données de la mission seront stockées sur des disques optiques d'indice de réfraction  $n$ . La surface de stockage d'un disque est comprise entre un cercle de rayon  $R_{int} = 2 \text{ cm}$  et un cercle de rayon  $R_{ext} = 7 \text{ cm}$ . La piste, gravée sur la surface de stockage, est une spirale dont le pas est de  $0,5 \mu\text{m}$ .

Lors de la lecture du disque, une diode laser de longueur d'onde dans le vide égale à  $600 \text{ nm}$  parcourt la piste. La vitesse moyenne de lecture de la piste est  $v = 4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Données :  
 On note  $c$  la célérité des ondes électromagnétiques dans le vide  
 Indice du disque optique de stockage  $n = 1,5$   
 Constante de Planck  $h \approx 6.10^{-34} \text{ SI}$   
 Vitesse  $v$  d'une onde électromagnétique dans un milieu d'indice  $n$  :  $v = \frac{c}{n}$   
 $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

### 19) Pour qu'un signal analogique de période $T$ soit correctement numérisé, il doit être échantillonné avec une période d'échantillonnage $T_e$ telle que :

- A)  $T_e \ll \frac{T}{2}$   
 B)  $T_e \ll T$   
 C)  $T_e \gg T$   
 D)  $T_e \gg \frac{T}{2}$

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 11,9% B : 4,0% C : 5,6% D : 7,9%

**Pas de réponse : 70,7%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 40,5%**

La période d'échantillonnage doit être 2 fois plus petite que la période du signal.

**20) La qualité de la numérisation dépend de la quantification qui est liée au nombre de bits utilisés. Avec 4 bits, la résolution est :**

- A)  $R = 4$
- B)  $R = 8$
- C)  $R = 16$
- D)  $R = 32$

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 2,5% B : 2,0% C : 33,7% D : 5,8%

**Pas de réponse : 55,9%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 76,5%**

La résolution est  $R = 2^N$  avec N le nombre de bits.

**21) Une image a une définition en pixels de  $2000 \times 4000$  et un codage en RVB. La taille d'une image est :**

- A) 8 Mo
- B) 24 Mo
- C) 64 Mo
- D) 4,1 Go

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 15,8% B : 23,9% C : 6,5% D : 0,4%

**Pas de réponse : 53,4%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 51,4%**

La taille de l'image est le nombre de pixels multiplié par le codage, ici 3 car en RVB.

**22) Si le débit de la connexion entre la station est la Terre est de  $10 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$ , la durée de transmission d'une image est :**

- A) 2,4 s
- B) 6,4 s
- C) 12,6 s
- D) 19,2 s

**Bonne réponse : D**

**Réponses :** A : 10,9% B : 8,7% C : 1,0% D : 8,8%

**Pas de réponse : 70,5%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 30,0%**

La durée de transmission est la taille de l'image (à convertir en bits) divisée par le débit de la connexion.

**23) La fréquence de la radiation utilisée pour la lecture des informations sur le disque est :**

- A)  $f = 1.10^{14} \text{ Hz}$
- B)  $f = 3.10^{14} \text{ Hz}$
- C)  $f = 5.10^{14} \text{ Hz}$
- D)  $f = 6.10^{14} \text{ Hz}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,7% B : 4,5% C : 14,5% D : 3,5%

**Pas de réponse : 75,9%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 60,1%**

La fréquence utilisée est la célérité de la lumière divisée par la longueur d'onde.

**24) La célérité de la radiation dans le disque optique est :**

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

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 0,7% B : 4,1% C : 39,4% D : 8,0%

**Pas de réponse : 47,8%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 75,5%**

On utilise l'indice de réfraction car la propagation n'a pas lieu dans le vide mais dans le disque.

**25) La longueur d'onde de la radiation lors de sa propagation dans le disque optique est :**

- A)  $\lambda = 400 \text{ nm}$
- B)  $\lambda = 500 \text{ nm}$
- C)  $\lambda = 600 \text{ nm}$
- D)  $\lambda = 700 \text{ nm}$

**Bonne réponse : A**

**Réponses : A : 9,2% B : 1,7% C : 23,5% D : 1,1%**

**Pas de réponse : 64,5%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 25,9%**

La longueur d'onde dépend du milieu et se calcule avec la vitesse de propagation de la lumière dans le milieu.

**26) La lecture du disque optique repose sur le phénomène :**

- A) d'absorption
- B) d'émission
- C) de diffraction
- D) d'interférences

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 5,0% B : 4,2% C : 20,3% D : 21,7%**

**Pas de réponse : 48,8%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 42,4%**

C'est un phénomène d'interférences entre « creux » et « non creux » qui permet la lecture sur le disque.

**27) La surface de stockage de l'information sur le disque optique est d'environ :**

- A)  $S \approx 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
- B)  $S \approx 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
- C)  $S \approx 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$
- D)  $S \approx 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

**Bonne réponse : B**

**Réponses : A : 1,1% B : 13,6% C : 2,4% D : 2,1%**

**Pas de réponse : 80,8%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 71,1%**

La surface de stockage est comprise entre les deux cercles de rayon  $R_{int}$  et  $R_{ext}$ , soit  $S = \pi (R_{ext}^2 - R_{int}^2)$ .

**28) La longueur de la piste de lecture sur le disque est d'environ :**

- A)  $l = 7 \text{ km}$
- B)  $l = 10 \text{ km}$
- C)  $l = 28 \text{ km}$
- D)  $l = 40 \text{ km}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses : A : 1,4% B : 8,2% C : 11,7% D : 0,8%**

**Pas de réponse : 77,8%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 52,7%**

La largeur de la piste est la surface divisée par le pas.

**29) Les informations sur le disque optique sont lues par le lecteur en à peu près :**

- A) 1 s
- B) 2,5 s
- C) 7 s
- D) 20 s

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,4% B : 8,3% C : 11,5% D : 0,4%

**Pas de réponse : 78,3%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 53,1%**

La durée de lecture est la longueur de la piste divisée par la vitesse de lecture.

**30) La valeur de la quantité de mouvement dans le vide des photons utilisés est :**

- A)  $p = 36.10^{-41} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- B)  $p = 1,0.10^{-36} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- C)  $p = 36.10^{-32} \text{ kg.m.s}^{-1}$
- D)  $p = 1,0.10^{-27} \text{ kg.m.s}^{-1}$

**Bonne réponse : D**

**Réponses :** A : 2,5% B : 2,3% C : 2,5% D : 16,4%

**Pas de réponse : 76,3%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 69,2%**

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

**31) L'unité de la constante de Planck dans le système international est :**

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

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 6,4% B : 3,5% C : 35,7% D : 12,4%

**Pas de réponse : 42,0%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 61,5%**

A l'aide la relation  $p = \frac{h}{\lambda}$ , on obtient la dimension de la constante de Planck en remplaçant les grandeurs par leurs unités.

**32) La lumière émise par le laser transporte une énergie E de l'ordre de :**

- A)  $E = 1.10^{-36} \text{ J}$
- B)  $E = 36.10^{-32} \text{ J}$
- C)  $E = 3.10^{-19} \text{ J}$
- D)  $E = 36.10^{-19} \text{ J}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses :** A : 1,2% B : 1,9% C : 24,2% D : 2,9%

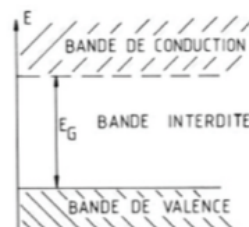
**Pas de réponse : 69,8%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 80,1%**

On utilise la formule donnant l'énergie :  $E = h\nu$ .

**33) Une diode laser est composée en partie d'un semi-conducteur contenant des électrons qui peuvent s'exciter ou se désexciter. Les photons émis par la diode laser proviennent du passage des électrons d'une bande de conduction vers une bande de valence. L'énergie  $E_G$  séparant ces deux bandes est de :**

- A) 1 eV
- B) 2 eV
- C) 3 eV
- D) 4 eV



Source :  
<https://www.unine.ch/files/live/sites/physique/files/TP/Expériences avec FM/Exp04%20-%20Semi-conducteurs.pdf>

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 7,7% B : 10,3% C : 1,9% D : 0,4%

**Pas de réponse : 79,6%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 50,5%**

Il fallait convertir l'énergie  $E = 3.10^{19} \text{ J}$  en électron-volt.

34) Dans l'univers, certaines particules se déplacent en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre considéré comme galiléen avec une vitesse  $v$  proche de celle de la lumière. On peut, dans ces conditions, observer que le temps s'écoule :

- A) plus lentement dans le référentiel propre des particules que dans le référentiel terrestre
- B) plus lentement dans le référentiel terrestre que dans le référentiel propre des particules
- C) de la même manière dans le référentiel propre des particules et dans le référentiel terrestre
- D) de la même manière dans tout référentiel.

Bonne réponse : A

Réponses : A : 45,5% B : 23,1% C : 2,6% D : 2,1%

Pas de réponse : 26,7%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 62,1%

Le temps s'écoule plus lentement dans le référentiel propre de la particule.

35) La formule de Lorentz ( $\Delta t_1 = \gamma \Delta t_2$ ) relie les durées mesurées entre deux évènements dans les deux référentiels, terrestre et propre. Pour un facteur de Lorentz  $\gamma = 2$ , la vitesse  $v$  du système par rapport au référentiel terrestre est :

- A)  $v \approx c$
- B)  $v = \frac{3}{4}c$
- C)  $v = \sqrt{\frac{3}{4}}c$
- D)  $v = \frac{1}{2}c$

Bonne réponse : C

Réponses : A : 3,6% B : 4,1% C : 20,1% D : 12,6%

Pas de réponse : 59,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 49,7%

On utilise le facteur de Lorentz qui est  $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

### EXERCICE 3 : Expérience sur l'eau

Dans cette partie, on s'intéresse aux échanges de chaleur entre un récipient en métal et une masse de 1L d'eau à pression atmosphérique. Le récipient contient une résistance électrique qui permet de faire passer l'eau d'une température de 20°C à une température de 60°C en 1 minute et 20 secondes. La résistance électrique est alimentée par un courant de 10 A et une tension de 200 V. On considèrera que la chaleur apportée par la résistance lors du chauffage de l'eau ne sert qu'à élever la température de l'eau.

La pression lors des expériences est celle de la pression atmosphérique.

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

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

La puissance électrique absorbée par une résistance est entièrement transformée en chaleur.

36) Les échanges énergétiques entre le récipient et l'eau se font majoritairement par :

- A) conduction
- B) convection
- C) radiation
- D) rayonnement

Bonne réponse : B

Réponses : A : 63,0% B : 20,4% C : 0,7% D : 1,4%

Pas de réponse : 14,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 23,9%

C'est la convection qui majoritairement a lieu entre le récipient et l'eau.

37) La variation d'énergie interne reçue par l'eau lors du transfert thermique est :

- A)  $\Delta U = 60 \text{ J}$

- B)  $\Delta U = 160 \text{ J}$
- C)  $\Delta U = 60 \text{ kJ}$
- D)  $\Delta U = 160 \text{ kJ}$

**Bonne réponse : D**

Réponses : A : 1,1% B : 4,7% C : 2,8% D : 44,2%

Pas de réponse : 47,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 83,7%

On utilise la formule donnant l'énergie interne :  $\Delta U = mC_p\Delta T$ .

**38) Le flux thermique  $\phi$  est alors :**

- A)  $\phi = 2 \text{ kW}$
- B)  $\phi = 60 \text{ kW}$
- C)  $\phi = 80 \text{ kJ}$
- D)  $\phi = 160 \text{ kW}$

**Bonne réponse : A**

Réponses : A : 31,5% B : 1,5% C : 3,5% D : 2,1%

Pas de réponse : 61,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 81,7%

Le flux thermique est la variation d'énergie interne sur la durée, exprimée en seconde.

**39) La puissance électrique fournie par la résistance électrique est :**

- A)  $P = 200 \text{ W}$
- B)  $P = 400 \text{ W}$
- C)  $P = 2000 \text{ W}$
- D)  $P = 4000 \text{ W}$

**Bonne réponse : C**

Réponses : A : 2,3% B : 1,3% C : 34,1% D : 0,8%

Pas de réponse : 61,5%

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

La puissance électrique est le produit de la tension par l'intensité.

**40) On définit la résistance thermique du récipient en fonction du flux et de la différence de température. Son unité est :**

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

**Bonne réponse : C**

Réponses : A : 4,5% B : 1,2% C : 63,6% D : 4,4%

Pas de réponse : 26,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 86,3%

On obtient l'expression de l'unité à l'aide de la définition de la résistance thermique.

**41) La résistance thermique est alors ici en SI (unité du système international) :**

- A)  $R_{th} = 0,02 \text{ SI}$
- B)  $R_{th} = 0,05 \text{ SI}$
- C)  $R_{th} = 50 \text{ SI}$
- D)  $R_{th} = 80\,000 \text{ SI}$

**Bonne réponse : A**

Réponses : A : 31,5% B : 7,7% C : 4,5% D : 1,0%

Pas de réponse : 55,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,5%

La résistance thermique est le rapport de la variation de température sur le flux thermique.

**42) La Résistance thermique dépend de la conductivité thermique du matériau utilisée ( $\lambda = 1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), de son épaisseur  $e=0,3 \text{ mm}$  et sa surface  $S$  par la relation  $R_{th} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$ . La valeur de la surface est donc :**

- A)  $S = 0,006 \text{ m}^2$
- B)  $S = 0,01 \text{ m}^2$
- C)  $S = 0,015 \text{ m}^2$
- D)  $S = 0,03 \text{ m}^2$

**Bonne réponse : C**

**Réponses : A : 10,4% B : 0,9% C : 30,0% D : 1,5%**

**Pas de réponse : 57,2%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,1%**

Il suffit d'appliquer la formule présentée en utilisant les bonnes unités.

**43) La température de l'eau est ensuite maintenue à 60°C grâce au fonctionnement de la résistance pendant plus d'une heure. On peut donc dire :**

- A) que le système {eau+résistance} est un système isolé
- B) qu'il y a des échanges d'énergies entre le système {eau+résistance} et l'extérieur
- C) qu'il n'y a pas d'échanges d'énergie entre le système {eau+résistance} et l'extérieur
- D) que l'eau change d'état

**Bonne réponse : B**

**Réponses : A : 13,1% B : 38,0% C : 17,2% D : 0,7%**

**Pas de réponse : 31,0%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 55,0%**

Il y a des échanges d'énergie avec l'extérieur car l'eau est maintenue à température grâce à la résistance.

**44) Au cours d'une autre expérience à pression atmosphérique, la température de l'eau passe progressivement de -10 °C à 110°C. Les changements d'état sont :**

- A) sublimation et vaporisation
- B) fusion et vaporisation
- C) sublimation et liquéfaction
- D) fusion et liquéfaction

**Bonne réponse : B**

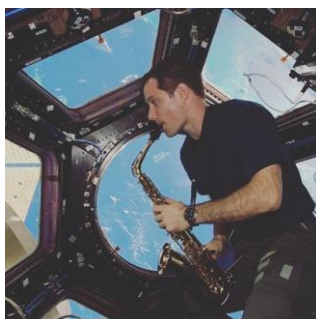
**Réponses : A : 17,1% B : 58,6% C : 2,1% D : 2,9%**

**Pas de réponse : 19,2%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 72,6%**

Le passage de l'état solide à l'état liquide et ensuite à l'état gazeux sont la fusion et la vaporisation.

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



Moment de saxophone au-dessus de la Terre par Thomas Pesquet. On s'intéressera dans cette partie au son du La3 joué au saxophone et à la lumière traversant le hublot de la cabine spatiale.

Donnée :  $\text{Log}(2) = 0,3$

**45) Le son joué par le saxophone est une onde :**

- A) électromagnétique transversale

- B) électromagnétique longitudinale
- C) mécanique longitudinale
- D) stationnaire

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 4,9% B : 7,8% C : 77,5% D : 1,1%

**Pas de réponse : 8,8%**

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

Le son est une onde mécanique longitudinale.

**46) En comparant ce son à celui d'un diapason émettant un La3, on observe sur le spectre fréquentiel de chacun :**

- A) les mêmes fréquences harmoniques
- B) les mêmes fréquences fondamentales
- C) les mêmes fréquences harmoniques et les mêmes fréquences fondamentales
- D) des fréquences harmoniques identiques mais des fréquences fondamentales différentes

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 1,6% B : 66,8% C : 4,4% D : 10,7%

**Pas de réponse : 16,5%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 80,0%**

Les deux sons ont la même fréquence fondamentale.

**47) Sur l'analyse spectrale du son du La3 du saxophone, on trouve plusieurs pics :**

- A) d'intensité croissante
- B) d'intensité constante
- C) placés aléatoirement
- D) dont la fréquence de chaque pic est un multiple entier de la fréquence fondamentale

**Bonne réponse : D**

**Réponses :** A : 1,4% B : 1,7% C : 1,7% D : 81,1%

**Pas de réponse : 14,1%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 94,4%**

Les différents pics correspondent aux harmoniques qui sont des multiples de la fréquence fondamentale.

**48) L'intensité du son s'exprime en :**

- A)  $W \cdot m^{-2}$
- B)  $W \cdot m^{-1}$
- C)  $W \cdot m^1$
- D)  $W \cdot m^2$

**Bonne réponse : A**

**Réponses :** A : 73,5% B : 7,1% C : 0,4% D : 6,3%

**Pas de réponse : 12,6%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 84,2%**

L'intensité sonore est une puissance par mètres carrés.

**49) Si deux saxophones jouaient de façon identique en même temps, le niveau sonore en un point équidistant des deux instruments serait par rapport au niveau sonore créé par un saxophone :**

- A) le même
- B) augmenté de +3 dB
- C) augmenté de +10 dB
- D) doublé

**Bonne réponse : B**

**Réponses :** A : 4,8% B : 80,0% C : 3,4% D : 4,3%

**Pas de réponse : 7,4%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 86,5%**



Le niveau sonore est lié au logarithme de l'intensité sonore :  $L = 10 \cdot \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$ . Un doublement d'intensité augmente le niveau sonore de +3 dB.

**50) La vitesse du son dans le vide est :**

- A) La même vitesse que celle dans l'air
- B) Une vitesse plus grande que celle dans l'air
- C) Une vitesse plus faible que celle dans l'air
- D) nulle

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 4,8% B : 8,5% C : 3,7% D : 75,3%**

**Pas de réponse : 7,7%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 81,6%**

Le son a besoin d'un milieu pour se propager.

On s'intéresse maintenant aux rayonnements électromagnétiques appartenant au domaine du visible ( $\lambda$ ) provenant du Soleil et traversant le hublot de la cabine spatiale. On note D la distance entre le hublot et l'œil de Thomas Pesquet.

**51) Thomas Pesquet peut observer une décomposition de la lumière issue du soleil (ou irisation) par diffraction lors du passage de la lumière à travers le hublot contenant une rayure de largeur, noté a, si :**

- A)  $a \approx \lambda$
- B)  $a \ll \lambda$
- C)  $a \gg \lambda$
- D)  $a/\lambda \gg 1$

**Bonne réponse : A**

**Réponses : A : 30,2% B : 28,8% C : 8,9% D : 3,1%**

**Pas de réponse : 29,1%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 42,5%**

Le phénomène de diffraction s'observe pour une fente ou obstacle de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde.

**52) La largeur L de la tâche centrale de diffraction, résultant du passage d'une onde de longueur d'onde  $\lambda$  à travers la rayure du hublot, s'exprime en fonction de  $\lambda$ , a et D par :**

- A)  $L = \frac{D\lambda}{2a}$
- B)  $L = \frac{2D}{\lambda a}$
- C)  $L = \frac{2D\lambda}{a}$
- D)  $L = \frac{2\lambda}{Da}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses : A : 5,2% B : 12,8% C : 69,1% D : 1,2%**

**Pas de réponse : 11,7%**

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

En utilisant le demi-angle de la tache centrale, on obtient l'expression de la largeur de la tache centrale en fonction des autres paramètres :  $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$

**53) Dans le cas de deux rayures sur le hublot séparées d'une distance b, une figure d'interférences peut être observée. L'interfrange i associée à la figure d'interférences d'une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  s'exprime :**

- A)  $i = \frac{\lambda b}{D}$
- B)  $i = \frac{\lambda D}{b}$
- C)  $i = \frac{bD}{\lambda}$
- D)  $i = \frac{\lambda b}{2D}$

**Bonne réponse : B**

**Réponses : A : 7,8% B : 46,1% C : 1,3% D : 9,9%**

**Pas de réponse : 34,9%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,8%**

C'est la définition de l'interfrange  $i$  lors d'interférences en fonction des autres paramètres.

**54) Dans le cas d'interférences destructives, la différence de marche  $\delta$  entre les ondes provenant des deux rayures qui interfèrent, est :**

- A) *nulle*
- B)  $\delta = n \cdot \lambda$  avec  $n$  entier
- C)  $\delta = (n + 1) \cdot \lambda$  avec  $n$  entier
- D)  $\delta = (n + \frac{1}{2}) \cdot \lambda$  avec  $n$  entier

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 2,4% B : 1,4% C : 5,8% D : 72,1%**

**Pas de réponse : 18,3%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 88,3%**

Pour avoir des interférences destructives, il faut une différence de marche qui est un multiple demi-entier de la longueur d'onde.

**55) L'énergie  $E$  associée à un rayon électromagnétique de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide est :**

- A)  $E = \frac{h\lambda}{c}$
- B)  $E = \frac{c\lambda}{h}$
- C)  $E = \frac{hc}{\lambda}$
- D)  $E = \frac{\lambda}{hc}$

**Bonne réponse : C**

**Réponses : A : 6,0% B : 1,5% C : 66,3% D : 1,7%**

**Pas de réponse : 24,6%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 87,9%**

C'est la définition de l'énergie d'une onde en fonction des paramètres.

**56) La quantité de mouvement associée à un photon de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide est :**

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

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 1,3% B : 23,1% C : 10,3% D : 35,1%**

**Pas de réponse : 30,2%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 50,3%**

C'est également une définition, celle de la quantité de mouvement d'une particule.

**57) Un laser est une source lumineuse. Son principe de fonctionnement repose sur :**

- A) l'émission spontanée
- B) l'émission stimulée
- C) l'émission non radiative.
- D) l'absorption

**Bonne réponse : B**

**Réponses : A : 10,6% B : 58,1% C : 1,4% D : 3,2%**

**Pas de réponse : 26,7%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 79,3%**

Le principe du laser repose sur une émission stimulée.

**58) Une des propriétés du rayonnement laser est d'être :**

- A) monochromatique
- B) divergent
- C) variable en longueur d'onde
- D) aucune des réponses précédentes n'est correcte

**Bonne réponse : A**

**Réponses : A : 88,2% B : 0,9% C : 2,0% D : 1,7%**

**Pas de réponse : 7,2%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 95,1%**

Le laser est une source monochromatique.

La lumière issue d'une autre étoile que le Soleil est observée par les instruments de la navette spatiale. Son spectre fait apparaître un décalage vers le rouge des raies observées par rapport aux raies spectrales des éléments connues.

**59) Le décalage vers le rouge est dû à :**

- A) l'effet De Broglie
- B) l'effet Thomson
- C) l'effet Doppler
- D) l'effet Compton

**Bonne réponse : C**

**Réponses : A : 9,0% B : 5,8% C : 54,0% D : 3,2%**

**Pas de réponse : 28,0%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 75,0%**

C'est l'effet Doppler qui est responsable du décalage vers le rouge, dû au mouvement relatif entre la source et le récepteur.

**60) Le décalage vers le rouge indique que l'étoile :**

- A) est plus chaude
- B) est plus froide
- C) s'approche de nous
- D) s'éloigne de nous

**Bonne réponse : D**

**Réponses : A : 8,4% B : 23,3% C : 15,8% D : 36,2%**

**Pas de réponse : 16,3%**

**Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 43,3%**

Le décalage vers le rouge indique que l'étoile s'éloigne de nous.

**FIN**