

DST N°3 - Photographie + Lumière

N. Bancel

19 Mars 2025

Durée du devoir : 2 heures

La calculatrice EST autorisée. Total des points : 20 points

Note importante

Toutes les réponses doivent être justifiées. La qualité et la précision de la rédaction seront prises en compte dans la notation des copies. Il est permis d'admettre le résultat de certaines questions pour ne pas rester bloqué, en prenant soin d'indiquer sur la copie les résultats admis.

Exercice 2 - Lumière (5 points)

Extrait du BAC 2018 - Polynésie

Outre sa structure en titane, le musée Guggenheim comporte de grandes parois en verre traité qui laissent entrer la lumière tout en protégeant les salles de la chaleur et de certaines radiations.

Document 4 - Composition du rayonnement solaire.

Le rayonnement émis par le Soleil constitue un spectre continu allant des ultraviolets à l'infrarouge en passant par le visible. Lors de la traversée de l'atmosphère, certaines bandes de l'ultraviolet et de l'infrarouge sont absorbées. Ainsi, le rayonnement arrivant à la surface de la Terre comprend les proportions de 5 % d'ultraviolet, 40 % de lumière visible, et 55 % d'infrarouge qui est le porteur essentiel de l'énergie thermique.

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
- Énergie d'un photon de fréquence ν : $E = h \cdot \nu$
- Relation entre la longueur d'onde d'un photon dans le vide et la fréquence d'un rayonnement ν : $\lambda = c / \nu$

Figure 1: Verre du musée

1. (0.5 points) Citer le constituant principal d'un verre minéral.
2. (0.5 points) Préciser à quel type d'ondes appartiennent les rayonnements ultraviolets, visibles et infrarouges cités dans le document 4.
3. (4 points) On considère un rayonnement de longueur d'onde dans le vide λ égale à 900 nm.
 - (a) (1 point) Indiquer à quel domaine appartient ce rayonnement : ultraviolet, lumière visible, infrarouge, en expliquant ce choix.
 - (b) (1 point) Déterminer la fréquence de ce rayonnement.
 - (c) (2 points) Déterminer l'énergie d'un photon associé à ce rayonnement.

Exercice 3 - Restauration des vitraux (3.5 points)

Extrait du BAC 2018 - Métropole

Dans le cadre de l'étude préalable à la restauration de la baie 107 de la cathédrale de Chartres, le LRMH (laboratoire de recherche des musées de France) a été sollicité. La question concernait la difficulté de nettoyage de dépôts blancs observés en face interne sur de nombreuses pièces de verre.

Document 7 - Nettoyage des dépôts blancs

De nombreux vitraux anciens présentaient un dépôt blanc dont la nature était visuellement difficile à identifier. Pour en connaître la nature et ainsi adapter le traitement, il a donc été nécessaire d'effectuer plusieurs types d'analyse.

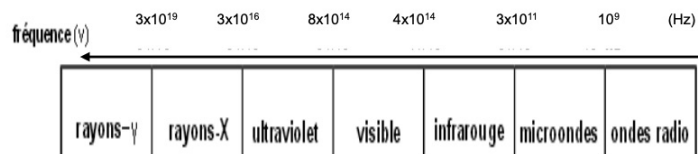
Les observations et analyses ont été réalisées à l'aide du microscope électronique à balayage MEB associé à l'analyse qualitative par spectrométrie de rayons X, avec un détecteur à dispersion d'énergie EDS. Cette méthode de microscopie permet également de voir la morphologie du dépôt. Des analyses en spectroscopie infrarouge et en fluorescence X ont également été effectuées pour compléter l'étude.

L'analyse du dépôt blanc avec l'aide du MEB/EDS, de la spectroscopie infrarouge et de la fluorescence X conduit à la conclusion que ce dépôt blanc est une phase très riche en silicate, avec des éléments mineurs (Pb, Ca, K, Fe, Cu). On a donc affaire à une grisaille très diluée sur un verre vert, riche en fer et en cuivre. La présence de calcium et de carbonate atteste qu'il existe également des restes de carbonate de calcium provenant du masticage.

D'après www.lrmh.fr

Figure 2: Nettoyage des dépôts blancs

Document 8 :



La fréquence ν et la longueur d'onde λ sont reliées par la relation : $\nu = c / \lambda$.

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

Energie d'un photon de fréquence ν : $E = h \cdot \nu$

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

1. (0.5 points) Déterminer la nature des deux rayonnements utilisés pour l'analyse spectroscopique des dépôts blancs.
2. (1 point) Préciser, sans calcul, lequel des deux rayonnements est le plus énergétique.
3. (1 point) Déterminer les longueurs d'onde minimale et maximale des rayonnements infrarouges
4. (1 point) Déterminer les informations révélées par l'analyse du dépôt blanc.