

Corrigé DS n° 2 : Ondes mécaniques - Modèle de la lumière

1^{ère} spécialité Physique-Chimie - LMA - Poisson Florian

28 novembre 2020

Exercice 1 - Éclipse solaire (6 points)

Lors de l'éclipse totale du Soleil du 18 août 1868, le français Pierre Janssen et le britannique Norman Lockyer ont analysé le spectre de la couronne solaire et ont remarqué qu'il présentait une raie brillant dans le jaune très proche de celle du sodium. Lockyer a émis l'hypothèse que cette raie était due à un nouvel élément qu'il baptisa hélium. Ce n'est que 27 ans plus tard que cet élément chimique fut identifié sur Terre.

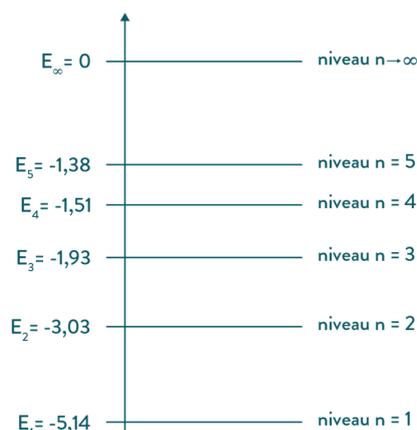
Données : $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$ $1 \text{ eV} = 1,60.10^{-19} \text{ J}$

1. Illustrer avec un schéma de niveaux d'énergie d'un atome le phénomène d'émission d'un quantum d'énergie lumineuse.
cf. cours
2. On note E l'énergie du photon émis lors d'une transition énergétique d'un atome. Donner l'expression littérale de E en fonction de la longueur d'onde λ de la radiation lumineuse émise dans le vide, de la constante de Planck h et de la célérité de la lumière dans le vide c .

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Avec E l'énergie en J, λ la longueur d'onde (en m), h la constante de Planck en J.s et c la célérité de la lumière en m.s^{-1} .

3. La figure ci-dessous représente le diagramme énergétique de l'atome de sodium. (Les énergies sont indiquées en eV). On s'intéresse à la raie D_2 du sodium de longueur d'onde $\lambda_{Na} = 589,0 \text{ nm}$. Calculer la valeur de l'énergie E du rayonnement correspondant à cette raie.



$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{589,0 \cdot 10^{-9}} = 3,38 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,11 \text{ eV}$$

4. Déterminer à quelle transition cette émission correspond.

D'après les valeurs d'énergie du diagramme, on constate que la transition $E_2 \rightarrow E_1$ a pour énergie :

$$|E_2 - E_1| = |-3,03 + 5,14| = 2,11 \text{ eV}$$

Cette énergie correspond bien à l'émission de la raie D_2 du sodium.

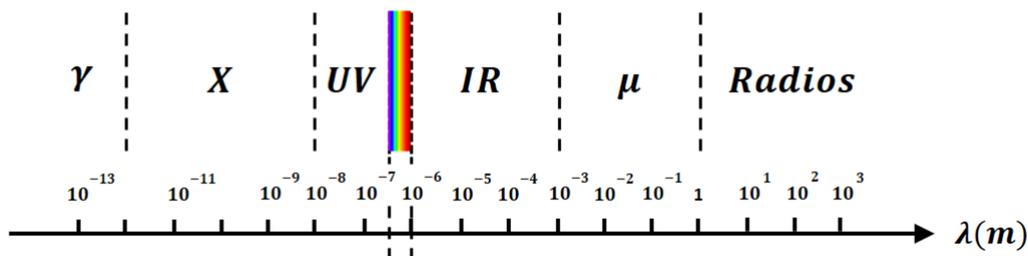
Exercice 2 - Rayonnement ionisant (4 points)

Document 1 : rayonnement ionisant

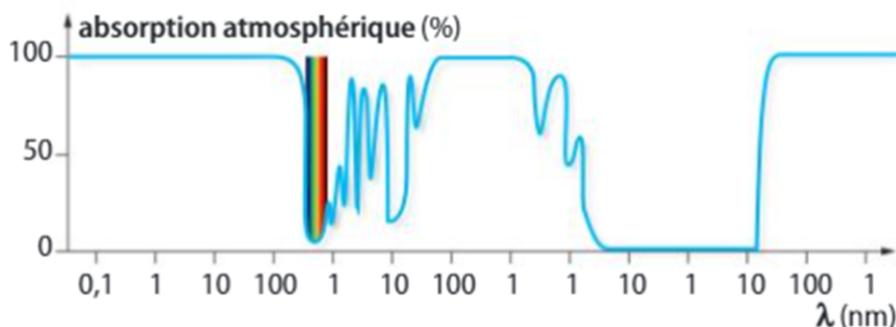
Un rayonnement ionisant est un rayonnement électromagnétique capable de produire des ions en faisant absorber une énergie suffisamment grande à l'électron d'un atome pour que celui-ci passe de son état fondamental à un état « infiniment excité », c'est-à-dire sur une couche électronique se situant à l'infini (l'électron est donc arraché de l'atome).

On considère qu'un rayonnement est ionisant si l'énergie qu'il transporte est supérieure à 13,6 eV. Ces rayonnements peuvent être nocifs pour les organismes vivants.

Document 2 : spectre électromagnétique



Document 3 : absorption atmosphérique



1. Déterminer la fréquence et la longueur d'onde d'un photon dont l'énergie a pour valeur 13,6 eV.

L'énergie de 13,6 eV a pour valeur, en Joules : $E = 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$

$$\text{Or } E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ donc } \nu = \frac{E}{h} = \frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3,28 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\text{Et donc } \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{3,28 \cdot 10^{15}} = 91,4 \text{ nm}$$

2. Quelles sont les familles d'ondes électromagnétiques ionisantes ?

L'énergie précédente correspond à un rayonnement ultraviolet d'après le document 2. Or l'énergie est inversement proportionnelle à la longueur d'onde donc si les rayonnements ionisants sont ceux d'énergie supérieure à 13,6 eV, il s'agit de ceux de longueur d'onde inférieure à 91,4 nm, ce qui englobe les rayons gamma, les rayons X et une partie des ultraviolets.

3. Expliquer pourquoi l'atmosphère terrestre nous protège en grande partie de ces rayonnements ionisants ?

D'après le document 3, on voit que l'absorption atmosphérique est de 100% pour presque l'intégralité des rayonnements situés dans le domaine gamma, X et UV, ce qui explique que l'atmosphère nous protège de ces rayonnements. Seuls les UV proches du visible ne sont pas absorbés à 100%, ce qui explique la nécessité de se protéger avec de la crème solaire !

Exercice 3 - Sujet type bac : « Autour des vagues » (10 points)

Partie 1 :

1. cf. cours
2. D'après l'énoncé, il y a 1000 vagues par heure donc la fréquence est de $f = \frac{1000}{3600} = 0,27$ Hz, soit donc une période temporelle $T = \frac{1}{f} = 3,6$ s.
3. A l'aide du graphique et en tenant compte de l'échelle, on mesure un écart de 89 m pour 6 périodes spatiales, ce qui nous donne une longueur d'onde $\lambda = \frac{89}{6} = 15$ m.
4. La vitesse de propagation de cette onde est :

$$v = \lambda \times f = 15 \times 0,27 = 4 \text{ m.s}^{-1}$$

Partie 2 :

1. Le séisme a été enregistré à 14 h 46 min 00 s au Japon, 150 s après sa formation, soit 2 min 30 s. Il s'est donc formé à 14 h 43 min 30 s heure locale et a ainsi engendré le tsunami. Dans l'échelle de temps universelle, le séisme a eu lieu à 5 h 43 min 30 s.
2. L'onde sismique a mis 150 s pour parcourir 370 km entre son épicerne et la côte japonaise, soit une vitesse :

$$v_1 = \frac{370.10^3}{150} = 2,47.10^3 = 2470 \text{ m.s}^{-1}$$

3. Le tsunami, quant à lui, a parcouru une distance de 9 900 km pendant une durée Δt telle que : $\Delta t = (17\text{h}49\text{min}00\text{s}) - (5\text{h}43\text{min}30\text{s}) = 12 \text{ h } 5 \text{ min } 30 \text{ s}$. Ainsi, en s, on obtient une durée :

$$\Delta t = 12 \times 3600 + 5 \times 60 + 30 = 43530 \text{ s}$$

D'où la vitesse du tsunami :

$$v_2 = \frac{9900.10^3}{43530} = 227 \text{ m.s}^{-1}$$

CLASSE : Première

E3C : E3C1 E3C2 E3C3VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Les ondes mécaniques (10 points)

Partie 1 : fabriquer des vagues artificielles lors des JO de 2024

Les jeux olympiques représentent un évènement sportif majeur, qui a lieu tous les quatre ans. Paris accueillera les jeux olympiques en 2024, tandis que ceux de 2020 auront lieu à Tokyo. De nouveaux sports, tels que le surf, ont été ajoutés aux quarante disciplines existantes, ce qui contraint les pays d'accueil à disposer de nouveaux équipements.

Ainsi, un projet de piscine à vague sur la Ville de Sevrans, en Île-de-France, est à l'étude et devrait voir le jour en 2023. Il s'agit ici, de construire un parc de loisir, notamment aquatique ; dans lequel viendrait s'intégrer les plans d'eaux olympiques. Concernant la piscine dédiée à la pratique du surf, une technologie inédite permettra d'obtenir 1 000 vagues par heure alors que les technologies des piscines actuelles sont en dessous de cette performance.



Plan du projet de Sevrans
Échelle :  représente 10,5 mètres
source :

www.sevranterredeaux.com

1. Définir d'une onde mécanique.
2. À partir des informations contenues dans l'énoncé, déterminer la valeur de la fréquence des vagues formées, puis en déduire la périodicité temporelle.
3. En exploitant le document ci-dessus, déterminer la période spatiale des vagues formées.
4. En déduire la vitesse de propagation de cette onde.

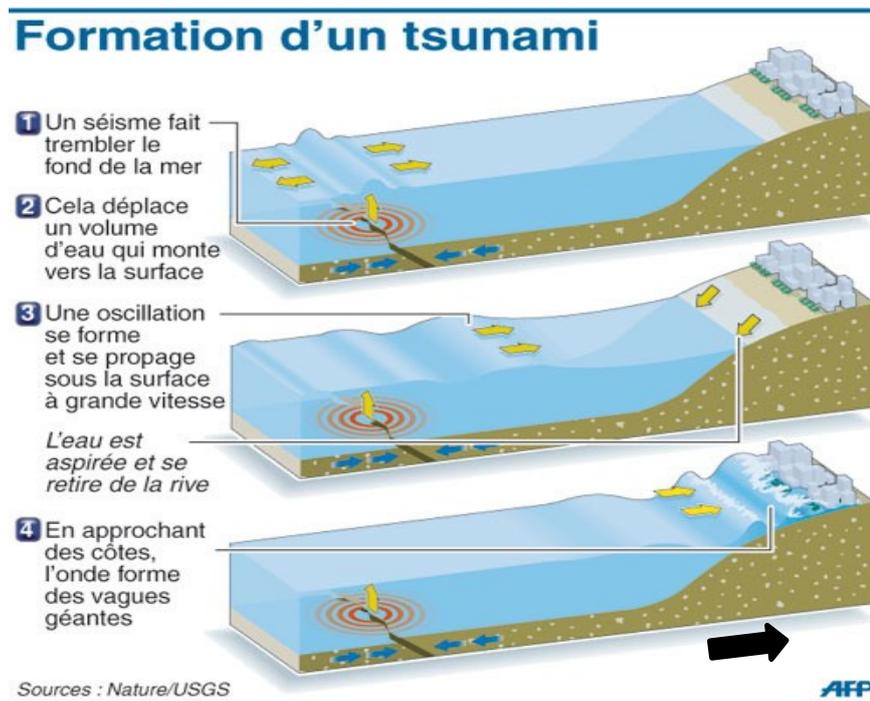
Partie 2 : les tsunamis aux vagues destructrices

Les tsunamis se forment généralement à la suite de divers phénomènes tels que les éruptions volcaniques sous-marines, les glissements de terrains, les chutes d'astéroïdes dans les océans. Le cas le plus fréquent reste celui des séismes dont l'épicentre se trouve sous l'océan. En 2011 un séisme de magnitude 9,0 a eu lieu au large du Japon. L'épicentre était localisé sous l'océan Pacifique, à 370 km du Nord-Est du Japon. Les études montrent que l'onde sismique, générée par le mouvement de subduction des deux plaques tectoniques avoisinantes, a atteint la côte japonaise 150 secondes après sa formation. Le séisme a été ressentie à 14 h 46 min 00 s heure locale soit à 5 h 46 min 00 s dans l'échelle de temps universel.

Ce séisme sous-marin a été à l'origine d'un énorme tsunami qui traversa tout l'océan pacifique. De nombreux pays ont été touchés par la houle. C'est le cas d'une des îles de l'archipel des marquises. En effet, l'île de Nihuku Hiva a été touchée à 17 h 49 min 00 s dans l'échelle de temps universel. Cette île se trouve à 9 900 km de l'épicentre du séisme.

Temps universel : il s'agit de l'heure de référence internationale.

1. Déterminer l'heure à laquelle s'est formé le tsunami au large du Japon.
2. En déduire la valeur de la vitesse moyenne de propagation v_1 de l'onde sismique, l'exprimer en $m.s^{-1}$.
3. Déterminer la valeur de la vitesse moyenne v_2 de propagation du tsunami en $m.s^{-1}$.



Échelle : représente 2 km. Source : www.histoire-geo-ensemble.overblog.com

On considère que le document précédant représente le cas du tsunami de Nihuku Hiva. En supposant la valeur de la vitesse moyenne v_2 de propagation des vagues à la surface de l'eau constante, déterminer la durée dont dispose un habitant au bord de mer pour se mettre à l'abri dès lors que la mer se retire.