ÉPREUVE D'INFORMATIQUE (PYTHON) №1
DURÉE : 1H 30'

M. A. Ammar - IPEST : HAP 16 décembre 2020

Documents non autorisés.

- L'épreuve comporte 3 pages.
- La présentation, la lisibilité, la qualité de la rédaction et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
- Les algorithmes doivent être commentés.

Exercice 1 : Calculer les niveaux d'énergie dans un atome

Le n^{ime} niveau d'énergie d'un électron dans un atome d'hydrogène est donné par :

$$E_n = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}, \tag{1}$$

où $m_e = 9.109410^{-31}\ kg$ est la masse de l'électron, $e = 1.602210^{19}\ C$ est la charge élémentaire, $\varepsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12} C^2 s^2\ kg^{-1} m^{-3}$ est la permittivité électrique du vide, et $h = 6.6261 \cdot 10^{34}\ Js$

Q1. Écrire la fonction `E(n)` qui retourne la valeur du niveau d'énergie en électron-volt (eV).

Indications.

On vous rappelle que $1\ eV = 1.60221 0^{-19}\ J$.

Q2. Calculer la valeur du niveau d'énergie le plus bas, `E(n=1)`. A quoi correspond ce niveau d'énergie ?

Q3. Tester la valeur du niveau d'énergie pour $n \to \infty$. A quoi correspond le niveau d'énergie $E = 0$ eV ?

Q4. Écrire une boucle qui calcule et affiche le niveau d'énergie E_n pour $n = 1, \ldots, 20$.

Indications.

Le résultat doit être comme suivant :

```
E1 = -13.606152702370753 eV
E2 = -3.4015381755926883 eV
............................
............................
E19 = -0.03769017369077771 eV
E20 = -0.03401538175592689 eV
```

Q5. L'énergie libérée lorsqu'un électron se déplace du niveau ni au niveau nf est donnée par :

$$\Delta E = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \cdot \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) \tag{2}$$

Construire et afficher la liste qui représente la matrice $\Delta E^{i,f}$ dont la cellule de la colonne `i` et de la ligne `f` contient l'énergie libérée lorsqu'un électron passe du niveau d'énergie `i` au niveau `f`, pour $i, f = 1, \ldots, 5$.

$$\Delta E^{i,f} = \begin{pmatrix} \Delta E_{1,1} & \Delta E_{1,2} & \Delta E_{1,3} & \Delta E_{1,4} & \Delta E_{1,5} \\ \Delta E_{2,1} & \Delta E_{2,2} & \Delta E_{2,3} & \Delta E_{2,4} & \Delta E_{2,5} \\ \Delta E_{3,1} & \Delta E_{3,2} & \Delta E_{3,3} & \Delta E_{3,4} & \Delta E_{3,5} \\ \Delta E_{4,1} & \Delta E_{4,2} & \Delta E_{4,3} & \Delta E_{4,4} & \Delta E_{4,5} \\ \Delta E_{5,1} & \Delta E_{5,2} & \Delta E_{5,3} & \Delta E_{5,4} & \Delta E_{5,5} \end{pmatrix} \tag{3}$$

Exercice 2 : Tracer la viscosité de l'eau

La viscosité de l'eau, μ, varie avec la température T (en Kelvin) selon la formule :

$$\mu(T) = A \cdot 10^{B/(T-C)} \tag{4}$$

où $A = 2.414 \cdot 10^{-5}$ Pa s, $B = 247.8\ K$ et $C = 140\ K$.

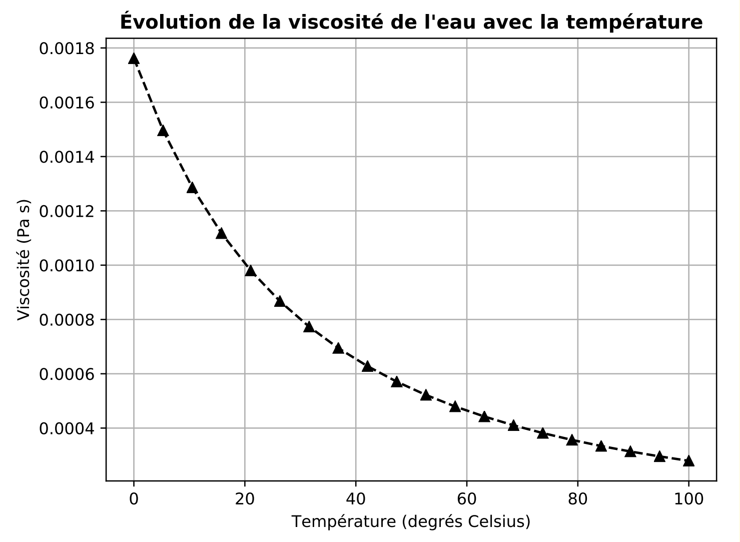
Q1. Écrire la fonction `mu(T, A, B, C)` qui renvoie la valeur de la viscosité μ pour chaque valeur donnée de la température T.

Q2. Tracer $\mu(T)$ pour 20 valeurs de T entre 0 et 100 degrés Celsius. Marquer l'axe des x avec "Température (degrés Celsius)", l'axe des y avec "viscosité (Pa s)" et le titre "Évolution de la viscosité de l'eau avec la température". Notez que T dans la formule de μ doit être en Kelvin !

Indications.

— On vous rappelle que : 0 °C = 273 °K.

— La sortie du programme devrait ressembler à la figure ci-dessous.



Exercice 3 : Diffraction par ouverture rectangulaire

Considérons un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclairant une ouverture rectangulaire située dans un plan (xOy). La largeur de l'ouverture b est dans la direction x et sa hauteur h est dans la direction y.

L'intensité normalisée de lumière en un point M situé sur un écran (E) et à une distance D de la fente peut s'écrire comme suit :

$$\frac{I(x_M, y_M)}{I_0} = \text{sinc}^2\left(B \cdot x_M\right) \text{sinc}^2\left(H \cdot y_M\right) \tag{5}$$

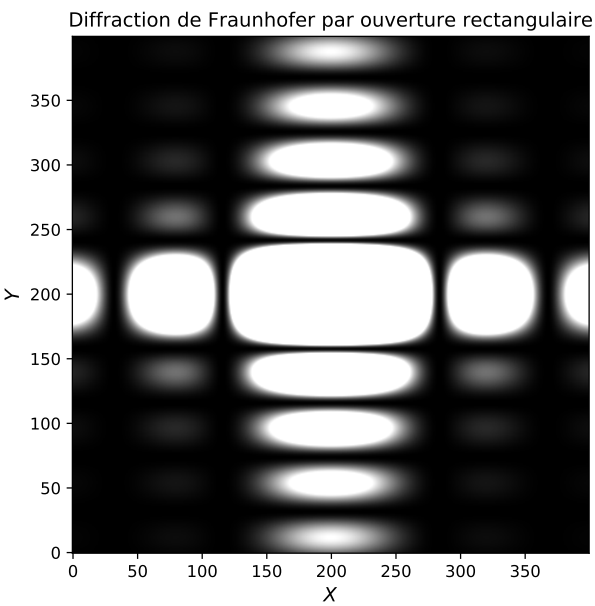
où $H = \frac{\pi h}{\lambda D}$, $B = \frac{\pi b}{\lambda D}$.

— La largeur de la tache centrale dans la direction x est inversement proportionnelle à la largeur de l'ouverture : $\Delta x = \frac{2\lambda D}{b}$;

— La largeur de la tache centrale dans la direction y est inversement proportionnelle à la hauteur de l'ouverture : $\Delta y = \frac{2\lambda D}{h}$.

Écrire la fonction Python `DiffRect(lamda, b, h, D)` qui calcul Δx et Δy et affiche la figure de diffraction :

```
>>> DiffRect(lamda= 630*1.E-9, b= 2*1.E-5, h= 4*1.E-5, D= 2)
La largeur de la tache centrale dans la direction x :  12.6
La largeur de la tache centrale dans la direction y :  6.3
```



Indications.

- 'X,Y = np.meshgrid(x,y)', avec `x` et `y` sont deux tableaux `numpy`, est très utile pour évaluer des fonctions sur une grille.
- `plt.imshow(X)` afficher une image, à savoir des données sur une trame régulière 2D.