

Exercice 1 : Echographie oculaire (6 points)

Mots-clés : Échographie, fréquence, vitesse, durée de parcours.

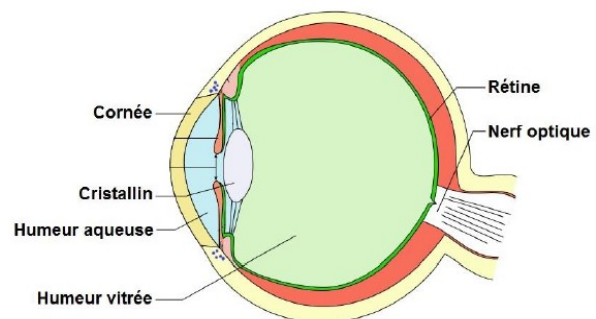
De nombreux défauts de l'oeil peuvent être corrigés avec des lunettes. Une vision non corrigée peut influencer sur l'éducation d'une personne, son emploi, sa sécurité et sa qualité de vie.

L'objectif de cet exercice est d'étudier les résultats d'une échographie oculaire qui permet de diagnostiquer le type de défaut de l'oeil du patient.

Document 1. Brochure disponible dans la salle d'attente d'un médecin ophtalmologiste

La lumière pénètre dans l'oeil par la cornée, traverse le cristallin et l'humeur vitrée puis arrive sur la rétine. Pour que l'image soit nette, il faut qu'elle se forme sur la rétine :

- La myopie est une affection qui perturbe la vision d'objets éloignés qui sont alors flous, leur image se formant avant la rétine.
- L'hypermétropie est une affection qui perturbe la vision d'objets proches qui sont alors flous, leur image se formant après la rétine.



Document 2. Principe de l'échographie d'un œil

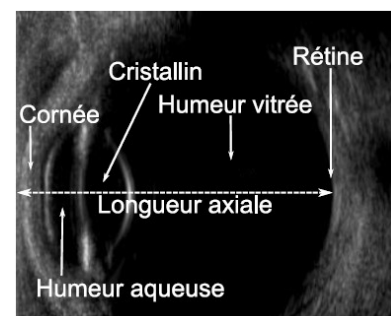
L'échographie permet d'observer la structure de l'oeil et de mesurer sa taille.

Avant l'échographie, pour le confort du patient, le médecin réalise une anesthésie de la cornée à l'aide de quelques gouttes de collyre anesthésique. Il dépose ensuite du gel ophtalmique stérile à la surface de la cornée et balaie cette surface à l'aide d'une sonde émettant des ultrasons de fréquence égale à 10 MHz.

En mesurant notamment des durées séparant le signal émis et les signaux reçus après réflexion (les échos) sur les différentes parties de l'oeil, un système informatique permet d'obtenir une image en nuances de gris.

On peut ainsi mesurer la distance séparant la cornée de la rétine, appelée longueur axiale de l'oeil. La longueur axiale d'un œil normal est comprise entre 22 et 24 mm :

- En deçà de 22 mm, l'oeil est trop court, il est hypermétrope ;
- Au-delà de 24 mm, l'oeil est trop long, il est myope.



Document 3. Données utiles

Milieu traversé	Cornée	Humeur aqueuse	Cristallin	Humeur Vitrée
Célérité des ultrasons ($m \cdot s^{-1}$)	1620	1532	1641	1532
Durée nécessaire à la réception des principaux échos par la sonde (μs)	0,6	3,6	9,2	27,0

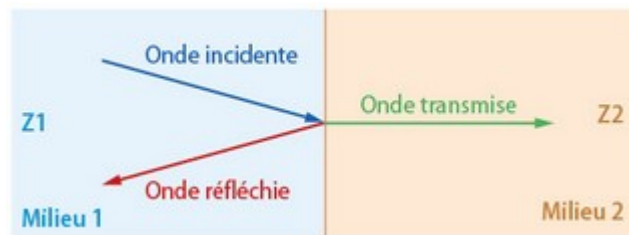
Document 4. Impédance acoustique

L'impédance acoustique d'un milieu pour une onde sonore, caractérise la résistance du milieu au passage de cette onde.

L'impédance acoustique Z d'un milieu, dépend de la masse volumique ρ (en kg/m^3) du milieu et la vitesse v (en m/s) de l'onde sonore.

On calcule Z (en $kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) grâce à la relation $Z = \rho \times v$

Une onde sonore qui se propage vers un milieu de plus grande impédance acoustique sera en grande partie réfléchi à l'interface des deux milieux.



On donne les impédances acoustiques de l'air et de la cornée

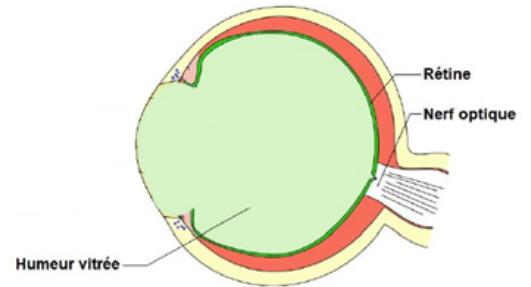
Milieu traversé	Air	Cornée
Impédance acoustique en $kg/m^2/s^{-1}$	442	$1,40 \times 10^6$

1. Quelle est la nature des ondes utilisées pour réaliser ce diagnostic ? Ces ondes sont-elles dangereuses pour la santé ?
2. A l'aide du document 3, quel paramètre est mis en évidence qui modifie la vitesse des ondes ultrasonores ?
3. Rappeler l'expression reliant la longueur d'onde λ , la fréquence f et la vitesse v de propagation d'une onde. Préciser les unités des grandeurs.
4. A l'aide du document 4, indiquer ce qui se passe lorsque des ultrasons se propagent de l'air vers la cornée. Expliquer.
5. Calculer l'impédance Z du gel que l'on applique sur la peau lors d'une échographie.
Justifier l'utilisation de ce gel.

Données : $\rho = 1\,070 \text{ kg/m}^3$ et $v = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

6. Expliquer qualitativement, à l'aide d'un schéma, l'origine de ces quatre échos répertoriés dans le tableau du document 3. On suppose que le gel permet à l'onde ultrasonore de pénétrer dans la cornée sans réflexion sur sa face avant.
7. On va supposer maintenant que l'œil est simplement un globe circulaire constitué d'un seul milieu : l'humeur vitrée.

Matérialiser sur le schéma donné en **ANNEXE (à rendre avec la copie)**, la longueur axiale d de l'œil, c'est-à-dire, la distance d qui sépare l'entrée de l'œil (la cornée) et le fond de l'œil (la rétine).



8. Donner la relation entre d et le trajet D des ondes ultrasonores entre l'émetteur et le récepteur.
9. Donner l'expression littérale reliant la distance d , la durée Δt et la vitesse v de l'onde ultrasonore.
10. On suppose que la vitesse de propagation dans ce milieu est $v = 1532 \text{ m/s}$

La durée Δt qui s'écoule entre l'émission et la réception de l'onde par la sonde est de $27,0 \mu\text{s}$.

En déduire la longueur axiale d de l'œil. On donnera le résultat en mm avec un chiffre après la virgule.

Donnée : $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$ $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

11. Cet œil est-il hypermétrope ?

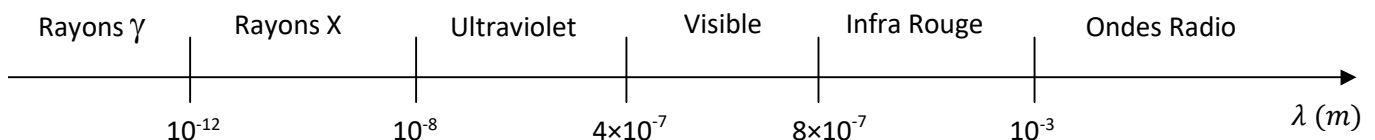
Exercice 2 : Traitement d'un cancer par curiethérapie (7 points)

Mots-clés : Isotopes, période radioactive, activité.

Le bisphénol A contribue à augmenter le risque du cancer de la prostate. Ce cancer peut être soigné par curiethérapie. Cette thérapie consiste à implanter, à travers le périnée, des capsules de la taille de grains de riz contenant de l'iode 125. Ces implants restent à demeure.

Les noyaux d'iode 125 (symbole ${}^{125}_{53}\text{I}$) sont radioactifs, ils émettent des particules de faible énergie et un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde $\lambda_0 = 0,034 \text{ nm}$. Les particules sont absorbées par les parois de la capsule contenant l'iode. L'irradiation des tissus entourant l'implant n'est due qu'au rayonnement électromagnétique.

Document 1 : Domaines spectraux des ondes électromagnétiques



1. Les noyaux d'iode 125 et d'iode 123 sont des isotopes. Définir le terme « isotopes » et donner le symbole du noyau d'iode 123.
2. Donner la composition d'un noyau d'iode 125.
3. La réaction de désintégration d'un noyau d'iode 125, s'accompagne de l'émission d'électrons.
En exploitant le texte introductif, préciser ce qu'il advient des électrons.
4. A l'aide du document 1, déterminer le domaine des ondes électromagnétiques émises lors de cette désintégration radioactive.
Rappel : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.
5. Définir la période radioactive d'un radioélément.
6. A l'aide d'une construction graphique réalisée sur l'ANNEXE (à rendre avec la copie), montrer que la période radioactive de l'iode 125 est voisine de 60 jours.
7. Une capsule d'implant possède une activité de 16 MBq. Calculer l'activité de cette capsule au bout de 120 jours.
8. Expliquer pourquoi il est recommandé aux patients traités par curiethérapie à l'iode 125 d'éviter des contacts prolongés avec des femmes enceintes ou avec de jeunes enfants pendant les 6 mois qui suivent la pose des implants.
9. Dans certains cas, le radioélément utilisé n'est pas l'iode 125 mais le palladium 103 qui a une période radioactive de 17 jours. Indiquer les avantages que l'usage du palladium peut présenter.

Exercice 3 : Étude d'un antiseptique préopératoire (7 points)

Mots-clés : Dilution, dosage par étalonnage, concentrations en masse et en quantité de matière.

L'implantation de capsules de curiethérapie nécessite une intervention chirurgicale. La Bétadine[®] est un antiseptique local utilisé pour la désinfection préopératoire des patients. Son principe actif est le diiode I_2 qui élimine les micro-organismes par son action oxydante.

Les solutions de diiode sont colorées en jaune allant jusqu'au brun selon leur concentration.

Dans la Bétadine[®], le diiode est « emprisonné » dans un polymère appelé polyvidone.

Une mole de polyvidone iodée contient une mole de diiode.

- D'après la notice, la Bétadine[®] à 10% contient 10 g de polyvidone iodée dans 100 mL
- Masse molaire moléculaire du polyvidone : $M = 2363 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

On souhaite déterminer la teneur en diiode de la Bétadine[®] à 10 % à l'aide d'un dosage spectrophotométrique par étalonnage. Pour cela, on procède à l'étalonnage d'une gamme de solutions de diiode de concentrations $C(I_2)$ en quantité de matière de I_2 , connues. La mesure de l'absorbance A de chaque solution est réalisée avec un spectrophotomètre.

On obtient la courbe d'étalonnage donnée en **ANNEXE (à rendre avec la copie de chimie)**, qui représente l'absorbance A des solutions en fonction de leur concentration en quantité de matière de I_2 .

1. Justifier, à l'aide du graphique donné en ANNEXE que l'absorbance A de la solution de diiode est proportionnelle à la concentration $C(I_2)$ en quantité de matière de diiode.
2. Pour comparer la solution commerciale de Bétadine à 10% avec cette gamme d'étalonnage, il est ici nécessaire de la diluer dix fois.

Parmi le matériel disponible ci-dessous, choisir, en justifiant, l'association pipette jaugée / fiole jaugée à utiliser pour préparer la solution diluée souhaitée.

Liste du matériel disponible :

- Pipettes jaugée 2,0 mL ; 10,0 mL ; 20,0 mL ; 25,0 mL
- Fioles jaugées 100,0 mL ; 250,0 mL ; 500,0 mL.

3. Rappeler le protocole de la dilution.
4. Sans modifier les réglages du spectrophotomètre, on mesure l'absorbance de la solution ainsi diluée.

On trouve $A_{\text{Solution diluée}} = 0,9$.

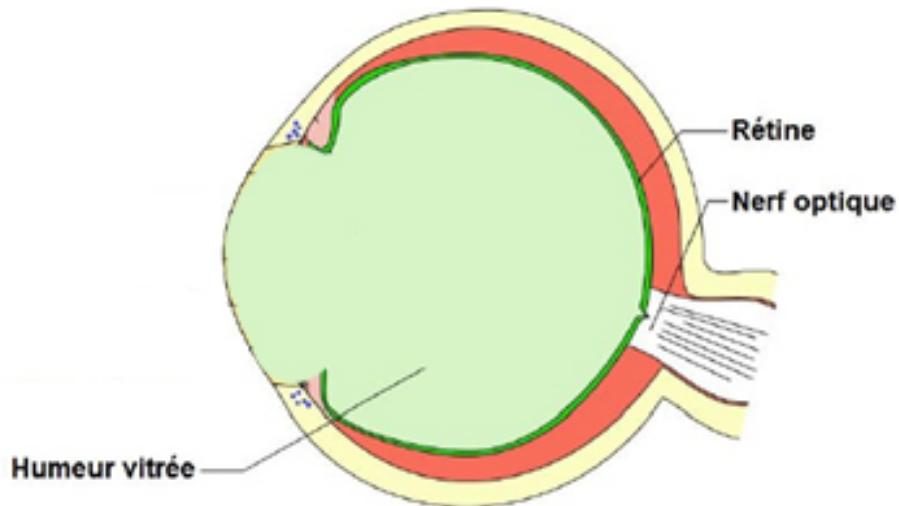
Déterminer graphiquement, à l'aide de l'ANNEXE, la concentration en quantité de matière de diiode de la solution.

On fera apparaître la construction sur le graphique.

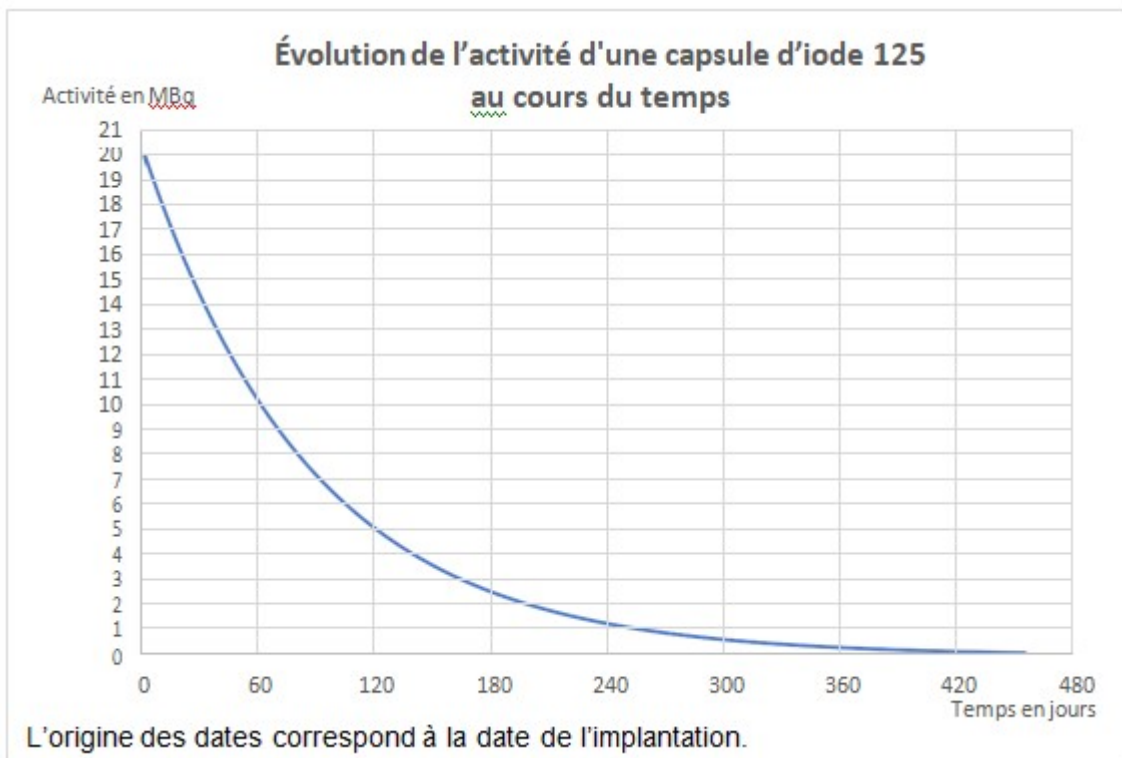
5. En déduire que la concentration en quantité de matière de diiode dans la solution de Bétadine à 10% est voisine de 0,043 mol/L.
6. En déduire la concentration en masse de la polyvidone iodée dans la Bétadine à 10%.
7. Vérifier la cohérence de l'indication de la notice « La Bétadine à 10% contient 10g de polyvidone iodée dans 100 mL ».
8. Identifier une cause possible de l'écart constaté.

ANNEXE - À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE

Exercice 1 - Question 7



Exercice 2 - Question 6



Exercice 3 - Questions 1 à 4

