

Exercice 1 : Un examen de santé

Les différentes parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

Vous êtes médecin dans un hôpital, chef de service d'une unité qui traite les cas mystérieux.

Quand vous entrez dans votre salle de réunion, vos collègues sont déjà en train de lire le dossier du patient du jour. Vous parcourez les documents : homme de 45 ans qui a eu un léger accident de voiture ; il a mal dans le bas du dos.

Rien de bien mystérieux, pensez-vous. . . jusqu'à ce qu'une infirmière fasse irruption et vous informe que le patient souffre maintenant du ventre. Comme vous êtes dans un bon jour, vous ordonnez qu'on lui fasse une fibroscopie de l'estomac.

Fibroscopie

La fibroscopie est un examen qui utilise les propriétés guidantes de la fibre optique.

1. Que se passe-t-il quand la lumière arrive à l'interface entre deux milieux d'indices de réfraction différents ?
2. Dans la fibre optique, la lumière est guidée sans perte. Quelles sont les conditions pour qu'il y ait uniquement un rayon réfléchi ?
3. On considère le schéma de la figure 1.

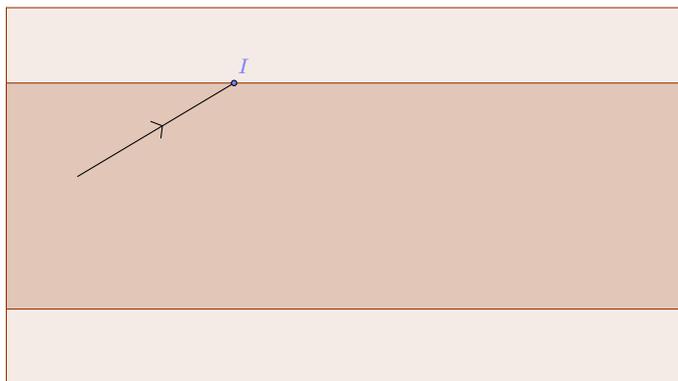


FIGURE 1 – Fibre optique

- (a) Identifiez, sur le schéma, le cœur et la gaine de la fibre optique.
- (b) Repérez sur le schéma l'angle d'incidence i .
- (c) Quelle est la valeur limite i_l de l'angle d'incidence au point I pour qu'il y ait une réflexion totale ?

On donne les indices de réfraction $n_{\text{cœur}} = 1,58$ et $n_{\text{gaine}} = 1,22$.

L'examen du patient n'a rien révélé d'anormal, bien qu'il continue à avoir mal. Vous demandez donc à vos collègues d'effectuer un prélèvement sanguin.

Prise de sang

Une analyse sanguine est réalisée sur le prélèvement. Une partie des résultats se trouvent dans le tableau 1.

Substance	Quantité (<i>mmol</i>)	Valeurs limites
Sodium	143	135 à 145 <i>mmol</i>
Potassium	4,0	3,5 à 5,0 <i>mmol</i>
Urée	12	2,5 à 7,0 <i>mmol</i>
Créatinine	165×10^{-3}	7,35 à 13,6 <i>mg</i>

TABLEAU 1 – Analyse sanguine pour un litre de sang.

4. Un atome de sodium Na possède 11 protons et 12 neutrons. Quelle est la notation symbolique cet atome ?
5. Déterminez la masse approchée d'un atome de sodium.
On donne pour cela, la masse d'un nucléon $m_n = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$, et la masse d'un électron $m_e = 9,7 \times 10^{-31} \text{ kg}$.
6. Dans un litre de sang du patient, il y a 3,2 g d'atomes de sodium. Déterminez le nombre d'atomes de sodium présents dans un litre de sang.
7. Déterminez si le patient a une valeur de créatinine correcte.
*On donne la formule chimique de la créatinine : $C_4H_7N_3O$.
Les masses molaires atomiques sont $M(H) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(C) = 12,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $M(Be) = 9,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(O) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(F) = 19,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,
 $M(N) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(K) = 39,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.*

Vous réfléchissez en faisant les cents pas devant votre bureau en essayant de relier les différents éléments ensemble afin de trouver de quoi souffre le patient. Au bout d'un certain temps, vous regardez par la fenêtre et soudain l'idée !

Vous annoncez à vos collègues que le patient souffre d'une polykystose rénale. Ils vous regardent d'un air dubitatif et partent effectuer une échographie du rein pour vérifier votre hypothèse.

Echographie

8. Quel est le principe de l'échographie ?
9. A partir de quelle fréquence commence le domaine des ondes ultrasonores ?
10. En plus de l'image de l'échographie, vous pouvez visualiser, comme sur un oscilloscope, les signaux émis et reçus (cf figure 2).
 - (a) Combien d'« objets » se trouvent dans le rein ?
 - (b) Quelle est la distance qui sépare la sonde du deuxième objet ?
*On donne la vitesse des ultrasons dans le corps humain $v = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,
et $\Delta t_1 = 3,3 \times 10^{-2} \text{ ms}$, $\Delta t_2 = 3,9 \times 10^{-2} \text{ ms}$, $\Delta t_3 = 4,4 \times 10^{-2} \text{ ms}$,
 $\Delta t_4 = 7,3 \times 10^{-1} \text{ ms}$.*

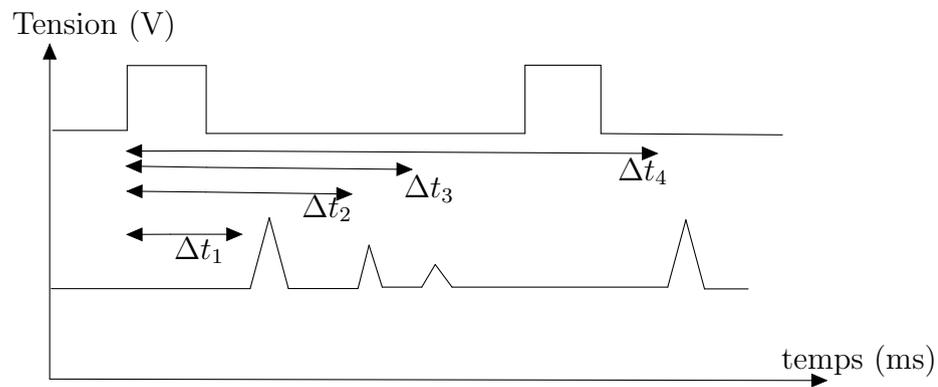


FIGURE 2 – Signaux émis et reçus par la sonde.

Non sans fierté, vous annoncez à vos collègues que ce cas était évident : les objets dans le rein sont des kystes. Ces kystes, en plus de provoquer des douleurs dans le bas du dos et de faire dysfonctionner le rein, vont comprimer les organes digestifs. L'accident de voiture n'était qu'une coïncidence. . .