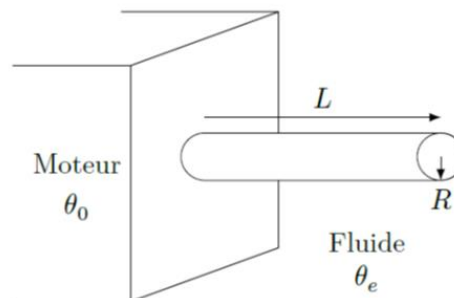




Oral

Nombre d'ailettes

On souhaite refroidir un moteur en fixant sur lui un certain nombre d'ailettes de forme cylindrique (rayon R , longueur L), de conductivité thermique λ . Chaque ailette est au contact d'un fluide à la température $\theta_e < \theta_0$ où θ_0 est la température du moteur.



Au niveau de la surface de contact avec le fluide, les pertes thermiques par unité de temps et de surface s'écrivent $\delta Q = h(T_S - T_e) dS dt$ avec h constant (relation de Newton).

1. Combien doit-on placer d'ailettes sur le moteur sachant que le flux thermique à évacuer vaut $\Phi_T = 40 \text{ W}$?
2. Comment améliorer le système ?

Données numériques

$$\lambda = 400 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$h = 100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

$$R = 2 \text{ mm}$$

$$L = 15 \text{ cm}$$

$$\theta_0 = 82 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

Lundi am – BUSSINET

Un hélicoptère fait du sur-place à quelques dizaines de mètres au-dessus d'un lac gelé sur lequel un promeneur se déplace. Le promeneur entend un son assez grave et dont l'intensité est maximale lorsque l'hélicoptère se trouve dans une direction faisant un angle α proche de 45° avec l'horizontale.

1. Rappeler l'équation d'onde vérifiée par les ondes sonores dans l'air assimilé à un fluide parfait. Rappeler la gamme de fréquences correspondant au domaine audible, ainsi que les longueurs d'onde associées dans l'air.
2. Proposer une forme plausible pour l'onde de surpression émise par l'hélicoptère. Que peut-on dire du champ de vitesse associé au niveau du promeneur ?
3. Justifier que l'observation du promeneur ne peut pas s'interpréter si ce dernier ne perçoit que l'onde lui arrivant directement de l'hélicoptère. Quel(s) phénomène(s) faut-il faire intervenir ?
4. Dans la glace, la propagation des ondes acoustiques est également régie par une équation d'onde de d'Alembert. On admet que la célérité c' de ces ondes ne dépend que de la masse volumique de la glace et de son module d'Young, dont les valeurs sont les suivantes
 - masse volumique : $\mu_{gl} = 917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
 - module d'Young : $E = 9,33 \text{ GPa}$.
 - a. Par analyse dimensionnelle, donner l'expression de c' en fonction de μ_{gl} et de E .
 - b. En considérant que les propriétés structurales des ondes acoustiques sont analogues dans l'air et dans la glace, expliquer pourquoi on peut considérer que la réflexion d'une onde sonore à l'interface air-glace est quasiment totale. (On privilégiera un raisonnement physique plutôt qu'un calcul de coefficient de réflexion.)
5. Déterminer un ordre de grandeur de la fréquence du son émis par l'hélicoptère.

Commenter les graphes ci-dessous :

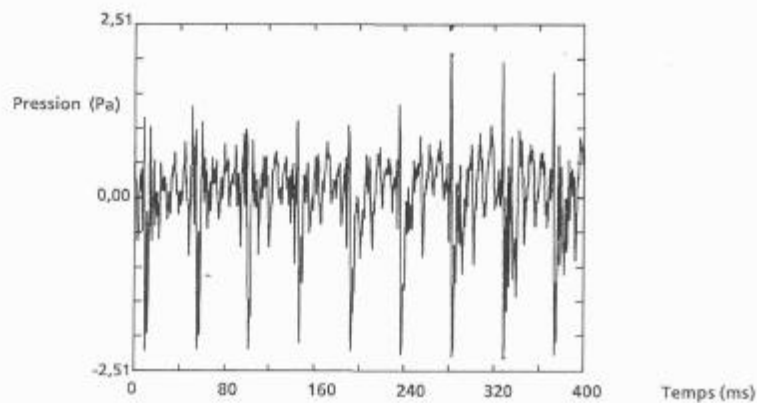


Fig. 1 - Signature temporelle du bruit d'un hélicoptère

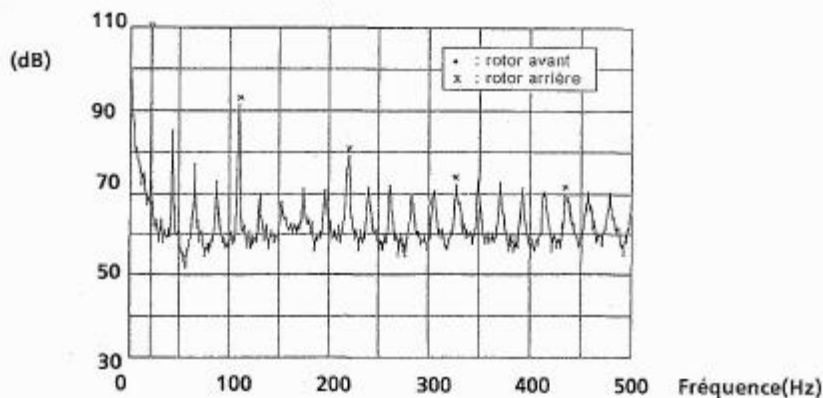


Fig. 2 - Spectre sonore d'un hélicoptère (champ proche)

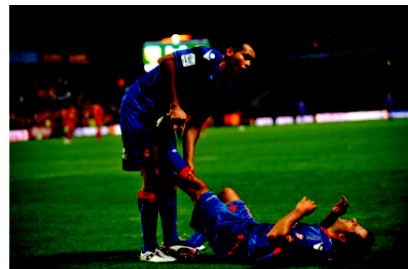
Mardi matin – GERGAUD

Les crampes musculaires

Le but de cet exercice est d'expliquer, de façon très simplifiée, les processus mis en jeu lors de l'apparition d'une crampe pendant un exercice physique violent.

Le pH du sang est principalement imposé par le couple $\text{CO}_2(\text{aq})/\text{HCO}_3^-$.

Dans le sang d'une personne au repos, les concentrations en $\text{CO}_2(\text{aq})$ et en HCO_3^- sont respectivement de $2,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ et de $22 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

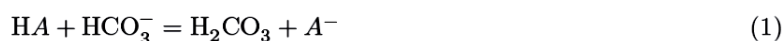


1. D'où proviennent les espèces carbonées présentes dans le sang ?

Calculer le pH du sang d'une personne au repos.

Montrer que l'espèce CO_3^{2-} est négligeable à ce pH.

2. Au cours d'efforts physiques importants, il se forme, dans les muscles, de l'acide lactique, noté HA. Cet acide passe dans le sang où, pour être éliminé, il doit être transformé en ions lactate, notés A^- , par :



(H_2CO_3 est en fait $\text{CO}_2(\text{aq})\cdots$)

Pourquoi est-ce presque exclusivement la **réaction 1** qui permet de transformer HA en A^- ? Calculer sa constante d'équilibre ; conclure.

3. Après un effort violent, l'acide lactique passe dans le sang à raison d'environ $3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Une accumulation trop importante de cet acide lactique est responsable du phénomène de crampe.

Indiquer intuitivement le sens de variation du pH dans le sang ; calculer ensuite précisément ce pH du sang après l'effort.

4. On effectue un prélèvement sanguin juste après l'effort et on sépare l'acide lactique du reste du sang. Proposer plusieurs méthodes permettant de doser cet acide.

Données

Constantes d'acidité relatives aux couples faisant intervenir les espèces issues de $\text{CO}_2(\text{aq})$:

$$K_{A1} = 4,0 \times 10^{-7} \quad \text{et} \quad K_{A2} = 5,0 \times 10^{-11}$$

L'acide lactique $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ est un monoacide faible de constante d'acidité $K_{A3} = 1,4 \times 10^{-4}$.

Mercredi matin – MOREAU

Vous introduirez au cours de l'exercice toutes les grandeurs qui vous semblent pertinentes et vous proposerez, si besoin, des ordres de grandeur pour les applications numériques.

Voyage vers Mars

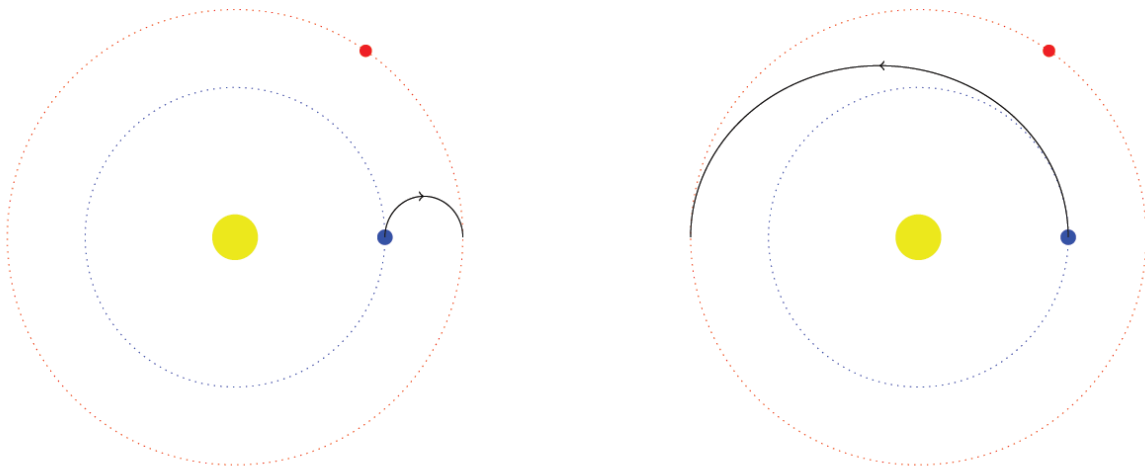
1. Énoncer les trois lois qui caractérisent les trajectoires des planètes autour du Soleil.

Par qui et à quelle époque ont-elles été énoncées ?

Démontrer la troisième de ces lois en prenant l'exemple d'une trajectoire circulaire.

2. On suppose que la Terre et Mars décrivent des orbites circulaires autour du Soleil. La vitesse de la Terre dans le référentiel de Copernic est de $30 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ et le rayon de son orbite est 1,52 fois plus petit que le rayon de l'orbite de Mars. En déduire la valeur de ces deux rayons, la période de révolution et la vitesse de Mars autour du Soleil.
3. Le lancement du robot Curiosity de la mission Mars Science Laboratory (MSL) a eu lieu le samedi 26 novembre 2011, suivant une trajectoire semi-elliptique tangente aux orbites de la Terre et de Mars aux deux extrémités de son grand axe. On suppose qu'il n'est soumis qu'à l'attraction gravitationnelle du Soleil.

Laquelle de ces deux trajectoires, représentées en noir, a été choisie ?



Prévoir la date d'arrivée du robot sur Mars.

4. Déterminer la position de Mars par rapport à la Terre au moment du lancement du robot.