

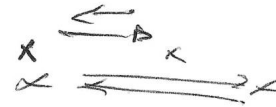


## Exercice 1 : Mesure de la vitesse de la balle de tennis

Un cinémomètre Doppler est utilisé pour mesurer la vitesse d'une balle de tennis lors d'un service. Il envoie une onde électromagnétique de fréquence  $f_E = 24,0$  GHz qui se réfléchit sur la balle. L'onde réfléchie sur la balle de tennis, captée par le cinémomètre, a une fréquence supérieure à  $f_E$  telle que le décalage mesuré est égal à  $\Delta f = 7,376$  kHz. Le cinémomètre affiche une vitesse de  $166 \text{ km.h}^{-1}$ .

1. Préciser si la balle s'approche ou s'éloigne du cinémomètre.
2. Justifier le facteur 2 dans la formule du décalage Doppler.
3. Calculer la vitesse de la balle en  $(\text{m.s}^{-1})$ .

Donnée : Expression du décalage Doppler dans cette situation :  $\Delta f = f_R - f_E = 2f_E \frac{v}{c}$

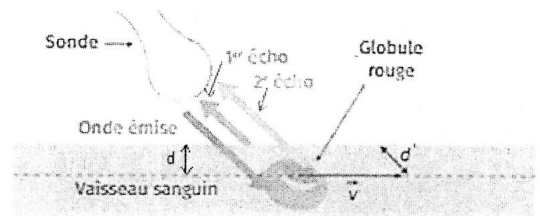


## Exercice 2 : Examen Echo-Doppler.

Un examen écho-doppler utilise des ultrasons pour sonder des flux sanguins. Pour simplifier, on suppose que l'onde émise par la sonde ne donne que deux échos : un premier issu de la réflexion sur la première paroi du vaisseau sanguin et un second issu de la réflexion sur un globule rouge se déplaçant à la vitesse  $v$ . On suppose que l'absorption par le sang est la seule cause d'atténuation entre ces deux échos. La sonde émet à une fréquence  $f_E = 10$  MHz dans la direction faisant un angle  $\theta = 45^\circ$  avec la vitesse du globule rouge.

Onde	Echo 1	Echo 2
Ecart en fréquence $\Delta f$ (kHz)	0	1,5
Retard $\tau$ (ns)	25	29
Intensité sonore $I$ ( $\text{W.m}^{-2}$ )	$1,58 \times 10^{-11}$	$1,05 \times 10^{-11}$

1. Calculer la distance  $d$  indiquée sur le schéma.
2. Calculer l'atténuation  $A$  entre les deux échos.
3. Justifier le facteur 2 dans la formule fournie.
4. Calculer la vitesse  $v$  du globule rouge.



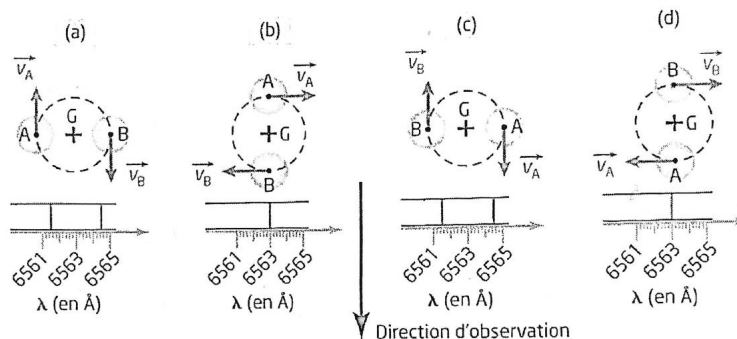
Données :

- Vitesses des ultrasons dans le sang :  $v_{us} = 1,57 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1}$ .
- Intensité de référence  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .
- Expression du décalage Doppler dans le cas de cette situation :  $\Delta f = \frac{2f_E \cos(\theta)v}{v_{us}}$

## Exercice 3 : Etoile simple ou étoile double ?

Une binaire spectroscopique est un système de deux étoiles qui tournent autour de centre d'inertie de l'ensemble (schéma ci-dessous). Seule l'étude du spectre permet de les distinguer d'une étoile seule.

Donnée : Expression du décalage Doppler en longueur d'onde  $|\Delta \lambda| = \frac{v}{c} \times \lambda$  avec  $v$  la vitesse de l'étoile et  $c$  la vitesse de propagation de la lumière dans le vide ou dans l'air  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .



On s'intéresse à la raie  $\alpha$  du spectre de l'hydrogène (raie  $H_\alpha$ ). Au laboratoire, sa longueur d'onde est  $\lambda_\alpha = 656,3 \text{ nm}$ .

1. Expliquer pourquoi la raie  $H_\alpha$  est dédoublée sur les spectres des schémas (a) et (c).
2. Calculer la valeur du décalage Doppler en longueur d'onde et en déduire la valeur commune de la vitesse des deux étoiles.