



Bac Panther

1. Cinémomètre Doppler

Ce type d'appareil utilise une onde électromagnétique monochromatique. Il comprend essentiellement : un émetteur qui génère une onde de fréquence $f_0 = 24,125$ GHz, un récepteur qui reçoit cette onde après réflexion sur la " cible " et une chaîne de traitement électronique qui compare le signal émis et le signal reçu.

Si la " cible " visée a une vitesse non nulle par rapport au cinémomètre, l'appareil produit un signal périodique dont la fréquence, appelée « fréquence Doppler », est proportionnelle à la vitesse de la " cible ".

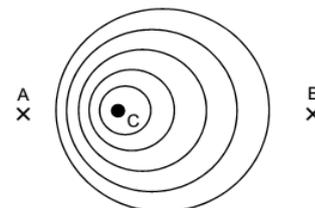
Données :

- Relation, en première approximation, entre la « fréquence Doppler » et la vitesse de la « cible » : $f_D = \frac{2 \cdot f_0 \cdot v_r}{c}$
 f_D : fréquence Doppler
 f_0 : fréquence de l'émetteur
 v_r : vitesse relative à la cible « par rapport » à l'émetteur »
 c : vitesse de la lumière dans le vide
- Célérité des ondes électromagnétiques dans le vide ou dans l'air : $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹

1.1. Les cinémomètres Doppler utilisent l'effet Doppler. Expliquer en quelques lignes en quoi consiste ce phénomène.

Un cinémomètre Doppler immobile est utilisé pour mesurer la vitesse d'une " cible " qui s'approche de lui. Les ondes électromagnétiques émises sont réfléchies par la " cible " avant de revenir au cinémomètre.

1.2. La figure ci-contre modélise de manière très simplifiée l'allure des ondes réfléchies par cette « cible », notée C.



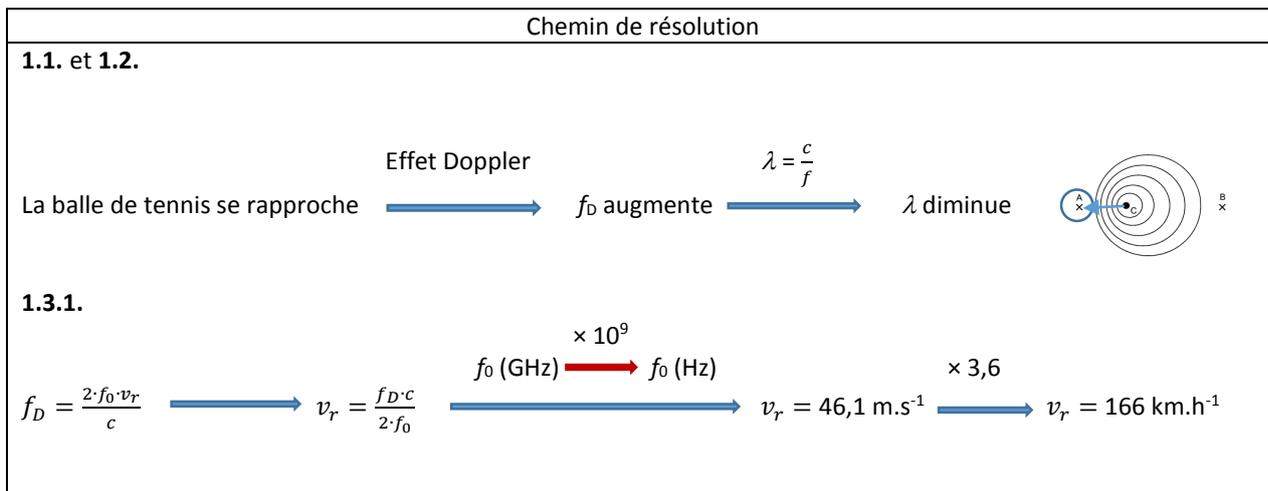
Déterminer, en explicitant le raisonnement suivi, si le cinémomètre Doppler est situé au point A ou au point B.

1.3. Un cinémomètre Doppler est utilisé pour mesurer la vitesse des balles de tennis lors des principaux tournois internationaux comme celui de Roland Garros. Au cours de ce tournoi, lors d'un service, l'appareil mesure une fréquence Doppler de valeur $f_D = 7416$ Hz.

1.3.1. Calculer la valeur de la vitesse de cette balle.

1.3.2. Ce résultat est-il cohérent avec celui affiché sur la photographie ci-dessous prise lors de ce service ?





1.1.

Soit f_0 la fréquence du son émis, c la célérité du signal et v_r la vitesse du mobile par rapport à l'observateur.
 Quand le mobile sonore se rapproche, la fréquence perçue f_D augmente. Le son est plus aigu.
 Quand le mobile sonore s'éloigne, la fréquence perçue f_D diminue. Le son est plus grave.



Astuce : La méthode du NIANG !

Observateur (cinémomètre)



La balle de tennis se rapproche

La balle de tennis s'éloigne



NI NI NI NI NI NI NI NI ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG ANG

La fréquence augmente

La fréquence diminue

1.2. Un cinémomètre Doppler immobile est utilisé pour mesurer la vitesse d'une " cible " qui s'approche de lui.

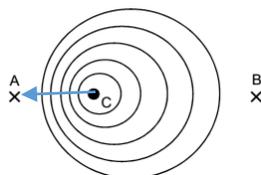
Si la cible se rapproche du cinémomètre, alors la fréquence augmente.

Sachant que la longueur d'onde du signal est liée à la fréquence par la relation $\lambda = \frac{c}{f}$, la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence.

La longueur d'onde est plus courte.

Les lignes sont donc plus resserrées.

Le cinémomètre est donc **placé en A.**



1.3.1. Calcul de la valeur de la vitesse de cette balle.

$$\text{On a } f_D = \frac{2 \cdot f_0 \cdot v_r}{c} \text{ alors } v_r = \frac{f_D \cdot c}{2 \cdot f_0}$$

$$v_r = \frac{7416 \times 3,00 \times 10^8}{2 \times 24,125 \times 10^9}$$

$$v_r = 46,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{soit } v_r = 46,1 \times \frac{3600}{1000} = 46,1 \times 3,6 = 166 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

Cette valeur est bien cohérente avec la valeur affichée.