

EXERCICE – Étude de l'effet Doppler à l'aide de deux téléphones

Dans une expérience représentée figure 1, un premier téléphone mobile T_1 effectue un mouvement circulaire uniforme autour d'un axe vertical. Lors de son mouvement, il émet un signal sonore de fréquence $f_E = 1\,000\text{ Hz}$.

Un second téléphone T_2 , fixe, enregistre le signal sonore qu'il reçoit. Une application permet de relever la fréquence f_R du son reçu et d'en déduire la vitesse de la source T_1 dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen.

La figure 2 illustre le dispositif expérimental en présentant, vu de dessus, le téléphone émetteur en deux positions particulières : T_{1A} et T_{1B} . En ces positions, le vecteur vitesse est dirigé selon la direction émetteur - récepteur.

On note $c = 340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ la vitesse du son dans l'air dans les conditions de l'expérience.

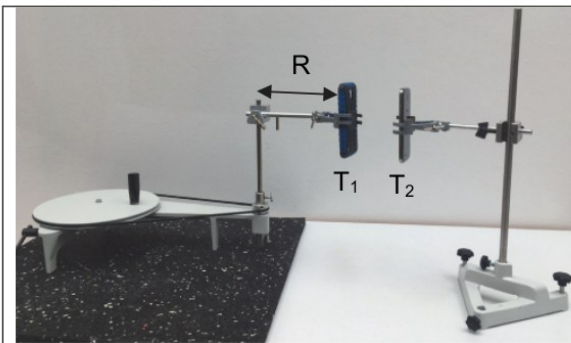


Figure 1. Représentation du dispositif
(<https://www.christian-doppler.net>)

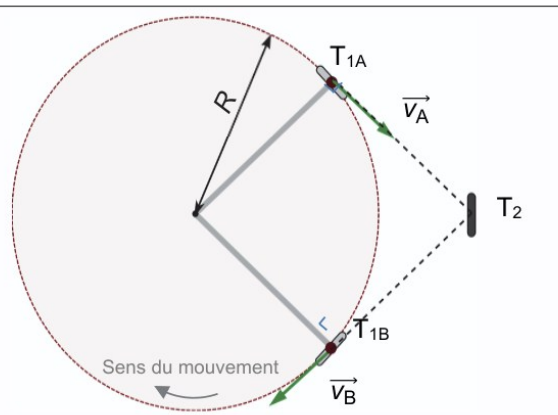


Figure 2. Schématisation du dispositif

On considère le téléphone à la position T_{1A} .

Q.1. Pour cette position, indiquer si le téléphone émetteur se rapproche ou s'éloigne du récepteur T_2 . Sans faire de calcul, préciser d'après l'effet Doppler si le son perçu au niveau du récepteur T_2 est plus aigu ou plus grave que le son émis.

Q.2. À l'aide de la réponse à la question précédente, choisir parmi les propositions 1, 2, 3 et 4 ci-dessous, celle exprimant correctement la fréquence f_{RA} reçue en T_2 lorsque le téléphone émetteur est à la position T_{1A} .

1.	2.	3.	4.
$f_{RA} = \frac{c}{(c - v_A)}$	$f_{RA} = \frac{c}{(c - v_A)} \cdot f_E$	$f_{RA} = \frac{c}{(c + v_A)} \cdot f_E$	$f_{RA} = \frac{c}{(c + 2v_A)} \cdot f_E$

Le téléphone mobile T_1 est à chaque instant situé à une distance $R = 21\text{ cm}$ de l'axe de rotation vertical autour duquel il effectue une rotation de période de révolution $T = 0,77\text{ s}$.

Q.3. Vérifier que la norme de la vitesse du téléphone vaut environ $v_B = 1,7\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Q.4. Lorsque le téléphone est au point T_{1B} , le second téléphone mesure la fréquence reçue $f_{RB} = 995\text{ Hz}$.

On admet que cette fréquence vérifie la relation $f_{RB} = \frac{c}{c + v_B} f_E$. Donner l'expression de v_B , puis sa

valeur numérique. Vérifier la conformité du résultat avec l'analyse faite à la question Q.1.