Bac 2026 Centres étrangers 1 Jour 1 **Correction © https://www.labolycee.org**

Sciences physiques pour les sciences de l'ingénieur.e

EXERCICE A – Étude de l'effet Doppler à l'aide de deux téléphones (10 points, 30 min)

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 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 m·s^{-1} la vitesse du son dans l'air dans les conditions de l'expérience.

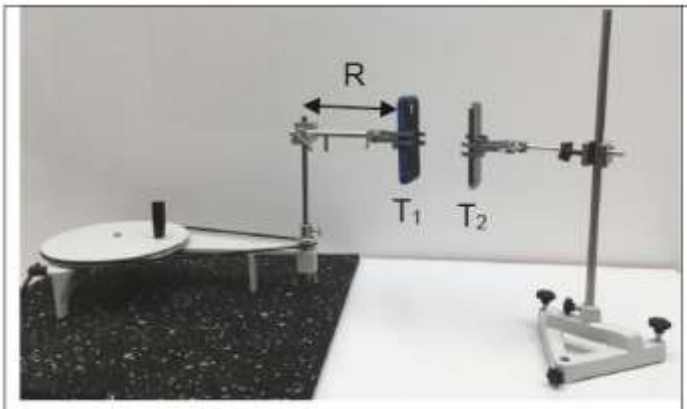


Figure 1. Représentation du dispositif (https://www.christian-doppler.net)

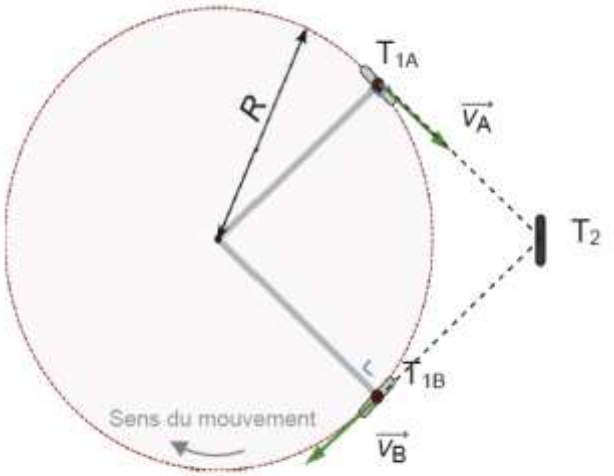


Figure 2. Schématisation du dispositif

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

Q1. 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.

D'après le schéma de la figure 2, le vecteur vitesse $\overrightarrow{v_A}$ est orienté vers T_2.

Le téléphone T_{1A} **se rapproche** du téléphone T_2.

Le son émis par une ambulance est entendu plus aigu par une personne immobile à l'approche et plus grave à l'éloignement (NIIIIIAAAOWW …). Ainsi, par analogie, le son perçu au niveau du récepteur T_2 est plus aigu que le son émis.

Q2. 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.
$f_{RA} = \frac{c}{c - v_A}$	$f_{RA} = \frac{c}{c - v_A} f_E$	$f_{RA} = \frac{c}{c + v_A} f_E$	$f_{RA} = \frac{c}{c + 2v_A} f_E$

Relation 1 ?

$f_{RA} = \frac{c}{c - v_A}$ relation non homogène car f_{RA} s'exprime en Hz et le rapport $\frac{c\left(m \cdot s^{-1}\right)}{c\left(m \cdot s^{-1}\right) - v_A\left(m \cdot s^{-1}\right)}$

est sans unité. La relation 1. ne convient pas.

Les trois autres relations sont homogènes et doivent être testées.

Relation 2 ?

$\boxed{f_{RA} = \frac{c}{c - v_A} f_E}$ convient car $\left(\frac{c}{c - v_A}\right) > 1$ donc $f_{RA} > f_E$. **La relation 2 convient**.

Explications complémentaires éventuelles : $c > c - v_A$

$$\frac{c}{c - v_A} > \frac{c - v_A}{c - v_A}$$

$$\left(\frac{c}{c - v_A}\right) > 1$$

Relations 3 et 4 ?

Les relations $f_{RA} = \frac{c}{c + v_A} f_E$ et $f_{RA} = \frac{c}{c + 2v_A} f_E$ ne conviennent pas car les rapports $\frac{c}{c + v_A}$ et $\frac{c}{c + 2v_A}$ sont inférieurs à 1 donc dans les deux cas $f_{RA} < f_E$.

Les relations 3. et 4. ne conviennent pas.

Explications complémentaires :

$c < c + v_A$ $\frac{c}{c + v_A} < \frac{c + v_A}{c + v_A}$ $\frac{c}{c + v_A} < 1$	$c < c + 2 v_A$ $\frac{c}{c + 2v_A} < \frac{c + 2v_A}{c + 2v_A}$ $\frac{c}{c + 2v_A} < 1$

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

Q3. Vérifier que la norme de la vitesse du téléphone vaut environ v_B = 1,7 m·s^{-1}.

Le mouvement du téléphone mobile T_1 est circulaire et uniforme. Il effectue un tour complet de circonférence $2\pi R$ à la vitesse v_B pendant la durée d'une période T soit :

$v_B = \frac{2\pi R}{T}$ d'où : $v_B = \frac{2\pi \times 0{,}21\ \text{m}}{0{,}77\text{s}}$ = **1,7 m·s^{-1}**.

$\frac{2\times\pi\times 0.21}{0.77}$ 1.713595993

Q4. Lorsque le téléphone est au point T_{1B}, le second téléphone mesure la fréquence reçue f_{RB} = 995 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 Q1.

$f_{RB} = \frac{c}{c + v_B} f_E \Leftrightarrow f_{RB} \cdot (c + v_B) = c \cdot f_E \Leftrightarrow f_{RB} \cdot c + f_{RB} \cdot v_B = c \cdot f_E \Leftrightarrow f_{RB} \cdot v_B = c \cdot f_E - f_{RB} \cdot c$

$\Leftrightarrow f_{RB} \cdot v_B = c \cdot (f_E - f_{RB}) \Leftrightarrow \boxed{v_B = \frac{c \cdot (f_E - f_{RB})}{f_{RB}}}$.

$v_B = \frac{340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot (1000 - 995)\ \text{Hz}}{995\ \text{Hz}}$ = **1,71 m·s^{-1}**. Valeur égale avec celle de la question **Q3** qui confirme bien que le mouvement est uniforme.

La fréquence f_{RB} de 995 Hz est plus faible que celle émise f_E de 1000 Hz, ce qui confirme le raisonnement fait en Q1. En effet lors de l'éloignement, le son devient plus grave.

Merci de nous signaler la présence d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org