

**CAPEXOS**

Chapitre A6

Identifier les situations physiques qui peuvent être interprétées par l'effet Doppler

CAPEXO 1. Dans les situations suivantes, pourra-t-on percevoir l'effet Doppler ? Pour celle pour lesquelles vous pensez que la perception n'est pas possible, indiquer si c'est parce qu'il n'y a pas d'effet Doppler ou parce que l'effet n'est pas perceptible.

Situation 1 – Un coureur cycliste entend le klaxon de la voiture qui le suit.

Situation 2 – Un nageur perçoit les vagues d'un bateau qui s'éloigne.

Situation 3 – Le conducteur d'une formule 1 en double une autre.

Situation 4 – Un motard roule "de front" à côté d'une autre moto.

Situation 5 – Un gyrophare se rapproche très rapidement de moi.

Situation 6 – Une voiture passe devant un radar qui émet des micro-ondes de fréquence de l'ordre de la dizaine de GHz.

Situation 7 – Une étoile s'éloigne rapidement du système solaire (on analyse la lumière émise).

Situation 8 – Un moustique passe près de mon oreille.

Faire un calcul littéral et numérique qui exploite l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses

CAPEXO 2. A l'extrémité d'une ligne de métro, une longue tonalité d'environ 800 Hz signale le départ au conducteur de la rame. Quelle est la fréquence perçue par un conducteur en retard qui court à 20 km/h sur le quai pour rejoindre son poste de conducteur ? Le son qu'il perçoit est-il plus grave ou plus aigu que s'il était immobile ?

On admet que le décalage doppler, lorsqu'une source d'onde de célérité c (célérité du son) se rapproche d'un récepteur à la vitesse v faible devant c est donné par la relation : $|\delta f| = f_{\text{émise}} \frac{v}{c}$

CAPEXO 3. Immobile sur un trottoir, vous percevez une fréquence de 510 Hz provenant de la sirène (deuxième note) d'une voiture de police qui s'approche à vitesse constante. Après le passage de la voiture, vous percevez le son de la sirène à une fréquence de 430 Hz.

On admet que le décalage doppler, lorsque la voiture se rapproche et s'éloigne du récepteur à la vitesse v faible devant c (célérité du son) est donné par la relation : $|\delta f| = f_{\text{émise}} \frac{v}{c}$.

- Quelle est la fréquence de l'onde émise par la sirène ?
- Déterminer la vitesse de la voiture de police.

CAPEXO 4. On admet que le décalage doppler, lorsqu'une source d'onde de célérité c se rapproche et s'éloigne d'un récepteur à la vitesse v à vitesse constante est donné par la relation : $|\delta f| = f_{\text{émise}} \frac{v}{c}$ pour v faible devant c .

- La fréquence perçue f_1 par le récepteur est-elle plus grande ou plus petite lorsque la source et le récepteur se rapprochent l'un de l'autre ?
- La fréquence perçue f_2 par le récepteur est-elle plus grande ou plus petite lorsque la source et le récepteur s'éloignent l'un de l'autre ?
- A l'aide des questions précédentes et de la relation du décalage Doppler, montrer que : $f_{\text{émise}} = (f_1 + f_2)/2$ et $\delta f = (f_1 - f_2)/2$.



CAPEXO 5. Les radars de contrôle routier émettent des ondes électromagnétiques de fréquence $f_1 = 24,125$ GHz se propageant à la célérité $c = 3,00 \times 10^8$ m/s. L'onde se réfléchit sur le véhicule de vitesse v se rapprochant du radar, et est ainsi renvoyée vers l'appareil qui prend une photo en cas de vitesse excessive.

La fréquence f_2 de l'onde « reçue » par la voiture est différente de la fréquence f_1 de l'onde émise par le radar : on admet que $f_2 = f_1 (1 + v/c)$.

1. A cause de la réflexion sur la voiture, la voiture devient à son tour une source d'onde de fréquence f_2 . Le radar perçoit cette onde à la fréquence f_3 . On montre que lorsque v est très inférieure à c , $f_3 = f_1 (1 + 2v/c)$.

2. En déduire l'expression du décalage doppler $|\delta f|$ perçu par le radar.

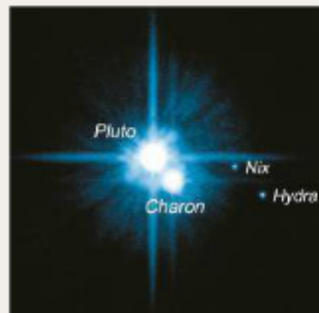
3. L'écart de fréquence mesuré par le radar est de $4,02 \times 10^3$ Hz. Quelle est la vitesse du véhicule en km/h ?

Utiliser des données spectrales pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique

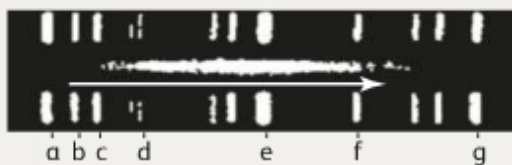
CAPEXO 6.

Énoncé

Deux raies d'absorption du calcium (notées K et H) ont été identifiées dans le spectre de la lumière issue de la galaxie Hydra. Leurs longueurs d'onde, lorsque la source de lumière est au repos, sont égales à 393,37 nm et 396,85 nm.



Le spectre de la lumière issue de la galaxie est donné ci-dessous. Il est entouré d'un spectre de référence dont les raies d'émission a, b, et g ont respectivement les longueurs d'ondes : 388,87 nm, 396,47 nm et 501,57 nm.



On observe que les deux raies d'absorption sont décalées vers les grandes longueurs d'onde en raison de l'expansion de l'univers (fuite des galaxies). Le décalage est matérialisé par la flèche blanche.

→ En supposant que ce décalage n'est dû qu'à l'effet Doppler-Fizeau, déterminer la longueur d'onde de la raie K dans le spectre et en déduire la vitesse de la galaxie.

Donnée : le décalage Doppler-Fizeau en longueur d'onde

est donné par la relation : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$.