Effet Doppler - Correction

Exercice 01 : Fuite des galaxies

Une étoile s'éloigne de nous à la vitesse de 3 x 10^5 m.s^{-1}. On observe la raie H_α de longueur d'onde λ = 656,5 nm.

1. Quel est le décalage en longueur d'onde pour cette raie ? Indiquer dans quel sens se produit ce décalage (vers le rouge ou vers le bleu). On donne la vitesse de la lumière : *c* = 3 x 10^8 m.s^{-1}.

Appliquons la formule de l'effet Doppler : $\lambda_E - \lambda_R \approx \lambda_E.\frac{u}{c}$.

Comme l'étoile s'éloigne, *u* est négatif : *u* = - 3 x 10^5 m.s^{-1}.

Calcul du décalage pour la raie H_α : $\lambda_E - \lambda_R \approx -656{,}5 \text{ x } \frac{3 \text{ x } 10^5}{3 \text{ x } 10^8} = -0{,}7\ nm.$

$\lambda_R > \lambda_E$: La longueur d'onde reçue est supérieure à la longueur d'onde émise. Le décalage se produit vers les grandes longueurs d'onde, donc vers les radiations rouges.

2. On donne la valeur du paramètre de Hubble : H =65 km. s^{-1}.Mpc^{-1}.

a. Le parsec est unité astronomique ainsi définie.

Supposons une étoile qui se trouve au zénith de l'écliptique (plan de la trajectoire du centre de la Terre autour du Soleil). Appelons α l'angle sous lequel, de l'étoile, on voit le rayon de la trajectoire quasi circulaire du centre de la Terre. Cette étoile est à une distance de 4 parsec (1pc) du Soleil (ou pratiquement de la Terre) lorsque l'angle α est égal à une seconde d'arc. Le rayon R de la trajectoire du centre de la Terre est de 150 millions de kilomètres. Calculer le parsec en mètre, puis en année-lumière.

Compte tenu de la faiblesse de l'angle α, on peut appliquer la formule $\alpha = \frac{R}{D}$, où *D* désigne la distance de l'étoile au Soleil : soit $D = \frac{R}{\alpha}, avec\ R = 150 \text{ x } 10^9\ m.$

Sachant que 180° = π rad et que 1° = 60 x 60 = 3600 secondes d'arc,

On a: $1\ seconde\ d'arc = \frac{\pi}{180 \text{ x } 3600}\ rad$

D'où : $D = \frac{150 \text{ x } 10^9 \text{x } 180 \text{ x } 3600}{\pi} = 3{,}09 \text{ x } 10^{16}\ m.$

Ainsi, 1 parsec équivaut à 3,09 x 10^{16} m.

Calculons l'année-lumière en mètre :

1 a.l = 3 x 10^{3} x 365,25 x 24 x 3600 = 9,47 x 10^{15} m.

Ainsi, 1 pc = 3,26 a.l.

b. Calculer la distance de l'étoile en année-lumière.

La loi de Hubble donne v = H. D, avec D distance de l'étoile à la Terre.

D'où : $D = \frac{v}{H}$, avec H =65 km. s^{-1}.Mpc^{-1}.

$$H = \frac{65 \text{ x } 10^3}{1 \text{ Mpc} - 1.} = \frac{65 \text{ x } 10^3}{10^6 \text{ x } 3{,}09 \text{ x } 10^{16}}\ s^{-1} = 2{,}1 \text{ x } 10^{-18} s^{-1}.$$

$$D = \frac{v}{H} = \frac{3 \text{ x } 10^5}{2{,}1 \text{ x } 10^{-18}} = 1{,}4 \text{ x } 10^{23} m = 1{,}5 \text{x } 10^7 a.l.$$

Exercice 02 : Mesure de la vitesse et du régime moteur d'une moto

Une moto émet un son de fréquence f. elle passe sur une autoroute rectiligne à la vitesse v (indiquée par le tachymètre) par rapport au sol. Sur un pont enjambant l'autoroute se trouve un physicien doté de l'oreille absolue. Il perçoit distinctement un son qu'il identifie comme un *la* lorsque la moto se rapproche de lui et un *fa* dièse lorsque la moto s'éloigne. La vitesse du son est, dans les conditions de l'expérience, c = 340 m.s^{-1}. La fréquence du *la* est $f_a = 110\ Hz$, celle du *fa* dièse est $f_e = 92{,}5 Hz$. En écrivant un système de deux équations à deux inconnues, v et f, puis en le résolvant, calculer la vitesse v exprimée en kilomètres par heure. La moto est-elle en infraction ?

Indiquer à quelle partie de l'œil réel correspondent les éléments notés a et b.

On connaît les fréquences perçues à l'approche et à l'éloignement de la moto. D'après les formules de l'effet Doppler, on a donc :

$$f_a = \frac{f}{1 - \frac{v}{c}} \quad et \quad f_e = \frac{f}{1 + \frac{v}{c}}$$

En divisant ces deux équations, on obtient : $\frac{f_a}{f_e} = \frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}$, $d'où\ :\ v = c\,.\frac{f_a - f_e}{f_a + f_e} = 29{,}4\ m.s^{-1}$.

Soit v = 106 km.h^{-1}. Ce qui est inférieur aux 130 km.h^{-1} autorisés sur autoroute.

En réinjectant cette valeur v dans l'une des deux équations, on obtient : $f = f_a\left(1 - \frac{v}{c}\right) = 100\ Hz$.

PassEducation

Ce document PDF gratuit à imprimer est issu de la page :

- Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Effet Doppler - PDF à imprimer

Le lien ci-dessous vous permet de télécharger cet exercice avec un énoncé vierge

- Doppler - Terminale - Exercices corrigés

Les exercices des catégories suivantes pourraient également vous intéresser :

- Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Analyse spectrale - PDF à imprimer
- Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Diffraction - PDF à imprimer
- Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Interférences - PDF à imprimer
- Exercices Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Utilisation de la figure de diffraction - PDF à imprimer

Besoin d'approfondir en : Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Effet Doppler

- Cours Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Effet Doppler
- Vidéos pédagogiques Terminale Physique - Chimie : Physique Propriétés des ondes Effet Doppler