

LP4 : Effet Doppler

Element imposé

Mesure de distance astrophysique

Introduction pédagogique

Niveau Terminale générale spécialité Physique chimie

Prérequis :

- Ondes mécaniques progressives, double périodicité
- Ondes sonores : lien fréquence/longueur d'onde
- Incertitudes
- Spectre d'émission (2nd)

Difficultés :

- Comprendre le phénomène d'effet Doppler
- Démonstration du décalage Doppler
- Ne pas confondre les cas (Emetteur et/ou récepteur fixe)

Biblio :

- Manuels de terminale : Hachette, Belin, Natha, Hatier
- Sanz PC/PC*
- Côte BCPST 2
- Fruchart (Manipulation)

Activités liées

- TD : Vitesse d'une balle de tennis / Détection de sous-marins
- TP : Mise en évidence de l'effet Doppler avec des téléphones portables / Mesure du décalage doppler sur un banc par un émetteur en mouvement
- Approche documentaire : Détermination de la vitesse de rotation du soleil

Introduction

Vidéo ambulance qui s'approche et qui repars Objectif : Comprendre l'effet Doppler et connaitre certaines applications

1 L'effet Doppler

1.1 Découverte et définition

1842 : Christian Doppler : prédiction de l'existence de l'effet Doppler 1845 : Mise en évidence pour des ondes sonores par Buys Ballot 1848 : prédit par Fizeau Observé pour les ondes électromag par Huygens

Effet Doppler : Une onde électromagnétique ou mécanique émise à une fréquence f_E est perçue à une fréquence f_R différente lorsque l'émetteur et/ou le récepteur sont en déplacement relatif On appelle décalage doppler $\Delta f = f_r - f_E$

Projection animation

1.2 Expression du décalage Doppler

Démonstration dans le cas d'un récepteur R fixe et d'un émetteur E s'approchant de R.

E émet une succession de signal avec une période T_E qui se propage à la vitesse $v_{onde} > 0$ vitesse de l'émetteur.

$t_1=0$ E émet un signal

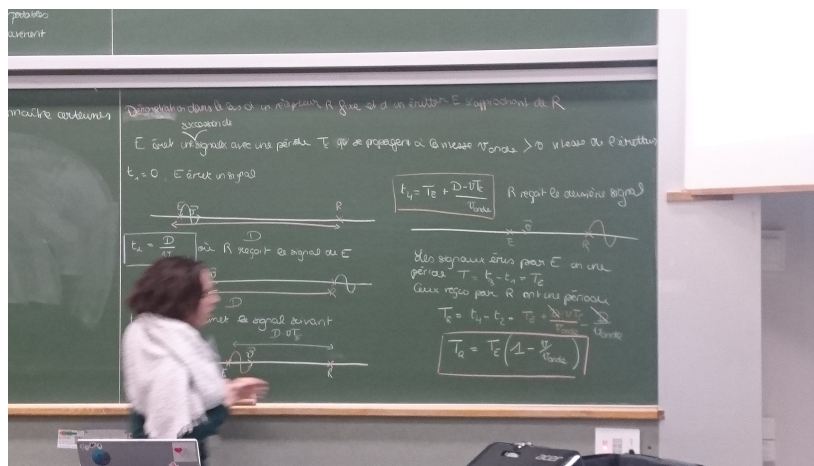


FIGURE 1 – Demo partie 1

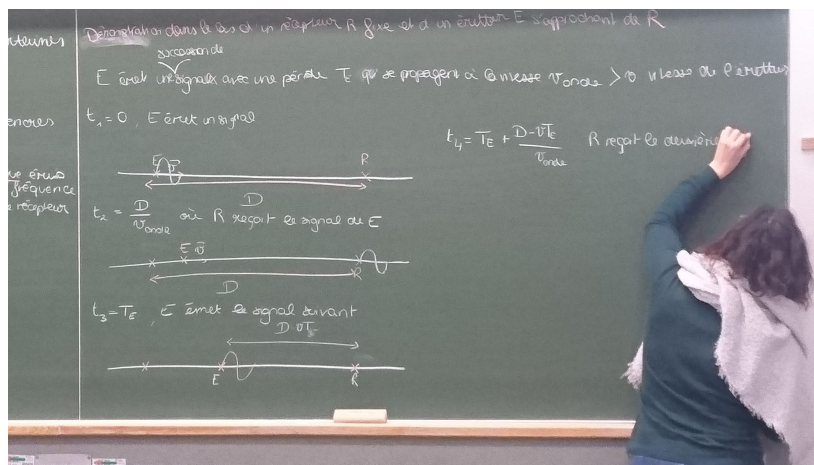


FIGURE 2 – Demo partie 1

1.3 Détermination de la vitesse d'une onde sonore

Manip : Description 3s pour parcourir 34 cm Mesure du décalage Doppler avec les curseurs On mesure $c=347$ m/s

2 Applications

2.1 Radar autoroutier

$\Delta f = 2 * v * \cos(\alpha) f_E / v_{onde}$ angle vaut 25° pour les radars $f_E=24.1$ GHz, $\Delta f = 5.17$ kHz Si angle varie entre 25 et 29° v appartient a 128, 132 km/h d'où la tolerance de 5 km/h

2.2 Mesure astrophysique

$c=\lambda f$ Si une étoile se rapproche : λ plus faible = blueshift Si une étoile s'éloigne : λ plus forte = redshift
Ex : Galaxie Andromède se rapproche de notre galaxie à une vitesse v Rapprochement : blueshift

3 Conclusion

Prix nobel car découverte des exoplanètes en 2019 grâce aux mesures Doppler. $\lambda_E = 518.4nm$ $\lambda_e = 517.9nm$ $\Delta f = 4.4110^{11}Hz$ D'où v

4 Question

Nom de l'appli ? phyfox

Valeur de la république Un élève cri "Nique la police", qu'est ce que tu fais ? Faire sortir l'élève et l'envoyer chez le CPE (exclue de cours). Travail en heure de colle pour savoir pourquoi il faut pas le dire. le reprendre, expliquer qu'on ne peut pas manquer de respect à un corps de metier comme ça blabla

- Spectre d'émission connu par les élèves ? Depuis quand ? Terminale
- Role de la démonstration ? Permet de mieux retenir et si ils oublient la formule il pourront la retrouver
- Comment fonctionne un saunar ? Envoie
- But d'un saunar est de déterminer la vitesse ? Non, détecter une distance
- Comment on remonte à la distance ?
- Est ce que c'est bien d'utiliser le telephone portable en cours ? Pas par eux même mais dans le cas d'un cours encadré c'est bien car montre qu'on peut faire de la science avec un telephone
- Si un élève a pas de telephone ?
- Détermination de la vitesse de rotation du soleil ? Décalage du spectre : Etude documentaire d'un des bouquins
- Deux curseurs sur la vidéo, expliquer les deux de manière physique ? Intensité qui augmente quand on se rapproche
- A quoi est dû cette atténuation ?
- Frequence graduée en grave/aigue ? Pas très physique mais ressenti
- Qu'est ce qui se passe si la vitesse de l'emetteur atteint ou dépasse celle de l'onde ?
- Nom du phénomène ? Bang supersonique, mur du son
- Est ce que ça peut se produire pour autre chose que des ondes sonores ? Effet tcherenkov (lumière ralentie dans un milieu avec un indice optique différent) (centrale nucléaire)
- Peut on se débarasser de R fixe et E bouge au lycée ? Changement de référentiel (vue en seconde les referentiel et approfondie en terminale)
- Moyen de faire le développement limité sans faire le développement limité lorsque $v \ll c$? Tracer la fonction $f(x)$ avec des nombres de plus en plus élevé (géogébra) ou explicité que $v \ll c$
- Difficulté en terme de distinction de cas si l'émetteur s'approche ou s'éloigne du récepteur ? Il faut faire les schéma bien comme il faut
- Manip, expliquer pourquoi elle n'a pas marché ?
- Est ce que c'est la même formule pour les ondes sonores et pour la lumière ? Non, onde relativiste
- Particularité des ondes electromagnétiques ? relativité

- Est ce que c'est vraiment l'angle qui explique la tolérance des radars? Non car incertitude dans la commande de l'utilisateur (reglage de la voiture au gonflage des pneus)
- Pourquoi est ce qu'Andromède s'approche? La gravité
- Pourquoi quand on regarde le ciel on a l'impression qu'elles s'éloignent toutes? Expansion de l'univers mais pour Andromède gravité plus importante

5 Retour

Plan cohérent Rappeler dans l'animation le lien fréquence/perception (aigue) Rappeler définition ondes mécanique/electromag (à l'oral) Faire une sous partie pour le cas où on s'éloigne Niveau lycée faire un boitier tout fait parce qu'on veut pas que les lycéens utilisent un condensateur à l'air libre Si vous deux minutes a ajouter, les ajouter. Element imposé nul (pas que de l'effet Doppler sauf si effet très proche)