

LP 1.

Spéctres

(Température de couleur d'une ampoule)

I

Introduction pédagogique

Niveau: 1^{re} enseignement de spécialité.

Bibliographie

Lectures scolaires 1^{re} PC, ES. (2015)

Belin 1^{re} PC (2013)

Pré-requis:

- Ondes électromagnétique (phénomène, vitesse)
- Ondes mécaniques: relation λ , T , f et v .
- Constitution de la matière (atomes, molécules, électrons).

Placement:

1^{re} PC

(mais choix de présenter l'analyse therm. que des spectre = 1^{re} E.Scientifique.)

La leçon doit être le thème ondes et signaux.

Les élèves comment à aborder la dualité onde-particule de la lumière: il faut pouvoir la justifier expérimentalement → on présente alors les spectres (atomiques) et on les exploite. Mais avant cela, on reviendra sur l'étude des spectres de sources de lumière connues: le soleil, les ampoules... dont on peut faire une analyse thermique à l'aide de la loi de Wien.

Choix donc de ne parler dans le cours de la leçon que d'ondes électromagnétiques — pour lesquels on admettra les propriétés en début de cours.

mais en fil métamorphique, le cours doit pouvoir parler sur les spectres IR, RMN ou X — spectres de sons.

Les pré-requis ne concernent donc que les ondes et les connaissances sur la constitution de la matière.

Difficultés → difficile d'appréhender la quantification et dualité onde-particule → amène donc d'abord aux spectres continus puis spectre discret: qu'est-ce qui peut expliquer ça? → les unités et conversion

- TD :
- étude de différentes ampoules et T de couleur, comme on commence à le faire ici.
 - étude doc sur les types d'étoiles
 - quantifier - spectres d'étoiles :
 - lampe à H en cours ; Sodium ou mercure en TO/TP?
 - sources dans d'autres domaines : product° de RX...
 - principe d'une ChemCam (en ad. doc).

4"

utilisés

Introduction

Ajd., on s'intéresse aux spectres et plus particulièrement aux spectres dans l'étude des ondes émg.

→ Ondes électromagnétiques : phénomène vibratoire qui peut se propager dans le vide (ou dans un milieu maté. d.) à une vitesse c .

Projection : $\text{OET} = \vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{d}_{\text{net}}$

L'onde représentée est caractérisée par sa longueur d'onde, λ

Comme pour les ondes mécaniques, on peut relier λ à la période T / la fréquence ν

$$\boxed{\lambda = cT = \frac{c}{\nu}}$$

→ un spectre est en fait une description d'un signal (p.ex., une OET) en fonction de sa/ses longueur(s) d'onde ou fréquences

→ nous allons en rencontrer plusieurs au cours de cette leçon.

Projection : spectro électromagnétique

+ domaine visible

Objectifs

→ Utiliser des spectres pour décrire et expliquer des phénomènes physiques. / et des sources d'OET (visible).

I / Étude des corps chauffés

Quels points communs peut-on trouver entre le soleil et une ampoule ? Comment comparer les 2 lumières émises ?

A / Le modèle du corps noir.

Le corps noir est un corps idéal qui absorbe toutes les radiations électromagnétiques qu'il reçoit.

Le corps émet alors un rayonnement qui ne dépend que de sa température

Pour un corps tel que celui-ci, on peut énoncer la loi de WIEN :

$$\lambda_{\max} T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m.K.}$$

T en K à la surface du corps
 $\lambda_{\max}$ = l'ordre du max d'émission

Les spectres étudiés sont le tracé ^{continu} de l'intensité lumineuse (en W/m²) en fonction de la longueur d'onde — dont on va voir des exemples.

Projection : animati^{on} corps noir PHET

Transition
 ⤵

B / Sources lumineuses usuelles

Projection : spectre du soleil

Mesure et calcul à partir du modèle du corps noir

→ pour le soleil, semble être valide
 et avec WIEN : on lit sur le spectre

donc, on peut estimer la température à la surface du soleil :

$$T = 5800 \text{ K.}$$

$$\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

Ray. spectre continu.

Projection Lampe halogène

④

→ même raisonnement en appliquant le modèle du corps noir

$$\lambda_{\max} = 950 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} = 950,0 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$T = 3050 \text{ K.} \quad \text{Température du filament}$$

Rmq pas dans le
v.s. 66

En réalité !

Le corps noir est un modèle
et la température réelle de l'objet émetteur, de la source, n'est pas toujours,
égal au proche de T . prévue par WIEN !

La température associée à $\lambda_{\min} T = 29 \cdot 10^{-3} \text{ K m}$ est appelée température
de couleur et est un outil permettant de comparer les sources lumineuses et le
ressenti pour l'œil humain !

Dans le cas du soleil ou des lampes halogène,
spectre = spectre associé au corps noir et donc
température = température de couleur

Mais ! dans d'autres cas, spectre n'a rien à voir Projection energie-environnement
et température $\neq$ température de couleur

→ ex : les DEL ... pour lesquelles on définit de T_c plutôt
de soleil et incandes.

→ ex : les lampes fluocompactes

Transition

II / Les spectres atomiques et l'aspect particulaire de la lumière.

(5)

A / Mise en évidence

Projection web-labos.mrs.org.

Lumière blanche
et
Vapeur hydrogène.

⊕ description
expérimentale

→ source
→ réseau = décomposition

Au lieu de spectre continu, on observe des spectres de raie, par exemple, raie à $\lambda = 655 \text{ nm}$.

→ expliquer que par une nouvelle description de la lumière : projection EINSTEIN (BOHR).

en 1905, quanta d'énergie
ou grains de lumière

= photons d'énergie

$$|\Delta E| = h\nu \quad \text{en J ou eV}$$

(or $\nu = \frac{c}{\lambda}$)

$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$, $\lambda \text{ en m}$
 $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

BOHR introduit alors en 1913 pour expliquer ces spectres :

la quantification des niveaux d'énergie

Projection, BOHR et diagramme

Transf. on {

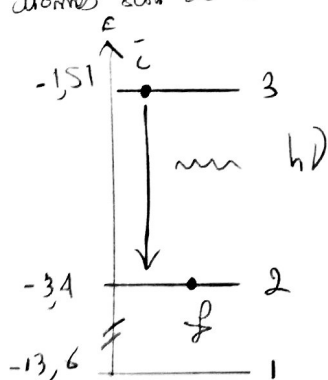
B / Spectres d'émission

Les niveaux d'énergie étant très faibles, on utilisera l'unité eV

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

L'état de plus faible énergie $n=1$ $E = -13.6 \text{ eV}$ est appelé niveau fondamental.

Les autres sont les niveaux excités. Dans la lampe utilisée, les atomes sont excités par une décharge électrique.



P/ex : atome d'H à l'état excité $n=3$.
peut se désexciter vers : état 2, état 1...

$$|\Delta E| = |E_f - E_i| = |-3.4 - (-1.51)| = 1.89 \text{ eV.}$$

puis $|\Delta E| = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ donc $\lambda = \frac{hc}{|\Delta E|} = 657 \text{ nm.}$

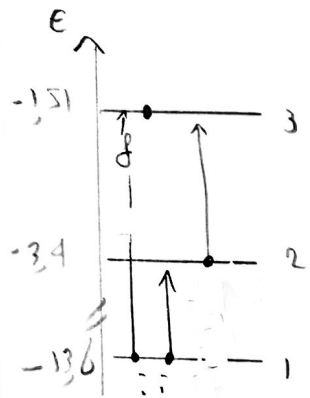
! aux caméras.

(6)

C) Spectres continus et spectre d'absorption

En réalité, ces spectres de raies avaient déjà été observés bien avant, notamment en 1802 par William WOLLASTON Projection

C'est tout simplement le phénomène opposé : l'absorption :



Les raies étant caractéristiques des niveaux d'énergie des $\neq$ atomes

→ on remonte à la composition du soleil !
(ou d'autres astres)

Conclusion

Projection

CQFR

→ spectres continus
→ spectres discrets