

LP.11 Sources de lumière

Raphaël

Niveau : 1ère spécialité

Pré-requis :

- Spectre d'émission et d'absorption (seconde)
- Sources monochromatique/polychromatiques (seconde)
- Lumière coloré (première)
- Ondes mécaniques (première)
- Optique géométrique (seconde/première)
- Modèle ondulatoire de la lumière (première)

Difficultés :

- Bien différencier aspect ondulatoire et particulaire
- Faire la différence entre une source chaude et une source froide et les dissocier de leurs considérations thermiques
- Faire le lien entre spectre d'absorption/ d'émission et quantification de l'énergie
- Conversion entre unités eV-J, °C-K

Activité :

- TD : exercice sur les aurores boréales/nébuleuse d'Orion
- TP : utilisation du spectrophotomètre pour différentes lampes

Biblio :

—

Plan proposé

1	Source de lumière chaud : la lampe à incandescence	2
1.1	Observation	2
1.2	Mécanisme	2
1.3	Acquisition d'un spectre	2
2	Sources de lumière froide ou spectrale	3
2.1	Observation	3
2.2	Quantification de l'énergie	3
2.3	Application à la lampe de mercure	3
1	Source chaude	5
1	Spectre d'une source chaude	5
2	Influence de la température	5

2	Sources froide	6
1	Modèle particulaire de la lumière	6
2	Quantification des niveaux d'énergie d'un atome	6
3	Lampe à vapeur de mercure	6
3	Application à l'astronomie : les étoiles de Wolf Rayet	7

Intro pédagogique

Première spécialité. Deuxième partie du cours : modèle ondulatoire et particulaire

Leçon

Intro

Source de lumière

Soleil, lampe à incandescence, lampe LED, néon ? Chaud ou froid ?

1 Source de lumière chaud : la lampe à incandescence

1.1 Observation

[caméra thermique sur moi et lampe]

Lumière : Onde électromagnétique qui comprend les longueurs d'onde entre 400 et 800 nm

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \text{ (avec les unités)}$$

1.2 Mécanisme

Corps incandescent : corps chaud qui émet un rayonnement, dont la longueur d'onde dépend de la température

Loi de Wien : $\lambda_{max}T = 2.898 \times 10^{-3} \text{ K.m}$

1.3 Acquisition d'un spectre

[lampe à incandescence et spectre d'émission de la lampe : détermination de λ_{max}]

Logiciel spectre ITR

Détermination de $T=4280 \text{ K}$.

Conversion °C/K : $0C = 273K$ **écrire la formule de conversion**

On détermine donc la couleur des étoiles

Cas des étoiles de Wolf-Rayet

2 Sources de lumière froide ou spectrale

2.1 Observation

Lampe à vapeur de mercure
[acquisition de spectre] : spectre de raies

2.2 Quantification de l'énergie

Max Planck : théorie des quanta. Albert Einstein : théorie du photon
Photon : particule élémentaire qui transporte le quantum d'énergie lumineuse. Sans masse et sans charge.

$$E_{\text{photon}} = h\nu \text{ avec } h \text{ en J/s constante de Planck}$$

Configuration électronique des éléments

Etats d'énergie fondamentale et états excités : absorption et émission suivant si les électrons gagnent ou perdent de l'énergie.

Le photon a l'énergie correspondante à l'écart énergétique entre deux états.

$$E_{\text{photon}} = |E_n - E_m| \text{ Point unité : } 1\text{eV} : 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2.3 Application à la lampe de mercure

$\lambda = 402 \text{ nm}$. [niveaux d'énergie du mercure : Belin éducation]. Correspond au niveaux 5-1

Conclusion

Source chaude suit le modèle du corps noir

Questions/Réponses

Questions	Réponses
<i>Programme spiralaire</i>	Notion qui revient les années suivantes
<i>Température pour chaud ou froid ?</i>	
<i>température du soleil</i>	6000K
<i>Corps noir à -30 °C émet ?</i>	Valable aussi
<i>Démo de loi du rayonnement du corps noir ?</i>	rayonnement d'équilibre à T
<i>Autre loi ?</i>	Stefan
<i>Raie d'absorption sur le spectre de la lampe</i>	Absorption du verre ?

L. *Titre*

Tungstène fond à quelle température? 3000K

Debrief

Préciser caméra thermique

NE PAS PARLER DE CHAUD OU FROID

LP 11 : Sources de lumière Présenté par Valentin

Introduction pédagogique

EI : Etoiles de Wolf-Rayet

Niveau : 1ère spé

Prérequis :

- Onde électromagnétique (célérité, fréquence, longueur d'onde)
- conversions (J/eV, °C/K)
- Image et couleur (optique géométrique, absorption, diffusion et transmission de couleur)

Difficultés

- Niveaux d'énergie quantifiés
- la lumière transporte de l'énergie

Activités liées

- Etude documentaire : composition du soleil à partir de son spectre d'émission
- Analyse spectrale de la lampe au sodium

Introduction

Lumière des lampes, du soleil, de celle sur la paillasse (vapeur de mercure) n'est pas la même. On va discuter de ces différentes sources.

Lumière : Onde électromagnétique détectable par l'oeil humain. Domaine du visible.

1 Source chaude

1 Spectre d'une source chaude

Quand un corps est chauffé, il émet un rayonnement. Exemple des ampoules à filament ou des étoiles.

Spectre corps chaud : colorado.edu (animation) Lorsque T change, le spectre change.

2 Influence de la température

Wien remarque que le spectre d'un corps chaud dépend de sa température. C'est la loi de Wien qui relie la longueur d'onde maximum d'émission avec la température.

$$\lambda_{\max} = \frac{2,89.10^6 \text{ nm.K}}{T(\text{K})}$$

avec la longueur d'onde en nm. Etoiles très chaudes plutôt bleu, plus froide de couleur rouge.

On remonte à la température du soleil car on a la longueur d'onde maximale sur l'animation. On a $T = 5780 \text{ K}$.

Source chaude : spectre d'émission continu et λ_{\max} dépend de T .

2 Sources froide

1 Modèle particulaire de la lumière

Développé par Planck et Einstein au début du XXe siècle. Lumière décrite comme un flux de particules : les photons qui transportent de l'énergie.

Photon : particule de masse et charge nulles qui transporte une énergie $E_{\text{photon}} = hf = hc/\lambda$ où h est la constante de Planck.

2 Quantification des niveaux d'énergie d'un atome

Modèle introduit par Bohr. Diagramme d'énergie. Niveaux fondamental et excités. Absorption d'un photon pour atteindre un niveau excité.

La lumière provient de la desexcitation des atomes qui se desexcitent en émettant des photons pour une source froide.

3 Lampe à vapeur de mercure

Manip quantitative : Lampe à vapeur de mercure. Décharge électrique qui excite les atomes de mercure, ils émettent des photons en retournant au niveau fondamental. On va observer les différentes longueur d'onde émises.

Lampe, diaphragme, fente (au foyer objet), lentille (focaliser sur le réseau), réseau (sépare les différentes longueur d'onde). On observe différentes raies. On mesure la déviation de la raie verte par rapport à la tache centrale qui correspond au rayon non dévié.



Figure 1

Explication des raies : avec les niveaux d'énergie du mercure (calcul des longueur d'onde des photons émis).

Source froide : spectre d'émission composé de raies. Le spectre dépend de la composition de la source.

3 Application à l'astronomie : les étoiles de Wolf Rayet

Grâce au spectre d'absorption d'une étoile on peut remonter à la composition d'une étoile. En 1967 Wolf et Rayet découvre des étoiles dont les raies sont différentes que celles habituelles : composées de C, N, O, He. Les proportions de ses différents éléments dépend de son âge : riche en O au début, en carbone à la fin de sa vie.

Questions

- Comment améliorer la visibilité des raies sur le montage? augmenter le diaphragme, incliner l'écran pour montrer et remettre droit pour mesurer
- Dans quelles conditions est le réseau? Figure d'interférence, réseau en transmission.
- Comment arrive la lumière incidente sur le réseau? En incidence normale
- Retrouver la formule des réseaux.
- Pourquoi il y a t'il une protection autour de la lampe à vapeur de mercure? Lampe qui émet aussi dans l'UV, dangereux pour peau et yeux.
- C'est quoi un corps noir?
- En quel classe la loi de Wien est-elle au programme? 1ere enseignement scientifique
- Quelle consigne donner au élèves pour réaliser un spectre de source chaude en terme de sécurité? Attention à la chaleur, ne pas toucher la lampe, si des gants sont dispo en mettre, prévention en cas de brûlure, se mettre sous l'eau, ne pas regarder la source.

L. *Titre*

Ressources : <https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Divers/divers/bohr1.php>