

LP 16 : Interaction lumière - matière

Niveau : Secondaire.

- Prérequis :
- Spectre d'émission et d'absorption (2nd)
 - Relation $c = \lambda f$ (2nd)
 - Atomes, électrons (2nd)
 - Spectre électromagnétique (2nd)

Intro péda : → Notion abordée en 1^{er}S dans ce thème Observer lors de l'étude des sources lumineuses et de la matière colorée. Puis repris en TS par l'étude des lasers.

→ En 2nd : ils voient que la lumière est une onde électromagnétique

⇒ le cours introduit le modèle corpusculaire et donc la dualité onde / corpuscule.

→ Vu les spectres ~~se~~ comprendre le modèle physique en 2nd.

→ Difficulté : conversion d'énergie eV en J

+ compréhension de l'émission stimulée ⇒ animation

Objectif : première description de la dualité onde - corpuscule et explication de la quantification

TD : utilisation des formules par exploitation d'un diagramme et d'un spectre

TP : identification de lampes spectrales.

Intro : → Objets colorés mais pourquoi ? ⇒ interaction entre lumière et matière.

→ Def : matière = ce qui est composé de particule massive, d'atome.

lumière = onde électromagnétique dans le domaine visible (λ compris entre 400 et 750 nm)

Objectifs : - connaître les 3 types d'interaction lumière / matière
- comprendre le fonctionnement d'un LASER.

1 - Quantification des niveaux d'énergie

A) Dualité onde - corpuscule

→ Jusqu'au XX^e s : débat sur la nature de la lumière.

→ Evolution dans l'histoire :

- XVII^e s : - Huggens : lumière = onde

- Newton : lumière = particule

⇒ Newton plus reconnu donc théorie retenue

- XIX^e s : Fresnel, Maxwell et Young : expérience témoignant de sa nature ondulatoire

- 1900 : Planck établit une loi de quantification de l'énergie : un quantum = paquet d'énergie $E = h\nu$

- 1905 : Einstein avec l'effet photoélectrique ⇒ particule nommé photon d'énergie $E = h\nu$.

Tr : Peu de temps après, on a aussi mis en évidence la quantification des niveaux énergétiques des atomes.

B) Niveau d'énergie d'un atome.

→ 1913 : Niels Bohr postule la quantification des niveaux d'énergie des atomes.

→ Diagramme d'énergie ⇒ niveau fondamental

⚠ eV

⇒ niveau d'énergie excité

Tr: Photon et atome vont pouvoir interagir ensemble entraînant ainsi des changements d'état énergétique des e^- .

c) Absorption et émission spontanée.

→ Il faut fournir ΔE pour passer d'un niveau à un autre
⇒ énergie fournie par les photons

→ $\Delta E > h\nu$: énergie pas suffisante

$\Delta E = h\nu$: absorption → mécanisme

⇒ retour sur les spectres d'absorption (de raie)

Expérience: Spectre d'absorbance de $KMnO_4$

⇒ absorption caractéristique de l'espèce

→ Passage d'un niveau excité à un autre d'énergie plus faible : émission spontanée

Expérience: Spectre d'émission d'une lampe à mercure.

Faire le lien entre ΔE et λ .

Tr: Il existe une troisième interaction qui n'est pas spontanée et qui est à l'origine d'une source lumineuse fréquemment utilisée.

II - Le LASER

→ LASER = Light Amplification by Stimulated Emission Radiation

A) De la théorie...

→ 1916 : Einstein ⇒ émission stimulée

Mécanisme sur un diagramme

Emission de 2 photons de même fréquence

→ Pb : le processus n'est pas majoritaire car les niveaux excités sont moins peuplés

⇒ il faut faire une inversion de population.

→ 1950 : A. Kastler propose le procédé de pompage optique (PN en 1966)

→ Animation

⇒ augmente le nombre d'atome dans l'état excité

Tr: ce ne sont que des théories, il faut maintenant mettre en œuvre un dispositif.

B) A la mise en œuvre.

→ 1953 : MASER, M pour microwave

⇒ pas encore dans le visible.

→ 1960 : 1^{er} laser à rubis

Pompage optique par un flash intense de lumière blanche

→ 1961 : 1^{er} laser He-Ne (Schéma)

Pompage par décharge électrique continue.

Expérience : Spectre d'un laser + craie

⇒ source monochromatique et cohérente
+ directionnel

Conclusion : → Bilan (Schéma des 3 interactions)

Ouverture : On s'est concentré sur l'aspect corpusculaire.
Mais la lumière est aussi une onde et on verra des phénomènes mettant en avant cet aspect.

Biblio : - HACHETTE TS et 1^{er}S

- HOUARD

- ANIMATION scphysique.

- lerepairedesciences.fr (animation flash
fonctionnement laser)