

Compétences exigibles :

- Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie).
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.
Déjà vu lors du TP portant sur les interférences avec un CD et DVD en début d'année
- Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu
Déjà vu en première
- Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.
- Extraire et exploiter les informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule.
- Connaître et utiliser la relation $p = h/\lambda$
- Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif
- Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste

I. Activité introductive :

Vous trouverez ici de belles vidéos pour comprendre d'une manière très visuelle ce qu'est un laser et la dualité onde -particule. Pour ceux qui voudront aller plus loin vous pourrez découvrir la notion de spin, l'effet tunnel, la distinction métal isolant.

<http://toutestquantique.fr/bases>

II. La lumière :

Des expériences historiques ont permis de mettre en évidence le caractère ondulatoire (le phénomène d'interférence de diffraction) et corpusculaire de la lumière (l'effet photoélectrique). Ici vous pouvez voir une vidéo présentant l'effet photoélectrique :

https://www.youtube.com/watch?v=bwRf_4-IeE

La lumière et plus généralement les ondes électromagnétiques sont considérées comme des flux de photons.

Pour chacun de ces photons on définit :

- Vitesse de déplacement : celle de la lumière
- Charge : non chargé
- Masse : sans masse
- Energie : une énergie quantifiée donnée par la relation :

$$E = h \times \nu$$

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J.s}$: étant la constante de Planck en (J.s)
et ν la fréquence de l'onde lumineuse en (Hz)

Remarque : on peut transformer cette relation en : $E = \frac{h}{T}$ ou $E = \frac{h \times c}{\lambda}$

III. La matière :

En 1923 Louis de Broglie propose que la dualité onde particule s'applique aussi aux particules matérielles. Il associe une longueur d'onde, λ , à toute particule matérielle ou non, et une quantité de mouvement, p , avec la relation de de Broglie :

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

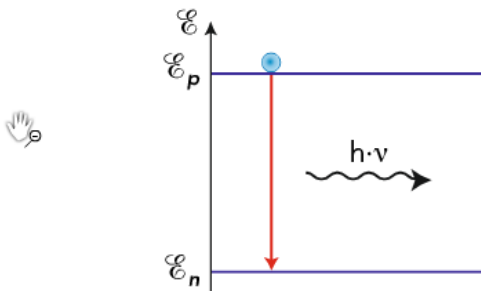
IV. Le LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) :

Visualiser :

« C'est pas sorcier » sur le laser

« Kezako » sur le laser

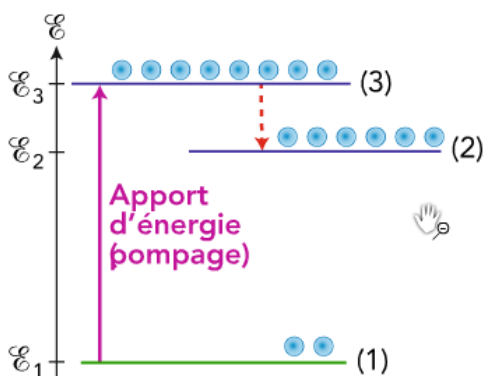
La lumière laser provient, comme toutes les lumières, de transitions de niveau d'énergie d'un atome.



Doc. 6 Transition énergétique d'un atome (représenté symboliquement par une sphère) avec émission spontanée d'un photon d'énergie:

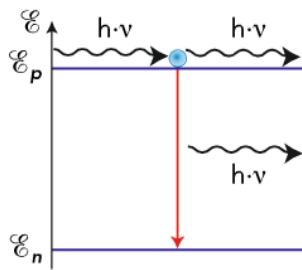
$$E = E_p - E_n = h \cdot \nu$$

Pour augmenter le nombre d'émissions, on réalise une inversion de population, en maintenant plus d'atome dans un niveau excité par apport d'énergie.



Doc. 8 Répartition des atomes (représentés symboliquement par des sphères) dans les niveaux d'énergie avec inversion de population.

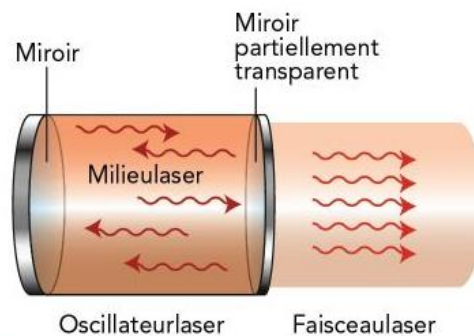
Bernheim Comprendre : Transferts quantique d'énergie et dualité onde-particule
 On stimule l'émission d'un photon par un premier photon incident



Doc. 7 Transition énergétique d'un atome (représenté symboliquement par une sphère) avec émission stimulée d'un photon d'énergie:

$$E = E_p - E_n = h \cdot \nu$$

Ces deux photons auront la même fréquence, les mêmes directions et sens, et seront en phase. Pour amplifier le phénomène, le milieu est limité par un miroir et un miroir partiellement transparent. Cela permet d'augmenter les rencontres atome photon et donc le nombre de photons stimulés. Pour éviter les interférences destructives, la distance entre les 2 miroirs est égale à un nombre entier de fois la longueur d'onde. Les interférences constructives sortent par train d'onde du côté semi transparent en un faisceau laser.



Doc. 10 Oscillateur laser.

Un LASER émet donc un faisceau lumineux monochromatique et très directif. Son énergie reste donc concentrée dans l'espace et dans le temps.

Exercices en autonomie : 1, 2, 3, 4, 5 p387 à 389

Exercices : 9, 11, 18, 20, 23, 27, 29 p 387

Faire le point avec les fiches type bac p398 - 399