

Fiche de synthèse Physique : la Lumière

Benjamin L'Huillier

1 La Lumière : Caractères ondulatoire et corpusculaire

Definition 1.1: Nature de la lumière

La lumière est une onde électromagnétique capable de se propager dans le vide. Elle possède une double nature :

- Un **caractère ondulatoire**, mis en évidence par des phénomènes comme la diffraction ou l'interférence.
- Un **caractère corpusculaire**, démontré par l'interaction entre la lumière et la matière (effet photoélectrique, émission/absorption de photons).

1.1 Caractère ondulatoire de la lumière

Definition 1.2: Onde électromagnétique

La lumière est une onde formée par des champs électriques et magnétiques oscillants, perpendiculaires l'un à l'autre et à la direction de propagation. Elle est caractérisée par :

- **Sa longueur d'onde** λ (en mètres), qui définit sa couleur ou sa nature dans le spectre électromagnétique.
- **Sa fréquence** ν (en hertz), qui correspond au nombre d'oscillations par seconde.
- **Sa vitesse dans le vide** $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$, donnée par $c = \lambda\nu$.

Propriété 1.1: Diffraction et Interférences

Le caractère ondulatoire est mis en évidence par deux phénomènes :

- **Diffraction** : La lumière contourne les obstacles ou s'étale lorsqu'elle passe par une fente fine.
- **Interférences** : Deux ondes lumineuses peuvent se superposer pour produire des franges brillantes et sombres, démontrant leur nature ondulatoire.

Exemple 1.1: Exemple : Anneaux de Newton

es anneaux de Newton sont des franges d'interférence observées lorsque la lumière passe entre une lentille convexe et une plaque de verre. Ils illustrent le phénomène d'interférences constructives et destructives.

1.2 Caractère corpusculaire de la lumière

Definition 1.3: Photon

Le photon est la particule élémentaire associée à la lumière. Il est caractérisé par :

- **Son énergie E** , donnée par $E = h\nu$, où h est la constante de Planck ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ J s) et ν la fréquence de la lumière.
- **Sa masse nulle au repos** : Il se déplace toujours à la vitesse de la lumière.

Propriété 1.2: Émission et absorption

Les photons interagissent avec la matière par deux processus principaux :

- **Émission** : Un photon est émis lorsqu'un électron passe d'un état d'énergie supérieur E_n à un état d'énergie inférieur $E_m < E_n$. L'énergie du photon est égale à la différence entre les deux niveaux d'énergie : $\Delta E = E_n - E_m = h\nu$.
- **Absorption** : Un photon est absorbé si son énergie correspond exactement à la différence d'énergie entre deux niveaux électroniques. Cela provoque la transition d'un électron vers un niveau d'énergie plus élevé $E_n > E_m$.

Ces transitions sont quantifiées, ce qui signifie que seules certaines fréquences spécifiques peuvent être absorbées ou émises par un atome ou une molécule. Ces fréquences correspondent à des différences entre deux niveaux d'énergie.

Exemple 1.2: Exemple : Effet photoélectrique

orsque la lumière éclaire une surface métallique, des électrons peuvent être éjectés si l'énergie des photons dépasse le travail d'extraction du métal. Ce phénomène ne peut être expliqué que par le caractère corpusculaire de la lumière.

1.3 Spectre électromagnétique

Definition 1.4: Spectre électromagnétique

Le spectre électromagnétique regroupe l'ensemble des ondes électromagnétiques classées par fréquence ou longueur d'onde. Il inclut :

- Les ondes radio ($\lambda > 1$ m).
- Les micro-ondes ($\lambda \approx 1$ mm).
- La lumière visible ($400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$), qui correspond aux couleurs perceptibles par l'œil humain.
- Les rayons X et les rayons gamma ($\lambda < 1$ pm).