

EXERCICES CORRIGES Ch.15. p : 390 n°6 - 7- 8 - 9 - 10 - 11 . p : 191 n°12 - 13 - 14 - 15.**TRANSFERTS QUANTIQUES D'ENERGIE ET DUALITE ONDE-PARTICULE****Ondes ou particules ?****P : 390 N°6 : Connaître les aspects de la lumière**

Quels sont les deux aspects de la lumière ? **La lumière a les aspects d'onde et de particule.**

P : 390 N°7 : Mettre en évidence une onde de matière

En 1926, C. DAVISSON et L. GERMER ont envoyé un faisceau d'électrons sur un cristal de nickel. Ils ont alors observé une figure de diffraction similaire à celle que l'on obtient en éclairant ce même cristal avec des rayons X.

1. Quelle propriété physique est caractérisée par le phénomène de diffraction ?
2. Que prouve l'expérience de Davisson et Germer ?

- 1. La diffraction caractérise l'aspect ondulatoire d'un phénomène physique.**
- 2. L'expérience de Davisson et Germer prouve l'aspect ondulatoire d'un faisceau d'électrons.**

P : 390 N°8 : Créer une onde de matière avec un électron

Un électron animé d'une vitesse de valeur v très inférieure à celle de la vitesse de la lumière dans le vide possède une quantité de mouvement de valeur notée p .

1. Quelle est la relation entre p et v ? Indiquer les unités des différentes grandeurs.
2. Une particule matérielle en mouvement a des propriétés ondulatoires. On note λ la longueur d'onde associée à cette onde de matière.

Quelle est la relation entre p et λ ?

Indiquer les unités des différentes grandeurs.

- 1. La quantité de mouvement d'une particule de masse m , non relativiste, animée d'une vitesse de valeur v a pour valeur : $p = m \cdot v$ avec p en $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, m en kg et v en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.**
- 2. La relation de de Broglie s'écrit : $p = h / \lambda$ avec p en $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, h en $\text{J} \cdot \text{s}$ et λ en m .**

P : 390 N°9 : Calculer la longueur d'onde d'une onde de matière

Un électron a une vitesse de valeur $v = 3,00 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à la sortie d'un canon à électrons.

1. Calculer de manière approchée la valeur p de la quantité de mouvement de cet électron.
2. Estimer la longueur d'onde λ de l'onde de matière associée à cette particule en mouvement.

Données : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

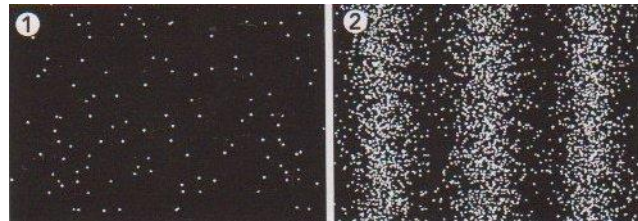
- 1. Pour cet électron non relativiste, la valeur de la quantité de mouvement est : $p = m \cdot v = 9,11 \cdot 10^{-31} \times 3,00 \cdot 10^4 \approx 9,00 \times 3,00 \cdot 10^{-27}$, soit environ $2,7 \times 10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.**
- 2. D'après la relation de de Broglie, on a : $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{2,7 \times 10^{-26}} \approx 6,6 \times 10^{-8} = 2,2 \times 10^{-8} \text{ m}$.**

P : 390 N°10 : Connaître l'aspect probabiliste

On fait passer des photons un par un à travers des fentes d'Young verticales. Une cellule photosensible placée à la sortie des fentes repère l'impact de chaque photon. La **figure 1** est le résultat de l'impact (en blanc) de quelques photons. La **figure 2** est obtenue pour un très grand nombre d'impacts.

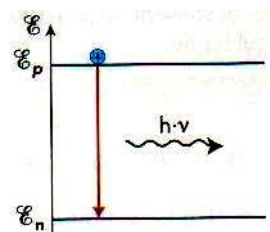
1. Peut-on prévoir le lieu de l'impact d'un photon d'après la **figure 1** ?
2. Quels sont les endroits où l'impact d'un photon a le plus de chance de se produire d'après la **figure 2** ?
3. Que peut-on alors dire de ce phénomène quantique ?

- 1. D'après la figure 1, il est impossible de prévoir le lieu de l'impact du photon sur la cellule photosensible ; les impacts sont répartis aléatoirement sur l'écran.**
- 2. L'impact d'un photon a plus de chance de se produire sur des bandes verticales parallèles aux fentes.**
- 3. Cette expérience illustre l'aspect probabiliste des phénomènes quantiques.**

**Comment fonctionne un laser ?***** P : 390 N°11 : Utiliser un diagramme énergétique**

Le schéma ci-contre représente l'émission spontanée d'un photon.

1. Que représentent E_n et E_p ?
2. Que symbolise la flèche rouge ?
3. Que symbolise la flèche noire ?
4. a. Que représente l'expression $h \cdot \nu$?
b. Quelle relation existe-t-il entre $h \cdot \nu$, E_n et E_p ?



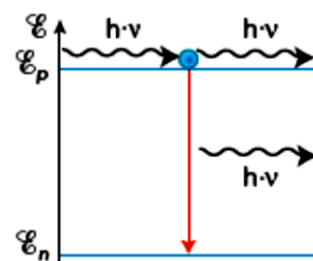
- 1. E_n et E_p représentent les énergies de deux niveaux d'énergie d'une entité (atome, ion ou molécule). E_p représente un état excité : niveau d'énergie supérieur ; E_n représente un niveau d'énergie inférieur, éventuellement l'état fondamental.**
- 2. La flèche rouge indique que l'entité passe d'un niveau d'énergie à un autre niveau d'énergie. Elle représente une transition énergétique. Dans le cas du document, l'entité passe d'un niveau supérieur vers un niveau d'énergie plus faible.**
- 3. Lors de cette transition du niveau d'énergie E_p vers le niveau d'énergie E_n , la flèche noire représente le photon émis lors de la transition (émission spontanée).**
- 4. a. $h \cdot \nu$ représente l'énergie quantifiée transportée par le photon émis.
b. L'énergie « emportée » par le photon correspond à l'énergie « perdue » par l'atome. La relation est $E_p - E_n = h \cdot \nu$.**

P : 391 N°12 : Décrire une émission stimulée

1. Dans quelles conditions y a-t-il émission stimulée de photons ?
2. Sur un diagramme énergétique annoté, représenter émission stimulée d'un photon.

1. On parle d'émission stimulée lorsqu'un photon incident d'énergie $E = E_p - E_n$ force une entité initialement dans un état excité d'énergie E_p à passer au niveau d'énergie inférieur E_n . Un 2^{ème} photon de même énergie est émis. Les 2 photons ont même énergie E , même direction, même sens de propagation et ils sont en phase. Ce sont des photons synchronisés ou cohérents. L'onde incidente a donc été amplifiée.

2. Schéma.



EXERCICES CORRIGES p : 390 .Ch.15.**TRANSFERTS QUANTIQUES D'ENERGIE ET DUALITE ONDE-PARTICULE****p : 391 N°13 : Connaître quelques propriétés d'un laser**

Quelles sont, parmi les expressions suivantes, celles qui qualifient un laser?

- source monochromatique ;
- source polychromatique ;
- faisceau peu divergent ;
- faisceau divergent ;
- source cohérente ;
- source dont l'énergie est concentrée dans l'espace ;
- source dont l'énergie est dispersée dans tout l'espace ;
- source dont l'énergie est concentrée dans le temps.

Un laser est une source monochromatique, cohérente dont l'énergie est concentrée dans l'espace et dans le temps. Ce type de source émet un faisceau peu divergent.

Quel domaine spectral pour quelle transition d'énergie ?**p : 391 N°14: Associer transition et radiation**

1. Citer deux types de transitions énergétiques existant dans une molécule.
2. Un photon est émis lors d'une transition. La radiation associée à ce photon se situe dans l'infrarouge. À quel type de transition est associée cette émission ?

1. On peut citer les transitions entre niveaux d'énergie électronique et les transitions entre niveaux d'énergie de vibration.
2. Si la radiation se situe dans l'infrarouge, une transition entre niveaux d'énergie de vibration lui est associée.

p : 391 N°15 : Étudier une transition

Un photon d'énergie 10,0 eV est émis, dans l'air, lors d'une transition entre deux niveaux énergétiques d'une molécule.

- 1.a. Calculer la longueur d'onde de la radiation associée.
- b. À quel domaine spectral appartient cette radiation?

2. Quel est le type de transition mis en jeu?

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

1. a. L'énergie du photon a pour expression : $\lambda = \frac{h c}{E} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{10,0 \times 1,60 \times 10^{-19}} = 1,24 \times 10^{-7} \text{ m} = 1,24 \times 10^2 \text{ nm}$.

- b. Cette radiation appartient au domaine des ultraviolets (caractérisé dans l'air par une longueur d'onde inférieure à 400 nm).
2. Il s'agit d'une transition entre niveaux d'énergie électronique.

EXERCICES ENONCES Ch.15. p : 390 n°6 - 7- 8 - 9 - 10 - 11 . p : 191 n°12 – 13 – 14 - 15.**TRANSFERTS QUANTIQUES D'ENERGIE ET DUALITE ONDE-PARTICULE****Ondes ou particules ?****p : 390 N°6 : Connaître les aspects de la lumière**

Quels sont les deux aspects de la lumière?

p : 390 N°7 : Mettre en évidence une onde de matière

En 1926, C. DAVISSON et L. GERMER ont envoyé un faisceau d'électrons sur un cristal de nickel. Ils ont alors observé une figure de diffraction similaire à celle que l'on obtient en éclairant ce même cristal avec des rayons X.

1. Quelle propriété physique est caractérisée par le phénomène de diffraction?
2. Que prouve l'expérience de Davisson et Germer?

p : 390 N°8 : Créer une onde de matière avec un électron

Un électron animé d'une vitesse de valeur v très inférieure à celle de la vitesse de la lumière dans le vide possède une quantité de mouvement de valeur notée p .

1. Quelle est la relation entre p et v ? Indiquer les unités des différentes grandeurs.
2. Une particule matérielle en mouvement a des propriétés ondulatoires. On note λ la longueur d'onde associée à cette onde de matière.
Quelle est la relation entre p et λ ?
Indiquer les unités des différentes grandeurs.

p : 390 N°9 : Calculer la longueur d'onde d'une onde de matière

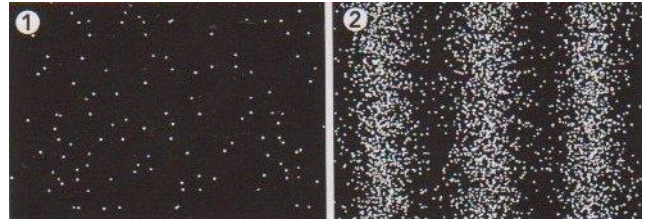
Un électron a une vitesse de valeur $v = 3,00 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ à la sortie d'un canon à électrons.

1. Calculer de manière approchée la valeur p de la quantité de mouvement de cet électron.
2. Estimer la longueur d'onde λ de l'onde de matière associée à cette particule en mouvement.

Données : $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

p : 390 N°10 : Connaître l'aspect probabiliste

On fait passer des photons un par un à travers des fentes d'Young verticales. Une cellule photosensible placée à la sortie des fentes repère l'impact de chaque photon. La **figure 1** est le résultat de l'impact (en blanc) de quelques photons. La **figure 2** est obtenue pour un très grand nombre d'impacts.

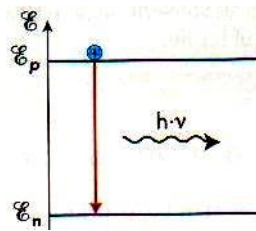


1. Peut-on prévoir le lieu de l'impact d'un photon d'après la **figure 1** ?
2. Quels sont les endroits où l'impact d'un photon a le plus de chance de se produire d'après la **figure 2** ?
3. Que peut-on alors dire de ce phénomène quantique?

Comment fonctionne un laser ?**p : 390 N°11 : Utiliser un diagramme énergétique**

Le schéma ci-contre représente l'émission spontanée d'un photon.

1. Que représentent E_n et E_p ?
2. Que symbolise la flèche rouge ?
3. Que symbolise la flèche noire ?
4. a. Que représente l'expression $h \cdot \nu$?
b. Quelle relation existe-t-il entre $h \cdot \nu$, E_n et E_p ?

**p : 391 N°12 : Décrire une émission stimulée**

1. Dans quelles conditions y a-t-il émission stimulée de photons?
2. Sur un diagramme énergétique annoté, représenter émission stimulée d'un photon.

p : 391 N°13 : Connaître quelques propriétés d'un laser

Quelles sont, parmi les expressions suivantes, celles qui qualifient un laser?

- source monochromatique;
- source polychromatique;
- faisceau peu divergent;
- faisceau divergent;
- source cohérente;
- source dont l'énergie est concentrée dans l'espace;
- source dont l'énergie est dispersée dans tout l'espace;
- source dont l'énergie est concentrée dans le temps.

Quel domaine spectral pour quelle transition d'énergie ?**p : 391 N°14 : Associer transition et radiation**

1. Citer deux types de transitions énergétiques existant dans une molécule.
2. Un photon est émis lors d'une transition. La radiation associée à ce photon se situe dans l'infrarouge.
À quel type de transition est associée cette émission?

p : 391 N°15 : Étudier une transition

Un photon d'énergie $10,0 \text{ eV}$ est émis, dans l'air, lors d'une transition entre deux niveaux énergétiques d'une molécule.

- 1.a. Calculer la longueur d'onde de la radiation associée.
b. À quel domaine spectral appartient cette radiation?
2. Quel est le type de transition mis en jeu?

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.