

# La lumière : un flux de photons

FLASHCARDS — 20 cartes · 5 thèmes | ? Question / ✓ Réponse

**Mode d'emploi :** cache la moitié droite (réponse), réponds à voix haute, puis vérifie. Chaque rangée = 1 carte (question à gauche | réponse à droite).

## 🧪 Modèle corpusculaire

• 🧪 Modèle corpusculaire •

Carte 1

? QUESTION

**Qu'est-ce qu'un photon ?**

Donne sa masse, sa charge et sa vitesse dans le vide.

• 🧪 Modèle corpusculaire •

Réponse 1

✓ RÉPONSE

**Un photon est une particule élémentaire de lumière :**

- Masse : nulle ( $m = 0$ )
- Charge électrique : nulle
- Vitesse dans le vide :  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

*Modèle proposé par Einstein en 1905 pour expliquer l'effet photoélectrique.*

• 🧪 Modèle corpusculaire •

Carte 2

? QUESTION

**Formule de l'énergie d'un photon**

Donne les deux expressions et les unités de chaque grandeur.

• 🧪 Modèle corpusculaire •

Réponse 2

✓ RÉPONSE

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

- $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  (constante de Planck)
- $f$  : fréquence ( $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ )
- $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (célérité dans le vide)
- $\lambda$  : longueur d'onde (m)
- $E$  : énergie (J)

•  **Modèle corpusculaire** •

Carte 3

? **QUESTION**

**Conversion d'unités d'énergie**

1 eV = ? joules

Application : convertis  $5,0 \times 10^{-19}$  J en eV.

•  **Modèle corpusculaire** •

Réponse 3

✓ **RÉPONSE**

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E(\text{J}) = E(\text{eV}) \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$E(\text{eV}) = E(\text{J}) / 1,6 \times 10^{-19}$$

**Application :**

$$5,0 \times 10^{-19} / 1,6 \times 10^{-19} = 3,1 \text{ eV}$$

•  **Modèle corpusculaire** •

Carte 4

? **QUESTION**

**Spectre électromagnétique**

Classe ces rayonnements du moins au plus énergétique :

UV · Visible · Infrarouge · Rayons X · Radio

•  **Modèle corpusculaire** •

Réponse 4

✓ **RÉPONSE**

**Du moins au plus énergétique :**

Radio < Infrarouge < Visible < UV < Rayons X < Rayons  $\gamma$

Visible :  $\lambda \in [380 \text{ nm} ; 780 \text{ nm}] \rightarrow E \in [1,6 ; 3,3] \text{ eV}$

*Plus  $\lambda$  est petit, plus  $f$  est grande, plus  $E$  est grande.*

•  **Modèle corpusculaire** •

Carte 5

? **QUESTION**

**Calcul numérique**

Un laser émet à  $\lambda = 532 \text{ nm}$  (vert).

Calcule l'énergie du photon en J puis en eV.

$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  ;  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

•  **Modèle corpusculaire** •

Réponse 5

✓ **RÉPONSE**

$$\lambda = 532 \text{ nm} = 5,32 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = hc/\lambda = (6,626 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8) / 5,32 \times 10^{-7}$$

$$E = 3,74 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,34 \text{ eV}$$

Vérif : visible  $\in [1,6 ; 3,3] \text{ eV}$  ✓  $\rightarrow$  cohérent.



•  Niveaux d'énergie •

Carte 6

? QUESTION

### États d'un atome

Définis : état fondamental · état excité · ionisation  
Quelle est la convention de signe pour les niveaux ?

•  Niveaux d'énergie •

Réponse 6

✓ RÉPONSE

### État fondamental :

Niveau d'énergie le plus bas — état stable.

### État excité :

Niveau supérieur — instable, l'atome redescend spontanément.

### Ionisation :

$E = 0$  par convention ; les niveaux liés sont négatifs (atome lié).

•  Niveaux d'énergie •

Carte 7

? QUESTION

### Condition de Bohr

Donne la formule liant l'énergie du photon émis/absorbé aux niveaux d'énergie.  
Précise le sens de la transition dans chaque cas.

•  Niveaux d'énergie •

Réponse 7

✓ RÉPONSE

$$E_{\text{photon}} = |E_{\square} - E_{\square}| = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

•  $E_{\square} \rightarrow E_{\square}$  avec  $E_{\square} > E_{\square}$  : l'atome descend → ÉMET un photon

•  $E_{\square} \rightarrow E_{\square}$  avec  $E_{\square} < E_{\square}$  : l'atome monte → ABSORBE un photon

*Le photon doit avoir EXACTEMENT l'énergie de la transition.*

•  Niveaux d'énergie •

Carte 8

? QUESTION

### Atome d'hydrogène

$E_1 = -13,6 \text{ eV}$  |  $E_2 = -3,4 \text{ eV}$  |  $E_3 = -1,5 \text{ eV}$

- a) Énergie du photon émis : transition  $n=3 \rightarrow n=1$   
b) Domaine du rayonnement ?

•  Niveaux d'énergie •

Réponse 8

✓ RÉPONSE

a)  $E = |E_3 - E_1| = |-1,5 - (-13,6)|$

$$E = 12,1 \text{ eV} = 1,94 \times 10^{-18} \text{ J}$$

b)  $\lambda = hc/E = 6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 / 1,94 \times 10^{-18}$

$$\lambda = 102 \text{ nm} \rightarrow \text{Ultraviolet (UV)} \checkmark$$

*Non visible à l'œil nu. Série de Lyman.*

• Niveaux d'énergie •

Carte 9

? QUESTION

**Diagramme d'énergie**

Pour un atome dont  $E_1 = -10$  eV et  $E_2 = -4$  eV :

Un photon de 7,0 eV peut-il être absorbé ? Justifie.

• Niveaux d'énergie •

Réponse 9

✓ RÉPONSE

**Énergie de la transition  $E_1 \rightarrow E_2$  :**

$$|E_2 - E_1| = |-4 - (-10)| = 6,0 \text{ eV}$$

**7,0 eV  $\neq$  6,0 eV  $\rightarrow$  NON, pas d'absorption.**

*Un photon doit avoir EXACTEMENT l'énergie de la transition. Il ne peut pas être absorbé partiellement.*

 Spectres

• Spectres •

Carte 10

? QUESTION

**Spectres d'émission vs absorption**

Décris l'aspect visuel et les conditions d'obtention de chacun.

• Spectres •

Réponse 10

✓ RÉPONSE

**Émission :**

Raies colorées sur fond NOIR. Gaz porté à haute température ou sous tension électrique.

**Absorption :**

Raies SOMBRES sur fond continu coloré. Lumière blanche traversant un gaz froid.

*Loi : les raies sont aux MÊMES longueurs d'onde dans les deux cas.*

• Spectres •

Carte 11

? QUESTION

**Analyse spectrale**

Pourquoi les spectres sont-ils utilisés en astrophysique ?

Cite un exemple célèbre.

• Spectres •

Réponse 11

✓ RÉPONSE

**Chaque élément = spectre unique (empreinte digitale).**

On identifie les atomes présents dans les étoiles et nébuleuses à des milliards d'années-lumière.

**Exemple : raies de Fraunhofer**

Raies sombres dans le spectre du Soleil  $\rightarrow$  présence de Na, Ca, H dans son atmosphère.

• Spectres •

Carte 12

? QUESTION

**Spectre continu vs spectre de raies**

Quelle est la différence fondamentale ?

Quel type de source produit un spectre continu ?

• Spectres •

Réponse 12

✓ RÉPONSE

**Spectre continu :**

Toutes les longueurs d'onde sont présentes. Produit par un corps chaud (solide, liquide, gaz dense) — ex : filament d'ampoule, Soleil vu de près.

**Spectre de raies :**

Seules certaines  $\lambda$  sont présentes. Produit par un gaz raréfié : niveaux quantifiés → transitions discrètes.

⚡ Effet photoélectrique

• ⚡ Effet photoélectrique •

Carte 13

? QUESTION

**Effet photoélectrique — observations**

Cite 3 observations expérimentales inexplicables par le modèle ondulatoire.

• ⚡ Effet photoélectrique •

Réponse 13

✓ RÉPONSE

1.

Si  $f < f_s$  : aucun électron émis, même avec lumière très intense.

2.

Si  $f \geq f_s$  : émission immédiate, même à faible intensité.

3.

$E_c$  des électrons dépend de  $f$ , pas de l'intensité lumineuse.

→ Seul le modèle corpusculaire explique ces faits (Einstein, 1905).

• ⚡ Effet photoélectrique •

Carte 14

? QUESTION

**Formules de l'effet photoélectrique**

Donne  $E_c$  et  $f_s$  avec les définitions et unités de chaque symbole.

• ⚡ Effet photoélectrique •

Réponse 14

✓ RÉPONSE

$$E_c = h \cdot f - W_s$$

$$f_s = W_s / h$$

•  $E_c$  : énergie cinétique de l'électron éjecté (J)

•  $W_s$  : travail d'extraction du métal (J ou eV)

•  $h = 6,626 \times 10^{-34}$  J·s

**Condition :  $h \cdot f \geq W_s$  (sinon  $E_c < 0$  → pas d'émission)**

• ⚡ Effet photoélectrique •

Carte 15

? QUESTION

**Application numérique**

Métal :  $W_s = 3,0 \text{ eV}$ . Rayonnement :  $\lambda = 250 \text{ nm}$ .

- a) Y a-t-il émission ?
- b) Si oui, calcule  $E_c$  en eV.

• ⚡ Effet photoélectrique •

Réponse 15

✓ RÉPONSE

$$E_{\text{photon}} = hc/\lambda = (6,626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8) / 2,5 \times 10^{-7}$$

$$E_{\text{photon}} = 7,95 \times 10^{-19} \text{ J} = 4,97 \text{ eV}$$

- a)  $4,97 \text{ eV} > 3,0 \text{ eV} \rightarrow$  OUI, émission ✓
- b)  $E_c = 4,97 - 3,0 = 1,97 \text{ eV}$

*Si l'intensité double : même  $E_c$ , mais  $2 \times$  plus d'électrons/s.*

• ⚡ Effet photoélectrique •

Carte 16

? QUESTION

**Rôle de l'intensité lumineuse**

Dans l'effet photoélectrique, que change-t-on si l'on :

- a) Augmente l'intensité (f constante)
- b) Augmente la fréquence (intensité constante)

• ⚡ Effet photoélectrique •

Réponse 16

✓ RÉPONSE

**a) Intensité ↑ (f constante) :**

→ Plus de photons par seconde → plus d'électrons éjectés.

→  $E_c$  des électrons : INCHANGÉE (ne dépend que de f).

**b) Fréquence ↑ (intensité constante) :**

→  $E_{\text{photon}} = hf$  augmente →  $E_c = hf - W_s$  augmente.

→ Nombre d'électrons : inchangé (même intensité).

💡 Applications

• 💡 Applications •

Carte 17

? QUESTION

**Le laser**

Développe l'acronyme et explique le principe d'émission stimulée.

• 💡 Applications •

Réponse 17

✓ RÉPONSE

**LASER =**

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

**Émission stimulée :**

Un photon incident → un atome excité émet un 2<sup>e</sup> photon identique (même f, même direction, même phase).

Lumière résultante : monochromatique, cohérente, directionnelle.

• 💡 Applications •

Carte 18

? QUESTION

### La DEL (LED)

Explique le fonctionnement et le lien avec  $E = hf$ .  
Cite 2 avantages par rapport à l'ampoule à incandescence.

• 💡 Applications •

Réponse 18

✓ RÉPONSE

### Fonctionnement :

Courant électrique → recombinaison électron/lacune dans un semi-conducteur → photon d'énergie  $E = h \cdot f = \Delta E_{\text{bande}}$ .

### Avantages :

- Consommation  $\sim 10\times$  moindre
- Durée de vie  $\sim 25\times$  plus longue ( $\sim 25\,000$  h vs  $\sim 1\,000$  h)

*La couleur dépend du matériau (largeur de bande interdite).*

• 💡 Applications •

Carte 19

? QUESTION

### Le panneau photovoltaïque

Quel phénomène physique utilise-t-il ?  
Pourquoi certains photons solaires ne sont-ils pas convertis ?

• 💡 Applications •

Réponse 19

✓ RÉPONSE

### Effet photoélectrique INTERNE (dans le Si) :

Photons solaires libèrent des électrons dans le semi-conducteur → courant électrique.

### Condition : $E_{\text{photon}} \geq 1,1$ eV (bande interdite Si)

- UV : E trop grande → énergie perdue en chaleur.
- IR : E insuffisante → aucun électron libéré.

*Rendement typique : 15–22 %.*

• 💡 Applications •

Carte 20

? QUESTION

### Comparatif des 3 applications

Laser · DEL · Panneau photovoltaïque  
Pour chacun : énergie convertie (dans quel sens ?) et principe physique clé.

• 💡 Applications •

Réponse 20

✓ RÉPONSE

### Laser :

Électrique → Lumière (cohérente). Émission stimulée.

### DEL :

Électrique → Lumière. Recombinaison électron/lacune (semi-conducteur).

### Photovoltaïque :

Lumière → Électrique. Effet photoélectrique interne (Si).