

Physique quantique — Dualité onde-corpuscule

Physique-Chimie · Terminale
Contrôle n°1 · 60 min · sur 20

Exercice 1 — L'effet photoélectrique

4 pts 11 min

Décrire l'effet photoélectrique

Réponds à chaque question.

LA RÈGLE DU COURS

Un métal éclairé peut perdre des électrons, mais pas dans n'importe quelles conditions. Une grandeur commande, et ce n'est pas celle qu'on attendrait.

1. Qu'est-ce que l'effet photoélectrique ? (1 pt)

L'extraction d'électrons d'un métal éclairé.

→ Elle ne se produit que sous certaines conditions de lumière.

2. De quelle grandeur dépend-il, et de laquelle ne dépend-il pas ? (1 pt)

De la fréquence de la lumière, non de son intensité.

→ C'est ce qui a obligé à admettre le caractère corpusculaire de la lumière.

3. Que se passe-t-il en dessous de la fréquence seuil ? (1 pt)

Aucun électron n'est arraché, quelle que soit la puissance de la source.

→ Le seuil est propre au métal, et il ne dépend en rien de la source employée.

4. Qu'apporte l'augmentation de l'intensité au-dessus du seuil ? (1 pt)

Elle augmente le nombre d'électrons extraits, jamais leur énergie.

→ L'extraction est par ailleurs immédiate, même à très faible intensité.

Exercice 2 — Le photon

4 pts 11 min

Définir le photon

Réponds à chaque question.

LA RÈGLE DU COURS

La lumière arrive par grains, et ce grain a deux propriétés qui expliquent tout le reste : son énergie dépend d'une seule grandeur, et il ne se coupe pas en deux.

1. Qu'est-ce qu'un photon ? (1 pt)

Le grain élémentaire de lumière.

→ C'est le modèle corpusculaire de la lumière.

2. De quoi son énergie dépend-elle, et par quelle relation ? (1 pt)

De la fréquence : $E = h \times f$.→ Le coefficient h est la constante de Planck.

3. Que signifie qu'un photon est indivisible ? (1 pt)

Il est absorbé en entier ou pas du tout.

→ C'est ce qui explique l'existence d'un seuil net.

4. Pourquoi une lumière rouge très intense n'extrait-elle rien ? (1 pt)

Parce que chaque électron interagit avec un seul photon, et qu'aucun n'a assez d'énergie.

→ Mille photons trop pauvres restent mille photons trop pauvres.

Exercice 3 — Le bilan énergétique

5 pts 16 min

Écrire le bilan énergétique de l'extraction

Réponds à chaque question.

LA RÈGLE DU COURS

L'énergie apportée sert à deux choses successives, dans un ordre qui n'est pas négociable. Ce qui reste après la première donne la seconde.

1. À quoi sert d'abord l'énergie du photon ? (1 pt)

À arracher l'électron : c'est le travail d'extraction.

→ Ce travail est propre au métal.

2. Que devient l'excédent ? (1 pt)

L'énergie cinétique de l'électron émis.

→ Elle est nulle si l'énergie du photon vaut exactement le travail d'extraction.

3. Écris la relation du bilan. (1 pt)

$$E_c = hf - W_{\text{extraction}}$$

→ Les deux termes de droite ont la dimension d'une énergie.

4. Comment l'énergie cinétique maximale varie-t-elle avec la fréquence ? (1 pt)

Linéairement.

→ C'est la relation du bilan, lue comme une fonction affine de f .

5. Dépend-elle de l'intensité ? (1 pt)

Non.

→ L'intensité ne change que le nombre d'électrons extraits.

Exercice 4 — La dualité

4 pts 11 min

Comprendre la dualité onde-corpuscule

Réponds à chaque question.

LA RÈGLE DU COURS

Deux modèles décrivent la lumière, et chacun rend compte d'expériences que l'autre n'explique pas. Ce n'est pas la lumière qui hésite, ce sont nos descriptions qui sont incomplètes.

1. Cite une expérience à comportement ondulatoire et une à comportement corpusculaire. (1 pt)

Les interférences pour la première, l'effet photoélectrique pour la seconde.

→ La diffraction et l'effet Compton complètent respectivement les deux listes.

2. Que signifie exactement la dualité ? (1 pt)

Que nos deux modèles classiques sont chacun incomplets.

→ Ce n'est pas que la lumière serait les deux à la fois.

3. Qu'est-ce qui détermine lequel des deux modèles rend compte du résultat ? (1 pt)

Le dispositif expérimental.

→ C'est l'expérience choisie qui fait apparaître l'un ou l'autre comportement.

4. Qu'a associé de Broglie à toute particule, et par quelle relation ? (1 pt)

Une longueur d'onde : $\lambda = \frac{h}{p}$.

→ Cela a été confirmé par la diffraction d'électrons.

Repérer une erreur et la corriger

Chaque affirmation est fausse. Écris ce qu'il fallait dire.

LA RÈGLE DU COURS

Trois fautes reviennent. L'intensité prise pour l'énergie. Une accumulation supposée. Et la dualité décrite comme une hésitation de la lumière.

1. « Avec une lampe rouge assez puissante, on finira par extraire des électrons. » (1 pt)

En dessous de la fréquence seuil, aucune intensité n'y suffit.

→ L'énergie n'arrive pas de façon continue mais par paquets indivisibles.

2. « En éclairant longtemps, l'électron accumulera assez d'énergie pour partir. » (1 pt)

Il n'y a pas d'accumulation : l'extraction est immédiate ou n'a pas lieu.

→ Chaque électron interagit avec un seul photon.

3. « La lumière est tantôt une onde, tantôt un grain, selon les moments. » (1 pt)

Ce sont nos deux modèles classiques qui sont incomplets.

→ Le dispositif expérimental détermine lequel rend compte du résultat.

Barème — ce que le correcteur regarde

Les lignes chiffrées couvrent les 5 exercices et totalisent 20 points.

EXERCICE	ATTENDU	POINTS	POINT PERDU SI
Ex.1	L'effet photoélectrique et son seuil	4 points — 1 par question	Une extraction attendue d'une lumière intense sous le seuil.
Ex.2	Le photon et son indivisibilité	4 points — 1 par question	Une accumulation d'énergie sur l'électron supposée.
Ex.3	Le bilan énergétique	5 points — 1 par question	Une énergie cinétique jugée dépendante de l'intensité.
Ex.4	La dualité onde-corpuscule	4 points — 1 par question	La dualité décrite comme une lumière tantôt onde tantôt grain.
Ex.5	L'erreur repérée, et la réponse juste donnée	3 points — 1 par ligne	L'intensité confondue avec l'énergie des photons.

ET MAINTENANT ?**16 à 20**

Le chapitre est tenu. Entraîne-toi maintenant à expliquer pourquoi les effets quantiques sont invisibles à notre échelle : la longueur d'onde associée à un objet macroscopique est totalement négligeable.

10 à 15

Refais l'exercice 2 en te répétant la phrase qui règle tout le chapitre : l'intensité donne le nombre de photons, la fréquence leur énergie.

moins de 10

Reprends la fiche de cours et retiens l'expérience d'ouverture : une lampe rouge de mille watts n'arrache rien là où une faible lampe bleue suffit.