



Indiquez la ou les propositions exactes

SUJET

QCM1 : A propos des phénomènes d'émission de lumière par la matière

- A) Pour un corps en incandescence, plus la couleur est froide, plus la température de couleur est élevée
- B) La luminescence est un phénomène d'équilibre contrairement à l'incandescence
- C) L'émission de lumière par la méduse *Aequorea victoria* est un exemple de bioluminescence
- D) La lumière bleutée de la flamme d'un bec Bunsen est un exemple de chimiluminescence
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM2 : On s'intéresse au laser d'un lecteur de DVD, qui se trouve être un laser à semi-conducteur

- A) Dans ce matériau, la bande de valence contient des électrons qui ne sont pas disponibles pour la conduction électrique
- B) Dans ce matériau, la bande de conduction est la première bande interdite qui suit la bande de valence
- C) Dans ce matériau, il suffit d'apporter un peu d'énergie pour faire passer des électrons de la bande de valence à la bande de conduction car la largeur de la bande interdite les séparant est faible, de l'ordre de quelques eV
- D) Un tel laser est peu puissant mais compact et efficace
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM3 : A propos de la photoluminescence

- A) La phosphorescence se décrit dans le diagramme de Perrin-Jablonski par la désexcitation d'un état triplet de durée de vie longue
- B) La fréquence des rayonnements de fluorescence est supérieure à celle des rayonnements de phosphorescence
- C) La désexcitation d'une molécule peut se faire entièrement de façon non radiative via des relaxations vibrationnelles et des conversions internes
- D) Un croisement inter-système peut s'effectuer entre le dernier sous-niveau vibrationnel de l'état singulet S_1 et le sous-niveau vibrationnel de S_0 de même énergie
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM4 : On considère une ampoule fluocompacte. Celle-ci est constituée d'un tube en verre contenant de la vapeur de mercure à basse pression, ce tube étant recouvert sur sa face interne par une couche de phosphore. Une électrode délivre des décharges électriques dans le mercure gazeux. Le mercure présente une raie caractéristique principale d'émission dans l'ultraviolet et on observe l'émission par l'ampoule d'une lumière visible

- A) L'émission de lumière par le mercure dans l'ampoule est classique du phénomène de cathodoluminescence
- B) Etant donné que la longueur d'onde des rayonnements visibles est plus grande que celle des rayonnements UV, on peut suggérer que l'émission de lumière visible par l'ampoule est liée à la fluorescence du phosphore
- C) Si la pression dans le tube avait été plus élevée, on aurait eu des transitions non radiatives par collisions, ce qui aurait conduit à un spectre avec de plus nombreuses raies
- D) On peut observer des relaxations vibrationnelles entre les différents niveaux vibrationnels des états excités de l'atome de mercure
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM5 : A propos de l'inversion de population dans les lasers

- A) On l'obtient grâce à la statistique de Boltzmann, selon laquelle la répartition des atomes dans les différents niveaux excités suit la loi $N_i \propto \exp(E_i/k_B T)$
- B) Elle est absolument indispensable pour avoir une amplification correcte du faisceau
- C) Dans le laser à 2 niveaux, l'inversion de population est facile à obtenir puisqu'elle s'effectue dès le début du pompage
- D) L'inexistence d'un seuil de transparence pour les lasers à 4 niveaux explique le fait qu'ils soient accordables en fréquence
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM6 : Concernant le rôle de la cavité dans les lasers

- A) Dans la cavité, le gain est non nul pour une seule valeur de fréquence bien définie
- B) La condition de résonance, indispensable pour obtenir un rebouclage en phase et ne pas créer ainsi d'interférences destructives, permet de définir des modes transverses
- C) La condition d'oscillation laser n'est possible que dans un certain intervalle de pulsations et donc de fréquences ; ce sont les fréquences pouvant être amplifiées dans la cavité
- D) Les pertes par diffraction dans la cavité sont négligeables si $\lambda L \ll a^2$ avec L la largeur de la cavité et a la taille du miroir
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM7 : Soit un laser à gaz dont la cavité est de section 1 cm et de largeur 0,75 m. La largeur de l'intervalle de pulsations pour lequel la condition d'oscillation laser est respectée est de $9 \cdot 10^9 \text{ rad.s}^{-1}$. Combien peut-on avoir de modes longitudinaux actifs ? On prendra $\pi \approx 3$

- A) 5 B) 6 C) 7 D) 8 E) 9

QCM8 : On considère un laser à rubis émettant dans le rouge ($\lambda = 600 \text{ nm}$). Sachant qu'à la longueur de Rayleigh, la déviation du faisceau vaut $750 \mu\text{m}$, que vaut la longueur de Rayleigh de ce laser ? On prendra $\pi \approx 3$ et $\sqrt{2} \approx 1,5$

- A) 5 km B) 2,5 km C) 1 km D) 2,5 m E) 1,25 m

QCM9 : A propos de la qualité du faisceau laser

- A) Le fait d'avoir plusieurs modes longitudinaux actifs est un peu gênant car on perd la cohérence temporelle du faisceau
- B) Pour obtenir une grande cohérence spatiale (donc une bonne directivité), il faut se débrouiller pour obtenir le premier mode transverse 00 pour lequel la diffraction est minimale
- C) En comparant deux lasers, on trouve que la longueur de Rayleigh du laser 1 est plus grande que celle du laser 2 ; cela signifie que les effets de la diffraction apparaîtront plus tardivement pour le laser 1
- D) L'obtention d'un faisceau avec une très grande cohérence temporelle et spatiale est un des principaux intérêts du laser
- E) Toutes les propositions sont fausses

QCM10 : Etudiant curieux le retour ! Se retrouvant enfermé dans un labo de physique (*le pied !*) il décide pour s'amuser de regarder les différents types de lasers présents dans la salle. Voici ceux qu'il déniche :

- A) Un laser à rubis : le premier laser fabriqué, et l'étudiant est vite conquis par sa magnifique lumière rouge obtenue après pompage par flashes lumineux
- B) Un laser hélium-néon : grâce à l'émission rouge de l'hélium et au gain optique très important, le faisceau vert généré est de toute beauté
- C) Un laser à semi-conducteur GaAs : peu puissant et faiblement directionnel, il est néanmoins compact et efficace du moment que l'on amène suffisamment d'électrons dans la bande de conduction pour provoquer une inversion de population
- D) Un laser à colorant : l'étudiant décide de changer le colorant de la cuve car si un de ses avantages est d'être accordable en fréquence, ce laser a le gros défaut d'utiliser un pompage électrique qui dégrade le colorant (phénomène d'électrodégradation)
- E) Toutes les propositions sont fausses

CORRECTION

QCM1 : Réponses A, C, D

- A) Vrai : D'après la loi de Wien, on a $\lambda_{max}T \approx 0,3 \text{ cm.K}$, donc si la couleur est plus froide, la longueur d'onde est basse et donc la température de couleur est élevée
B) Faux : C'est l'inverse, l'incandescence est un phénomène d'équilibre au contraire de la luminescence
C) Vrai : Cette méduse est un être vivant, on parle bien de bioluminescence
D) Vrai : Vu en cours, c'est une luminescence concernant la désexcitation du dioxyde de carbone
E) Faux

QCM2 : Réponses A, C, D

- A) Vrai : cf. cours
B) Faux : La bande de conduction est la première bande permise qui suit la bande de valence
C) Vrai : En effet, ce matériau est semi-conducteur
D) Vrai : Ce sont des caractéristiques des lasers à semi-conducteur
E) Faux

QCM3 : Réponses A, B, C

- A) Vrai : cf. cours
B) Vrai : En effet, $\lambda_{fluorescence} < \lambda_{phosphorescence}$ donc $\nu_{fluorescence} > \nu_{phosphorescence}$
C) Vrai : On peut le voir sur le diagramme de Perrin-Jablonski
D) Faux : Le mécanisme décrit est une conversion interne (le croisement inter-système se fait entre le dernier sous-niveau de l'état singulet S_1 et le sous-niveau correspondant de l'état triplet T_1)
E) Faux

QCM4 : Réponses B, C

- A) Faux : Cette émission est caractéristique d'une électroluminescence
B) Vrai : On peut imaginer assez aisément que le phosphore peut absorber les rayonnements UV émis dans le tube, puis émettre des photons de fluorescence de longueurs d'onde supérieures (énergie moindre)
C) Vrai : En effet, les collisions entraînent des transitions non radiatives qui peuvent aboutir à certains états métastables qui permettront l'émission de photons beaucoup plus variés qu'à basse pression
D) Faux : Les niveaux vibrationnels n'existent pas pour les atomes mais seulement pour les molécules
E) Faux

QCM5 : Réponse B

- A) Faux : Non seulement la loi de Boltzmann citée est fausse, mais cet item est incorrect car la statistique de Boltzmann gêne au contraire l'inversion de population ! C'est parce qu'on a cette répartition qu'on est obligés de pomper le milieu pour avoir une inversion de population
B) Vrai : Sans inversion de population, le faisceau est vite atténué puisque les photons sont plus absorbés très vite et les émissions spontanées sont rares
C) Faux : Les lasers à 2 niveaux n'existent pas puisqu'on ne peut jamais obtenir d'inversion de population
D) Faux : Il n'y a aucun rapport entre ces deux notions, seuls certains lasers à 4 niveaux sont accordables en fréquence en raison de l'inclusion du niveau (1) dans une bande large d'énergie
E) Faux

QCM6 : Réponses B, D

- A) Faux : Le gain est maximal pour une valeur de fréquence mais non nul pour un intervalle de fréquence
B) Vrai : La condition de résonance définit les modes longitudinaux
C) Faux : Ce sont les fréquences multiples de la fréquence de résonance compris dans cet intervalle qui peuvent être amplifiées et pas toutes les fréquences de l'intervalle
D) Vrai : cf. cours
E) Faux

QCM7 : Réponses C, D

La largeur de l'intervalle de fréquences pour lesquelles la condition d'oscillation laser est respectée est :

$$\nu_2 - \nu_1 = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\pi} \approx \frac{9 \cdot 10^9}{2 \cdot 3} = \frac{9}{6} \cdot 10^9 = 1,5 \cdot 10^9 \text{ Hz.}$$

La fréquence de résonance vaut $\nu_r = \frac{c}{2L} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 0,75} = \frac{3}{1,5} \cdot 10^8 = 2 \cdot 10^8 \text{ Hz}$

On calcule maintenant le rapport $\frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu_r} = \frac{1,5 \cdot 10^9}{2 \cdot 10^8} = 0,75 \cdot 10 = 7,5$

On arrondit par défaut à 7 ; on a donc entre 7 et 8 modes longitudinaux actifs

A) Faux B) Faux C) Vrai D) Vrai E) Faux

QCM8 : Réponse E

La largeur du col sur lequel est focalisé le faisceau laser vaut $w_0 = \frac{w(z_R)}{\sqrt{2}} \approx \frac{750}{1,5} = 500 \mu\text{m}$

La longueur de Rayleigh vaut alors $z_R = \frac{\pi w_0^2}{\lambda} \approx \frac{3 \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2}{6 \cdot 10^{-7}} = \frac{25}{2} \cdot 10^{-8+7} = 12,5 \cdot 10^{-1} \text{ m} = 1,25 \text{ m}$

A) Faux B) Faux C) Faux D) Faux E) Vrai

QCM9 : Réponses A, B, C, D

A) Vrai : On a plusieurs longueurs d'onde différentes qui sont amplifiées dans ce cas, ce qui détruit la cohérence temporelle du faisceau qui est pourtant un paramètre très intéressant

B) Vrai : cf. cours

C) Vrai : En effet, on a la déviation à la longueur de Rayleigh : $w(z_R) = \sqrt{2} w_0$. Donc plus la longueur de Rayleigh est grande, moins vite le faisceau va s'élargir et donc les effets de la diffraction apparaîtront plus tardivement

D) Vrai : cf. cours

E) Faux

QCM10 : Réponses A, C

A) Vrai : cf. cours

B) Faux : Un festival de fausseté... Primo si l'hélium émettait une lumière rouge il est difficile d'obtenir un faisceau vert ☺ Secundo, l'hélium est plutôt le messenger de l'affaire puisque son rôle est de transférer l'énergie aux atomes de néon (qui vont émettre une lumière rouge). Tertio, le gain optique pour les lasers est très faible et doit être compensé par des miroirs extrêmement réfléchissants

C) Vrai : cf. cours 🌟 Il y a une erreur dans la fiche, ce sont bien des électrons et non des atomes qui se déplacent vers la bande de conduction !

D) Faux : Le pompage est optique, ce qui entraîne une photodégradation du colorant

E) Faux