

Données :

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ constante de Planck
 $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ célérité de la lumière
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ Équivalent Joule / électron Volt
 $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ masse de l'électron
 $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ Charge de l'électron

Formulaire :

surface d'une sphère de rayon R : $4\pi R^2$
volume d'une sphère de rayon R : $4/3\pi R^3$
surface d'un disque de rayon R : πR^2
périmètre d'un disque de rayon R : $2\pi R$

Partie 1 : Questions de cours et exercices.

1. Soit un élément chimique X caractérisé par Z et A. Que représentent les nombres Z et A ?
 2. Citer les quatre nombres quantiques définissant les états électroniques d'un atome. Indiquer sans démonstration les relations qui existent entre ces nombres.
Combien d'électrons peuvent avoir l'énergie du niveau défini par la valeur 3 du nombre quantique principal ?
 3. Donner la configuration électronique de plus basse énergie des atomes suivants :
 ${}_{11}^{23}\text{Na}$ ${}_{24}^{52}\text{Cr}$
 4. Donner la configuration électronique de l'ion ${}_{13}\text{Al}^{3+}$
 5. Quelle(s) propriété(s) commune(s) présentent les configurations électroniques des éléments chimiques suivants ?
 ${}_{1}\text{H}$ ${}_{3}\text{Li}$ ${}_{11}\text{Na}$ ${}_{19}\text{K}$
- Quels ions sont-ils susceptibles de donner ?

Partie 2 : Questionnaire à choix multiple.

Chacune des propositions suivantes contient une seule affirmation vraie ; (a, b, c ou d) ; recopier la proposition vraie en justifiant la réponse.

1. Un photon a pour longueur d'onde dans le vide 5 nm
 - a sa longueur d'onde vaut 5 Å
 - b sa fréquence vaut $6 \cdot 10^{17}$ Hz
 - c son énergie vaut 248 eV
 - d il appartient au domaine des infrarouges.

2. Les énergies de l'atome d'hydrogène sont données (en électronvolt) par la formule $E_n = 13,6 / n^2$.
 - a au niveau $n = 2$, l'énergie de l'atome vaut 1,51 eV
 - b un photon d'énergie 15 eV ne peut pas provoquer l'ionisation de l'atome d'hydrogène
 - c un photon de longueur d'onde 121,7 nm provoque l'ionisation de l'atome d'hydrogène.
 - d lorsque l'atome d'hydrogène, excité au niveau $n = 2$, revient à son état fondamental, la longueur d'onde de la radiation émise vaut 121,7 nm

3. Un laser hélium-néon de puissance 2 mW émet une lumière de longueur d'onde égale à 632,8 nm
 - a la lumière émise est de couleur verte
 - b ce laser émet $6,4 \cdot 10^{15}$ photons par seconde
 - c ce laser fonctionne en régime pulsé
 - d ce laser est un laser à trois niveaux

4. L'effet Auger est un phénomène qui se caractérise par :
 - a des interactions au niveau du noyau de l'atome
 - b une interaction électron-électron
 - c l'émission d'un photon
 - d l'émission d'un électron

5. Un électron accéléré par une différence de potentiel de 10 000 V
 - a à une vitesse de $3 \cdot 10^{10}$ m.s⁻¹
 - b a une énergie cinétique de 0,2 J
 - c a une énergie de masse de 521 keV
 - d a une énergie de masse inférieure à 0,511 MeV

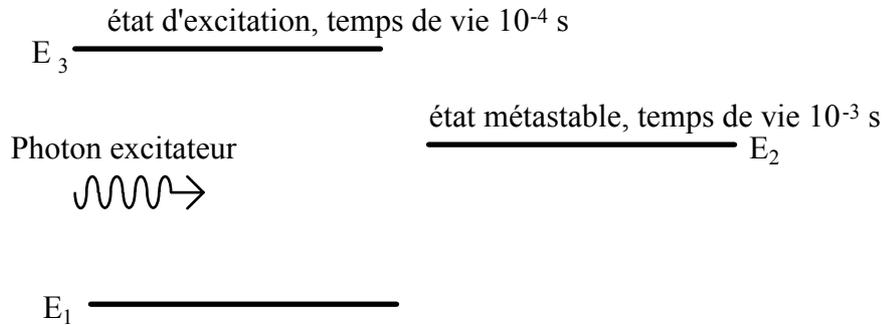
Partie 3 : Problème (les quatre questions sont indépendantes)

1. Émission stimulée.

Expliquer, sans oublier de faire des schémas, le principe de l'émission stimulée de lumière.

2. Laser à rubis.

Le schéma suivant donne le principe du fonctionnement du laser à rubis : c'est un cristal d'alumine dans lequel sont inclus des ions chrome.



2.1. Préciser le rôle des ions chrome.

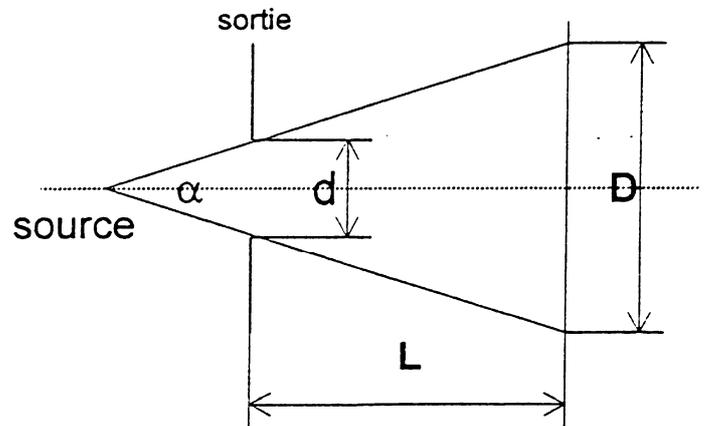
2.2. Recopier le schéma et représenter les transitions correspondant :

- a. au pompage optique
- b. à l'émission laser.

2.3. $E_2 - E_1 = 1,79 \text{ eV}$; donner l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du rayonnement émis ; ce rayonnement est-il visible ?

3. Laser à argon.

Un laser à "argon" émet une radiation de longueur d'onde $\lambda = 0,515 \mu\text{m}$ dans le vide. La puissance d'émission est $P = 250 \text{ mW}$. Le diamètre du faisceau à la sortie du laser est $d = 400 \mu\text{m}$ et son angle de divergence est $\alpha = 4 \text{ mrad}$.



3.1. Dans quel domaine des ondes électromagnétiques émet ce laser ?

3.2. Démontrer que le diamètre D du faisceau, à la distance $L = 50 \text{ cm}$ de la sortie, mesure $2,4 \text{ mm}$.

3.3. Donner l'ordre de grandeur de l'intensité (ou puissance surfacique) au niveau d'un écran placé à 50 cm de la sortie.

3.4. Donner l'ordre de grandeur du nombre de photons émis par le laser pendant une durée de 10 s .

4. Laser à CO₂.

Un laser à CO₂ émet des photons de longueur d'onde $\lambda = 10,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ en mode pulsé. La puissance moyenne d'émission est $P = 300 \text{ W}$. Les impulsions ont une durée $\tau = 1,5 \text{ ms}$. La fréquence de ces impulsions est de 400 Hz (400 impulsions par seconde).

Calculer l'énergie émise par ce laser pendant une durée $t = 5 \text{ s}$