

Données

1 uma (unité de masse atomique) = $1,66 \times 10^{-27}$ kg
 constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
 masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg.

charge élémentaire : $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C
 célérité de la lumière : $c = 3,00 \times 10^8$ m.s⁻¹

PREMIÈRE PARTIE**Exercice 1 : questionnaire à choix multiple**

Dans les lignes suivantes, seule une réponse (ou groupe de réponses) A, B, C, D, E est juste
 Compléter le tableau joint par la lettre correspondant à la bonne réponse

1) L'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental vaut - 13,6 eV Dans le système MKSA, cette valeur devient :

A - $1,6 \times 10^{-9}$ B - $6,02 \times 10^{23}$ C - 0,082 D - $9,1 \times 10^{-31}$ E - $2,17 \times 10^{-18}$

2) L'énergie de l'atome d'hydrogène dans son état fondamental vaut - 13,6 eV.

Quelle est la valeur de l'énergie (en eV) de l'atome d'hydrogène dans second état excité (niveau $n = 3$) ?

A 0,0 B - 1,5 C - 3,4 D - 13,6 E - 0,5

3) Les états d'énergie d'un électron sont définis par 4 nombres quantiques.

- A Le nombre quantique magnétique varie par valeurs entières de -n à +n
- B Le nombre quantique secondaire prend toutes les valeurs entières de 0 à n-1
- C Le nombre de spin est égal à +1
- D Deux électrons appariés ont leur 4 nombres quantiques identiques
- E Le niveau d'énergie principal est une valeur entière positive.

4) Soit un rayonnement électromagnétique de 150 keV La longueur d'onde du rayonnement exprimée en nanomètre est :

A 15 B 0,008 C 0,015 D 0,75 E 1,8

5) La masse de l'électron vaut $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Des valeurs suivantes, laquelle correspond aussi à la masse de l'électron ?

A 0,511 MeV / c² B 0,55 u.m.a C 0,055 u.m.a. D 511 MeV / c² E $9,1 \times 10^{-34}$ g

6) On considère l'élément ${}^{235}_{92}\text{U}$, on a :

- A 235 est le nombre de neutrons
- B 92 est toujours le nombre d'électrons
- C 92 est le nombre de protons
- D 235 est le nombre de protons
- E 143 est le nombre de protons

7) A partir de l'écriture suivante ${}^{131}_{53}\text{I}^-$, on peut déduire :

- 1 Le nombre de nucléons est de 131.
- 2 La masse d'une mole d'atome est 131 g
- 3 La masse réelle d'un atome est 131 u.m.a.
- 4 Il y a 53 électrons dans cet ion.
- 5 Il y a 131 neutrons dans ce noyau.

A 1,2,3 B 1,2,4 C 1,2,5 D 2,3,4 E 3,4,5

- 8) 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 $6,4 \times 10^{15}$ photons par seconde
 - C ce laser fonctionne en régime pulsé
 - D ce laser est un laser à trois niveaux
 - E l'énergie des photons émis vaut 4,0 eV
- 9) 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
 - E l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène vaut 3,4 eV
- 10) Un électron accéléré par une différence de potentiel de 10 000 V
- A à une vitesse de $3 \times 10^{10} \text{ m.s}^{-1}$
 - B a une énergie cinétique de 0,2 J
 - C a une énergie totale de 521 keV
 - D a une énergie totale inférieure à 0,511 MeV
 - E doit être considéré comme relativiste

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Exercice 2 : Effet "Auger"

On considère le diagramme d'énergie du tungstène. (donné ci-après).

1. Par effet photoélectrique, un photon de longueur d'onde $\lambda = 16,5 \text{ pm}$ arrache un électron de la couche K de l'atome de tungstène.

De quel type de photon (IR, visible, X, γ) s'agit-il ?

Calculer l'énergie du photon (en joule et en électronvolt).

Calculer l'énergie cinétique (en électronvolt) de l'électron émis.

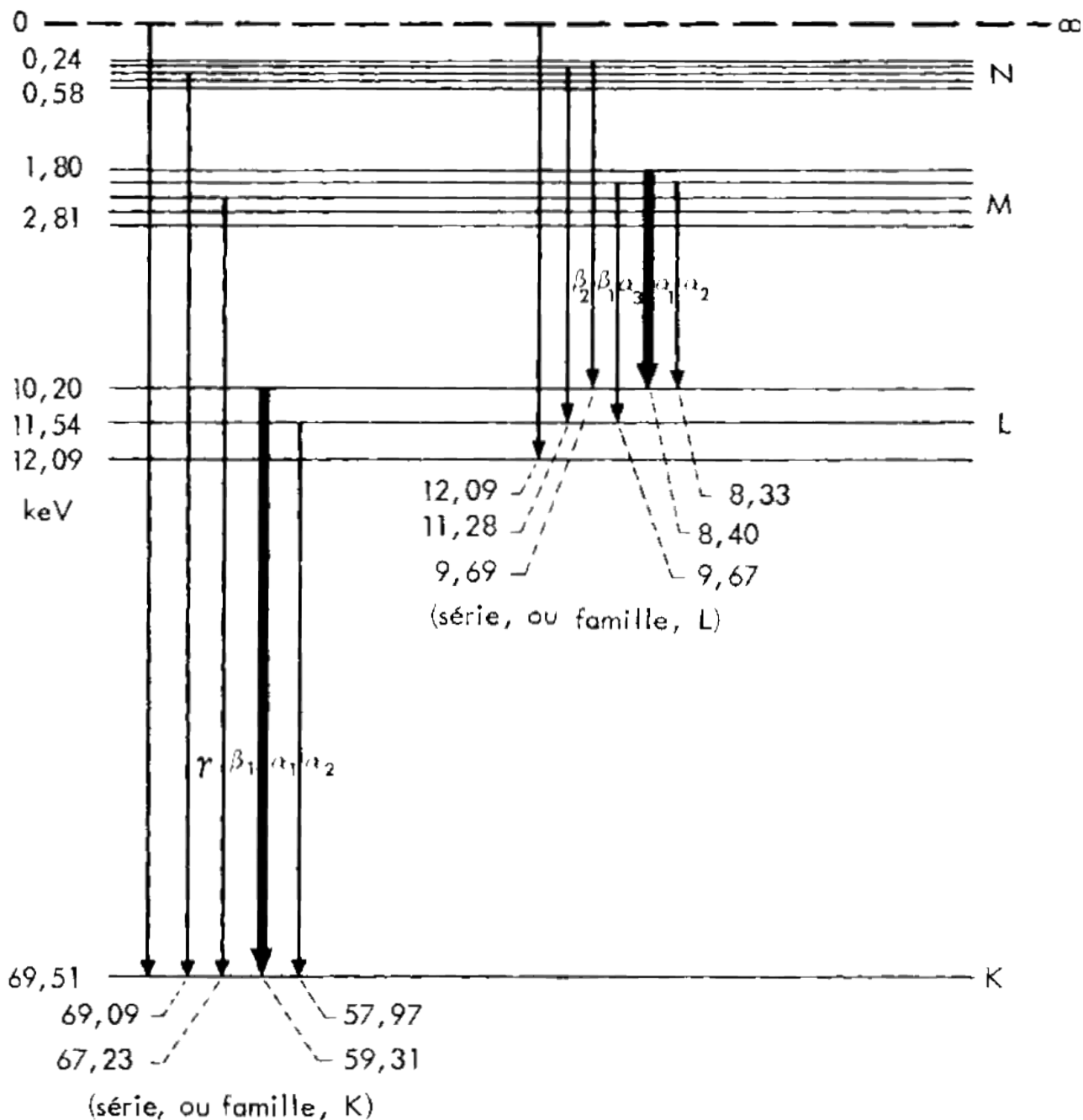
2. L'atome revient à son état fondamental en capturant un électron libre de la matière.

Déterminer l'énergie puis calculer la longueur d'onde du photon émis.

3. Cette désexcitation se concrétise, pour certains atomes, par l'émission d'un électron "Auger" de type M.

Représenter cette situation sous forme d'un diagramme d'énergie (simplifié) commenté.

Déterminer un encadrement des valeurs possibles de l'énergie cinétique (en eV) de cet électron "Auger"



SECONDE PARTIE : PROBLÈMES

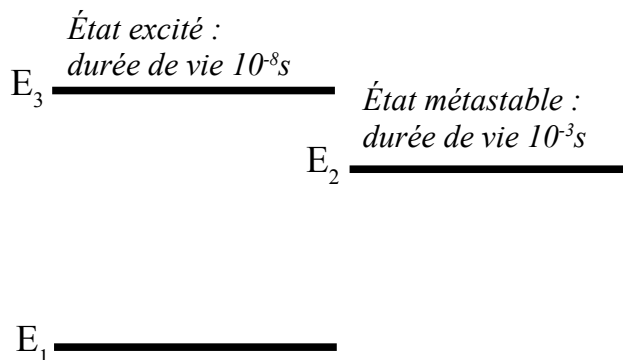
1. Laser à rubis.

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

1.1. Quels ions retrouve-t-on dans un cristal d'alumine ? Préciser le rôle des ions chrome.

1.2. Recopier le schéma et représenter les transitions correspondant au pompage optique et à l'émission laser.

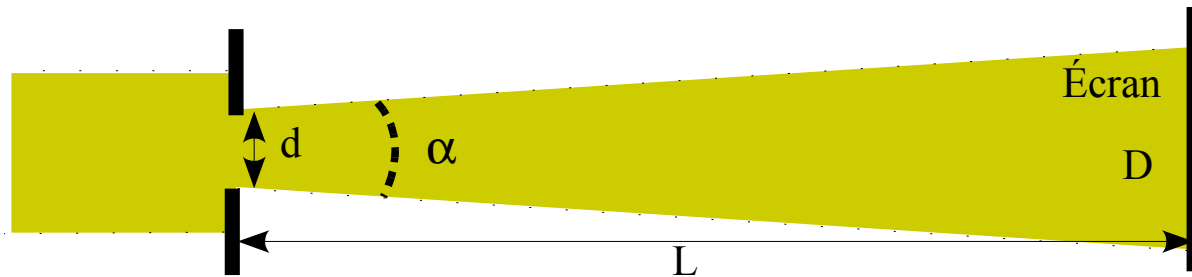
1.3. $E_2 - E_1 = 1,79 \text{ eV}$; donner l'ordre de grandeur de la longueur d'onde du rayonnement émis ; ce rayonnement est-il visible ?



2. 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 $d = 0,40 \text{ mm}$.



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

2.2. L'ouverture angulaire α du faisceau à la sortie de l'appareil s'exprime en fonction du diamètre d de l'ouverture circulaire par laquelle sort le faisceau laser et de la longueur d'onde de la radiation émise par la relation :

$$\alpha = 0,61 \frac{\lambda}{d}$$

Quel type de phénomène est à l'origine de l'ouverture du faisceau ?

Calculer la valeur de l'ouverture angulaire du faisceau.

2.3. Calculer l'intensité I_0 (ou puissance surfacique) du faisceau à la sortie du tube.

2.4. Démontrer que le diamètre D du faisceau, à la distance $L = 2,00 \text{ m}$ de la sortie de l'appareil, mesure environ $2,0 \text{ mm}$.

2.5. Calculer l'intensité (ou puissance surfacique) au niveau d'un écran placé à $2,0 \text{ m}$ de la sortie du tube.

2.6. Établir la relation mathématique reliant l'intensité I au niveau d'un écran situé à la distance L et la l'intensité I_0 à la sortie du tube ; expliciter cette relation par une phrase.

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

2.8. Calculer le débit de photons émis par le laser.

2.9. Un laser hélium néon possède le même débit de photons que le précédent ; le diamètre du faisceau à la sortie est identique. La longueur d'onde de la radiation émise vaut $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$.

On place un écran à 2 m de la sortie du faisceau. L'intensité lumineuse est-elle égale, supérieure, ou inférieure à celle calculée en 2.4 ? Justifier la réponse.