

IMRT1 : DEVOIR 2 : 0910

Masse d'un proton	$m_p = 1,007\,276\,u$	Charge élémentaire	$e = 1,602 \times 10^{-19}\,C$
Masse d'un neutron	$m_n = 1,008\,665\,u$	Célérité de la lumière dans le vide	$c = 3,00 \times 10^8\,m.s^{-1}$
Masse d'un électron	$m_e = 0,000\,548\,u$	Constante de Planck	$h = 6,626 \times 10^{-34}\,J.s$
Unité de masse atomique		$1\,u = 1,66054 \times 10^{-27}\,kg = 931,5\,MeV.c^{-2}$	
Constante diélectrique		$\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12}\,F.m^{-1}$	

QCM

Compléter le tableau par V pour vrai et F pour faux.

1 L'énergie m_0c^2 d'un électron au repos vaut :

- a) 0,511 keV b) 0,511 MeV c) 81,8 fJ d) $8,18 \times 10^{-17}\,J$

2 la vitesse d'un proton vaut $v = 30\,000\,km.s^{-1}$:

- a) Son énergie cinétique vaut 4,7 keV b) Son énergie cinétique vaut $E_c = 7,51 \times 10^{-13}\,J$
c) Son énergie totale vaut 943 MeV d) Son énergie de masse vaut 931,5 MeV

3. La vitesse d'un électron d'énergie cinétique $E = 11,4\,eV$ vaut :

- a) $2,0 \times 10^3\,km.s^{-1}$ b) $3,0 \times 10^8\,m.s^{-1}$ c) $1,4 \times 10^6\,m.s^{-1}$ d) $2,0 \times 10^6\,m.s^{-1}$

4) Un électron accéléré par une différence de potentiel de 10 000 V

- a) à une vitesse de $3 \times 10^{10}\,m.s^{-1}$
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

5. La longueur d'onde d'un rayonnement vaut $\lambda = 500\,nm$:

- a) c'est un rayonnement infra rouge
b) l'énergie du photon correspondant vaut $1,32 \times 10^{-27}\,J$
c) l'énergie du photon correspondant vaut 2,48 eV
d) c'est un photon visible

6. Un photon a pour longueur d'onde dans le vide 5 nm

- a) c'est un photon "gamma"
b) sa fréquence vaut $6 \times 10^{17}\,Hz$
c) son énergie vaut 248 eV
d) il appartient au domaine des infrarouges

7. Le niveau fondamental de l'atome d'hydrogène vaut -13,6 eV

- a) Le niveau fondamental de l'atome d'hydrogène vaut $-2,17 \times 10^{-18}\,J$
b) Le niveau du second état excité vaut -1,7 eV
c) Le niveau du premier état excité vaut $-1,09 \times 10^{-18}\,J$
d) Le niveau du premier état excité vaut -2,4 eV

8. Les niveaux 2s, 2p, 3s et 3p du lithium sont respectivement -5,39eV, -3,54 eV, -2,00 eV et -1,54 eV :

- a) La transition $2p \rightarrow 2s$ correspond à un photon de d'énergie 0,85 eV
b) La transition $2p \rightarrow 2s$ correspond à un photon de longueur d'onde $6,71 \times 10^{-9}\,m$
c) La transition $3s \rightarrow 2p$ correspond à un photon d'énergie $2,44 \times 10^{-19}\,J$
d) La transition $3p \rightarrow 2s$ correspond à un photon de longueur d'onde 323 nm

9 Les caractéristiques de la lumière émise par un laser hélium/néon (longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$) sont :

- a) Le faisceau est monochromatique
- b) La lumière émise est cohérente
- d) Les photons émis sont situés dans l'infra-rouge
- d) L'énergie des photons vaut $13,6 \text{ eV}$

10. Énergie de liaison

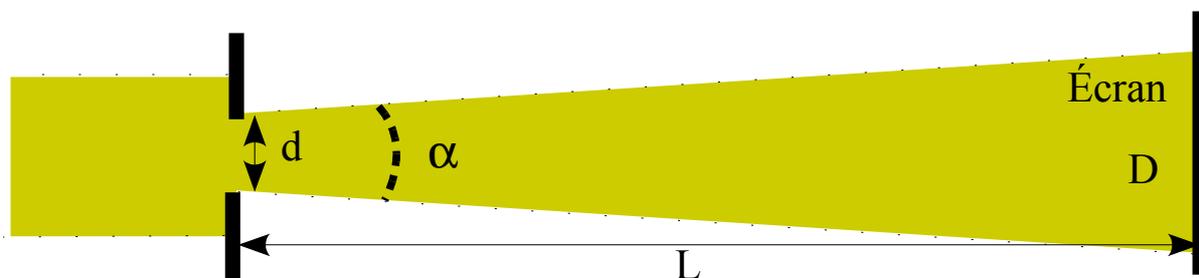
- a) l'énergie de liaison d'un électron de la couche K est inférieure à l'énergie de liaison d'un électron de la couche L
- b) l'énergie de liaison d'un électron sur la couche K est pour tous les atomes égale à $-13,6 \text{ eV}$
- c) la valeur (absolue) de l'énergie de la couche K augmente avec le numéro atomique de l'atome
- d) l'énergie d'une transition électronique entre deux états excités est toujours plus faible que l'énergie d'ionisation

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a										
b										
c										
d										

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



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

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.

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

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

5. Calculer l'intensité (ou puissance surfacique) au niveau d'un écran placé à 2,0 m de la sortie du tube.

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.

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

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

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 5 ? Justifier la réponse.

Problème

A. *Modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène.*

Le modèle de Bohr permet de trouver l'expression des énergies des différents niveaux et les rayons des orbites privilégiées de l'atome d'hydrogène.

$$E = - \frac{m_e e^4}{8 \epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} \quad r = n^2 \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi e^2 m_e}$$

1. Calculer l'énergie du niveau fondamental de l'atome d'hydrogène (en joule et en électronvolt)

2. Calculer le rayon de Bohr de l'atome d'hydrogène.

B. *Atome de sodium.*

Le numéro atomique du sodium vaut $Z = 11$

1.1. Donner la structure électronique de l'atome de sodium

1.2. En déduire sa place dans la classification périodique des éléments

2. Le spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium montre des raies de longueur d'onde :

$$\lambda_1 = 568,8 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = 589,3 \text{ nm}$$

$$\lambda_3 = 615,4 \text{ nm}$$

$$\lambda_4 = 819,5 \text{ nm.}$$

Le diagramme d'énergie comporte les niveaux suivants :

état fondamental : - 5,14 eV

premier état excité : - 3,03 eV

deuxième état excité : - 1,93 eV

troisième état excité : - 1,51 eV

quatrième état excité : - 1,18 eV

2.1. Représenter le diagramme d'énergie de l'atome de sodium en prenant 3 cm pour 1 eV.

2.2. L'atome de sodium émet des photons correspondant à λ_2 et à λ_4 . Déterminer, par le calcul, pour chacune de ces longueurs d'onde, entre quels niveaux d'énergie s'effectuent les transitions et les indiquer par des flèches sur le diagramme précédent.

3.. La lumière d'une lampe à vapeur de sodium apparait jaune ; expliquer

C. Atome de molybdène

Le numéro atomique du molybdène est $Z = 42$

On donne ci-contre le diagramme des principaux niveaux d'énergie (en électronvolt) du molybdène.

1. Donner la répartition du nuage électronique du molybdène dans son état fondamental.

2. Un électron (projectile) d'énergie cinétique suffisante arrache un électron de la couche 2s du molybdène.

2.1. Expliquer pourquoi il est nécessaire que l'énergie cinétique de l'électron. projectile soit supérieure à $4,6 \times 10^{-16}$ J.

2.2. Cet événement est accompagné de l'émission d'un photon de longueur d'onde $\lambda = 525 \text{ pm}$

Interpréter ce phénomène

