IMRT1 : DEVOIR 3 : 0809

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}

Partie 1 : QCM

Compléter la grille réponse par V pour vrai et F pour faux

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 6×10^{17} Hz
c) son énergie vaut 248 eV
d) il appartient au domaine des infrarouges
e) c'est un photon "gamma"

2. 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 eV
c) l'énergie d'ionisation est l'énergie à fournir pour extraire un électron de l'atome
d) l'énergie d'une transition électronique entre deux états excités est toujours plus faible que l'énergie d'ionisation
e) la valeur (absolue) de l'énergie de la couche K augmente avec le numéro atomique de l'atome

3. La masse d'un électron peut s'écrire :

a) 0,55 uma b) 0,00055 uma c) 0,511 keV d) $9,1 \times 10^{-34}$ g e) $8,18 \times 10^{-14}$ J.c^{-2}

4. 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) $2,0 \times 10^{5}$ m.s^{-1} d) $2,0 \times 10^{6}$ m.s^{-1} e) $1,4 \times 10^{6}$ m.s^{-1}

5. L'énergie du niveau fondamental de l'atome d'hydrogène vaut :

a) $1,6 \times 10^{-19}$ J b) 0,136 keV c) $2,18 \times 10^{-18}$ J d) $2,18 \times 10^{-18}$ eV e) 13,6 µJ

6. L'unité de masse atomique correspond à :

a) $1,6 \times 10^{-19}$ kg b) $1,66 \times 10^{-24}$ kg c) $1,66 \times 10^{-24}$ g d) $1,66 \times 10^{-21}$ g e) 931 MeV.c^{-2}

7. L'énergie cinétique d'un électron vaut $E_C = 8,2 \times 10^{-14}$ J.

a) Son énergie cinétique est négligeable devant son énergie de masse.
b) Sa vitesse vaut $4,2 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
c) Sa vitesse est proche de celle de la lumière;
d) Cet électron est relativiste.
e) Il est impossible que l'énergie cinétique de l'électron soit aussi élevée.

Partie 1 : exercice

Les séries de Lyman et de Balmer du spectre de l'atome d'hydrogène sont émises au cours de transitions quantiques de l'atome d'hydrogène, respectivement vers le premier niveau (niveau fondamental) et vers le second niveau (premier niveau excité). L'énergie de l'atome dans l'état fondamental est E_0 = -13,6 eV. Par convention, l'énergie de l'atome est nulle lorsque le proton et l'électron sont infiniment éloignés l'un de l'autre (ionisation).

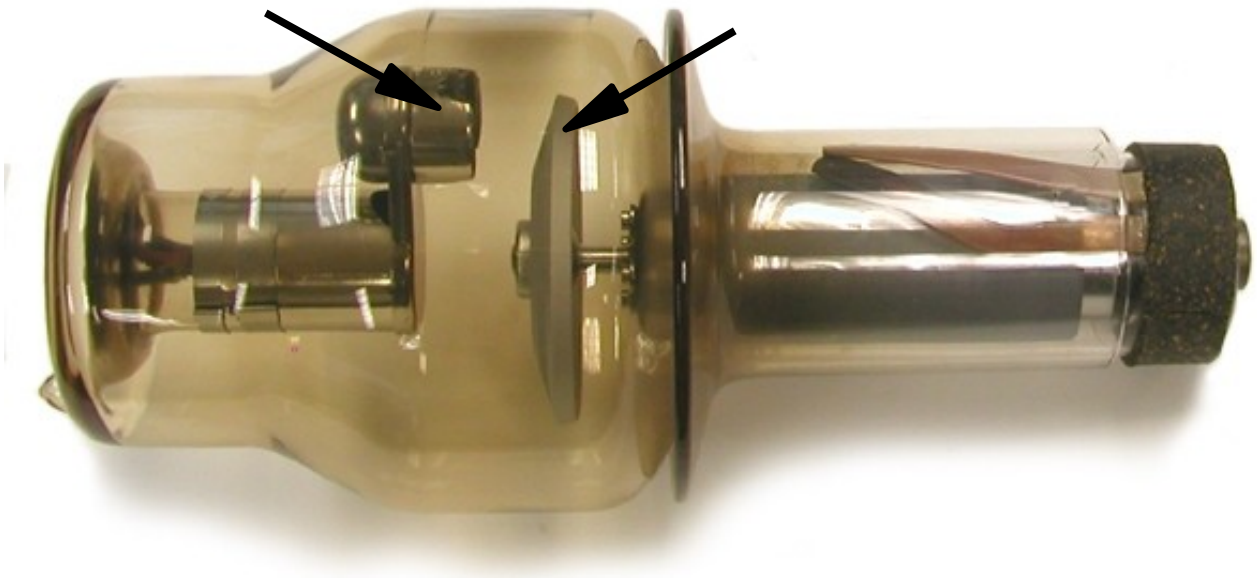
On donne les longueurs d'onde de la série de Lyman.

1ère raie : 121,6 nm
2ème raie : 102,6 nm
3ème raie : 97,3 nm
4éme raie : 95,0 nm
5ème raie : 93,8 nm

1. Calculer, en Joule, à partir de ces valeurs, en expliquant, les énergies des niveaux 2, 3, 4, 5 et 6 de l'atome d'hydrogène.
2. Donner la relation existant entre ces différentes énergies et E_0.
3. Faire une figure annotée, à une échelle à préciser, représentant schématiquement ces niveaux. Chaque niveau sera représenté par une barre horizontale.
4. Calculer la longueur d'onde de la transition la moins énergétique de la série de Balmer ; à quel type de photon (radio, IR, visible, UV, X, γ) correspond-elle ?

Partie 2 : Problème

1. Un tube à rayons X est constitué d'une cathode émettrice d'électrons et d'une anode en tungstène.
On applique entre la cathode C et l'anode A une tension accélératrice qui peut varier entre 50 kV et 100 kV.



1.1. Identifier sur la photo la cathode et l'anode.
1.2. Donner le signe de la tension U_{AC} appliquée entre les deux électrodes.
1.3. Les électrons sont émis au niveau de la cathode avec une énergie cinétique d'une dizaine d'électrons-volts.
Établir l'expression de l'énergie cinétique des électrons lorsqu'ils atteignent l'anode ; calculer celle-ci en Joule et en électron-volt pour les tensions de 75 kV et 100 kV.
1.4. Les rayons X sont émis par l'anode ; déterminer l'énergie en joule, et la longueur d'onde des photons X les plus énergétiques émis par l'anode pour les deux tensions accélératrices considérées.

2. On donne les énergies des niveaux K, L, M et N du tungstène.

Niveaux	K	L	M	N
Énergies (keV)	- 69,5	- 11,5	- 2,3	- 0,30

2.1. Tracer qualitativement le diagramme d'énergie du tungstène.
2.2. Faire apparaître sur ce diagramme la représentation des émissions K_α , K_β , L_α , L_β.
2.3. Calculer les énergies de ces raies.
2.4. Calculer la longueur d'onde de la raie K_α.

3. On admet que l'énergie des photons les plus nombreux vaut environ les 2/3 de l'énergie maximale de ceux-ci.
On admet également que les photons de longueur d'onde supérieure à 0,125 nm sont filtrés par les parois du tube.
3.1. Calculer en électron-volt les énergies des photons les plus nombreux pour les deux tensions accélératrices.
3.2. Tracer qualitativement le spectre du rayonnement émis par le tube à rayons X lorsque la tension accélératrice vaut 100 kV ; on portera en abscisse (avec une échelle de 10 keV/cm) l'énergie des photons émis.
3.3. Sur le même graphique, tracer qualitativement le spectre du rayonnement émis par le tube à rayons X lorsque la tension accélératrice vaut 75 kV, pour le même courant anodique.

On n'oubliera pas de faire apparaître sur ces graphes la partie "spectre de raie" et la "partie spectre continu".

4. La puissance consommée par le tube vaut 1,50 kW. Son rendement vaut 2% lorsque la tension accélératrice vaut U = 100 kV.
4.1. Définir le courant anodique et calculer son intensité.
En déduire le nombre d'électrons se déplaçant de la cathode vers l'anode en dix seconde.
4.2. Calculer la puissance émise par le tube sous forme de rayonnement.
4.3. En supposant que tous les photons émis par le tube ont une énergie moyenne de 60 keV, calculer le nombre de photons émis par le tube en dix seconde.
4.4. Comparer les résultats de la question 4.1.et 4.3; conclure.
4.5. Déterminer le rendement du tube lorsque la tension accélératrice n'est plus que de 50 kV.

	1	2	3	4	5	6	7
a							
b							
c							
d							
e							