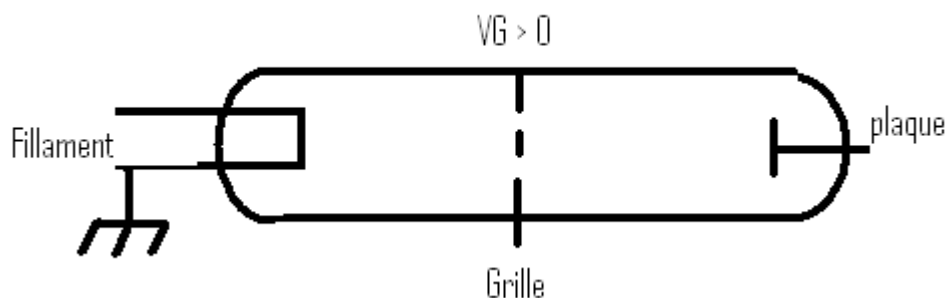


SERIE 5

Exercice n°1:

Dans un tube à décharges constitué, d'un filament, d'une grille et d'une plaque collectrice (voir figure), On étudie l'interaction d'un faisceau d'électrons avec les atomes du gaz contenu dans le tube (expérience de Lenard, Franck et Hertz) :



1. Dans une première expérience, la plaque est polarisée afin de recevoir les électrons incidents. Le courant électrique collecté, exprimé en fonction du potentiel de grille V_G croît puis atteint un maximum pour $V_G = V_R$:

1.1 Pour cette valeur du potentiel, déterminer l'énergie et la vitesse des électrons incidents.

1.2 On observe l'émission de photons. Déterminer leur longueur d'onde λ_R .

1.3 Calculer numériquement les grandeurs précédentes pour les cinq gaz décrits dans le tableau suivant :

GAZ	eV_R (eV)	eV_I (eV)
Cs	1.39	3.89
Na	2.10	5.14
Hg	4.89	10.43
Ar	11.61	15.76
He	20.91	24.58

2. Dans une seconde expérience, la plaque est polarisée afin de recevoir les ions positifs résultant des collisions entre les électrons incidents et les atomes du gaz. Le courant ionique collecté, exprimé en fonction du potentiel de grille V_G , est nul puis croît brusquement à partir du potentiel $V_G = V_I$

2.1 Pour cette valeur du potentiel, déterminer l'énergie et la vitesse des électrons incidents.

2.2 On observe une émission de photons correspondant à plusieurs longueurs d'onde. L'expérience montre que la longueur d'onde la plus courte est obtenue pour les photons d'énergie égale à l'énergie d'ionisation de l'atome. Déterminer cette longueur d'onde λ_I

2.3 Calculer numériquement les grandeurs précédentes pour les cinq gaz du tableau précédent.

Exercice n°2:

Soit une transition atomique $i \rightarrow f$ telle que $E_i - E_f = h\nu_0 > 0$ (émission). A l'aide des lois de conservation de l'énergie et de l'impulsion :

Montrer que l'énergie de recul de l'atome, E_R , est en général négligeable. La calculer pour la raie la plus énergétique de la série de Lyman et comparer la vitesse de recul v_R avec la valeur typique de la vitesse moyenne à la température ambiante (l'énergie d'ionisation de l'hydrogène est $E_I = 13.6 \text{ eV}$).

Obtenir l'expression du décalage Doppler pour un atome de vitesse initiale \vec{v}_i . Calculer la largeur Doppler $\Delta\nu_D$ pour la raie $n=3 \rightarrow n=2$ de la série de Balmer pour de l'hydrogène gazeux à la température ambiante.

un état excité dont la durée de vie est égale à se désexcite vers le fondamental en émettant une raie dont la largeur dite (naturelle) en fréquence est $\Delta\nu = 1/\tau$; comparer le ΔE correspondant à l'énergie de recul de l'atome. Expliquer, en prenant $\tau = 10^{-10} \text{ s}$, en quoi ceci explique l'existence du phénomène de résonance optique.

Le potassium a une raie caractéristique à $\lambda = 3969 \text{ \AA}$. Trouver la vitesse de récession d'une galaxie émettant cette raie avec un décalage vers le rouge égal à 79 \AA .

On observe un faisceau monocinétique d'hydrogène sous un angle $\theta = 45^\circ$. La transition de plus basse énergie de la série de Lyman est trouvée à $\lambda = 1215.18 \text{ \AA}$. Trouver la

Exercice n°3:

On étudie la raie jaune du sodium $^{23}_{11}\text{Na}$ ($\lambda_0 \approx 60000 \text{ \AA}$) provenant de la transition entre deux niveaux d'énergie E et $E^* > E$, on posera $E^* - E = h\nu_0$

Soit un atome de sodium de masse M et de vitesse v_0 exposé à un champ électromagnétique de fréquence ν se propageant à sa rencontre en sens inverse.

1. Ecrire l'équation de conservation de l'énergie relative à l'absorption d'un photon par l'atome. On désignera par v la vitesse de l'atome après absorption. On pose $\beta = \frac{v}{c}$ et $\beta_0 = \frac{v_0}{c}$ $\epsilon = \frac{h\nu_0}{Mc^2}$
2. De même, écrire l'équation de conservation de l'impulsion. Comment se situe v par rapport à v_0 ?
3. En déduire une équation du second degré pour β , puis l'expression de β .