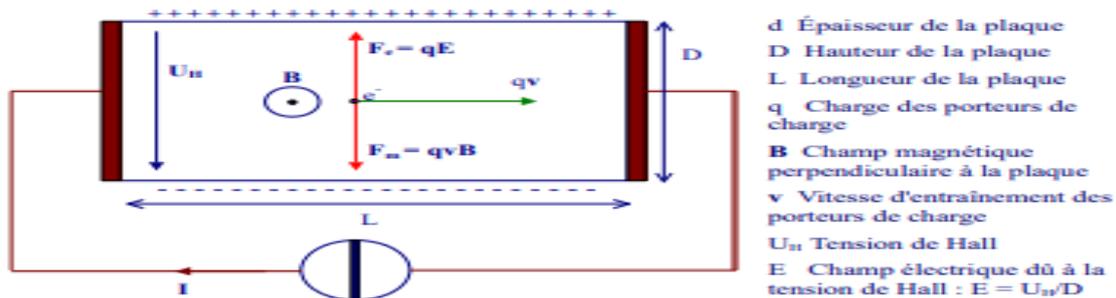


TP N^o 1 L'effet Hall

1- L'effet Hall :

L'expérience de Edwin Hall(1879) est décrite dans la (Figure 1).Un champ électrique E_x est appliqué à une plaquette, ce qui crée une densité de courant j_x . D'autre part un champ d'induction magnétique homogène B , orienté selon la direction z , est aussi appliqué à la plaquette.



La force de Lorentz $F_l = q\vec{v}\wedge\vec{B}$ dévie les électrons dans la direction opposée à l'axe y positif, les électrons s'accumulent dans un premier temps sur la surface latérale de la plaquette, ce qui crée un champ électrique E_y qui s'oppose à leur mouvement.

A l'équilibre le champ transverse E_y crée une force qui compense exactement l'effet du champ B , de telle sorte que seule la composante j_x du courant est non nulle.

La grandeur intéressante est une mesure de l'amplitude du champ E_y transverse au courant j_x , on définit le coefficient de Hall par $R_H = E_y/j_x B_z$ ou $\Delta U_H = R_H I B / t$.

Dans le cas d'un semiconducteur intrinsèque :

$$U_H = (\mu_t^2 - \mu_e^2) I \beta / (\mu_t + \mu_e)^2 n e d \quad 1$$

Où n est la densité d'électrons (égale à celle de trous), μ_e (μ_t) est la mobilité des électrons (trous).

n augmente quand la température augmente, donc U_H va diminuer en valeur absolue. Mais pour déterminer précisément la variation en température de U_H , il faut examiner la variation en température des mobilités d'électrons μ_e et de trous μ_t .

- Dans le cas d'un semiconducteur extrinsèque de type p :

À température ambiante, on est en général dans le régime de saturation extrinsèque et on a un seul type de porteurs: des trous de densité nt , $U_H = I B / \mu_t q d > 0$. Quand la

température augmente, on passe peu à peu dans le régime intrinsèque et le nombre d'électrons se met à augmenter: U_H devient

$$U_H = (n_t \mu_t^2 - n_e \mu_c) I \beta / e (n_e \mu_c + n_t \mu_t) d \quad 2$$

Où n_e (n_t) est la densité d'électrons (trous), μ_e (μ_t) est la mobilité des électrons (trous). Puisque $\mu_t < \mu_e$ en général, U_H va se mettre à diminuer. U_H restera > 0 tant que les trous sont en concentration plus forte que les électrons. Il existe une température pour laquelle U_H s'annule et change de signe. En effet à très haute température, les concentrations d'électrons et de trous sont élevées et pratiquement égales. Comme les électrons ont une mobilité plus élevée que les trous, ce sont eux qui vont dominer les propriétés de transport et U_H devient < 0 .

- Dans le cas d'un semiconducteur extrinsèque est de type n :

À température ambiante, on est en général dans le régime de saturation extrinsèque et on a un seul type de porteurs: des électrons de densité ne , $U_H = IB / \mu_c q d < 0$. Quand la température augmente, on passe peu à peu dans le régime intrinsèque: le nombre d'électrons augmente, le nombre de trous augmente aussi (mais il restera toujours inférieur au nombre d'électrons), on utilise la formule (2). Puisque $\mu_t < \mu_e$ en général, U_H va rester négatif mais va décroître en valeur absolue.

2. Appareillage :

Sonde de Hall (cristal Ge)

Type – n : $d = 510^{-2} cm$ et $\rho = 6 ohm.cm$ $\sigma = 1/6 coulomb/volt$.

Type – p : $d = 0,5 mm$ et $\rho = 8 ohm.cm$.

- **Déterminer** l'intensité du champ magnétique par stabilisation du courant d'alimentation des deux plaques (**$I = 2,5 A$**).
- Nous allons faire varier le courant d'alimentation de l'échantillon **$i(mA)$** de **$0,5mA$ à $8 mA$** . on utilisant l'appareillage adéquat terminez le tableau suivant en fonction de l'échelle de tension correspondante.

$i(mA)$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
$V_0(mV)$																
$V(mV)$																
$\Delta V_H(mV)$																

- **Modifiez** les polarités du courant d'alimentation de l'échantillon, puis changez **$i(mA)$** de **$0,5$ à $8 mA$** et remplissez le tableau suivant.

$i(mA)$																
$V_0(mV)$																
$V(mV)$																
$\Delta V_H(mV)$																

- **Fixer** le courant d'alimentation de l'échantillon $i = 8 \text{ mA}$ puis **déterminer** l'intensité du champ magnétique en ajustant le courant d'alimentation de conducteur $I = 0,25 \text{ à } 3 \text{ mA}$ puis remplissez le tableau suivant:

I(mA)	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
B(Gauss)												
V_0 (mV)												
V(mV)												
ΔV_H (mV)												

3- Travail nécessaire:

- A) schématisez les deux courbes des tableaux 1 et 2 dans le même papier millimétré. Puis expliquez la courbe obtenue.
- B) Calculer le coefficient de Hall à partir de la courbe de tension de Hall en fonction du champ magnétique,
- C) Etablir le modèle des porteurs de charge, c-à-d le cristal est-il du modèle n ou du modèle p ?
- D) Pourquoi la résistance de l'échantillon augmente avec l'augmentation du champ magnétique ?
- E) Pourquoi la tension de Hall doit être mesurée pour les courants et également pour le champ magnétique ?

TP N° 2 Etude quantitative d'absorption

1 -Production des rayons-X:

Les rayons-X sont des radiations électromagnétiques dont la longueur d'onde est de l'ordre de l'angström ($1 \text{ \AA} = 10^{-10}\text{m}$). Ils couvrent la portion du spectre électromagnétique comprise entre l'ultraviolet et les rayons γ . Les rayons-X sont produite dans des tubes à vide. Où un faisceau d'électrons, accéléré par une différence de potentiel de quelques dizaines de kilovolts. Vient frapper une pièce de métal qui émet le rayonnement X sous l'effet du bombardement électronique.

La différence de potentiel est appliquée entre un filament (en général du **tungstène-W**-) (Cathode) qui émet les électrons (sous l'effet du chauffage) et une pièce métallique par exemple en cuivre -Cu-) qui est leur cible (anode ou anticathode) (Figure 1). Le spectre des rayons émis par le métal anodique dépend de la nature du métal. Il est constitué de la superposition de deux types d'émissions, le rayonnement blanc (spectre continu) et les raies caractéristiques. Le rayonnement blanc est dû aux photons émis lors du freinage des électrons dans le métal. Il est bien évident que l'énergie $h\nu$ du photon émis ne peut jamais être supérieure à l'énergie que possède l'électron avant qu'il ne pénètre dans le métal (anode).

Or celle-ci est l'énergie cinétique $\frac{1}{2}mv^2 = e.V$ de l'électron acquise sous l'action de la différence de potentiel V . Par conséquent: $h\nu \leq eV$ ou encore puisque $\lambda = c/\nu$. Donc: $\lambda \geq ch/eV$.

C'est bien ce que l'on observe, l'anode n'émet pas en dessous d'un seuil de longueur d'onde, indépendant de sa nature et inversement proportionnel à la haute tension du tube. L'émission des raies caractéristiques : sous l'impact des électrons, il arrive aux atomes de l'anode (pièce métallique) de perdre un électron (ionisation) d'une couche électronique interne et de se trouver ainsi dans un état d'énergie (E_1) élevé. Il se produit alors, très rapidement, une restauration partielle du dégât causé à l'atome, par le passage d'un électron d'une couche externe vers le trou de la couche interne. L'atome a alors une énergie $E_2 < E_1$.la transition est accompagnée de l'émission d'un photon (rayon-X) de fréquence ν d'énergie $h\nu$, telle que: $|E_2 - E_1| = h\nu$.

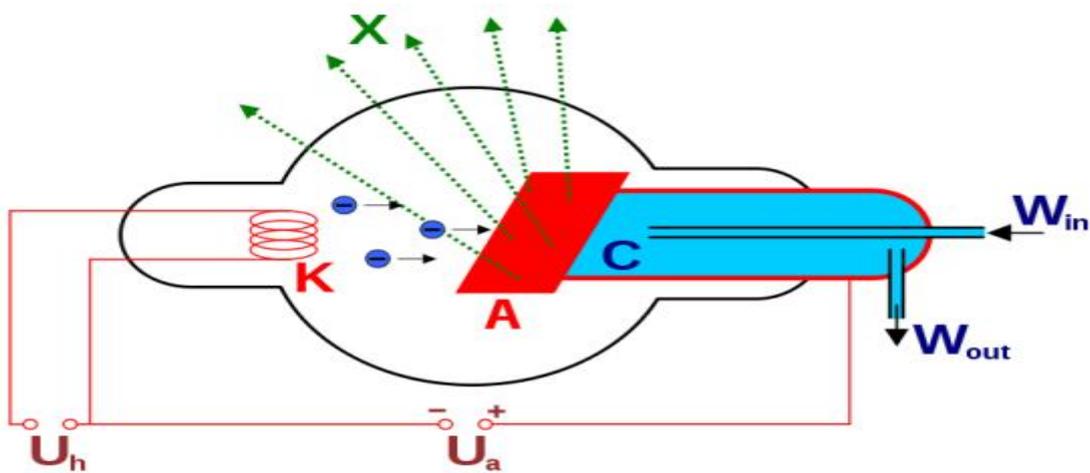


Figure 1. Schéma de principe d'un tube de à rayons-X à fenêtre latérale

2 -Objectif de l'expérience: Détermination du coefficient d'absorption à partir de la diffraction des rayons X:

- Matériaux absorbants en aluminium de différentes épaisseurs.
- Des matériaux de même épaisseur et de numéro atomique différent.

3 -Matériel utilisés:(Voir la figure 2)

- Appareil de production de rayons X.
- Indicateur de valeur moyenne des impulsions.
- Compteur numérique.

4 -Travail à réaliser:

- Fixer une partie du support du matériau absorbant de la section à l'aide du support circulaire du porte-échantillon D
- Entrer le filtre zirconium Zr (I) dans le prédictat (25) de l'ouverture (A) pour obtenir un rayonnement x monochromatique.
- Dévisser le Boulon (7) pour effacer le couplage 2θ .
- En utilisant le sélecteur (13), réglez le courant d'émission sur la valeur maximale (1 mA).
- Pour la mesure de l'intensité du courant I_1 Avec la présence d'un matériau absorbant dans l'emballage, il est recommandé d'effectuer chaque mesure pour chaque $\Delta t = 100s$.

TP N^o3 : Détermination de la constante de Planck

1- Théorie. : Le spectre de freinage a une longueur d'onde de coupure inférieure λ_{\min} qui correspond à la conversion de toute l'énergie cinétique de certains électrons en R-X en une seule étape. En 1915, William Duane et Franklin L. Hunt ont montré empiriquement que le produit de la tension d'anode par cette longueur d'onde λ_{\min} était constant et égal à: $V_a \cdot \lambda_{\min} = A = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ V m}$

En fait cette relation peut être facilement démontrée à partir de la relation d'équivalence entre l'énergie et la fréquence (relation d'Einstein): $E = e V_a = h \nu = hc/\lambda$.

Ce qui permet de trouver : $\lambda_{\min} = A/V_a$, avec ($A=1,23984 \cdot 10^{-6} \text{ V.m}$).

Pour mener à bien l'expérience qui va nous permettre de déterminer la constante de Planck (le quantum d'action), il suffit de déterminer en fonction de la tension d'accélération, la longueur d'onde minimum λ_{\min} en enregistrant l'angle ϑ_{\min} pour lequel apparaît le spectre de freinage.

2- Objectif de l'expérience:

Détermination de la constante de Planck en utilisant un spectre d'émission de rayons X résultant de sa réflexion (Bragg) sur un monocristal.

3- Appareils : (Voir la figure)

- Appareil de production de rayons X (Cathode en cuivre avec disque en molybdène, Mo, adhésif, filtre au zirconium, Zr).

- la valeur moyenne des impulsions.

Compteur numérique.

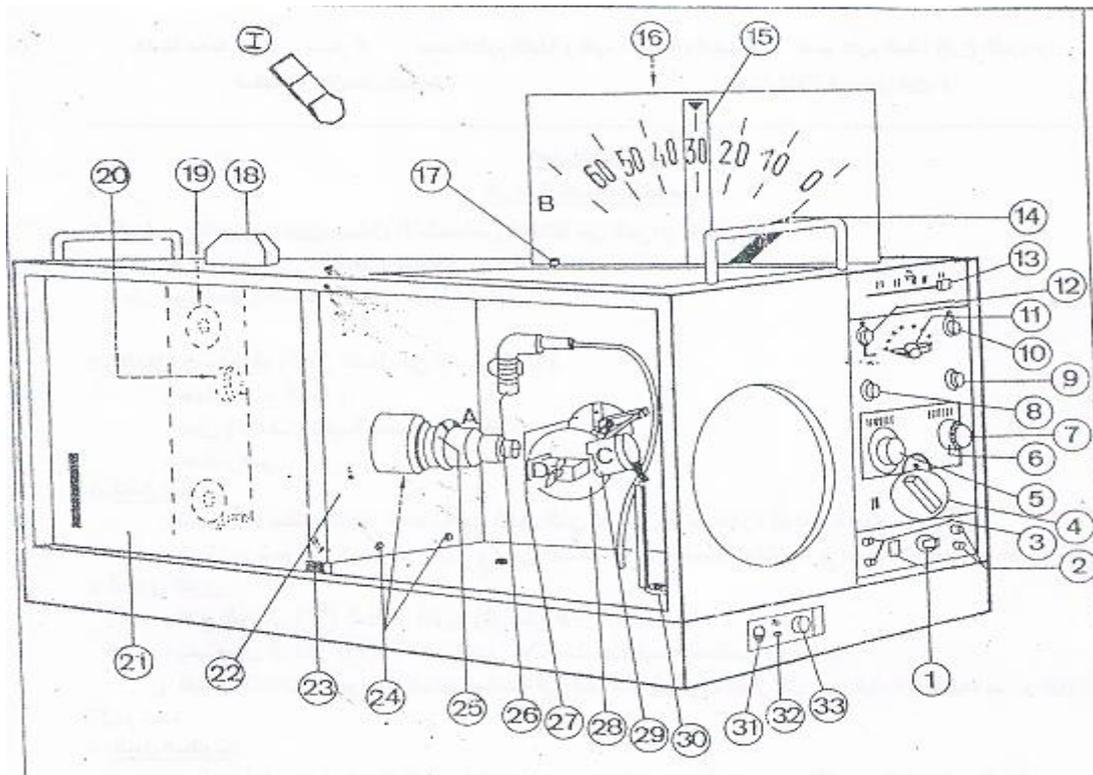
4- Travail à réaliser:

- Placez le monocristal à LiF (marque jaune) sur la table (28) (rotation) et fixez avec le bord du porte-échantillon (D). Entrez l'échelle angulaire (B).

- Effectuer le couplage: 2ϑ : en fermant la vis (7).

- Réglez la haute tension et le courant d'émission à sa valeur maximale $U = 42 \text{ kv}$, $I_{EM} = 1 \text{ mA}$ à l'aide du sélecteur (11) et du curseur (13).

- Augmentez l'angle ϑ pendant l'expérience avec des pas de $0,5^\circ$ [de $0,25$ dans la zone supérieure soit entre $2\vartheta = 16^\circ$ et $2\vartheta = 22^\circ$] et enregistrez l'intensité donnée par le compteur (il est recommandé ici d'effectuer chaque mesure à 100 s à chaque fois).



5- Travail nécessaire:

A) Regrouper les résultats des mesures dans le tableau suivant.

2θ	$I_1=...$	$I_2=...$	$I_{moy}(Imp/s)$
5			
6			
.			
.			
30			

B) Tracer la courbe de l'intensité en fonction de l'angle $I_{moy}=f(2\theta)$,

C) Extraire graphiquement l'extrapolation de l'angle critique d'émission.

D) Pour le monocristal LiF, la distance entre les niveaux rétinien est $d = 0,201$. En utilisant la loi de Bragg, calculez la valeur de λ_{min} pour θ_{min} .

E) D'autre part $h\nu_{max} = e \cdot U$ et $\nu_{max} = c/\lambda_{min}$, la constante de planck est $h = \frac{eU}{c} \lambda_{min}$

$e = 1.6 \cdot 10^{-19}C$ et $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. calculez la constante de Planck.

F) Conclusion.

Lakel abdelghani