**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR** **Année 2017-2018**
**FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES**
**DEPARTEMENT DE CHIMIE**

$L_1$PCSM - T D CHIMIE ATOMISTIQUE - SERIE N°1

**Exercice 1 Expérience de J.J. Thomson :** On se propose de mesurer, à l'aide du dispositif expérimental de J.J Thomson, la charge massique de l'électron.

1) Faire le schéma utilisé par J.J Thomson pour réaliser son étude

2) Représenter, sur la figure le vecteur correspondant au champ électrostatique $\vec{E}$. On prendra l'échelle suivante 1,0 cm pour 10 kV·m$^{-1}$, sachant que les électrons sortent du canon avec une vitesse $v_0 = 2{,}27 \cdot 10^7$ m·s$^{-1}$, passent entre les deux plaques chargées ($U_{p1} > U_{p2}$) et est dévié d'une hauteur h quand il sort des plaques. L'intensité du champ électrostatique entre les deux plaques est E = 15,0 kV·m$^{-1}$. La longueur des plaques est : L = 8,50 cm ($\vec{P} \ll \vec{F_e}$).

3) J.J. Thomson a observé une déviation du faisceau d'électrons vers la plaque métallique chargée positivement. Expliquer comment J.J. Thomson en a déduit que les électrons sont chargés négativement.

4) Donner la relation entre la force électrostatique $\vec{F_e}$subie par un électron, la charge élémentaire e et le champ électrostatique $\vec{E}$. Montrer que le sens de déviation du faisceau d'électrons est cohérent avec le sens de $\vec{F_e}$.

5) Montrer que les relations donnant les coordonnées de son vecteur accélération sont :

$$\mathrm{a_x} = 0 \ \text{ et } \mathrm{a_y} = \frac{\mathrm{eE}}{2\mathrm{mv}_0^2}$$

En déduire la trajectoire des électrons.

6) À la sortie des plaques, en x = L, la déviation verticale du faisceau d'électrons par rapport à l'axe (Ox) a une valeur h = 1,85 cm. En déduire l'expression du rapport e/m en fonction de E, L, h et $v_0$ et calculer la valeur du rapport $^e/_m$

7) On donne ci-dessous les valeurs des grandeurs utilisées, avec les incertitudes associées $v_0$ = (2,27 ± 0,02).10$^7$ m·s$^{-1}$; L = (8,50 ± 0,05) cm ; E = (15,0 ± 0,1) kV.m$^{-1}$ et h = (1,85 ± 0,05) cm L'incertitude du rapport $^e/_m$, notée $\Delta(^e/_m)$, s'exprime par la formule :

$$\Delta\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{e}{m} \times \sqrt{\left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E}{E}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta v_0}{v_0}\right)^2 + 4\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2}$$

Calculer $\Delta(\frac{e}{m})$ et puis exprimer le résultat de e/m avec cette incertitude.

**Exercice 2 : Expérience de Millikan** *L1PCSM 2016*

**1°)** Décrire l'expérience de Millikan et donner son objectif. Quelle propriété intéressante de la nature l'expérience de Millikan permet-elle de montrer ?

**2°)** On observe la chute d'une fine gouttelette d'huile dans la partie supérieure du dispositif expérimental et on mesure sa vitesse de déplacement qui vaut $v_0$ = 1,5.10$^{-3}$ ms$^{-1}$. Calculer son rayon de la gouttelette et sa masse.

**3°)** La gouttelette arrive entre les armatures d'un condensateur qui sont distantes de d=1cm. On applique une ddp $U_0$ = 32555 volts entre ces$_{11}$ armatures. La gouttelette s'arrête, quelle est le signe de la charge portée par la gouttelette. Calculer la charge $q_0$ prise par la gouttelette.

**4°)** On inverse les polarités des armatures du condensateur et on applique une ddp $U_1$ = 5,0310$^4$ volts. La gouttelette se met en mouvement descendant avec une vitesse $v_2$= 1,75.10$^{-3}$ m s$^{-1}$. Faire un schéma en indiquant dessus les forces appliquées. Calculer la nouvelle charge $q_1$.

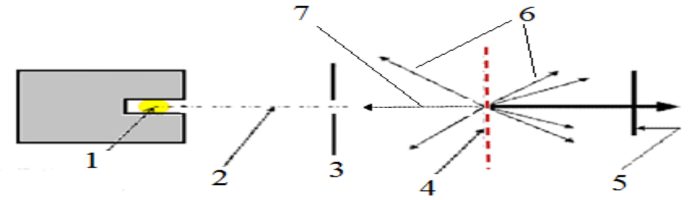
**5°)** En prenant *e = 1,602.10$^{-19}$C*, déterminer le nombre de charges élémentaires portées par la gouttelette.

**Données** : ρ =1,26.10$^3$ kg m$^{-3}$; η=1,8.10$^{-5}$ SI ; g=9,81 m s$^{-2}$, Poussée d'Archimède négligée.

**Exercice 3: Expérience de E. Rutherford avec des particules α**

1) Compléter la légende du schéma ci-dessous et définir le rôle des différents instruments utilisés.

2) Décrire l'expérience de Rutherford et donner les conclusions auxquelles elle a permis d'aboutir.




3) On considère la particule (7), quelle est sa particularité ? Établir la relation donnant la distance minimale d'approche $d_m$ de cette particule.

4) En supposant que l'énergie cinétique initiale de particule α est égale à 4,682 MeV, calculer cette distance $d_m$. Quelle conclusion concernant le rayon du noyau peut-on tirer d'une telle expérience.

5) On remplace les particules α par des protons de vitesse initiale égale 1,5.10$^7$m :s, calculer $d_m'$. Cette distance $d_m'$ sera-t-elle plus grande ou plus petite si on avait des deutérons ?

**Exercice 4 : Composition des noyaux**

Proposer deux atomes qui possèdent le même numéro atomique mais qui diffèrent par leur nombre de neutrons. Comment appelle-t-on de tels atomes ?

**2)-** Proposer deux atomes qui possèdent le même nombre de nucléons mais des numéros atomiques différents. Définir de tels atomes

**3)-** Proposer deux atomes qui possèdent le même nombre de neutrons mais des numéros atomiques différents. Définir un tel couple d'atomes

**4)-** Proposer deux entités qui possèdent le même nombre de protons et le même nombre de neutrons mais qui diffèrent par leur nombre d'électrons. Comment les appelle-t-on ?

**5)** Les nucléons sont-ils des particules fondamentales ? Donner des exemples de particules fondamentales.

Quelles sont les particules fondamentales qui constituent les nucléons ? Reconstituer le proton et le neutron et vérifier la conservation des charges totales.

**Exercice 5** : **Dimension du noyau**

On suppose que le rayon R d'un noyau ayant un nombre de nucléons égal à A, est donné par l'expression : $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$ ; avec $r_0$ = 1,2.10$^{-15}$m. En supposant le noyau sphérique, déterminer :

1) Les rayons et les volumes des noyaux de l'hydrogène et de l'uranium U (235)

2) Comparer ces valeurs avec les rayons des atomes de H et de U ($r_H$ = 0,53 Å et $r_U$ = 1,75 Å)

3) Calculer les volumes des atomes de H et de U. Conclure

4) Calculer la masse volumique des noyaux et des 2 atomes : Conclure ($m_H$= 1,008 u; $m_U$ = 235,04 u)

**Exercice 6** On considère l'entité ${}^{A}_{Z}X^{q}$

1) On peut porter des indications chiffrées dans les trois positions A, Z et q au symbole X d'un élément. Que signifie précisément chacune d'elle ?

**2)** Quel est le nombre de protons, de neutrons et d'électrons présents dans chacun des atomes ou ions suivants :

$^{19}_{9}F$; $^{24}_{12}Mg^{2+}$ et $^{79}_{34}se^{2-}$

**3)**. Quatre nucléides A, B, C et D ont des noyaux constitués comme indiqué ci-dessous : Y a-t-il des isotopes, des isotones ou des isobares parmi ces quatre nucléides ?

| | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de protons | 21 | | 22 | 20 |
| Nombre de neutrons | 26 | 25 | | 27 |
| Nombre de masse | | 47 | 49 | |

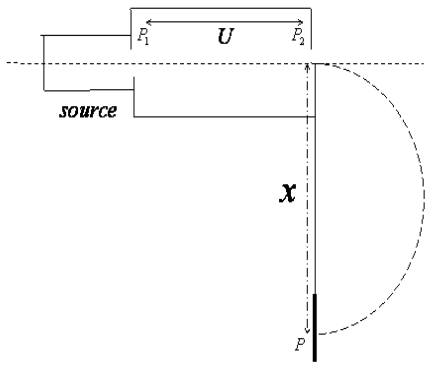
**Exercice 7 : Isotopie** *L1PCSM 2017*

A) **-** L'oxygène (Z=8) naturel est constitué des trois isotopes stables $^{16}O$, $^{17}O$ et $^{18}O$, il existe aussi un noyau artificiel $^{15}O$. L'oxygène $^{16}O$ est le plus abondant (99,76%). La masse atomique moyenne de l'oxygène est de 15,9993 uma.

1) Donner la composition du noyau de $^{15}O$.
2) Déterminer les abondances isotopiques à **0,0001 près** de $^{15}O$ ; $^{17}O$ et $^{18}O$.

**Exercice 8 : Spectrographe de masse**

Dans le spectrographe de masse de Dempster (figure ci-contre), des ions positifs $X^{n+}$ de masse m et de charge $+ne$ sont émis d'une source S avec une vitesse négligeable. Ces ions sont ensuite accélérés entre deux plaques métalliques parallèles $P_2$ et $P_1$ avec une tension d'accélération $U$. Ils pénètrent ensuite dans un domaine où règne un champ magnétique $\vec{B}$ et sont reçus après déviation sur une plaque photographique P.




**1** Indiquer la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé, la direction et le sens de $\vec{B}$.

**2** Exprimer x en fonction de la charge +ne de l'ion, de m, U et B.

**3** Cet appareil est utilisé pour mesurer la différence de masse $\Delta m = |m_2 - m_1|$ entre 2 isotopes $X_1^{n+}$ $et$ $X_2^{n+}$. Si on désigne par $\Delta x = |x_1 - x_2|$ et $\bar{x} = \frac{x_1+x_2}{2}$, montrer que $\Delta m = \frac{n\times e\times B^2}{4U} \cdot \bar{x} \cdot \Delta x$

**.4** Sachant que $X_1$ et $X_2$ sont les isotopes du chlore $^{35}Cl^+$ et $^{37}Cl^+$, $\Delta x$ = 1cm ; $\bar{x} = 1{,}33\ cm$, déterminer $\Delta m$ et en déduire la masse du noyau $^{35}Cl^+$.

**__Données__ :** m($^{37}$Cl) = 36,96590 u.m.a ; U = 1000V ; B = 0,25 T ; 1uma = $1{,}66.10^{-27}$kg

**Exercice 9 :** ***Spectrographe de masse*** *(L1PCSM 2017)*

On se propose de comparer les performances de deux types de spectrographes de masse. Pour se faire, on étudie les ions $^{35}_{17}Cl^{2+}$ et $^{37}_{17}Cl^{2+}$ formés dans leur chambre d'ionisation.

**1)-** Déterminer la distance de séparation $d_1$ dans le cas d'un spectrographe de masse de type Bainbridge, si la vitesse des ions qui arrivent dans le déviateur magnétique est $v_0 = 7{,}2.10^5$ m/s et que l'intensité du champ magnétique $B_1$ imposé dans ce déviateur est de 0,2 T.

**2)-** Quelle serait la distance de séparation $d_2$ des points d'impacts de ces mêmes ions sur le détecteur d'un spectrographe de masse de type Dempster avec une tension accélératrice $U_2$ = 48332 V sachant que la valeur du champ magnétique $B_2$ est toujours de 0,2T.

**3)-** En comparant $d_1$ et $d_2$, que peut-on dire quant aux performances de ces deux spectrographes pour séparer efficacement des isotopes ?

***__Données:__*** *M( $^{35}$Cl) = 35,015 g/mol ; M( $^{37}$Cl) = 36,965 g/mol ; 1 uma = $1{,}66056.10^{-27}$ kg ; e = $1{,}602.10^{-19}$C.*