Université A.Mira- Béjaia
Faculté de Technologie
Département de Technologie

Année universitaire 2025/2026

$1^{ère}$ Année **LMD**

Corrigé de la Série N°2

Exercice 1

1) Rappels :

- Z = numéro atomique = nombre de protons du noyau.
- A = nombre de masse = total des nucléons (A = Z + N).
- N = A − Z = nombre de neutrons.
- Z Nombre d'électrons aussi.

2) Constituants du noyau et nombre d'électrons

Nucléide	A	Z	N = A − Z	Charge	Nombre d'électrons	Nature
${}^{19}_{9}F$	19	9	10	0	9	Atome neutre
${}^{40}_{20}Ca$	40	20	20	0	20	Atome neutre
${}^{238}_{92}U$	238	92	146	0	92	Atome neutre
${}^{222}_{86}Rn$	222	86	136	0	86	Atome neutre
${}^{24}_{12}Mg$	24	12	12	0	12	Atome neutre
${}^{24}_{12}Mg^{2+}$	24	12	12	+2	10	Ion (cation)
${}^{78}_{34}Se^{2-}$	78	34	44	−2	36	Ion (anion)
${}^{52}_{24}Cr^{3+}$	52	24	28	+3	21	Ion (cation)
${}^{127}_{53}I$	127	53	74	0	53	Atome neutre
${}^{108}_{47}Ag^{+}$	108	47	61	+1	46	Ion (cation)

3) Analyse de la nature

- **Atomes neutres** : F, Ca, U, Rn, Mg, I
- **Cations** : Mg^{2+}, Cr^{3+}, Ag^{+}
- **Anion** : Se^{2-}

Exercice 2 :

$M_k = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 + x_3 \cdot M_3$
$x_1 + x_2 + x_3 = 1$

Substituons $x_2 = 0{,}00012$ et $x_3 = 1 - x_1 - x_2$:
$x_3 = 1 - 0{,}00012 - x_1 = 0{,}99988 - x_1$

Remplaçons dans la première relation :
$M_k = x_1 \cdot M_1 + 0{,}00012 \cdot M_2 + (0{,}99988 - x_1) \cdot M_3$

$M_k = x_1 \cdot (M_1 - M_3) + 0{,}00012 \cdot M_2 + 0{,}99988 \cdot M_3$

Formule finale :
$x_1 = [\ M_k - 0{,}00012 \cdot M_2 - 0{,}99988 \cdot M_3\ ] / (M_1 - M_3)$

Donc

$M_1 = 38{,}9677$ $M_2 = 39{,}9640$ $M_3 = 40{,}9618$ $M_k = 39{,}102$

$x_1 = [\ 39{,}102 - 0{,}00012 \times 39{,}9640 - 0{,}99988 \times 40{,}9618\ ] / (38{,}9677 - 40{,}9618)$
$x_1 = 0{,}93072$

$x_3 = 1 - 0{,}00012 - 0{,}93072 = 0{,}06916$

Isotope	Masse (uma)	Abondance (%)
${}^{39}K$	38,9677	93,072 %
${}^{40}K$	39,9640	0,012 %
${}^{41}K$	40,9618	6,916 %

Exercice 2:

1. Calcul des abondances naturelles des isotopes 39 et 41 dans le potassium naturel

Isotope 1 (K 39)

$M_1 = 38{,}9677$, x_1

Isotope 2 (K 40)

$M_2 = 39{,}9640$, $x_2 = 0{,}00012$

Isotope 2 (K 41)

$M_3 = 40{,}9618$, X_3

$\mathbf{M = \sum xi\ Mi}$

$M = x_1 M_1 + x_2 M_2 + x_3 M_3$

$\mathbf{x_1 + x_2 + x_3 = 1}$

$x_2 = 1- 0{,}00012 - x_3$

$= 0{,}99988 - x_3 = 0{,}99988 - x_1\ M_K$

$= x_1 M_1 + 0{,}00012\ M_2 + (0{,}99988 - x_1)\ M_3\ M_K$

$= x_1 M_1 + 0{,}00012\ M_2 + 0{,}99988\ M_3 - x_1 M_3\ M_K - 0{,}00012\ M_2 - 0{,}99988\ M_3$

$= x_1 (M_1 - M_3)$

$x_1 = (M_K - 0{,}00012\ M_2 - 0{,}99988\ M_3) / (M_1 - M_3)$

$x1 = (39{,}102 - 0{,}00012 * 39{,}4640 - 0{,}99988 * 40{,}9618) / (38{,}9637 - 40{,}9618)$

$x_1 = 0{,}93072$

Alors $x_3 = 0{,}06916$

$\mathbf{^{39}K = 93{,}072\%}$

$\mathbf{^{40}K = 0{,}012\%}$

$\mathbf{^{41}K = 6{,}916\%}$

2. la composition nucléaire de chaque isotopes :

compose	Nombre de masse A	Nombre de protons Z	Nombre de neutrons N
^{39}K	39	19	20
^{40}K	40	19	21
^{41}K	41	19	22

3. Calcul en joule et en MeV l’énergie de liaison de chaque isotopes

Calcul de l'énergie de liaison par nucléon :

Eliaison = |Δm| .C²

Δ **m** = m réelle - m théorique = [Z*mp + (A-Z)*mn] - m théorique

a) ^{39}K

$\Delta m = 38{,}9637 - ((19\times 1{,}00727) + (20 \times 1{,}00866))$

$\Delta m = 38{,}9637 - 39{,}31133$

$\Delta m = -0{,}348$ u $= -0{,}577\times 10^{-27}$ kg

E liaison (^{39}K) $=|-0{,}577\times 10^{-27}| \times (3 \times 10^{8})^{2} = 5{,}193 \times 10^{-11}$ J

E liaison (^{39}K) $=|-0{,}348| \times 931{,}5 = 324{,}162$ MeV

E liaison (^{39}K = 324,162MeV

Energie de liaison par nucléon de ^{39}K : E (^{39}K) = $E_{liaison}$/ A

E (^{39}K) = 324,162 / 39 = 8,311 MeV / nucléo

b) ^{40}K

$\Delta m = 39{,}9640 - ((19\times 1{,}00727) + (21 \times 1{,}00866))$

$\Delta m = 39{,}9640 - 40{,}319$

$\Delta m = 0{,}3559$ u $= 0{,}59\times 10^{-27}$ kg

E liaison (^{40}K) $=|0{,}59\times 10^{-27}| \times (3 \times 10^{8})^{2} = 5{,}31 \times 10^{-11}$ J

E liaison (^{40}K) $=|0{,}3559| \times 931{,}5 = 331{,}52$ MeV

E liaison (^{40}K) = 331,52 MeV

Energie de liaison par nucléon de ^{40}K: E (^{40}K) = $E_{liaison}$/ A

E (^{40}K) = 331,52 / 40 = 8,288 MeV / nucléo

C) ^{41}K

$\Delta m = 40{,}9618 - ((19\times 1{,}00727) + (22 \times 1{,}00866))$

$\Delta m = 40{,}9618 - 41{,}328$

$\Delta m = -0{,}366$ u $= -0{,}608\times 10^{-27}$ kg

E liaison (^{41}K) $=|-0{,}608\times 10^{-27}| \times (3 \times 10^{8})^{2} = 5{,}48 \times 10^{-11}$ J

E liaison (^{41}K)$=|-0{,}366| \times 931{,}5 = 340{,}929$ MeV

E liaison (^{41}K) = 340,929 MeV

Energie de liaison par nucléon de ^{41}K: E (^{41}K) = $E_{liaison}$/ A

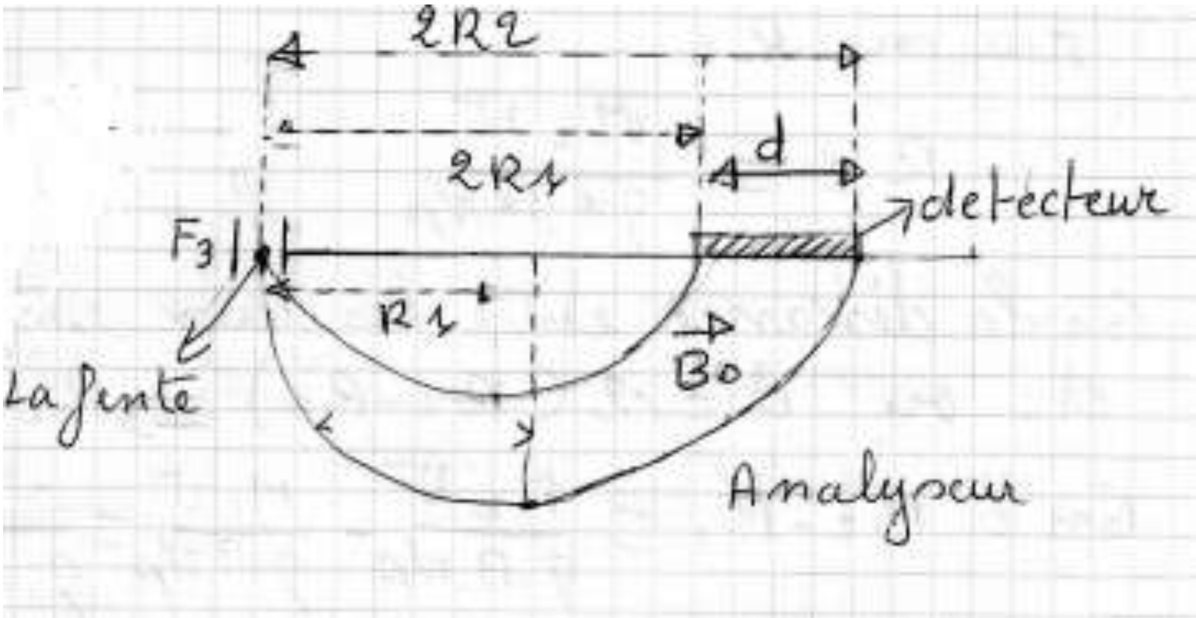
E (^{41}K) = 340,929 / 41 = 8,315 MeV / nucléo

2) l'énergie de liaison par nucléon est un bon indicateur de la stabilité du noyau : plus l'énergie de liaison par nucléon est élevée, plus le noyau est lié (et donc en général plus stable.

alors on a

(^{41}K) >E (^{39}K) > E (^{40}K) , ce résultat indique que le noyau de l'atome de ^{41}K) est plus stable que ^{39}K et ^{40}K .

1. Représente le schéma correspondant



2. Vitesse des ions dans le filtre de vitesse

On commence par écrit les vecteurs de force électrique et magnétique puis on déduit la vitesse selon :

Nous avons $$\overrightarrow{F_m} = \overrightarrow{F_e}$$

$$F_m = Fe$$

$$qvB = qE$$

$$B = \frac{E}{v}$$

$$B = \frac{6 \times 10^4}{0,2}$$

$$=3.10^5 \text{ m/s}$$

3. Le rayon de courbure de la trajectoire des deux isotopes de potassium dans le champ du spectromètre:

La trajectoire des ions dans l'analyseur étant circulaire, on peut écrire :

$$\overrightarrow{F_m} = \overrightarrow{F_c}$$

$$\Rightarrow \quad qvB = m\frac{v^2}{r}$$

$$\Longrightarrow qB = m\frac{v}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

Pour ^{39}K

$$r \quad = \quad \frac{39 \times 1{,}66\,.10^{-27} \times 3 \times 10^5}{0{,}3 \times 1{,}6 \times 10^{-19}} = 0{,}404m$$

Pour ^{41}K:

$$r \quad = \quad \frac{41 \times 1{,}66\,.10^{-27} \times 3 \times 10^5}{0{,}3 \times 1{,}6 \times 10^{-19}} = 0{,}425m$$

4. Calculla distance entre les points d'impact des deux isotopes sur la plaque détectrice.

$d=2 \quad (r_{41} \quad r_{39})$.

$d= 2 \; (0,42494 \quad 0,40421) \quad =0,04146 \quad m=4,15 \quad cm.$

Exercice 3:

1. Composition isotopique du lithium naturel:

Soit:

$X_1 = {}^6Li$

$X_1 = {}^7Li$

M = ∑ xi Mi

M= x_1 M_1 + x_2 M_2□

$\sum x_i = 1$ □ $x_1 + x_2 = 1$ d'ou $x_2 = 1 - x_1$

$M = x_1 M_1 + (1 - x_1) M_2 = x_1 M_1 + M_2 + x_1 M_2$

$M - M_2 = x_1 (M_1 - M_2)$

$x_1 = (M - M_2) / (M_1 - M_2) = (6{,}943- 7{,}018 \ ) / (6{,}017- 7{,}018) = 0, 075$

$x_2 = 1 – x_1 = 1 – 0, 075 = 0{,}925$

^{6}Li = 7, 5%

^{7}Li = 92, 5%

2. Énergie de cohésion du ^{7}Li

Eliaison = |Δm| .C²

Δ **m** = m $_{réelle}$ – m $_{théorique}$ = [Z*mp + (A−Z)*mn] – m $_{théorique}$

$\Delta m = 7,018 - ((3\times 1,00727) + (4 \times 1,00866))$

$\Delta m = 7,018 \;\; -7,05648 = -0,0384u$

$\Delta m = -0,0384\ u = -0,063\times 10^{-27}$ kg

E liaison (^{7}Li) =|-0,0384| × 931,5 = 35,77 MeV

E liaison (^{7}Li) = 35,77MeV

Energie de liaison par nucléon de ^{7}Li : E (^{7}Li = Eliaison/ A

E (^{7}Li) = 35,77 / 7 = 5,10 MeV / nucléo

E liaison (^{7}Li) =$|-0,063\times 10^{-27}| \times (3 \times 10^{8})^{2} = 5,74 \times 10^{-12}$ J

3. Comparaison de stabilité

E (^{7}Li) = 5,10 MeV / nucléo

E (^{6}Li) = 4,79 MeV / nucléo

plus l'enrgie de cohesion par nucleon est grande,plus le noyau est stable donc l'isotope le plus stable est le ^{7}Li

1. l'expression de la vitesse avec laquelle se déplacent ces ions

Nous avons $\overrightarrow{F_m} = \overrightarrow{F_e}$

$F_m = Fe$

$qvB = qE$

$v = \frac{E}{B_0}$

2. Expression du rayon R de la trajectoire circulaire

La trajectoire des ions dans l'analyseur étant circulaire, on peut écrire :

$$\overrightarrow{F_m} = \overrightarrow{F_c}$$

$$qvB = m\frac{v^2}{R} \qquad \Longrightarrow qB = m\frac{v}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

Expression de la masse atomique de l' ion ^{A}Li et détermination de A

On a $R = \frac{mv}{qB}$

$$m = \frac{qBR}{v}$$

En remplaçant v par $\frac{E}{B_0}$

$$m = \frac{qBRB_0}{E}$$

Détermination de A sans connaître E,B_0,B

Les deux ions ont la **même** vitesse v et la même charge q. Donc, à champ Bidentique :

Les ions ^{A}Li de masse atomique M_1 et de charge q=e, décrivent une circonférence de rayon R_1 :
$m_A = \frac{qBR_AB_0}{E}$

- les ions ^{6}Li de masse atomique M_2 et de charge q= e décrivent une circonférence de rayon R_2 : $m_{6\mathrm{Li}} = \frac{qBR_{6\mathrm{Li}}B_0}{E}$

On aura $\frac{m_A}{m_6} = \frac{R_A}{R_6}$

$$\frac{A}{6} = \frac{R_A}{R_6}$$

$$A = 6 \cdot \frac{R_A}{R_6}$$

$$A = 6 \cdot \frac{0{,}239}{0{,}205} = 6 \times 1{,}165 = 6{,}995$$

$A \approx 7$

Autrement dit l' isotope ^{A}Li est ^{7}Li