

## Devoir du mardi 10 février 2015

### Exercice 1 : Antoine Laurent de Lavoisier, père de la chimie (10 points, 25 minutes)

Lire le texte et les données figurant en annexe.

- 1) Etude du texte et des données fournies
  - a) Indiquer la réaction qui a lieu en écrivant son équation.
  - b) Dans les conditions d'expérimentation de Lavoisier, qui est le réactif limitant ? Justifier en utilisant le texte.
  - c) Au bout de combien de temps atteint-on l'état final de la transformation ? Justifier en utilisant le texte.
- 2) Vérification des observations de Lavoisier.

Lavoisier a utilisé un volume  $V_{\text{air},i} = 0,80 \text{ L}$  d'air (contenant dioxygène et diazote, voir données) au départ dans des conditions où le volume molaire était égale à  $V_m = 29,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Il a de plus utilisé un volume de mercure liquide  $V_{\text{Hg},i} = 0,904 \text{ cL}$  (centilitre).

  - a) Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.
  - b) Compléter en annexe le tableau d'évolution du système avec, en plus de l'EI et de l'EF, un état intermédiaire où l'avancement sera noté  $x$ .
  - c) Au bout de 3 jours, la masse de « matière rouge » au-dessus du mercure est de 1,12 g. En déduire l'avancement correspondant  $x$  et la masse de mercure *disparue* à cette date en expliquant rapidement.
  - d) Dans cette question, on admet que  $n_{\text{O}_2,i} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  et  $n_{\text{Hg},i} = 6,1 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$  et on utilisera ces valeurs initiales arrondies dans la suite de l'exercice. Déterminer le réactif limitant. Est-ce conforme à la question 1)b) ?
  - e) Montrer que la valeur de  $x_f$  confirme le résultat de Lavoisier qui a obtenu 2,38 g de « matière rouge ».
  - f) Rappeler la définition de deux réactifs introduits en proportions stoechiométriques. Quelle quantité de matière de dioxygène Lavoisier aurait-il du utiliser pour que les deux réactifs soient introduits en proportions stoechiométriques ?

### Exercice 2 : Marie Curie, mère de la physique nucléaire (10 points, 25 minutes)

Lire le texte et les données figurant en annexe.

- 1) Le noyau de radium  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre spontanément en donnant un noyau de radon  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  lui-même radioactif.

Cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement  $\gamma$ .

- a) Donner la composition du noyau de radium 226.
- b) Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du radium en indiquant le nom puis l'énoncé des lois utilisées. Préciser alors le type de radioactivité rencontrée par Marie Curie avec le radium.
- c) Expliquer la présence du rayonnement  $\gamma$  émis lors de la désintégration du radium.
- 2) L'activité d'un gramme de radium radioactif est égale à  $A_{\text{Curie}} = 3,70 \times 10^{10} \text{ Bq} = 1,00 \text{ Curie}$ .
  - a) Rappeler la définition d'un becquerel.
  - b) Au laboratoire de Marie Curie, il reste encore aujourd'hui des traces de radium de la chercheuse. En particulier, une source (poussières rassemblées) a été retrouvée avec une activité enregistrée égale à  $A' = 6,00 \cdot 10^7$  désintégrations par minute. Donner  $A'$  en Bq. Quelle masse de radium radioactif possède cette source ?
  - c) Le temps de demi-vie du radium radioactif vaut  $t_{1/2} = 1,58 \times 10^3$  années. Indiquer ce que cela signifie.
  - d) On considère un échantillon de radium radioactif d'activité aujourd'hui égale à 1,00 Curie. Etablir le graphique  $A = f(t)$  représentant l'activité de cet échantillon en fonction du temps. On choisira une échelle pour faire figurer les activités de 0 à 1 Curie et une échelle pour faire figurer le temps de 0 à 10 000 ans, en utilisant le papier millimétré de l'annexe. On placera au moins 5 points sur la courbe sans justifier.
  - e) Au bout de combien de temps l'activité aura-t-elle baissé de  $15/16^{\text{ème}}$  de sa valeur initiale ?
- 3) Les travaux d'Irène Joliot-Curie
  - a) Vous connaissez deux grandes réactions nucléaires artificielles provoquées qui ont été étudiées après les travaux des Joliot-Curie. Donner la définition de l'une d'entre elles.
  - b) Pourquoi le phosphore 30 est-il dit isotope du phosphore 31 ?
  - c) Donner le nom et le symbole de la particule émise lors d'une désintégration  $\beta^+$ .
  - d) Ecrire l'équation de la désintégration du phosphore 30.

**Exercice 1***Texte*

Laissons Lavoisier décrire la première phase de son expérience : « J'ai allumé le feu dans le fourneau et je l'ai entretenu presque continuellement pendant 12 jours[...]. Il ne s'est rien passé de remarquable pendant tout le premier jour : le mercure, quoique non bouillant, était dans un état chaud [...]. Le second jour, j'ai commencé à voir nager sur la surface du mercure de petites parcelles rouges, qui, pendant quatre ou cinq jours, ont augmenté en nombre et en volume, après quoi elles ont cessé de grossir et sont restées absolument dans le même état. Au bout de douze jours, voyant que la calcination du mercure ne faisait plus aucun progrès, j'ai éteint le feu. »

Lavoisier constate que le volume de gaz sous la cloche avait diminué et fit le test suivant : « Le gaz restant n'était plus propre à la respiration ni à la combustion car les animaux qu'on y introduisait y périssaient en peu d'instants, et les lumières s'y éteignaient sur le champ comme si on les eût plongées dans de l'eau. ».

*Indications :*

Le mercure a pour formule Hg et est un liquide de densité  $d_{\text{Hg}} = 13,5$ .

L'air ambiant initialement sous la cloche est supposé être composé de dioxygène  $\text{O}_2(\text{g})$  à 20% en volume, le reste étant du diazote  $\text{N}_2(\text{g})$  inerte.

Les « parcelles rouges » observées par Lavoisier correspondent à de l'oxyde de mercure (II) de formule  $\text{HgO}(\text{s})$ .

$M(\text{O}) = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .  $M(\text{Hg}) = 200,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

*Tableau d'avancement :*


## Exercice 2

Texte :

A partir des travaux d'Henri Becquerel sur l'uranium, c'est en 1898 que Marie et son mari Pierre Curie découvrent la propriété atomique qu'ont certains éléments lourds d'émettre spontanément un rayonnement.

Marie Curie donnera le nom de radioactivité à cette propriété persistante dans tous les états chimiques et physiques de la matière. C'est également en 1898 qu'ils annoncent la découverte de deux nouveaux éléments radioactifs : le polonium et le radium. Leurs travaux seront couronnés par deux prix Nobel, l'un en 1903, l'autre en 1911.

Leur fille, Irène, et son mari Frédéric Joliot découvrent en 1934 la radioactivité artificielle, ce qui leur vaudra le prix Nobel de physique en 1935. Ils ont notamment réussi la synthèse du phosphore 30 ( ${}_{15}^{30}\text{P}$ ), isotope radioactif du phosphore 31 ( ${}_{15}^{31}\text{P}$ ). Le phosphore 30, produit artificiellement, se transforme spontanément par désintégration  $\beta^+$  en silicium (élément de symbole Si), noyau obtenu directement dans son état fondamental.

La diversité des radioéléments artificiels a permis leur utilisation dans les domaines de la médecine, la biologie, l'astrophysique, la géophysique, la radiothérapie, la datation...

Données :

Noyau	${}_{88}^{226}\text{Ra}$	${}_{86}^{222}\text{Rn}$	${}_{2}^4\text{He}$	neutron	proton
Masse en u	225,9791	221,9703	4,00150	1,008665	1,007276

Unité de masse atomique :  $1 \text{ u} = 1,66606 \times 10^{-27} \text{ kg}$

