

Exercice 1 : Le rouge Ponceau, un colorant alimentaire (10 points)

Polynésie – Juin 2022

1. Préparation d'une solution mère.

1. Pour répondre à cette question, deux méthodes :

- Méthode 1. La logique.

Une solution de concentration en masse $C_{m0} = 50 \text{ mg/L}$, signifie qu'un volume de 1 Litre de la solution contient une masse de 50 mg de Rouge Ponceau.

Donc pour préparer 100 mL de cette solution, il faut disposer d'une masse $m = 5 \text{ mg}$ de Rouge de Ponceau.

- Méthode 2. Par le calcul.

J'applique la relation $C_m = \frac{m}{V}$ soit $m = C_m \times V = 50 \times 100 \times 10^{-3} = 5,0 \text{ mg}$.

Pour préparer 100 mL solution S_0 de concentration en masse $C_0 = 100 \text{ mg/L}$, il suffit de prélever une masse $m = 10 \text{ mg}$ de poudre de colorant

2. Pour préparer 100 mL de la solution S_0 de concentration $C_0 = 100 \text{ mg/L}$ on procède par étapes :

- A l'aide d'une balance on prélève 5 mg de poudre de Rouge de Ponceau
- On verse dans une fiole de 100 mL.
- On complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge.

3. On a ainsi préparé la solution par dissolution.

4. Le rouge Ponceau AR (E124) a pour formule brute $C_{20}H_{12}N_2Na_2O_7S_2$.

Pour déterminer la masse molaire moléculaire du rouge Ponceau, on applique la relation :

$$M = 20 \times M(C) + 12 \times M(H) + 2 \times M(N) + 2 \times M(Na) + 7 \times M(O) + 2 \times M(S)$$

$$M = 20 \times 12,0 + 12 \times 1,0 + 2 \times 14,0 + 2 \times 23,0 + 7 \times 16,0 + 2 \times 32,1$$

$$M = 502,2 \text{ g/mol}$$

5. Pour déterminer la quantité de matière n_0 de Rouge de Ponceau présente dans une masse $m_0 = 50 \text{ mg}$, on applique la relation :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{100 \text{ mg}}{502,2 \text{ g/mol}} = \frac{100 \times 10^{-3} \text{ g}}{502,2 \text{ g/mol}} \approx 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

6. Soit une concentration en quantité de matière $C_0 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$.

2 . Préparation d'une solution fille.

7. Cette technique employée pour préparer les solutions étalons est appelée dilution.

8. On observe que la solution S_3 a une concentration en masse de 5,0 mg/L.

Soit une concentration divisée par 10, par rapport à la concentration en masse de la solution mère S_0 (50 mg/L).

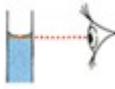
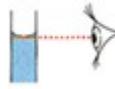
On doit donc effectuer une dilution d'un facteur 10.

Pour préparer un volume final de 20 mL, il faut donc prélever à l'aide d'une pipette, un volume de la solution mère 10 (x) plus petit, soit un volume de 2 mL.

On va donc utiliser une pipette de 2 mL pour prélever de la solution mère.

9. On verse ce contenu dans une fiole de 20 mL dans laquelle on rajoutera le volume nécessaire d'eau jusqu'au trait de jauge, soit 18 mL, pour réaliser la solution S3.

10.

Étapes							
Numéro	1	3	4	6	5	7	2

3 . Détermination de la concentration inconnue.

11. On a donc déterminé que la concentration en masse de cette solution S a pour valeur $C = 30 \text{ mg/L}$.

Or la solution a un volume $V = 25 \text{ mL} = 25 \times 10^{-3} \text{ L}$.

On peut donc en déduire la masse m du colorant E124 contenu dans cette solution :

$$m = C \times V = 30 \times 25 \times 10^{-3} = 0,75 \text{ mg}$$

Or pour préparer cette solution, on a réduit en poudre un macaron de couleur rouge, de sorte qu'on considère que la totalité du rouge Ponceau AR (E124) contenu dans le macaron a été récupérée dans cette solution.

Il y a donc bien une masse $m = 0,75 \text{ mg}$ de colorant dans un macaron rouge.

12. Si dans 1 macaron, on a une masse $m = 0,75 \text{ mg}$ de colorant.

Alors, on en déduit la masse de colorant E124 contenue dans une boîte de 12 macarons rouges, en faisant le calcul de proportionnalité $m = 12 \times 0,75 = 9 \text{ mg}$.

13. Le document 2, indique que quotidiennement, on peut ingérer une masse de 0,7 milligramme de colorant E124 par kilogramme de masse corporelle.

Cela signifie qu'un enfant de 40 kg peut consommer chaque jour, une masse de colorant :

$$m = 40 \times 0,7 = 28 \text{ mg}$$

14. On voit donc qu'un enfant de 40 kg en consommant une boîte de macarons, ne risque pas de dépasser la masse maximale autorisée de colorant.

15. Mais par contre il y a risque de surconsommation de sucre. Donc de prise de poids si cette pratique se fait régulièrement pour par exemple le goûter.... et de diabète.

Exercice 2 : Diagnostiquer des maladies avec des marqueurs radioactifs
(10 points)
Métropole Septembre 2022

- Le noyau de fluor 18, de symbole ${}^{18}_9F$ compte :
 - 18 nucléons car le nombre de masse $A = 18$
 - 9 protons car le numéro atomique $Z = 9$
 - Et $18 - 9 = 9$ neutrons.
- La particule émise par le fluor 18 lors de sa désintégration a pour symbole ${}^0_{+1}e$ donc un positon.
Il s'agit donc d'une désintégration radioactive de type β^+ .
- J'applique les lois de conservation de Soddy, pour établir l'équation de la réaction de désintégration nucléaire du fluor 18 : ${}^{18}_9F \rightarrow {}^{18}_8O + {}^0_{+1}e$.
- Des « noyaux isotopes » sont des noyaux qui ont le même numéro atomique (le même nombre de protons) MAIS un nombre de masse différent (un nombre de nucléons différent, un nombre de neutrons différent)

Dans la liste des propositions noyaux, on identifie les isotopes ${}^{18}_8O$; ${}^{19}_8O$ et ${}^{19}_{10}Ne$; ${}^{20}_{10}Ne$.

- Le noyau ${}^{18}_8O$ a pour numéro atomique $Z = 8$ et le nombre de masse $A = 18$.
- La période radioactive (ou demi-vie) $T_{1/2}$ d'un radio-traceur est le temps nécessaire pour qu'une population de noyaux radioactifs soit divisée par deux.
Ce qui revient aussi à dire que c'est le temps nécessaire pour que l'activité d'un échantillon soit divisée par 2.
- On peut répondre par la logique :
 - On m'indique dans le document 1, que la période radioactive du fluor 18 vaut $T_{1/2} = 110$ min.
Cela signifie qu'au bout d'un temps de 110 min, l'activité de cet échantillon est divisée par 2.
 - Donc au bout d'un temps 2×110 min, l'activité est divisée par $2^2 = 4$
 - Au bout d'un temps 3×110 min, l'activité est divisée par $2^3 = 8$

L'activité est donc divisée par 8 au bout d'un temps $\Delta t = 3 \times 110$ min = 330 min.

- L'activité d'un échantillon est divisée par 2^n au bout d'un temps $\Delta t = n \times T$.
Donc après 7 périodes radioactives, l'activité de l'échantillon est divisée par 2^7 .

Ce qui donne $A_{7\text{ périodes}} = \frac{A_0}{2^7} = \frac{400}{128} = 3,1\text{MBq}$

- L'activité radioactive naturelle du corps humain est de l'ordre de 120 Bq par kilogramme de masse corporelle.
Donc pour un adulte de masse 70 kg par exemple, l'activité radioactive naturelle du corps humain est de $120 \times 70 = 8400$ Bq = 8,4 MBq
- Cette activité radioactive est due à l'ingestion d'aliments contenant naturellement des éléments radioactifs.

On a montré à la question 8, qu'une personne ayant subi un examen d'imagerie médicale a une activité encore de 3,1 MBq au bout de 13h environ, soit une demi-journée.

Cela représente une forte activité radioactive par rapport à une radioactivité naturelle.

Il faut donc éviter un contact étroit (de moins de 1 m) et prolongé (de plus de 30 minutes) avec toute personne pendant le reste de la journée, pour que ces personnes ne subissent une radiation de la part de la personne radiative.