

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

**Mots-clés** : Dose journalière admissible, préparation de solutions, concentration en masse, concentration en quantité de matière.

### **Document 1 : La couleur des macarons**

Les macarons sont des gâteaux individuels à l'amande dont les goûts peuvent être différents. Les macarons sont souvent colorés. Pour cela, certains professionnels n'hésitent pas à jouer la surenchère en ayant recours à un surdosage des colorants. Cependant, l'utilisation de ces substances dans les denrées alimentaires est rigoureusement encadrée par la réglementation sur les additifs.

### **1. Préparation d'une solution mère.**

- Déterminer la masse de poudre de Rouge Ponceau nécessaire pour préparer 100 mL d'une solution  $S_0$  de concentration en masse  $C_{m0} = 50 \text{ mg/L}$ .  
On rappelle que  $100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L} = 100 \times 10^{-3} \text{ L}$ .
- Expliquer succinctement mais clairement les étapes de préparation d'un volume  $V = 100 \text{ mL}$  de cette solution  $S_0$  de concentration en masse  $C_{m0} = 50 \text{ mg/L}$ .  
Remarque. Si vous n'avez pas su répondre à la question précédente, vous pouvez répondre à cette question en prenant pour valeur de masse, une valeur arbitraire. L'idée est d'expliquer la méthode utilisée.
- Comment s'appelle cette technique de préparation de la solution  $S_0$  à partir de poudre de rouge de Ponceau ?
- Le rouge Ponceau AR (E124) a pour formule brute  $C_{20}H_{12}N_2Na_2O_7S_2$ .  
Déterminer la masse molaire moléculaire du rouge Ponceau.  
Données : Masse atomique en g/mol :  
 $M(C) = 12,0$      $M(H) = 1,0$      $M(N) = 14,0$      $M(Na) = 23,0$      $M(O) = 16,0$      $M(S) = 32,1$
- Déterminer la quantité de matière  $n_0$  de Rouge Ponceau présente dans une masse  $m_0 = 50 \text{ mg}$  de cette solution  $S_0$ .
- En déduire la concentration en mol  $C_0$  de la solution  $S_0$ .  
Remarque. Cette question n'a aucune importance pour la suite de l'exercice. Si vous n'arrivez pas à y répondre, passez à la question suivante.

### **2. Préparation d'une solution fille.**

On souhaite maintenant disposer d'une série de solutions de concentrations connues en rouge Ponceau AR (E124) répertoriées dans le tableau ci-dessous.

Solutions étalons	S0	S1	S2	S3
Concentration massique en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	50,0	25,0	12,5	5,0

Ces solutions sont obtenues à partir de la solution mère  $S_0$  de concentration en masse  $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  en colorant E124.

- Comment s'appelle cette technique employée pour préparer les solutions étalons ?
- Calculer le volume de solution mère  $S_0$  à prélever pour réaliser un volume de 20 mL de la solution  $S_3$ .
- Indiquer le volume d'eau à rajouter au prélèvement pour réaliser la solution  $S_3$ .
- Découper et coller le tableau distribué par le professeur.  
Compléter la deuxième ligne du tableau par les numéros (1 à 7) de façon à rendre compte de la chronologie des étapes à suivre pour réaliser la préparation.

### 3 . Détermination de la concentration inconnue.

#### **Document 2 : Le colorant E124**

Le rouge Ponceau AR (E124) est un colorant azoïque de synthèse. C'est un additif alimentaire qui peut remplacer le rouge de cochenille (E120) car il est moins cher. En Europe, la dose journalière admissible (DJA) est de 0,7 milligramme par kilogramme de masse corporelle.

Par exemple, un enfant de masse  $m = 30$  kg, a le droit à une dose quotidienne :

$$m = 30 \times 0,7 = 21 \text{ mg.}$$

Son usage doit s'accompagner de la mention « Peut avoir des effets indésirables sur l'activité et l'attention chez les enfants ».

*Colorant-alimentaire.fr*

On souhaite déterminer la quantité en colorant E124 présente dans un macaron.

Pour cela, on sèche puis on réduit en poudre un macaron de couleur rouge. On dissout cette poudre dans de l'eau. Après filtration, on obtient une solution S de volume  $V = 25$  mL.

On considère que la totalité du rouge Ponceau AR (E124) contenu dans le macaron a été récupérée dans cette solution.

11. Par une technique que l'on verra plus tard en travaux pratiques, on détermine que la concentration en masse de cette solution S a pour valeur  $C = 30$  mg/L.

Montrer que la masse  $m$  du colorant E124 contenu dans le macaron est d'environ 0,75 mg.

Rappel :  $1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L}$ .

12. En déduire la masse de colorant E124 contenue dans une boîte de 12 macarons rouges.

13. A l'aide du document 2, indiquer la masse maximale de colorant E124 qu'un enfant de 40 kg peut consommer chaque jour.

14. Des questions précédentes, indiquer si un enfant de 40 kg pourrait manger le contenu d'une boîte de 12 macarons rouges dans la journée sans dépasser la DJA du colorant E124.

15. Indiquer si cela présente un autre risque pour sa santé.

### **Exercice 2 : Diagnostiquer des maladies avec des marqueurs radioactifs (10 pts)**

**Mots-clés** : Noyau atomique, isotopes, radioactivité, activité, période (ou demi-vie) radioactive

Afin d'affiner le diagnostic lié aux symptômes de la maladie d'Huntington, le corps médical utilise différentes techniques d'imagerie. La tomographie par émission de positons cérébrale est un examen d'imagerie médicale qui permet de détecter les zones du cerveau qui présentent une baisse importante d'activité du fait de la maladie. Du glucose combiné à du fluor 18 (glucose marqué) injecté dans le sang à l'aide d'une perfusion, se concentre dans les zones les plus actives du cerveau qui deviennent ainsi visibles sur les images.

#### **Document 1 : Le fluor 18, un traceur radioactif**

Le fluor  $^{18}_9\text{F}$  est radioactif. Il est utilisé en médecine nucléaire comme radio-traceur intégré dans des molécules de glucose modifiées. La solution de glucose marqué au fluor 18 est injectée au patient pour l'examen.

La période radioactive (ou demi-vie) du fluor 18 vaut  $T_{1/2} = 110$  min.

On admet que la radioactivité de l'échantillon injecté devient inactive au bout de 20 périodes radioactives (ou demi-vies) écoulées.

1. Donner la composition du noyau de fluor 18. Bien justifier votre réponse.
2. L'équation de la réaction de désintégration nucléaire du fluor 18 s'écrit :  ${}^{18}_9F \rightarrow \dots X + {}^0_{+1}e$   
 Quel est le nom de la particule émise par le fluor 18 lors de sa désintégration ?  
 De quel type de désintégration radioactive s'agit-il ?
3. Recopier l'équation de la réaction de désintégration nucléaire du fluor 18 :  ${}^{18}_9F \rightarrow \dots X + {}^0_{+1}e$ .  
 Identifier parmi les noyaux suivants le noyau fils émis lors de la désintégration du fluor  ${}^{18}F$   
 Justifier ce choix.  
 Proposition noyaux  ${}^{18}_8O$  ;  ${}^{19}_8O$  ;  ${}^{19}_{10}Ne$  ;  ${}^{20}_{10}Ne$
4. Définir l'expression « noyaux isotopes ».  
 Dans la liste des propositions noyaux  ${}^{18}_8O$  ;  ${}^{19}_8O$  ;  ${}^{19}_{10}Ne$  ;  ${}^{20}_{10}Ne$  identifier des noyaux isotopes.
5. Quel est le numéro atomique et le nombre de masse du noyau  ${}^{18}_8O$  ?
6. Donner la définition de la période radioactive (ou demi-vie)  $T_{1/2}$  d'un radio-traceur.
7. Déterminer le temps au bout duquel l'activité d'un échantillon de fluor 18  ${}^{18}_9F$  est divisée par 8 par rapport à sa valeur initiale.
8. L'activité initiale du produit injecté est de 400 MBq. Déterminer une valeur approchée de l'activité résiduelle 12 heures et 50 minutes après l'injection, c'est-à-dire après 7 périodes radioactives du fluor 18.
9. L'activité radioactive naturelle du corps humain est de l'ordre de 120 Bq par kilogramme de masse corporelle. Elle est due à l'ingestion d'aliments contenant naturellement des éléments radioactifs.  
 Déterminer l'activité radioactive naturelle d'un adulte de masse  $m = 70$  kg.  
 L'exprimer en MBq. On rappelle  $1 \text{ MBq} = 10^3 \text{ Bq}$
10. Justifier pourquoi il est conseillé au patient ayant subi l'examen d'imagerie médicale d'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.

