

ÉPREUVE D'EXERCICES D'APPLICATION 1995

EXERCICE N° 1 (10 points)

ÉNONCÉ

Les paramètres biologiques de M. X. étant les suivants :

- Créatinine plasmatique : $60 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$
- Créatinine urinaire : $3,84 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$
- Volume urinaire : $60 \text{ ml en } 30 \text{ min.}$

QUESTION N° 1 : Calculer la clairance de la créatinine endogène.

QUESTION N° 2 : Quel est le volume journalier du filtrat glomérulaire chez ce malade ?

EXERCICE N° 2 (20 points)

ÉNONCÉ

On se propose d'effectuer une solution étalon de plomb (Pb) à $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ à partir d'un nitrate de plomb à 2 molécules d'eau.

On donne les masses atomiques suivantes :

- Pb = 208
- N = 14
- O = 16

QUESTION N° 1 : Quelle est la formule du nitrate de plomb utilisé ?

QUESTION N° 2 : Quelle masse de ce sel doit-on peser pour préparer un litre de cette solution ?

QUESTION N° 3 : Quel est le titre massique d'une solution millimolaire de plomb ?

QUESTION N° 4 : Quel est la concentration millimolaire en Pb de la solution à $1\,000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de plomb ?

QUESTION N° 5 : Comment peut-on réaliser pratiquement à partir de cette solution à $1\,000 \text{ mg/l}$ une solution à $50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$?

EXERCICE N° 3 (20 points)

ÉNONCÉ

Après administration de $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de théophylline par voie intraveineuse à un patient de 60 kg on trouve une demi-vie plasmatique de 8 h et une concentration maximale calculée à l'origine (C_0) égale à $20 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

En considérant un modèle monocompartmental calculer :

- 1 - Le volume de distribution de la théophylline chez ce patient.
- 2 - La clairance totale de la théophylline.
- 3 - Après un arrêt du traitement de 4 jours, quelle sera la dose de charge par voie intraveineuse nécessaire à l'obtention chez ce malade d'une concentration plasmatique maximale (C_{max}) de $15 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$?

EXERCICE N° 4 (25 points)

ÉNONCÉ

A) Calculer le pH d'une solution de carbonate de sodium 0,1 M sachant que le pK_{a1} et le pK_{a2} de l'acide carbonique sont respectivement 6,2 et 10,3.

B) Comment préparer 100 ml d'un mélange tampon bicarbonate/carbonate de sodium $pH = 10,1$ en utilisant uniquement la solution précédente de carbonate de sodium et une solution d'acide chlorhydrique 0,1 N.

EXERCICE N° 5 (25 points)

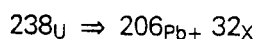
ÉNONCÉ

RADIO ACTIVITÉ

1) Le polonium ^{210}Po a une période de 138 jours.

QUESTION N° 1 : A combien s'élève l'activité de 1 g de polonium ?

2) On date un échantillon de minerai par son uranium. On suppose qu'au départ, le minerai ne contient pas de plomb et que celui que l'on y rencontre aujourd'hui provient intégralement de la désintégration de l'uranium :



La période globale aboutissant au ^{206}Pb à partir de l' ^{238}U est $T = 4,5 \cdot 10^9$ ans.

Le minerai contient 200 moles d'atomes de Pb pour 800 moles d'atomes.

QUESTION N° 2 : Quel est l'âge du minerai ?

EXERCICE N° 6 (30 points)

ÉNONCÉ

Lors de l'étude d'un paramètre biologique, on a observé les deux échantillons A et B suivants :

$$\begin{array}{lll} n_A = 40 & \Sigma x_A = 40 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} & \Sigma x_A^2 = 40,100 (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2 \\ n_B = 50 & \Sigma x_B = 51,5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} & \Sigma x_B^2 = 53,223 (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2 \end{array}$$

QUESTION N° 1 : Déterminer pour chaque échantillon, les paramètres caractéristiques : moyenne d'une mesure, variance d'une mesure, écart type d'une mesure, variance de la moyenne, écart type de la moyenne.

QUESTION N° 2 : Comparer les moyennes de ces deux échantillons (on admettra qu'il s'agit de grands échantillons; on adoptera le risque de 5 %).

EXERCICE N° 7 (30 points)

ÉNONCÉ

On sépare en chromatographie en phase gazeuse, à 200 °C, deux constituants d'une préparation à usage thérapeutique : eucalyptol et camphre.

On utilise du naphthalène comme étalon interne.

Le temps de rétention t_R et la largeur à la base du pic extrapolé par les tangentes ω du naphthalène sont $t_{RN} = 4,40$ min et $\omega_N = 0,20$ min.

QUESTION N° 1 : Quelle est l'efficacité de la colonne utilisée ?

QUESTION N° 2 : Les t_R et les ω de l'eucalyptol et du camphre sont respectivement :

Eucalyptol : $t_{RE} = 5,6 \text{ min}$ $\omega_E = 0,25 \text{ min}$
Camphre : $t_{RC} = 8,4 \text{ min}$ $\omega_C = 0,38 \text{ min}$?

Calculer les résolutions

QUESTION N° 3 : Quelle valeur minimale fixera-t-on à la résolution pour avoir une bonne séparation entre le camphre et l'eucalyptol et un temps d'analyse le plus court possible ?

Pourquoi ?

QUESTION N° 4 : Peut-on diminuer le temps d'analyse ?

Si oui, comment ?

QUESTION N° 5 : Après changement du paramètre adéquat, l'ordre de sortie des pics est inchangé, le t_R de l'eucalyptol est de 2,8 min, sa largeur $\omega = 0,16 \text{ min}$; la résolution eucalyptol/camphre est de 2,5.

Quelle est la durée de l'analyse ?

ÉPREUVE D'EXERCICES D'APPLICATION 1995

PROPOSITIONS DE RÉPONSES

EXERCICE N° 1 (10 points)

QUESTION N° 1 :

$$C = \frac{UV}{P}$$

$$V (\text{ml} \cdot \text{mn}^{-1}) = \frac{60}{30} = 2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$C = \frac{3840}{60} = \times 2 = 128 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$$

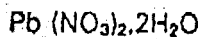
QUESTION N° 2 :

Filtrat glomérulaire par jour

$$128 \times 24 \times 60 = 184 \text{ l/24 h}$$

EXERCICE N° 2 (20 points)

QUESTION N° 1 :



$$\text{Masse molaire} = 332 + 36 = 368 \text{ g}$$

QUESTION N° 2 :

Masse de nitrate de plomb nécessaire :

$$\frac{368 \times 1\,000}{208} = 1\,769 \text{ mg}$$

QUESTION N° 3 :

Titre massique d'une solution millimolaire de plomb :

$$208 \text{ mg/litre}$$

QUESTION N° 4 :

Concentration de la solution millimolaire en Pb :

$$\frac{1\,000}{208} = 4.81 \text{ mmole/litre}$$

QUESTION N° 5 :

Dilution au 1/20.000°

→ 2 dilutions successives 1/200 puis 1/100

EXERCICE N° 3 (20 points)

Le patient a reçu $6 \times 60 = 360$ mg de théophylline

$$- Vd = \frac{D}{C_0} = \frac{360}{20} = 18 \text{ litres}$$

$$- Cl_t = Vd \times K_e$$

$$- K_e = \frac{0,693}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{8} = 0,0866 \text{ h}^{-1}$$

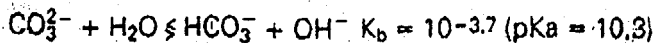
$$- Cl_t : 18 \times 0,0866 = 1,559 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$- \text{Dose de charge} = \text{Concentration cible (Cmax)} \times Vd = 15 \times 18 = 270 \text{ mg}$$

EXERCICE N° 4 (25 points)

QUESTION N° 1 :

Na_2CO_3 est une dibase



Compte tenu de la grande différence entre les K_b

Na_2CO_3 peut être considéré comme une monobase de $K_b = 10^{-3,7}$ ($\text{pKa} = 10,3$)

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{p}K_e + \frac{1}{2} \log C = 7 + 5,15 - 0,5 = 11,65$$

QUESTION N° 2 :

Soit x ml volume de Na_2CO_3 0,1 M

Soit y ml volume de HCl 0,1 N

$$x + y = 100 \text{ ml}$$

à x ml Na_2CO_3 0,1 M → 0,1 x mmole Na_2CO_3

y ml HCl 0,1 N → 0,1 y mmole HCl

à l'équilibre on veut quantité $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 0,1 x - 0,1 y$

quantité $\text{NaHCO}_3 = 0,1 y$

$$\text{pH} = 10,1 = 10,3 + \log \frac{0,1 x - 0,1 y}{0,1 y}$$

$$1,68 = \frac{y}{x - y} \rightarrow x = 1,63 y \rightarrow y = 38 \text{ ml} ; x = 62 \text{ ml}$$

Volume de Na_2CO_3 0,1 M = 62 ml

Volume de HCl 0,1 N = 38 ml

EXERCICE N° 5 (25 points)

QUESTION N° 1 :

$$T = 138 \times 24 \times 3600 \text{ s}$$

$$\lambda = \ln 2 / T$$

$$A = \lambda \cdot N$$

$$N = N/M$$

$$A = (\ln 2 / T) (N/M) \quad N : \text{Nombre d'Avogadro}$$

$$A = (\ln 2 / (138 \times 24 \times 3600)) \times (6 \times 02 \times 10^{23} / 210)$$

$$A = 1,67 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$$

QUESTION N° 2 :

$$t : N = N_0 / 2^n \quad n = t/T$$

$$238_{\text{U}} \Rightarrow 206_{\text{Pb}} + 32_{\text{X}}$$

1 atome 1 atome

$$t : N = 800 \text{ moles d'atome.}$$

$$t_0 : N_0 = 800 + 200 = 1000 \text{ moles d'atomes}$$

$$2^n = N_0 / N \quad n = \ln(N_0 / N) / \ln 2$$

$$t = n \cdot T \quad t = (\ln(N_0 / N) / \ln 2) \cdot T$$

$$t = (\ln(1000/800) / \ln 2) \times 4,5 \cdot 10^9$$

$$t = (\ln 1,25 / \ln 2) \times 4,5 \cdot 10^9 = 1,449 \cdot 10^9 \text{ ans}$$

EXERCICE N° 6 (30 points)

QUESTION N° 1 :

Pour l'échantillon A :

$$\bar{X}_A = 1 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad \bar{X}_A = \frac{\sum X_A}{n_A}$$

$$s_A^2 = 2,564 \cdot 10^{-3} (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2 \quad s_A^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum X_A^2 - \frac{(\sum X_A)^2}{n} \right]$$

$$s_A = 5,06 \cdot 10^{-2} (\text{g} \cdot \text{l}^{-1}) \quad s_A = \sqrt{s_A^2} \text{ (écart type de la mesure)}$$

$$s_{mA}^2 = 6,41 \cdot 10^{-5} (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2 \quad s_{mA}^2 = \frac{S_A^2}{n}$$

$$s_{mA} = 8,01 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{l}^{-1} \quad s_{mA} = \frac{S_A}{\sqrt{n}} \text{ (écart type de la moyenne)}$$

Pour l'échantillon B :

$$\bar{X}_B = 1,03 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$s_B^2 = 3,633 \cdot 10^{-3} (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2$$

$$s_B = 6,0310^{-2} \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

$$s_{mB}^2 = 7,26 \cdot 10^{-5} (\text{g} \cdot \text{l}^{-1})^2$$

$$s_{mB} = 8,52 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$$

QUESTION N° 2 :

Soient les deux hypothèses :

H_0 : la différence des 2 moyennes est égale à 0

H_1 : la différence des 2 moyennes est différente à 0

Sous H_0 , $H_0U = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{s_{mA}^2 + s_{mB}^2}}$ suit une loi normale centrée réduite;

Au risque de 5 % |U| ne doit pas s'écarter de 1,96.

D'après les résultats.

$$|U_0| = \frac{|11,00 - 1,03|}{\sqrt{(6,41 + 7,26) 10^{-5}}} = 2,57 \text{ supérieur à } 1,96;$$

On rejette l'hypothèse H_0 ; les moyennes ne sont pas égales.

EXERCICE N° 7 (30 points)

QUESTION N° 1 :

$$N = 16 (t_{RN}/\omega)^2 = 16 (4,4/0,2)^2 = 7\,744 \quad \text{plateaux théoriques}$$

QUESTION N° 2 :

Résolution eucalyptol/naphtalène

$$R = \frac{2(5,6 - 4,4)}{0,25 + 0,20} = 5,33$$

Résolution camphre/eucalyptol

$$R = \frac{2(8,4 - 5,6)}{0,38 + 0,25} = 8,89$$

QUESTION N° 3 :

Pour que les deux solutés consécutifs A et B soient correctement séparés, il faut que $B - A > 1,5$.

Dans ce cas, $\Delta t_R = 3\sigma_A + 3\sigma_B$

Les deux pics ne se recouvrent que de 0,15 %.

QUESTION N° 4 :

On peut diminuer le temps d'analyse en augmentant la température.

QUESTION N° 5 :

N est devenu = $6 (2,8/0,16)^2 = 4\,900$

Le camphre est le composé le plus retenu.

La durée de l'analyse

$$= t_{RC} + \frac{t_{AC}}{2} \text{ avec } \omega_c = 4 t_{RC} \sqrt{N} = 4/70 t_{RC} = 0,0571 t_{RC}$$

$$2,5 = \frac{2 (t_{RC} - 2,8)}{0,0571 t_{RC} + 0,16} \quad t_{RC} = \frac{5,6 + 0,4}{1,857} = 3,23 \text{ min}$$

Durée de l'analyse = $3,23 + 0,09 = 3,31 \text{ min}$