

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 1 (40 points)****Enoncé**

Un médicament est administré à un patient par injection intraveineuse directe à la dose de 200 mg.

La concentration plasmatique initiale (immédiatement après l'injection) est de $1,8 \text{ mg.L}^{-1}$; elle diminue de façon mono-exponentielle avec une demi-vie de 78 minutes.

Les urines sont recueillies durant les 24 heures après l'injection : la concentration en principe actif intact est de $8,2 \text{ mg.L}^{-1}$ et la diurèse de 1250 mL.

Questions**QUESTION N° 1 :**

Calculer le volume apparent de distribution (V_d) du principe actif.

QUESTION N° 2 :

Calculer sa clairance d'élimination plasmatique (CL).

QUESTION N° 3 :

Justifier le fait que la durée de recueil urinaire est, pour ce médicament, suffisante pour calculer la clairance rénale d'élimination.

QUESTION N° 4 :

Calculer la clairance rénale d'élimination (CL rénale).

QUESTION N° 5 :

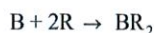
Sachant que ce médicament est essentiellement métabolisé au niveau hépatique, sa clairance d'élimination varie-t-elle parallèlement aux modifications de débit sanguin hépatique (débit sanguin hépatique moyen : 72 L.h^{-1}) ?

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 2 (40 points)

Enoncé

Soit 50 mL d'une solution X comportant deux composés A et B que l'on veut doser par un réactif de concentration 0,1 M en suivant la réaction de titrage par spectrophotométrie d'absorbance à 380 nm. Les composés A et B forment avec R les complexes suivants :



Le complexe AR est plus stable que le complexe BR_2 .

A 380 nm, seuls les composés A et R absorbent ; B et les complexes formés AR et BR_2 n'absorbent pas.

A 380 nm, le composé A présente un coefficient d'absorption molaire de $250 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$

En début de dosage, avant addition du réactif R, l'absorbance obtenue en cuve de 1 cm est 0,60.

Après ajout de réactif R, on obtient 2 points d'équivalence mis en évidence par mesure de l'absorbance à 380 nm ; le 2^{ème} est obtenu après addition de 3 mL de R.

Questions**QUESTION N° 1 :**

Calculer la concentration de A en mol. L^{-1} dans la solution X.

QUESTION N° 2 :

Calculer le volume de réactif R pour obtenir le premier point équivalent et calculer la concentration de B en mol. L^{-1} dans la solution X.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 3 (40 points)

Enoncé

Pour une enzyme E agissant sur un substrat S, l'unité internationale (U) est définie comme étant la quantité d'enzyme pouvant transformer $1 \cdot 10^{-6}$ mole de substrat par minute dans les conditions conventionnelles précisées.

Dans les applications usuelles de la technique, on se trouve dans des conditions de vitesse initiale et la concentration en substrat du milieu d'incubation dans les conditions conventionnelles est fixée à :

$$[S] = 10 K_M = 10 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

Questions

QUESTION N° 1 :

Pour réaliser une expérience, on dissout 5 U d'une préparation d'enzyme A dans une solution tampon convenable et on complète à 1000 mL (solution B).

- Quelle est la concentration catalytique de cette solution B ?
- Quelle est l'activité enzymatique (ou vitesse initiale) de la solution B ?
- Calculer la vitesse initiale de la solution B en condition saturante en substrat.

QUESTION N° 2 :

Sur cette solution d'enzyme B, nous devons contrôler les effets sur l'activité enzymatique d'un **inhibiteur non compétitif** présent dans le milieu d'incubation à une concentration de $[I] = 5 \cdot 10^{-5} \text{ M}$. Le K_i de l'enzyme pour l'inhibiteur est de $1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$.

- Donner la définition de K_i .
- Quel est l'effet prévisible de l'inhibiteur sur K_M et $V_{\max}$? Justifier votre réponse.
- Calculer la vitesse apparente (v_{0app}) prévisible dans les conditions conventionnelles.

QUESTION N° 3 :

- Calculer le pourcentage d'inhibition pour $[S] = 10 K_M$.
- Quelle est l'évolution prévisible de ce pourcentage d'inhibition quand on augmente la concentration en substrat du milieu d'incubation ?

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 4 (40 points)

Enoncé

Choisir un risque $\alpha = 0,05$ pour tous les tests.

On souhaite évaluer l'intérêt de thérapies susceptibles d'aider les fumeurs pour leur sevrage tabagique.

Questions

QUESTION N° 1 :

Afin de juger de l'efficacité d'un substitut nicotinique S, on constitue par tirage au sort deux groupes de 100 fumeurs chacun, l'un recevant S et l'autre un placebo. La consommation quotidienne X de cigarettes est notée avant et après le traitement. Les résultats sont les suivants :

	Substitut S (n = 100)		Placebo (n = 100)	
	moyenne	écart-type estimé	moyenne	écart-type estimé
X avant traitement : X_1	20,8	7,5	18,1	10,0
X après traitement : X_2	7,6	4,8	11,3	6,5
$X_1 - X_2$	13,2	6,0	6,8	8,0

- Les deux groupes ont-ils des consommations quotidiennes moyennes avant traitement différentes ?
- Existe-t-il un effet placebo sur la consommation de cigarettes ?
- Le traitement S est-il efficace ? Expliquer la stratégie et faire le test.

QUESTION N° 2 :

L'efficacité d'un traitement à base de patchs anti-tabac est testée sur un groupe de 100 fumeurs.

Six mois après le traitement, on constate que 57 personnes ont arrêté de fumer. Peut-on conclure qu'une proportion de sujets supérieure à 50% a cessé de fumer six mois après le traitement ?

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 4 (40 points)****QUESTION N° 3 :**

Pour évaluer le bénéfice de trois thérapies alternatives, on constitue trois groupes de 50 fumeurs chacun. Le groupe A est traité par acupuncture, le groupe B par auriculothérapie et le groupe C suit une psychothérapie de groupe. On constate que 72 % des fumeurs du groupe A, 66 % du groupe B et 54 % du groupe C ont diminué leur consommation de cigarettes.

La baisse de la consommation de tabac dépend-elle de la thérapie alternative ?

QUESTION N° 4 :

Afin de contrôler la prise de poids qui peut accompagner le sevrage tabagique, l'augmentation du poids Y en fonction de la durée du sevrage Δt est notée. Sur un échantillon de 18 fumeurs, le coefficient de corrélation entre Δt et Y est égal à 0,60.

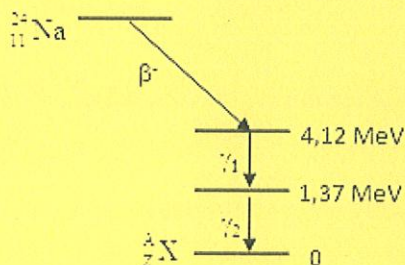
Existe-t-il une corrélation positive entre l'augmentation du poids et la durée du sevrage ?

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Enoncé

Le sodium 24 ($^{24}_{11}\text{Na}$) est un radionucléide émetteur bêta moins (β^-) de période radioactive $T = 15,0$ h dont le schéma de désintégration simplifié est représenté ci-dessous :



Données:

- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- numéro atomique de quelques éléments :

Z	9	10	11	12	13	14
Symbole	F	Ne	Na	Mg	Al	Si
Nom	fluor	néon	sodium	magnésium	aluminium	silicium

Questions

QUESTION N° 1 :

Ecrire l'équation de désintégration du sodium 24. Identifier le noyau X en précisant son symbole, son numéro atomique et son nombre de masse.

QUESTION N° 2 :

Calculer l'énergie cinétique maximale $E_{\beta^- \text{ max}}$ (en MeV) emportée par le rayonnement β^- .

On donne les masses des atomes :

$$M(^{24}\text{Na}) = 23,99061 \text{ u} \text{ et } M(^A_Z\text{X}) = 23,985042 \text{ u}$$

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

QUESTION N° 3 :

Quelles sont les énergies $E_{\gamma 1}$ et $E_{\gamma 2}$ (en MeV) des photons émis lors de la désexcitation du noyau X ?

QUESTION N° 4 :

Calculer la constante radioactive λ (en h^{-1}) et la durée de vie moyenne t (en h) du sodium 24.

QUESTION N° 5 :

On dispose d'une solution de sodium 24 d'activité $A_0 = 3,7 \text{ MBq}$. Calculer son activité A_1 (en MBq) au bout de 24,0 h.

QUESTION N° 6 :

On souhaite mesurer le volume de diffusion du sodium chez un patient. Pour cela, une infirmière lui injecte une activité $A = 2,0 \text{ MBq}$ de sodium 24.

- A quelle masse (en pg) de sodium 24 correspond cette activité $A = 2,0 \text{ MBq}$?
- Lorsque le sodium 24 est réparti de manière homogène dans l'organisme, l'activité volumique du plasma est $a = 120 \text{ Bq.mL}^{-1}$. Sachant que l'activité éliminée dans les urines pendant la durée de l'examen est $A_U = 100 \text{ kBq}$ et qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de la décroissance radioactive, calculer le volume (en L) de diffusion du sodium chez ce patient.
- Indiquer les conditions de mesure de la radioactivité des échantillons (avant et après injection) pour qu'il ne soit pas nécessaire d'effectuer la correction de décroissance radioactive.

QUESTION N° 7 :

Sachant que le débit de dose équivalente au contact de la seringue qui a servi à l'injection est de $2,2 \cdot 10^{-2} \mu\text{Sv.h}^{-1}$ pour une activité de 1 Bq, calculer la dose équivalente (en μSv) reçue par l'infirmière pendant l'injection dont la durée est de 0,5 min.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 1 (40 points)****Enoncé**

Un médicament est administré à un patient par injection intraveineuse directe à la dose de 200 mg.

La concentration plasmatique initiale (immédiatement après l'injection) est de $1,8 \text{ mg.L}^{-1}$; elle diminue de façon mono-exponentielle avec une demi-vie de 78 minutes.

Les urines sont recueillies durant les 24 heures après l'injection : la concentration en principe actif intact est de $8,2 \text{ mg.L}^{-1}$ et la diurèse de 1250 mL.

Questions**QUESTION N° 1 :**

Calculer le volume apparent de distribution (V_d) du principe actif.

Proposition de réponse

$$V_d = \frac{\text{Dose}}{C_{\text{initiale}}} = 111 \text{ L}$$

QUESTION N° 2 :

Calculer sa clairance d'élimination plasmatique (CL).

Proposition de réponse

$$CL = V_d \times k$$

$$k \text{ (constante de vitesse d'élimination)} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 0,53 \text{ h}^{-1}$$

$$CL = k \times V_d = 59 \text{ L.h}^{-1}$$

QUESTION N° 3 :

Justifier le fait que la durée de recueil urinaire est, pour ce médicament, suffisante pour calculer la clairance rénale d'élimination.

Proposition de réponse

La durée de recueil des urines est largement supérieure à 5 fois la demi-vie d'élimination du médicament ; la quantité restant à éliminer après les 24 premières heures est donc négligeable.

La réponse "7 fois la demi-vie" est également correcte.

QUESTION N° 4 :

Calculer la clairance rénale d'élimination (CL rénale).

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION**Exercice N° 1 (40 points)****Proposition de réponse**

f_e (fraction de la dose éliminée sous forme inchangée dans les urines) =

$$f_e = \frac{\text{Curinaire} \times \text{diurèse}}{\text{dose}} = 0,051 \quad (\text{soit } 5,1 \%)$$

$$CL_{\text{rénale}} = f_e \times CL = 0,051 \times 59 = 3,03 \text{ L.h}^{-1}$$

QUESTION N° 5 :

Sachant que ce médicament est essentiellement métabolisé au niveau hépatique, sa clairance d'élimination varie-t-elle parallèlement aux modifications de débit sanguin hépatique (débit sanguin hépatique moyen : 72 L.h^{-1}) ?

Proposition de réponse

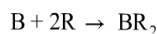
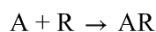
La faible participation de l'élimination rénale indique que ce médicament est surtout métabolisé. De plus, sa clairance métabolique ($Cl_{\text{métabolique}} = CL - CL_{\text{rénale}} = 56 \text{ L.h}^{-1}$) est très proche du débit sanguin hépatique (72 L.h^{-1}) ; ce médicament a donc un fort coefficient d'extraction hépatique et le facteur limitant de son métabolisme est la quantité parvenant au foie par unité de temps. Sa clairance d'élimination varie donc parallèlement aux modifications de débit sanguin hépatique.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 2 (40 points)

Enoncé

Soit 50 mL d'une solution X comportant deux composés A et B que l'on veut doser par un réactif de concentration 0,1 M en suivant la réaction de titrage par spectrophotométrie d'absorbance à 380 nm. Les composés A et B forment avec R les complexes suivants :



Le complexe AR est plus stable que le complexe BR_2 .

A 380 nm, seuls les composés A et R absorbent ; B et les complexes formés AR et BR_2 n'absorbent pas.

A 380 nm, le composé A présente un coefficient d'absorption molaire de $250 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

En début de dosage, avant addition du réactif R, l'absorbance obtenue en cuve de 1 cm est 0,60.

Après ajout de réactif R, on obtient 2 points d'équivalence mis en évidence par mesure de l'absorbance à 380 nm ; le 2^{ème} est obtenu après addition de 3 mL de R.

Questions**QUESTION N° 1 :**

Calculer la concentration de A en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans la solution X.

Proposition de réponse

Seuls A et R absorbent. Au départ seul A absorbe.

Selon Beer-Lambert,

$$\text{Absorbance} = \varepsilon \ell c \quad \Rightarrow \quad C_A = \frac{A}{\varepsilon \ell} = \frac{0,60}{250 \times 1} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

QUESTION N° 2 :

Calculer le volume de réactif R pour obtenir le premier point équivalent et calculer la concentration de B en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans la solution X.

Proposition de réponse

$A + R \rightarrow AR$ le plus stable, se forme en premier

Volume de R pour obtenir le 1^{er} point équivalent :

$$\frac{2,4 \cdot 10^{-3} \times 50 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,20 \text{ mL}$$

Volume de R pour neutraliser B : $3,0 - 1,2 = 1,80 \text{ mL}$ ($1,8 \cdot 10^{-3} \text{ L}$)

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 2 (40 points)

or $B + 2R \rightarrow BR_2$, quantité de B neutralisée $\frac{1,8 \cdot 10^{-3} \times 0,1}{2} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.

La concentration de B dans la solution initiale est donc :

$$C_B = \frac{9 \cdot 10^{-5}}{50 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 3 (40 points)

Enoncé

Pour une enzyme E agissant sur un substrat S, l'unité internationale (U) est définie comme étant la quantité d'enzyme pouvant transformer 1.10^{-6} mole de substrat par minute dans les conditions conventionnelles précisées.

Dans les applications usuelles de la technique, on se trouve dans des conditions de vitesse initiale et la concentration en substrat du milieu d'incubation dans les conditions conventionnelles est fixée à :

$$[S] = 10 K_M = 10.10^{-4} \text{ M.}$$

Questions

QUESTION N° 1 :

Pour réaliser une expérience, on dissout 5 U d'une préparation d'enzyme A dans une solution tampon convenable et on complète à 1000 mL (solution B).

- Quelle est la concentration catalytique de cette solution B ?
- Quelle est l'activité enzymatique (ou vitesse initiale) de la solution B ?
- Calculer la vitesse initiale de la solution B en condition saturante en substrat.

Proposition de réponse

- a) Concentration catalytique de la solution B :

$$5 \text{ U/L}$$

- b) Activité enzymatique ou v_0 de la solution B :

$$5 \mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ou } 5.10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$$

- c) Vitesse initiale en condition saturante = $V_{\max}$:

v_0 en conditions conventionnelles = $V_{\max} (S) / [K_m + (S)]$. En exprimant (S) en unités K_m : $(S) = n.K_m$ avec $n = 10$

$$v_0 = V_{\max} \cdot n / (n + 1)$$

$$V_{\max} = v_0 \times (11 : 10) = 5,5 \mu\text{mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1} \text{ ou } 5,5.10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$$

QUESTION N° 2 :

Sur cette solution d'enzyme B nous devons contrôler les effets sur l'activité enzymatique d'un **inhibiteur non compétitif** présent dans le milieu d'incubation à une concentration de $[I] = 5.10^{-5} \text{ M}$. Le K_i de l'enzyme pour l'inhibiteur est de 1.10^{-5} M .

- Donner la définition de K_i .
- Quel est l'effet prévisible de l'inhibiteur sur K_M et $V_{\max}$? Justifier votre réponse.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 3 (40 points)

- c. Calculer la vitesse apparente (v_{0app}) prévisible dans les conditions conventionnelles.

Proposition de réponse

a)

$$K_i = \frac{(E)(I)}{(EI)}$$

K_i correspond à la constante de dissociation du complexe EI

- b) Nous sommes en présence d'un inhibiteur non compétitif donc pas d'action sur K_M et V_{max} diminue d'un facteur $(1 + [I]/K_i)$.

- c) Calcul de v_{0app} :

$$v_{0app} / v_0 = 1 / [1 + (I) / K_i] \text{ avec } [1 + I / K_i] = 6$$

$$\Rightarrow v_{0app} = v_0 / 6 = 5/6 = 0,833.10^{-6} \text{ moles. min}^{-1}.L^{-1}$$

$$\text{ou encore : } v_{0app} = V_{mapp} [S] / K_m + [S] \text{ et } V_{mapp} = V_{max} / (1 + [I] / K_i)$$

$$V_{mapp} = 0,9717.10^{-6} \text{ moles. min}^{-1}.L^{-1}$$

$$v_{0app} = 0,917.10^{-6} . (10/11) = 0,833.10^{-6} \text{ moles. min}^{-1}.L^{-1}$$

QUESTION N° 3 :

- a. Calculer le pourcentage d'inhibition pour $(S) = 10 K_M$.
 b. Quelle est l'évolution prévisible de ce pourcentage d'inhibition quand on augmente la concentration en substrat du milieu d'incubation ?

Proposition de réponse

a)

$$\% inh = [(v_0 - v_{0app}) / v_0] \cdot 100 = \left(\frac{I}{K_i + I} \right) \times 100 = \left(\frac{5}{6} \right) \times 100 = 83,3 \%$$

- b) Le pourcentage d'inhibition reste constant, car dans l'inhibition non compétitive, le pourcentage d'inhibition dépend de la concentration en inhibiteur $[I]$ et de K_i et pas de la concentration en substrat $[S]$.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 4 (40 points)

Enoncé

Choisir un risque $\alpha = 0,05$ pour tous les tests.

On souhaite évaluer l'intérêt de thérapies susceptibles d'aider les fumeurs pour leur sevrage tabagique.

Questions

QUESTION N° 1 :

Afin de juger de l'efficacité d'un substitut nicotinique S, on constitue par tirage au sort deux groupes de 100 fumeurs chacun, l'un recevant S et l'autre un placebo. La consommation quotidienne X de cigarettes est notée avant et après le traitement. Les résultats sont les suivants :

	Substitut S (n = 100)		Placebo (n = 100)	
	moyenne	écart-type estimé	moyenne	écart-type estimé
X avant traitement : X_1	20,8	7,5	18,1	10,0
X après traitement : X_2	7,6	4,8	11,3	6,5
$X_1 - X_2$	13,2	6,0	6,8	8,0

- Les deux groupes ont-ils des consommations quotidiennes moyennes avant traitement différentes ?
- Existe-t-il un effet placebo sur la consommation de cigarettes ?
- Le traitement S est-il efficace ? Expliquer la stratégie et faire le test.

Proposition de réponse

a)

$$H_0(\mu_{IS} = \mu_{IP}) / H_1(\mu_{IS} \neq \mu_{IP})$$

$$z = \frac{|\bar{X}_{IS} - \bar{X}_{IP}|}{\sqrt{\frac{s_{IS}^2}{n} + \frac{s_{IP}^2}{n}}} = \frac{2,7}{\sqrt{\frac{7,5^2}{100} + \frac{10^2}{100}}} = 2,16 \Rightarrow z > 1,96 \Rightarrow \text{Rejet de } H_0$$

$\Rightarrow$ La différence entre les 2 groupes S et P avant traitement est significative.

b)

$$H_0(\mu_{DP} = 0) / H_1(\mu_{DP} > 0)$$

$$z = \frac{\bar{d}_P}{\frac{s_{DP}}{\sqrt{n}}} = \frac{6,8}{0,8} = 8,5 \Rightarrow z > 1,645 \text{ (unilatéral)} \Rightarrow \text{Rejet de } H_0 \Rightarrow \text{effet du placebo.}$$

$\bar{d}_P$: Moyenne des différences (avant - après) dans le groupe Placebo

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 4 (40 points)

DP : Différence (avant - après) dans le groupe Placebo

c)

La consommation avant traitement étant différente entre les 2 groupes S et P, il faut tenir compte des valeurs initiales et donc comparer les moyennes des différences.

$H_0(\mu_{DS} = \mu_{DP}) / H_1(\mu_{DS} > \mu_{DP})$

$$z = \frac{\left| \bar{d}_S - \bar{d}_P \right|}{\sqrt{\frac{s_{DS}^2}{n} + \frac{s_{DP}^2}{n}}} = \frac{6,4}{\sqrt{\frac{6^2 + 8^2}{100}}} = 6,4 \quad z > 1,645 \text{ (unilatéral)} \Rightarrow \text{Rejet de } H_0$$

$\Rightarrow$ la substance S est efficace.

QUESTION N° 2 :

L'efficacité d'un traitement à base de patchs anti-tabac est testée sur un groupe de 100 fumeurs.

Six mois après le traitement, on constate que 57 personnes ont arrêté de fumer. Peut-on conclure qu'une proportion de sujets supérieure à 50% a cessé de fumer six mois après le traitement ?

Proposition de réponse

$H_0: p = p_0 \quad H_1: p \neq p_0$

$$f = \frac{57}{100} = 0,57 \quad z = \frac{|f - p_0|}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{0,07}{\sqrt{\frac{0,5 \times 0,5}{100}}} = 1,4 \Rightarrow z < 1,645 \text{ Non rejet de } H_0$$

Conditions d'application vérifiées : effectifs théoriques ($100 \times 0,5 = 50$) ≥ 5

$\Rightarrow$ on ne peut pas conclure que la majorité a arrêté de fumer six mois après le traitement.

QUESTION N° 3 :

Pour évaluer le bénéfice de trois thérapies alternatives, on constitue trois groupes de 50 fumeurs chacun. Le groupe A est traité par acupuncture, le groupe B par auriculothérapie et le groupe C suit une psychothérapie de groupe. On constate que 72 % des fumeurs du groupe A, 66 % du groupe B et 54 % du groupe C ont diminué leur consommation de cigarettes.

La baisse de la consommation de tabac dépend-elle de la thérapie alternative ?

Proposition de réponse

Test d'indépendance du Khi-deux

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 4 (40 points)

H_0 : indépendance entre la consommation de tabac et le type de thérapie

H_1 : liaison entre la consommation de tabac et le type de thérapie

<u>tableau des effectifs</u>	groupe A		groupe B		groupe C		total
	n_i	c_i	n_i	c_i	n_i	c_i	
baisse de la consommation de tabac	36	32	33	32	27	32	96
non baisse	14	18	17	18	23	18	54
total	50		50		50		150

Conditions d'application du Khi-Deux vérifiées (indépendance des observations et effectifs théoriques sous H_0 supérieurs ou égaux à 5).

$$ddl = 2 \Rightarrow \chi_{\alpha}^2 = 5,991$$

$$\chi_{obs}^2 = \sum \frac{(n_i - c_i)^2}{c_i} = (4^2 + 1^2 + 5^2) \times \left(\frac{1}{32} + \frac{1}{18}\right) = 3,646$$

$$\Rightarrow \chi_{obs}^2 < 5,991 \Rightarrow \text{Non rejet de } H_0$$

$\Rightarrow$ On ne montre pas de liaison significative entre la thérapie alternative et la baisse de la consommation de tabac.

QUESTION N° 4 :

Afin de contrôler la prise de poids qui peut accompagner le sevrage tabagique, l'augmentation du poids Y en fonction de la durée du sevrage Δt est notée. Sur un échantillon de 18 fumeurs, le coefficient de corrélation entre Δt et Y est égal à 0,60.

Existe-t-il une corrélation positive entre l'augmentation du poids et la durée du sevrage ?

Proposition de réponse

$$H_0 (\rho = 0) / H_1 (\rho \neq 0)$$

$$ddl = 16 \Rightarrow t_{\alpha} = 2,120$$

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n - 2} = \frac{0,6 \times 4}{\sqrt{1 - 0,6^2}} = 3,0$$

$$\Rightarrow t > 2,120 \Rightarrow \text{Rejet de } H_0$$

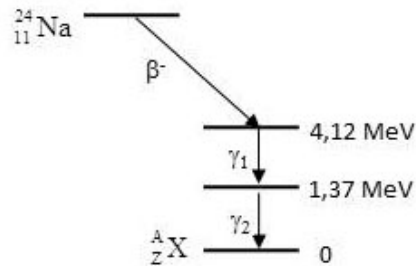
$\Rightarrow$ corrélation linéaire significative entre Δt et Y donc entre la durée du sevrage et l'augmentation du poids.

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Enoncé

Le sodium 24 ($^{24}_{11}\text{Na}$) est un radionucléide émetteur bêta moins (β^-) de période radioactive $T = 15,0$ h dont le schéma de désintégration simplifié est représenté ci-dessous :



Données:

- constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- équivalent énergétique de l'unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
- numéro atomique de quelques éléments :

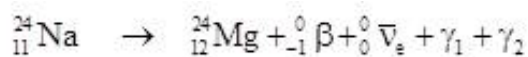
Z	9	10	11	12	13	14
Symbole	F	Ne	Na	Mg	Al	Si
Nom	fluor	néon	sodium	magnésium	aluminium	silicium

Questions

QUESTION N° 1 :

Ecrire l'équation de désintégration du sodium 24. Identifier le noyau X en précisant son symbole, son numéro atomique et son nombre de masse.

Proposition de réponse



QUESTION N° 2 :

Calculer l'énergie cinétique maximale $E_{\beta^- \text{ max}}$ (en MeV) emportée par le rayonnement β^- .

On donne les masses des atomes :

$$M(^{24}\text{Na}) = 23,99061 \text{ u} \text{ et } M(^A_Z\text{X}) = 23,985042 \text{ u}$$

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

Proposition de réponse

$$E_{\beta_{\max}} = [M(^{24}_{11}\text{Na}) - M(^{24}_{12}\text{Mg})] \cdot c^2 - E_{\gamma_1} - E_{\gamma_2}$$

$$E_{\beta_{\max}} = [23,990961 - 23,985042] \cdot 931,5 - 4,12 = 1,39 \text{ MeV}$$

QUESTION N° 3 :

Quelles sont les énergies E_{γ_1} et E_{γ_2} (en MeV) des photons γ émis lors de la désexcitation du noyau X ?

Proposition de réponse

$$E_{\gamma_1} = 4,12 - 1,37 = 2,75 \text{ MeV}$$

$$E_{\gamma_2} = 1,37 \text{ MeV}$$

QUESTION N° 4 :

Calculer la constante radioactive λ (en h^{-1}) et la durée de vie moyenne τ (en h) du sodium 24.

Proposition de réponse

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 4,62 \cdot 10^{-2} \text{ h}^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = 21,6 \text{ h}$$

QUESTION N° 5 :

On dispose d'une solution de sodium 24 d'activité $A_0 = 3,7 \text{ MBq}$. Calculer son activité A_1 (en MBq) au bout de 24,0 h.

Proposition de réponse

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

$$A = 3,7 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{15,0} \cdot 24} = 1,22 \text{ MBq}$$

QUESTION N° 6 :

On souhaite mesurer le volume de diffusion du sodium chez un patient. Pour cela, une infirmière lui injecte

EPREUVE D'EXERCICE D'APPLICATION

Exercice N° 5 (40 points)

une activité $A = 2,0 \text{ MBq}$ de sodium 24.

- A quelle masse (en pg) de sodium 24 correspond cette activité $A = 2,0 \text{ MBq}$?
- Lorsque le sodium 24 est réparti de manière homogène dans l'organisme, l'activité volumique du plasma est $a = 120 \text{ Bq.mL}^{-1}$. Sachant que l'activité éliminée dans les urines pendant la durée de l'examen est $A_U = 100 \text{ kBq}$ et qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte de la décroissance radioactive, calculer le volume (en L) de diffusion du sodium chez ce patient.
- Indiquer les conditions de mesure de la radioactivité des échantillons (avant et après injection) pour qu'il ne soit pas nécessaire d'effectuer la correction de décroissance radioactive.

Proposition de réponse

$$a) \quad m = \frac{M_A \cdot N}{N_A} = \frac{24 \times 2,0 \cdot 10^6 \times 15,0 \times 3600}{6,02 \cdot 10^{23} \times \ln 2} = 6,2 \cdot 10^{-12} \text{ g} = 6,2 \text{ pg}$$

$$b) \quad V = \frac{A - A_U}{a} = \frac{2,0 \cdot 10^6 - 100 \cdot 10^3}{120} = 15,8 \cdot 10^3 \text{ mL} = 15,8 \text{ L}$$

c) Recommandation :

- effectuer au même moment les mesures de radioactivité des échantillons avant et après injection de façon à ce que la décroissance les affecte de la même manière ;
- vérifier que la durée des comptages est faible devant la période du sodium 24 ($T = 15,0 \text{ h}$)

Recommandation

QUESTION N° 7 :

Sachant que le débit de dose équivalente au contact de la seringue qui a servi à l'injection est de $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ } \mu\text{Sv.h}^{-1}$ pour une activité de 1 Bq , calculer la dose équivalente (en μSv) reçue par l'infirmière pendant l'injection dont la durée est de $0,5 \text{ min}$.

Proposition de réponse

$$H = \frac{dH}{dt} \cdot A \cdot \Delta t = 2,2 \cdot 10^{-2} \times 2,0 \cdot 10^6 \times \frac{0,5}{60} = 367 \text{ } \mu\text{Sv}$$