

B.T.S. Analyses de Biologie Médicale

E3 – U3

Sciences physiques et chimiques

SESSION 2026

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
- L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collège » est autorisé.
- Tout autre matériel est interdit.

Document à rendre avec la copie :

- Document réponse page 11/11.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part dans l'appréciation des copies.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 1/11

Données relatives à tout le sujet

Classification périodique des éléments :

colonnes périodes ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	¹ ₁ H hydrogène 1,0																	⁴ ₂ He hélium 4,0	
2	³ ₃ Li lithium 6,9	⁹ ₄ Be béryllium 9,0		nombre de masse de l'isotope le plus abondant — nombre de charge — (ou numéro atomique)		A Z X M nom		symbole de l'élément					¹¹ ₅ B bore 10,8	¹² ₆ C carbone 12,0	¹⁴ ₇ N azote 14,0		¹⁶ ₈ O oxygène 16,0	¹⁹ ₉ F fluor 19,0	²⁰ ₁₀ Ne néon 20,2
3	²³ ₁₁ Na sodium 23,0	²⁴ ₁₂ Mg magnésium 24,3											²⁷ ₁₃ Al aluminium 27,0	²⁸ ₁₄ Si silicium 28,1	³¹ ₁₅ P phosphore 31,0	³² ₁₆ S soufre 32,1	³⁵ ₁₇ Cl chlore 35,5	⁴⁰ ₁₈ Ar argon 39,9	
4	³⁹ ₁₉ K potassium 39,1	⁴⁰ ₂₀ Ca calcium 40,1	⁴⁵ ₂₁ Sc scandium 45,0	⁴⁸ ₂₂ Ti titane 47,9	⁵¹ ₂₃ V vanadium 50,9	⁵² ₂₄ Cr chrome 52,0	⁵⁵ ₂₅ Mn manganèse 54,9	⁵⁶ ₂₆ Fe fer 55,8	⁵⁹ ₂₇ Co cobalt 58,9	⁵⁸ ₂₈ Ni nickel 58,7	⁶³ ₂₉ Cu cuivre 63,5	⁶⁴ ₃₀ Zn zinc 65,4	⁶⁹ ₃₁ Ga gallium 69,7	⁷⁴ ₃₂ Ge germanium 72,6	⁷⁵ ₃₃ As arsenic 74,9	⁸⁰ ₃₄ Se sélénium 79,0	⁷⁹ ₃₅ Br brome 79,9	⁸⁴ ₃₆ Kr krypton 83,8	
5	⁸⁵ ₃₇ Rb rubidium 85,5	⁸⁸ ₃₈ Sr strontium 87,6	⁸⁹ ₃₉ Y yttrium 88,9	⁹⁰ ₄₀ Zr zirconium 91,2	⁹³ ₄₁ Nb niobium 92,9	⁹⁸ ₄₂ Mo molybdène 95,9	⁹⁸ ₄₃ Tc technetium 98,9	¹⁰² ₄₄ Ru ruthénium 101,1	¹⁰³ ₄₅ Rh rhodium 102,9	¹⁰⁶ ₄₆ Pd palladium 106,4	¹⁰⁷ ₄₇ Ag argent 107,9	¹¹⁴ ₄₈ Cd cadmium 112,4	¹¹⁵ ₄₉ In indium 114,8	¹²⁰ ₅₀ Sn étain 118,7	¹²¹ ₅₁ Sb antimoine 121,7	¹³⁰ ₅₂ Te tellure 127,6	¹²⁷ ₅₃ I iode 126,9	¹³⁰ ₅₄ Xe xénon 131,3	
6	¹³³ ₅₅ Cs césium 132,9	¹³⁸ ₅₆ Ba baryum 137,3	L	¹⁸⁰ ₇₂ Hf hafnium 178,5	¹⁸¹ ₇₃ Ta tantalum 180,9	¹⁸⁴ ₇₄ W tungstène 183,9	¹⁸⁷ ₇₅ Re rhenium 186,2	¹⁹² ₇₆ Os osmium 190,2	¹⁹³ ₇₇ Ir iridium 192,2	¹⁹⁵ ₇₈ Pt platine 195,1	¹⁹⁷ ₇₉ Au or 197,0	²⁰² ₈₀ Hg mercure 200,6	²⁰⁵ ₈₁ Tl thallium 204,4	²⁰⁸ ₈₂ Pb plomb 207,2	²⁰⁹ ₈₃ Bi bismuth 209,0	²¹⁰ ₈₄ Po polonium 209	²¹⁰ ₈₅ At astate 210	²²² ₈₆ Rn radon 222	
7	²²³ ₈₇ Fr francium ~223	²²⁶ ₈₈ Ra radium 226,0		A	²⁶¹ ₁₀₄ Ku kuratovium ~261	²⁶² ₁₀₅ Ha hassium ~262	¹⁰⁶ ₁₀₆ Sg seaborgium —	¹⁰⁷ ₁₀₇ Ns nietoborium —	¹⁰⁸ ₁₀₈ Hs hassium —	¹⁰⁹ ₁₀₉ Mt meitnerium —	¹¹⁰ ₁₁₀ X —	¹¹¹ ₁₁₁ X —	¹¹² ₁₁₂ X —	¹¹⁴ ₁₁₄ X —	¹¹⁶ ₁₁₆ X —	¹¹⁸ ₁₁₈ X —	¹¹⁸ ₁₁₈ X —	¹¹⁸ ₁₁₈ X —	

L = Lanthanides : 57 à 71

¹³⁹ ₅₇ La lanthane 138,9	¹⁴⁰ ₅₈ Ce cérium 140,1	¹⁴¹ ₅₉ Pr praseodyme 140,9	¹⁴² ₆₀ Nd néodyme 144,2	¹⁴⁶ ₆₁ Pm prométhium ~145	¹⁵² ₆₂ Sm samarium 150,4	¹⁵³ ₆₃ Eu europium 152,0	¹⁵⁸ ₆₄ Gd gadolinium 157,2	¹⁵⁹ ₆₅ Tb terbium 158,9	¹⁶⁴ ₆₆ Dy dysprosium 162,5	¹⁶⁵ ₆₇ Ho holmium 164,9	¹⁶⁶ ₆₈ Er erbium 167,3	¹⁶⁹ ₆₉ Tm thulium 168,9	¹⁷⁴ ₇₀ Yb ytterbium 173,0	¹⁷⁵ ₇₁ Lu lutécium 175,0
--	--	--	---	---	--	--	--	---	--	---	--	---	---	--

A = Actinides : 89 à 103

²²⁷ ₈₉ Ac actinium ~227	²³² ₉₀ Th thorium 232,0	²³¹ ₉₁ Pa protactinium 231,0	²³⁸ ₉₂ U uranium 238,0	²³⁷ ₉₃ Np néptunium ~237	²⁴⁴ ₉₄ Pu plutonium ~244	²⁴³ ₉₅ Am américium ~243	²⁴⁷ ₉₆ Cm curium ~247	²⁴⁷ ₉₇ Bk berkélium ~247	²⁵¹ ₉₈ Cf californium ~251	²⁵⁴ ₉₉ Es éinsteinium ~254	²⁵⁷ ₁₀₀ Fm fermium ~257	²⁵⁸ ₁₀₁ Md mendelevium ~258	²⁵⁹ ₁₀₂ No nobélium ~259	²⁶⁰ ₁₀₃ Lr lawrencium ~260
---	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	---	---	--	--

Source : <https://www.physiquechimie.lycee.com>

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 2/11

- Valeurs de constantes :

Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- Équivalence électronvolt-joules : $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

- Loi de décroissance radioactive :

$N(t) = N(t_0) e^{-\lambda t}$ avec $N(t)$ le nombre de noyaux d'un échantillon radioactif à l'instant t et $N(t_0)$ le nombre de noyaux de cet échantillon à l'instant t_0 .

- Rappel mathématique : $\ln(e^x) = x$, pour x tout réel.
- Expression de la période radioactive T en fonction de la constante radioactive λ : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- Relation entre l'énergie d'un photon E_{photon} et la longueur d'onde du rayonnement associé λ_{ray} :

$$E_{\text{photon}} = \frac{h c}{\lambda_{\text{ray}}}$$

- Domaine spectral des ondes électromagnétiques :

Rayons Gamma	Rayons X	U.V	Infrarouges	Ondes radio			
				RADAR	TV	FM	AM
0,0001 nm	0,01 nm	10 nm	1000 nm	0,01 cm	1 cm	1 m	100 m

longueur d'onde en m

- Masse molaire moléculaire :

Tétraphénylborate de potassium : $M(\text{K} - \text{TPB}) = 389,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Chlorhydrate de dobutamine : $M(\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{ClNO}_3) = 337,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

- On considère, dans le sujet, qu'une transformation chimique est quasi-totale si la constante d'équilibre K_R associée vérifie la relation : $K_R > 10^4$.
- En milieu médical, la dilution dans une solution de chlorure de sodium est courante pour éviter des déséquilibres électrolytiques et garantir la compatibilité avec les fluides corporels. L'utilisation d'eau pure ou d'une autre solution inappropriée pourrait provoquer des réactions indésirables ou affecter l'efficacité du médicament.

Ce sujet porte sur la détection des maladies cardiovasculaires et s'intéresse à trois examens menant à leur dépistage.

Les trois exercices sont indépendants.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 3/11

Exercice I – Le PET-scan cardiaque (6 points)

Le PET-scan cardiaque, ou TEP-TDM, est un examen d'imagerie qui permet d'évaluer l'irrigation du muscle cardiaque, sa contraction, le métabolisme des cellules, ainsi que les éventuels dommages causés par une maladie ou une crise cardiaque.

Pour réaliser cet examen, un traceur radioactif, le rubidium 82, est injecté dans le sang. Ce traceur émet un rayonnement capté par une « caméra TEP » afin de produire des images détaillées du cœur.

En raison de sa très courte demi-vie (environ 75 s), le rubidium 82 doit être produit au moment de l'examen. Il est produit dans un générateur à partir du strontium 82, un isotope radioactif du strontium.

1. Le générateur de production du rubidium 82

Le strontium possède de nombreux isotopes.

Q1. Rappeler la définition d'un isotope.

Q2. Donner le symbole du noyau de strontium 82, ainsi que sa composition.

Le strontium 82 est un radioisotope de constante radioactive $\lambda = 3,1 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$. La désintégration radioactive qu'il subit forme le rubidium 82.

Q3.a Écrire l'équation de cette transformation nucléaire.

Q3.b Indiquer, avec justification, si le strontium 82 est un émetteur α , β^- ou β^+ .

Q4.a Définir le temps de demi-vie d'un radionucléide.

Q4.b Calculer le temps de demi-vie du strontium 82.

Le générateur fonctionne efficacement tant que le Strontium 82 produit suffisamment de Rubidium 82 pour l'imagerie. Lorsque la quantité de Strontium 82 encore présent dans celui-ci tombe sous une limite critique, la production de Rubidium 82 devient insuffisante et le générateur doit être remplacé.

Le compteur d'activité alerte l'utilisateur lorsqu'il ne reste plus que 25 % du Strontium 82 initial.

Q5. Montrer que le générateur de rubidium 82 doit être remplacé avant deux mois d'utilisation.

Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 4/11

2. Nature du rayonnement détecté par la « caméra TEP »

Le traceur rubidium 82 formé à l'aide du générateur est radioactif β^+ .

Une fois émise, la particule β^+ parcourt quelques millimètres dans les tissus, puis interagit avec un électron de la matière du corps du patient suivant une réaction d'annihilation au cours de laquelle deux photons d'énergie 511 keV sont émis dans des directions opposées comme le montre la **figure 1** ci-dessous.

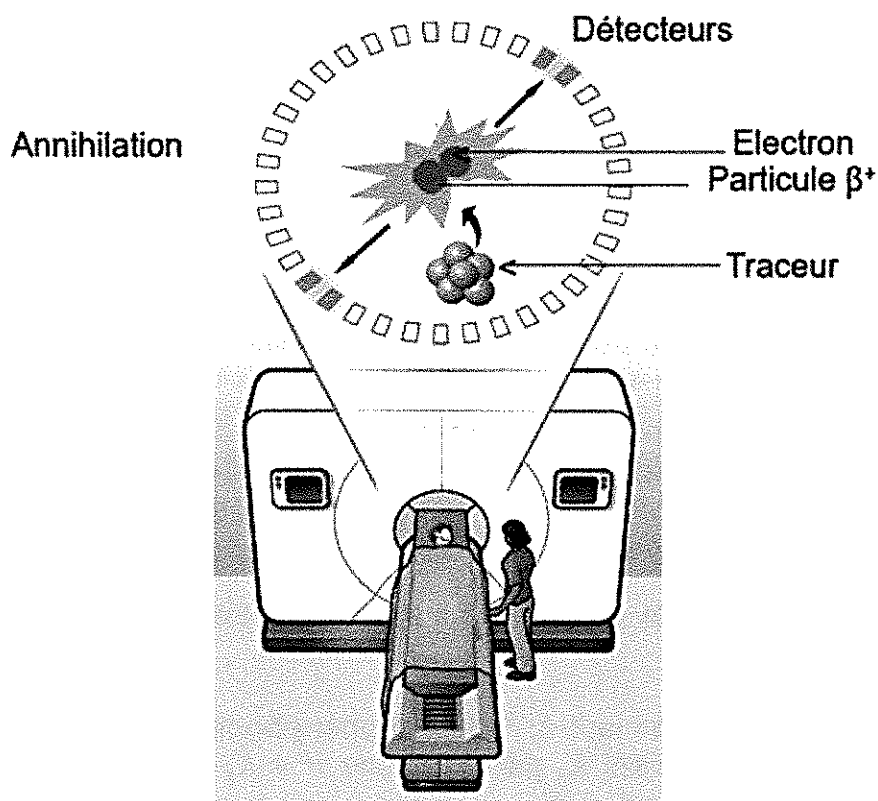


Figure 1 – Détection des photons par la caméra TEP

Source : d'après blog-lecerveau.org

- Q6.** Déterminer la nature du rayonnement électromagnétique capté par la caméra TEP.
Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 5/11

Exercice II – Le dosage du potassium dans le sang (6,5 points)

Un taux de potassium trop élevé (hyperkaliémie) ou trop bas (hypokaliémie) peut avoir de graves conséquences, comme des anomalies du rythme cardiaque, voire un arrêt du cœur.

Pour doser le potassium dans le sang, on peut procéder par turbidimétrie, c'est-à-dire par étude quantitative de la transmission de la lumière par des particules en suspension.

1. L'obtention de la suspension trouble à doser

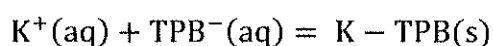
On suit la procédure décrite dans l'annexe, page 10/11.

Dans un premier temps, on fait précipiter les protéines contenues dans le sang en ajoutant une solution d'acide trichloroacétique (**étape 3 de la procédure**).

Cette étape permet d'alourdir suffisamment les protéines pour pouvoir les séparer ensuite du plasma, avec les globules rouges.

Q7. Indiquer à quelle étape de la procédure est réalisée cette séparation des protéines.

En milieu basique et en l'absence de protéines, les ions potassium K^+ réagissent avec les ions tétraphénylborate, notés de manière abrégée TPB^- , selon la transformation chimique d'équation suivante :



Q8. Préciser le type de transformation chimique dont il s'agit.

La solubilité du tétraphénylborate de potassium dans l'eau est très faible. À 20°C, elle a pour valeur $s_m = 6,4 \times 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Q9.a Montrer que la solubilité s , en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, du tétraphénylborate de potassium s'exprime en fonction du produit de solubilité K_s par la relation $s^2 = K_s$ (on rappelle que, dans cette relation, s est exprimée en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Q9.b Vérifier que $K_s = 2,7 \times 10^{-8}$ environ à 20 °C.

Q10. Justifier que la réaction entre les ions potassium K^+ et les ions tétraphénylborate TPB^- est quasi-totale.

On considèrera que, dans ces conditions, la concentration de particules solides de $K - TPB$ est égale à celle des ions potassium K^+ dans la suspension initiale.

2. Le principe de mesure

La turbidimétrie étudie l'atténuation d'un faisceau lumineux lorsqu'il traverse une suspension aqueuse trouble contenant des particules solides en suspension (**figure 2**).

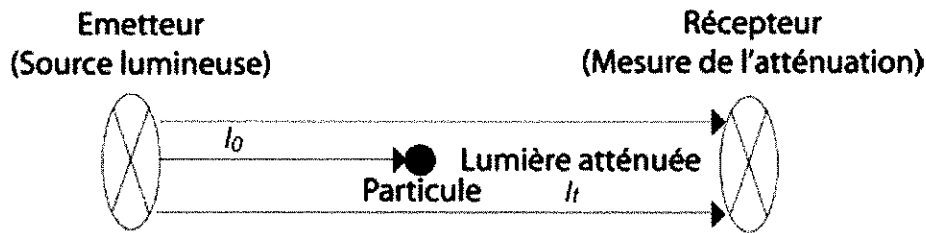


Figure 2 – Principe de la mesure par turbidimétrie

La grandeur mesurée est appelée atténuation, notée D . Elle est définie par la relation suivante : $D = -\log T = -\log\left(\frac{I_t}{I_0}\right)$ où I_0 est l'intensité lumineuse incidente et I_t l'intensité lumineuse transmise et donc atténuée.

Q11. Expliquer pourquoi l'atténuation est mesurée avec un spectrophotomètre.

On vérifie que pour de faibles concentrations, sous lumière monochromatique, l'atténuation d'une suspension homogène est proportionnelle à la concentration en quantité de matière des particules (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), à condition que leur taille et leur forme restent constantes.

Q12. Démontrer la formule de calcul indiquée dans les informations extraites du kit employé pour réaliser le dosage du potassium (**en bas de l'annexe page 10/11**) :

$$\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = [\text{K}^+] \text{ dans laquelle } [\text{K}^+] \text{ est exprimée en } \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

3. Le diagnostic

Le taux de potassium dans le sang se situe normalement entre $3,6$ et $5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On classe l'hyperkaliémie en trois stades, du plus léger au plus sévère :

- stade léger : entre $5,5$ et $5,9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- stade modéré : entre 6 et $6,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$;
- stade sévère : supérieur à $6,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Voici les résultats de mesures réalisées au laboratoire :

$$D_{\text{étalon}} = 2,685.$$

$$D_{\text{échantillon}} = 3,650.$$

Q13. Indiquer, en justifiant, si le patient est en danger selon les résultats obtenus.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 7/11

Exercice III – L'épreuve d'effort pharmacologique (7,5 points)

Soumettre le cœur à un effort permet de détecter une maladie des artères qui l'alimentent en sang. Pour augmenter la fréquence et l'intensité des battements cardiaques, le patient peut être invité à réaliser une activité physique ou recevoir des stimulants, comme la dobutamine.

La dobutamine est une molécule dont la formule topologique est précisée sur la **figure 3**.

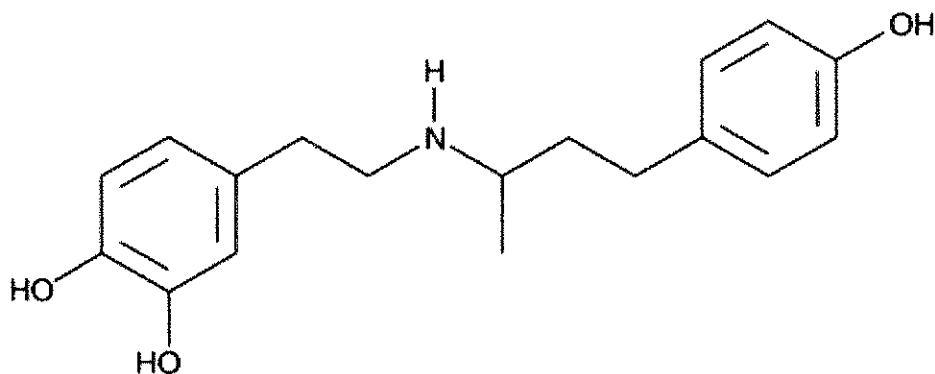


Figure 3 – Représentation topologique de la dobutamine

Q14. Donner le nom des deux types de groupes fonctionnels présents dans la dobutamine.

La molécule de dobutamine est une molécule chirale et se présente sous la forme d'un couple de deux stéréoisomères A et B représentés dans le **document réponse page 11/11 à rendre avec la copie**.

Q15. Le carbone autour duquel les quatre liaisons sont indiquées en représentation de Cram est un carbone asymétrique de la dobutamine. Définir ce qu'est un carbone asymétrique.

Q16. Expliquer pourquoi les deux stéréoisomères sont deux énantiomères.

Q17. Déterminer lequel des stéréoisomères A ou B possède la configuration S. Justifier la réponse sur le **document réponse page 11/11 à rendre avec la copie** en indiquant, sur l'une des deux figures, l'ordre de priorité des substituants selon les règles de Cahn, Ingold et Prelog en précisant la position de l'œil.

Devant le nom officiel du principe actif commercialisé, il est noté ($\pm$). Cette indication signifie qu'il s'agit d'un mélange racémique.

Q18. Définir ce qu'est un mélange racémique.

La plupart des produits contenant la dobutamine sont commercialisés sous la forme de solution de chlorhydrate de dobutamine obtenue par une réaction acido-basique. Dans cette réaction, la base dobutamine (notée R – NH – R') réagit avec l'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-).

Q19. Écrire le couple acide/base auquel la dobutamine appartient.

Q20.a Écrire l'équation-bilan de la réaction entre la solution aqueuse d'acide chlorhydrique et la dobutamine, sans faire figurer les ions spectateurs.

Q20.b En déduire la formule de la solution de chlorhydrate de dobutamine obtenue.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 8/11

Une ampoule de 20,0 mL de solution injectable pour perfusion, contenant du chlorhydrate de dobutamine à une concentration de $3,75 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, est diluée dans une poche de perfusion de chlorure de sodium pour obtenir un volume final de 50,0 mL.

Q21.a Déterminer la concentration en quantité de matière de la solution finale après dilution.

Une patiente de 49 kg doit recevoir un débit de perfusion de 15 μg de chlorhydrate de dobutamine par kilogramme de masse corporelle par minute.

Q21.b Calculer la durée en heures de la perfusion si l'intégralité du contenu de la poche est administrée à la patiente.

Le candidat est invité à prendre des initiatives. Tout raisonnement, même incomplet sera valorisé.

BTS Analyses de Biologie Médicale		Session 2026
E3 – U3 : Sciences physiques et chimiques	26ABE3SPC1	Page 9/11

ANNEXE

Informations extraites du kit employé pour réaliser le dosage du potassium

Composition du coffret :

Réactif 1 (50 mL)	Solution de tétraphénylborate : $C_1 = [\text{TPB}^-]_1 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 2 (50 mL)	Solution d'hydroxyde de sodium : $C_2 = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 3 (50 mL)	Solution d'acide trichloroacétique : $C_3 = 0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Réactif 4 (3 mL)	Solution étalon de potassium : $C_4 = [\text{K}^+] = 5,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Préparation du réactif de travail à utiliser :

Trente minutes avant le dosage, mélanger deux volumes identiques du réactif 1 et du réactif 2.

Procédure :

Étape 1 : Régler la longueur d'onde de travail à 578 nm et la température de mesure à 37 °C.

Étape 2 : Régler l'instrument à zéro avec l'eau distillée.

Étape 3 : Introduire dans un tube 50 µL d'échantillon et 500 µL du réactif 3.

Étape 4 : Mélanger soigneusement. Centrifuger à une vitesse élevée pendant 5 – 10 min.

Étape 5 : Séparer le surnageant clair et l'introduire dans une cuve. Le surnageant constitue l'échantillon à analyser.

	Étalon	Échantillon
Réactif de travail	1,0 mL	1,0 mL
Étalon	100 µL	0
Échantillon	0	100 µL

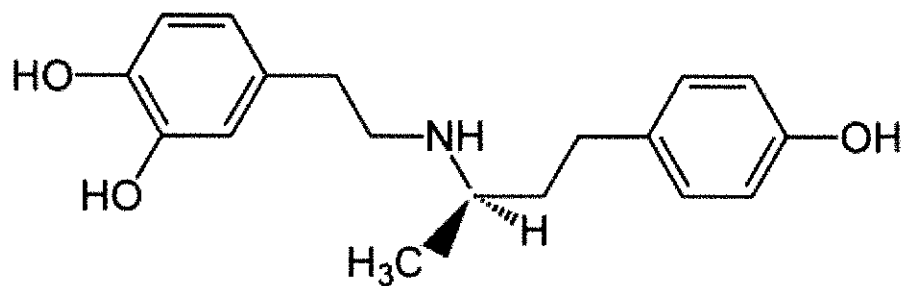
Étape 6 : Photométrer l'étalon et l'échantillon par rapport au blanc de réactif de travail après 5 min.

Calcul :

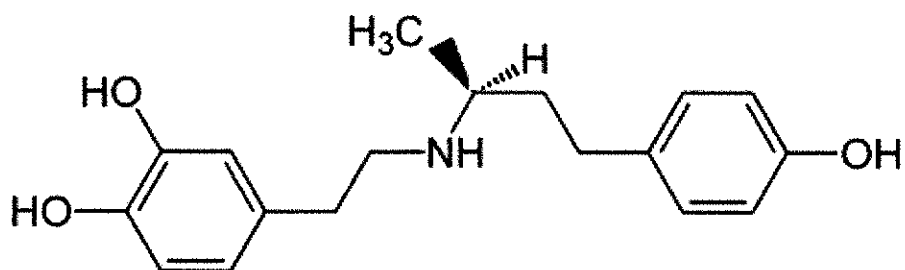
$$\frac{D_{\text{échantillon}}}{D_{\text{étalon}}} \times 5 = [\text{K}^+] \text{ avec } [\text{K}^+] \text{ exprimée en } \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

DOCUMENT RÉPONSE

À rendre avec la copie



Stereoisomère A



Stereoisomère B

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

PRENOM :
(en majuscules)

[illegible]

N° candidat :

[illegible]

N° d'inscription :

--	--	--

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Né(e) le :

[illegible]

Liberté - Égalité - Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE