Devoir commun de Sciences Physiques.

Classes de $TSTS_1$, $TSTS_2$, $TSTS_3$, $TSTS_4$

L'acide urique est un acide qui provient de la destruction des acides nucléiques contenus dans l'organisme. Cet acide provient également de la digestion de certains aliments riches en acides nucléiques comme le foie, certains poissons et certaines volailles.

L'acide urique doit normalement être filtré par les reins et éliminé via les urines. De cette façon, l'uricémie (taux d'acide urique dans le sang) peut se maintenir dans les limites de l'acceptable dans l'organisme. Dans le cas contraire, quand la fonction rénale est insuffisante, le taux d'acide urique augmente dans le sang. L'excès d'acide urique dans le sang a tendance à entrainer la formation de cristaux (sortes de petites pierres) à l'origine de crise de goutte et de lithiase rénale (calculs rénaux)

Partie 1 : Etude de l'acide urique

L'acide urique est un acide de formule brute $C_5H_4N_4O_3$. On dissout une masse m = $8{,}4 \times 10^{-2}$g d'acide urique dans l'eau afin d'obtenir 500 mL de solution.

1.1 L'acide urique est-il le soluté ou le solvant lors de cette dissolution ? Justifier

1.2 Déterminer la quantité de matière en acide urique dissoute.

On donne M(acide urique) = 168 g.mol^{-1}

1.3 En déduire que la concentration de la solution fabriquée vaut C = $1{,}0 \times 10^{-3}$ mol.L^{-1}

1.4 La base conjuguée de l'acide urique est l'ion urate. Donner sa formule et écrire le couple acide/base qui concerne ces deux espèces.

1.5 Ecrire l'équation bilan de la réaction de dissolution de l'acide urique dans l'eau (couple de l'eau mis en jeu : H_3O^+/H_2O)

1.6 Le pH de cette solution vaut 3,9. Calculer la concentration $[H_3O^+]$ en ions oxonium dans cette solution.

1.7 L'acide urique est un acide faible. Justifier cette affirmation.

1.8 Le pKa du couple acide urique/ion urate a pour valeur pKa = 3,9. Compléter le diagramme de prédominance fourni en feuille annexe.

1.9 Dans la solution fabriquée, y a-t-il une espèce qui prédomine ? Si oui, laquelle. Justifier.

1.10 Comment s'appelle une telle solution ? Donner une propriété de cette solution.

Partie 2. Diagnostic d'une hyper uricémie

Un homme de 55 ans présente depuis quelques temps des douleurs dorsales. Son médecin décide de déterminer son taux d'acide urique dans ses urines..Pour cela, l'homme doit collecter la totalité de ses urines sur 24 heures et apporter l'ensemble à un laboratoire d'analyse. L'uricémie est normale si la masse d'acide urique dans les urines de 24 heures est comprise entre 250 mg et 750 mg.

2.1 Le pH des urines du patient vaut 6,7. En vous appuyant sur le diagramme de prédominance, déterminer l'espèce du couple acide urique/ion urate qui est prédominante dans les urines.

C'est de cette espèce (notée X dans la suite de l'exercice) dont on détermine par dosage la quantité. 50 mL des urines du patient sont dosées à l'aide d'une solution acide ($H_3O^+ + Cl^-$) de concentration molaire $C_A = 2{,}0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}. On réalise un suivit pH-métrique et on obtient la courbe fournie en annexe. L'équation bilan de la réaction de dosage s'écrit

$$X + H_3O^+ \longrightarrow Y + H_2O$$

2.2 Annoter le schéma de dosage fourni sur la feuille annexe.

2.3 Déterminer graphiquement le volume d'acide versé V_E pour atteindre le point d'équivalence.

2.4 Définir le point d'équivalence.

2.5 Déterminer la quantité d'ions oxonium H_3O^+ versés pour atteindre le point d'équivalence.

2.6 Déterminer la relation entre $n(H_3O^+)_{versés}$ et $n(X)_{urines}$. En déduire que la quantité d'espèce X dans les 50 mL des urines vaut $2{,}0\times10^{-4}$ mol.

2.7 Le volume total des urines du patient est de 1,5 L Déterminer la quantité d'espèce X contenue dans la totalité des urines du patient.

2.8. Cette quantité est la même que celle de l'acide urique. Déterminer la masse d'acide urique contenue dans les urines du patient. Son uricémie est-elle normale ? Justifier.

(On *rappelle M(acide urique) = 168 g.mol^{-1})*

2.9 A partir de la courbe de dosage, déterminer la valeur du pKa du couple acide urique/ion urate. Justifier la méthode utilisée. Cette valeur est-elle en accord avec celle donnée à la question 1.8 de la partie 1 ?

Partie 3 . Radiographie des reins.

Les résultats de l'analyse conduisent le médecin à demander une radiographie des reins en vue de découvrir la présence d'éventuels calculs rénaux.

La radiographie est un examen diagnostique qui utilise les rayons X. De la même famille que les rayons lumineux, mais de longueurs d'ondes plus courtes, les rayons X ont la propriété de pouvoir impressionner une plaque radiographique, de la même manière que la lumière, un film photographique. Cependant, au contraire de la photo, la radiographie ne donne pas une image de notre enveloppe corporelle. Comme les rayons X traversent la matière, le film radiographique peut garder l'impression et livrer l'image de notre anatomie interne ! En fonction de l'organe radiographié, le cliché sera plus ou moins noirci. Ainsi, sur une radio, les structures osseuses par exemple, formées d'éléments chimiques de fort numéro atomique, absorbent le rayonnement et apparaîtront en blanc tandis que des organes tels que les poumons apparaîtront en noir.

3.1 Les rayons X sont des ondes électromagnétiques. Compléter l'échelle des longueurs d'onde en précisant les noms des domaines manquants et les valeurs des bornes du domaine visible.

3.2 On calcule l'énergie d'un rayonnement électromagnétique par la relation

$$E = \frac{hxC}{\lambda}$$

3.3 Que représentent les lettres C et h ?

3.4 Préciser les unités légales des grandeurs représentées par les lettres E et λ.

3.3 L'appareil de radiographie utilise un rayonnement d'énergie E = $3{,}3 \times 10^{-17}$ USI (USI=unité du système international)

3.3.1 Quel est le nom des corpuscules qui transportent l'énergie d'une onde électromagnétique ?

3.3.2 Montrer que la longueur d'onde de la radiation utilisée vaut 6,0 nm. Cette radiation appartient-elle bien au domaine des rayons X ?

On donne h = $6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s^{-1} ; C = $3{,}0 \times 10^{8}$ m.s^{-1}
1m équivaut à 10^{9} nm

3.4 Déterminer la fréquence de cette radiation.

3.5 Le cliché réalisé sur le patient présente à l'emplacement des reins une tache importante de couleur blanche (voir document ci contre.) Sachant que les calculs rénaux sont formés de cristaux d'oxalate de calcium, préciser en vous appuyant sur des informations tirées du texte fourni en début d'exercice si cette tache représente l'organe ou un calcul présent.

On donne Z(H) =1 ; Z(O) = 8 ; Z(Ca) = 20

3.6 Parmi les domaines représentés sur l'échelle de la feuille annexe, une autre famille de radiations permet de réaliser de l'imagerie médicale.

3.6.1 Quelle est cette famille ?

3.6.2 Comment se nomme ce type d'imagerie ?

3.6.3 Sur quel phénomène se base-t-elle ?

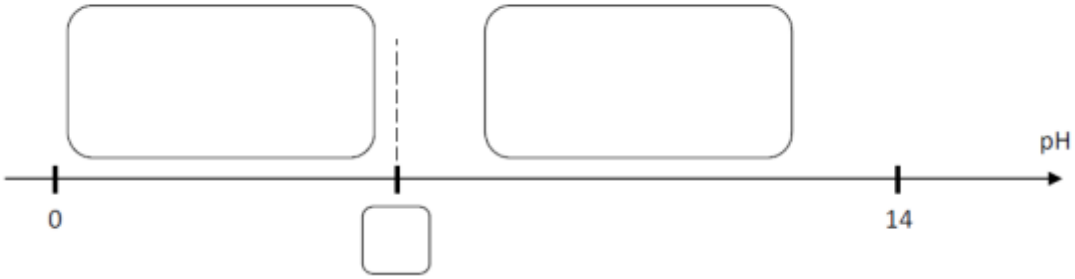
3.6.4 L'énergie des radiations utilisées est-elle plus ou moins importante que l'énergie des rayons X ? Justifier votre réponse

Feuille annexe

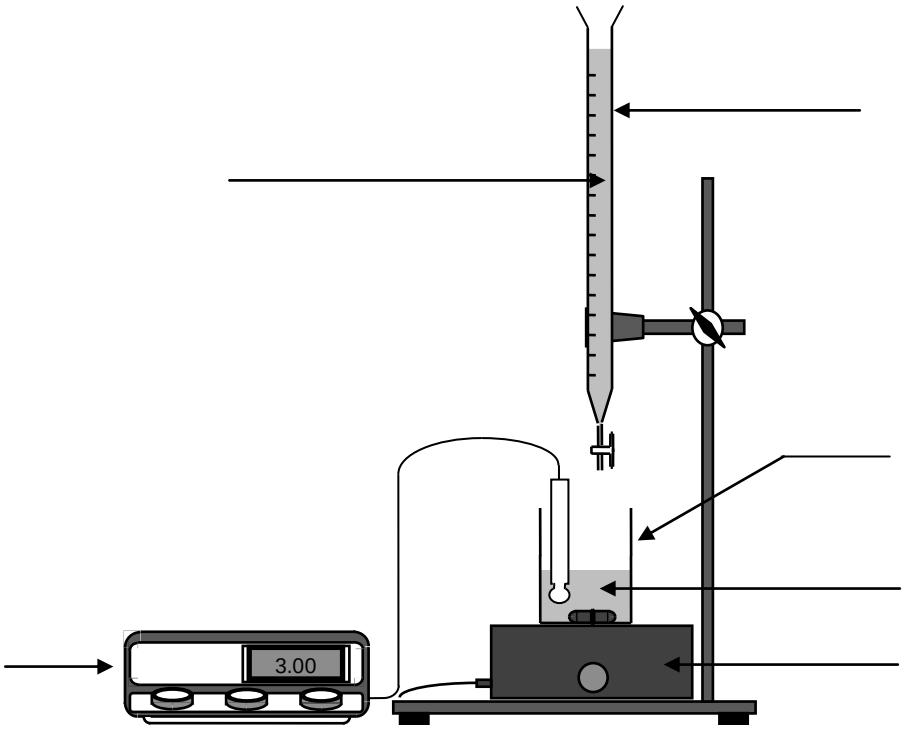
NOM : CLASSE :

PRENOM

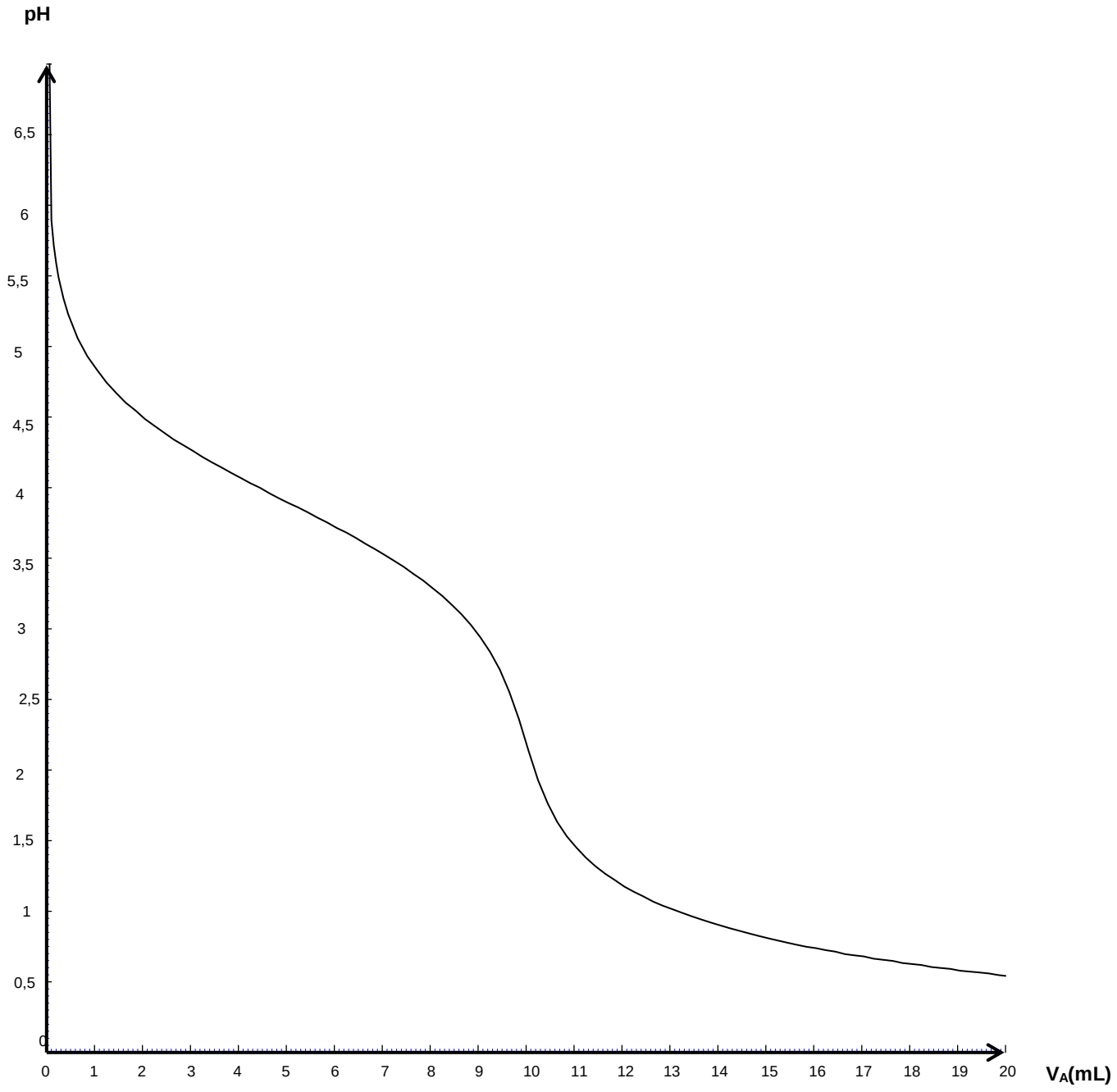
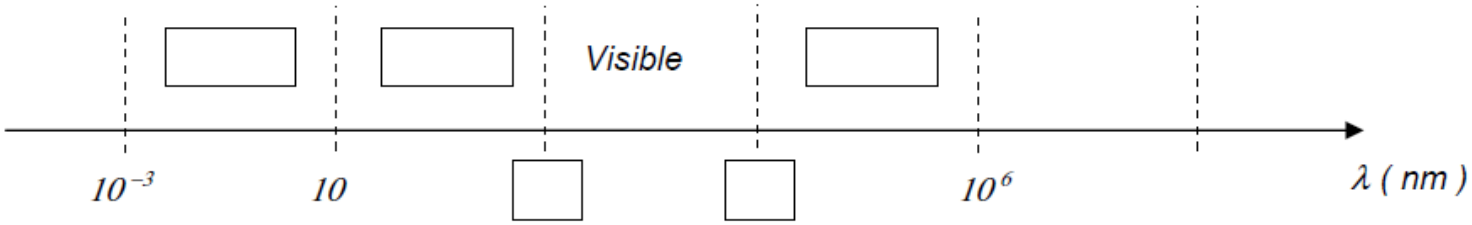
Partie 1. Question 1.8 : Diagramme de prédominance



Partie 2 Question 2.2 Schéma à annoter



Partie 2 question 2.3 Courbe de dosage pH-métrique



Partie 3 Question 1 Echelle des longueurs d'onde