

Nom..... Prénom.....

### Exercice 1 : Sécurité routière (5 points)

L'éthylotest chimique permet de contrôler le taux d'alcool contenu dans l'air expiré d'un automobiliste.

Il est constitué d'un ballon en plastique de volume 1,0 L muni d'un embout transparent rempli d'un gel contenant des ions dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) orange. L'automobiliste souffle dans le ballon afin de le remplir totalement, celui-ci est ensuite adapté sur l'embout. Le ballon est entièrement vidé, l'air expiré par l'automobiliste passe ainsi par le gel contenant les ions dichromate. L'éthanol contenu dans l'air expiré est oxydé par les ions dichromate ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ), orange, pour former entre autre des ions chrome ( $\text{Cr}^{3+}$ ), vert.

L'équation de la réaction se produisant entre les ions dichromate et l'éthanol en milieu acide (les ions «  $\text{H}^+$  » sont en excès) est :

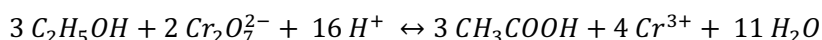


1. Écrire la formule semi-développée de l'éthanol. Entourer le groupe caractéristique. Donner le nom de ce groupe.
2. Les ions dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  appartiennent au couple redox  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$   
Établir la demi équation qui traduit la transformation des ions dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  en ions chrome  $\text{Cr}^{3+}$
3. Les ions dichromate jouent-ils le rôle d'oxydant ou de réducteur dans cette réaction ?  
Justifier la réponse en rappelant la définition du terme choisi.
4. Au cours de la réaction qui a lieu dans l'éthylotest, l'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  se transforme en  $\text{CH}_3\text{COOH}$  selon la demi-équation



Quel est le nom de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ?

5. A partir de la demi-équation donnée ci-dessus, retrouver le couple oxydant/réducteur.
6. L'éthanol subit-il une oxydation ou une réduction ?  
Justifier la réponse en rappelant la définition du terme choisi.
7. On rappelle l'équation de la réaction se produisant entre les ions dichromate et l'éthanol dans l'éthylotest est donc



- Les ions dichromate  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  sont de couleur orange
- Les ions chrome  $\text{Cr}^{3+}$  sont de couleur verte.

Le tube de l'éthylotest est conçu de telle façon que, pour une personne ayant un taux d'éthanol supérieur à la valeur maximale, les ions dichromate disparaissent totalement.

Quelle est la couleur finale dans le tube lorsqu'une personne est contrôlée positive ?

Justifier la réponse.

8. La masse d'éthanol contenue dans un litre de sang est deux mille fois supérieure à celle contenue dans un litre d'air expiré.  
On considère un automobiliste ayant une concentration massique de  $4,0 \times 10^{-4} \text{ g.L}^{-1}$  d'éthanol dans l'air qu'il expire.  
Quelle est la concentration massique d'éthanol dans le sang de cet automobiliste ?
9. En France, la concentration massique d'éthanol dans le sang d'un automobiliste doit être inférieure à la valeur limite  $\text{C}_{\text{max}} = 0,50 \text{ g.L}^{-1}$ .  
Est-il en infraction ? Justifier la réponse.




## Exercice 2: La qualité de l'eau du robinet : une question de sécurité publique (10 points)

Pour être consommée, l'eau, en France, doit répondre à des critères de qualité stricts fixés par le ministère des solidarités et de la santé. Les normes de potabilité imposent, par exemple, que la concentration massique en ions nitrate ne dépasse pas 50 mg/L. Il existe des laboratoires habilités à effectuer le contrôle sanitaire de l'eau.



Des élèves, dans le cadre d'un projet expérimental, décident de vérifier expérimentalement, au laboratoire du lycée, un des critères de potabilité, la concentration en ions chlorure  $\text{Cl}^-$  de l'eau du robinet. Ils effectuent pour cela, des recherches sur le site du ministère des solidarités et de la santé et recueillent les informations ci-dessous :

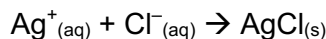
Document 1

 <b>Ministère chargé de la santé - Résultats des analyses du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine</b>			
<b>MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ</b>			
Critères de recherche			
<b>Département</b>		<b>GARD</b>	
Informations générales			
Date de prélèvement		03/05/2018 à 13h03	
Responsable de distribution		SAEAU du Grau du Roi	
Conformité			
Conclusions sanitaires		Eau d'alimentation conforme aux exigences de qualité en vigueur pour l'ensemble des paramètres mesurés.	
Conformité bactériologique et physico-chimique		oui	
Paramètres analytiques			
Paramètre	Valeur	Limite de qualité	Référence de qualité
Ammonium (en $\text{NH}_4^+$ )			< 0,1 mg.L <sup>-1</sup>
Bact. Aér. revivifiables	4 n.mL <sup>-1</sup>		
Conductivité à 25°C	581 $\mu\text{S.cm}^{-1}$		> 200 et < 1100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$
Chlorure (en $\text{Cl}^-$ )		< 250 mg.L <sup>-1</sup>	
Nitrates (en $\text{NO}_3^-$ )	20,3 mg.L <sup>-1</sup>	< 50 mg.L <sup>-1</sup>	

<https://orobnat.sante.gouv.fr>

### Titration avec un suivi conductimétrique :

- On place un volume précis de  $V_2 = 50,0$  mL d'eau du robinet dans un bécher ;
- On ajoute un volume d'environ 100 mL d'eau déminéralisée dans le bécher.
- On remplit une burette avec une solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) de concentration molaire égale à  $C_1 = 2,5 \times 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>.
- La méthode utilisée permet de titrer les ions chlorure par les ions argent par une réaction :



- On plonge une sonde conductimétrique. On obtient les mesures données en Annexe (Doc 1)

### Questions.

1. Donnez le nom de l'objet utilisé au laboratoire pour prélever précisément les 50,0 mL de l'eau du robinet.

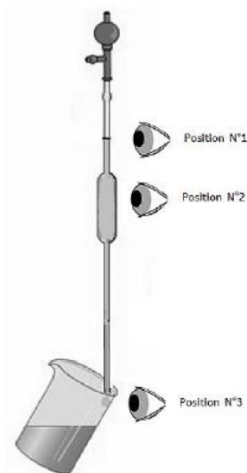
Préciser le volume de l'objet utilisé

2. Donnez le nom de l'objet utilisé au laboratoire pour prélever environ les 100 mL d'eau déminéralisée.

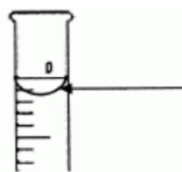
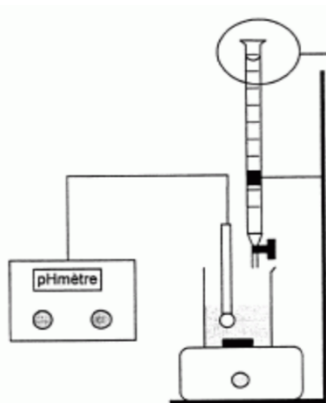
Préciser le volume de l'objet utilisé

3. On donne ci-contre trois positions proposées de l'œil de l'expérimentateur lors du remplissage de la pipette.

Indiquer la position adaptée de l'œil de l'observateur lorsqu'il utilise la pipette. Justifier votre réponse



4. On donne ci-dessous, une burette remplie.



Ménisque formé par la solution de nitrate d'argent lors du réglage initial de la burette graduée

Peut-on dire que la burette est correctement remplie ? Si non, quelle est l'erreur commise ?

5. En dehors de vérifier que le robinet est bien fermé avant de la remplir avec la solution titrante, quelle autre précaution au niveau du robinet de la burette faut-il effectuer ?

6. On donne en Annexe (Doc 2) le dispositif complet

Compléter les parties pointillées du montage par un mot de la liste suivante : *burette, solution titrée, solution titrante, bécher, agitateur magnétique, conductimètre, barreau magnétique, potence, sonde.*

7. Placer les points de mesure du doc 3 sur le papier millimétré (Doc 4) donné en Annexe

Tracer les deux droites qui semblent apparaître et en déduire l'abscisse du point d'intersection.

Reporter sur votre copie la valeur du volume du point d'intersection. On notera la réponse sur sa copie double en écrivant  $V_1 = \dots\dots\dots$  (et la valeur à la place des pointillés).

8. Comment s'appelle ce point d'intersection ?

9. L'équation de la réaction  **$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$** .

En déduire la relation mathématique qui existe entre les quantités de matières  $n(\text{Ag}^+)$  et  $n(\text{Cl}^-)$

10. De cette relation, en déduire que la concentration en mol des ions chlorure a pour valeur  $C_2 = 6,0 \times 10^{-4}$  mol/L. On attend le détail des calculs.

11. On considère pour la suite de l'exercice, cette valeur comme juste et donc vous pouvez poursuivre l'exercice, même si vous n'avez pas su répondre à la question.

On rappelle la relation entre les concentrations en masse  $C_m$  et en moles  $C$  :  $C_m = C_2 \times M(\text{Cl}^-)$

En déduire la concentration en masse des ions chlorure dans l'eau du robinet.

On donnera le résultat en mg/L.

**Donnée** :  $M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$      $1 \text{ mg/L} = 10^{-3} \text{ g/L}$ .

12. D'après le document 1 donné en début d'énoncé, quelle est la valeur limite de qualité en ions chlorure ?
13. L'eau testée remplit-elle le critère de potabilité testé ? Bien justifier votre réponse.

### **Exercice 3 : Air bag (3 points)**

Un airbag, ou coussin gonflable de sécurité, est une membrane ou enveloppe flexible dans laquelle un gaz est très rapidement injecté par une transformation chimique explosive pour gonfler l'enveloppe et ainsi amortir un choc.

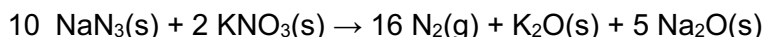
Les airbags sont principalement utilisés dans les automobiles pour protéger les passagers lors d'une collision et ainsi leur éviter une décélération excessive en percutant certains accessoires de la voiture.

**Données :**

- $M(\text{NaN}_3) = 65,0 \text{ g/mol}$  et  $M(\text{KNO}_3) = 101,1 \text{ g/L}$
- pression atmosphérique :  $P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$  ;
- constante des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  ;
- $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$ .
- On rappelle l'équation d'état du gaz parfait  $P \times V = n \times R \times T$   
 $P$  la pression (en Pa) ,  $V$  le volume (en  $\text{m}^3$ ) ,  $T$  la température (en  $^{\circ}\text{K}$ ) et  $n$  la quantité de matière (en mol).
- $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$ .  $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$

Lorsqu'une accélération excessive est détectée, un mélange constitué d'azoture de sodium ( $\text{NaN}_3$ ) et de nitrate de potassium ( $\text{KNO}_3$ ) contenu dans une cartouche est mis à feu.

Cette mise à feu produit du diazote, gaz nécessaire au gonflage de l'airbag. La modélisation de cette transformation chimique, supposée totale, conduit à la réaction dont l'équation est la suivante



1. En utilisant l'équation d'état du gaz parfait, montrer que la quantité de matière de diazote permettant, à  $20^{\circ}\text{C}$  et à la pression atmosphérique, le gonflement d'un airbag de 60 L, (volume moyen d'un airbag conducteur) a pour valeur  $n = 2,5 \text{ mol}$ .
2. On considère pour la suite de l'exercice, cette valeur  $n = 2,5 \text{ mol}$  comme juste et donc vous pouvez poursuivre l'exercice, même si vous n'avez pas su répondre à la question.

On peut montrer la relation  $n_{\text{NaN}_3} = \frac{n_{\text{N}_2}}{1,6}$

En déduire la quantité de matière minimale d'azoture de sodium  $\text{NaN}_3$  pour libérer les 60 L de diazote.

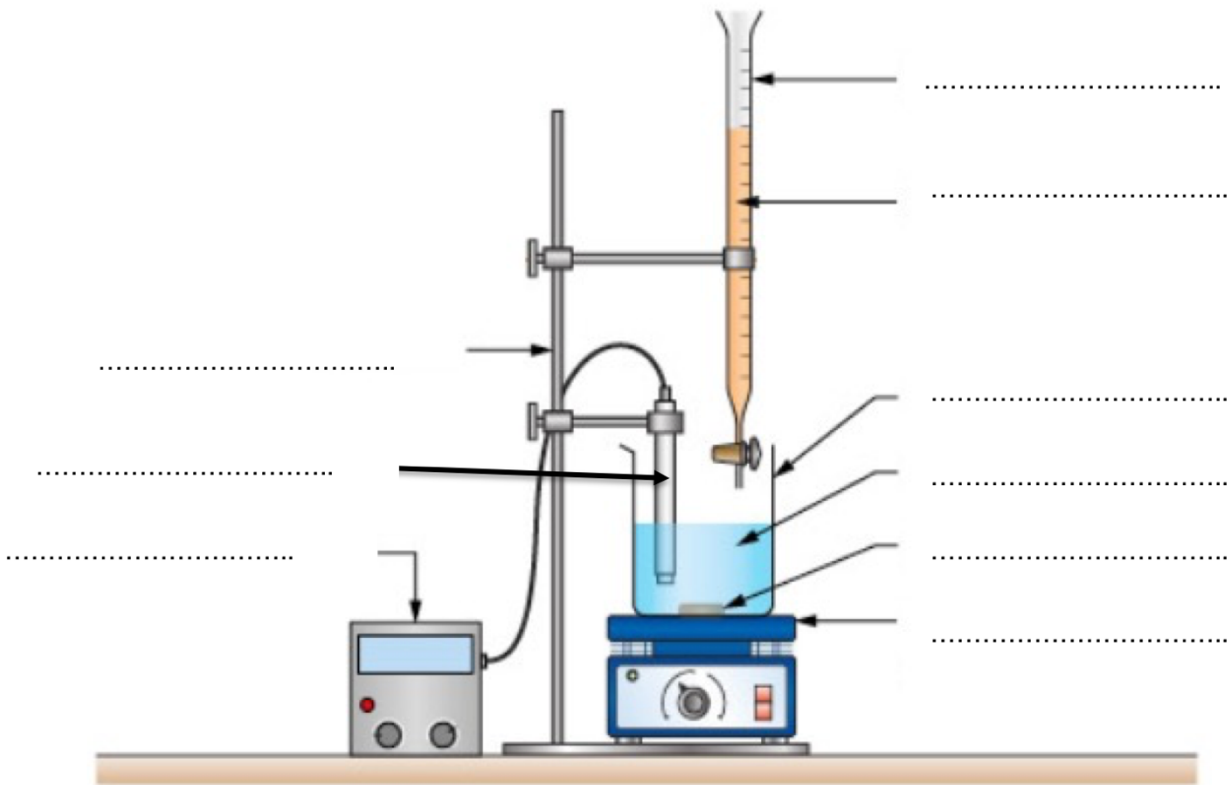
3. En déduire que la masse minimale d'azoture de sodium  $\text{NaN}_3$  nécessaire à la production de diazote pour le gonflement de l'airbag est de 101 g.
4. Le volume occupé par les réactifs solides est égal à  $70 \text{ cm}^3$ .  
Expliquer l'intérêt d'utiliser un dispositif avec des réactifs solides plutôt que du diazote stocké dans un réservoir

Nom..... Prénom.....

## ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

Exercice 2:

**QUESTION 6** - Document 2 - Montage de titrage



**QUESTION 7** - Document 3 - La qualité de l'eau du robinet : une question de sécurité publique

Conductivité de la solution en $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Volume de nitrate d'argent versé en mL
510	0,0
490	2,0
470	4,0
455	6,0
435	8,0
420	10,0
400	12,0
440	14,0
480	16,0
525	18,0
560	20,0
595	22,0

Nom..... Prénom.....

**QUESTION 7** - Document 4 - Papier millimétré

