



## **CONCOURS EXTERNE**

### **ADJOINT TECHNIQUE DE RECHERCHE ET DE FORMATION**

Branche d'activité professionnelle « B »

Emploi type : Préparateur sciences physiques et chimie

- Session 2013 -

Epreuve écrite professionnelle d'admission  
**Coefficient 4**

### **DUREE DE L'ÉPREUVE : 2 HEURES**

Lire attentivement les instructions figurant page 2 du présent dossier  
avant de commencer à composer.

---

---

Centre organisateur : Université d'Evry Val d'Essonne

---

---

# INSTRUCTIONS IMPORTANTES

---

Le sujet qui vous a été remis comporte 16 pages (instructions comprises).  
Assurez-vous que cet exemplaire est complet. Si tel n'est pas le cas,  
demandez-en un autre aux surveillants de l'épreuve.

Le sujet est noté sur 80 points.  
Le barème est noté dans le sujet.

Ecrivez soigneusement et n'utilisez pas de crayon de papier.  
Les réponses au crayon de papier ne seront pas corrigées.  
Toutes les réponses aux questions doivent être notées sur le sujet.  
Aucun brouillon ou feuille supplémentaire ne sera accepté.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout document est strictement  
interdit.

Seules les calculatrices non programmables sont autorisées.  
Aucun détail de calcul n'est exigé.



Vous devez éteindre votre téléphone portable pendant toute la durée de  
l'épreuve.

Votre copie ne devra comporter aucun signe distinctif permettant de vous  
identifier, conformément au principe d'anonymat. Toute annotation  
distinctive conduira à l'annulation de votre épreuve.

I. PHYSIQUE

I.A. ELECTRICITE

I.A.1. Compléter le tableau suivant : (4 points)

Symbole	Nom	Caractéristique et son unité (symbole)
.....	Une lampe	..... en watt (W)
.....	Un condensateur	Capacité en .....
	.....	..... en henry (H)
	.....	Résistance en .....

I.A.2. Guirlande électrique

Un générateur alimente une guirlande électrique de cinq lampes identiques montées en série. On lit sur le culot des lampes : 1,2 V ; 0,22 A.

I.A.2.a. Quelle doit être la tension entre les bornes du générateur pour que les lampes fonctionnent normalement ? (1 point)

I.A.2.b. Quelle est alors l'intensité du courant qui circule dans les lampes ? (1 point)

Une lampe vient à griller.

I.A.2.c. Les autres lampes brillent-elles ? Pourquoi ? (2 points)

I.A.2.d Comment peut-on détecter la panne avec un voltmètre ? (1 point)

**I.A.3.** Questionnaire à choix multiples. Cocher la bonne réponse.

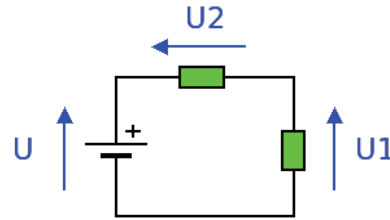
**I.A.3.a.** Quelle est l'unité d'intensité du courant ? (1 point)

- Le volt
- L'ampère
- L'ohm
- Le watt

**I.A.3.b.** Que vaut la tension  $U_2$  ? (1 point)

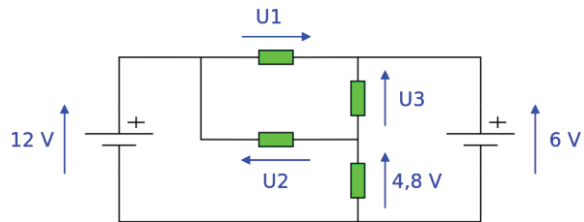
- $U_2 = 16 \text{ V}$
- $U_2 = 4 \text{ V}$
- $U_2 = -4 \text{ V}$

On donne  $U = 10 \text{ V}$  et  $U_1 = 6 \text{ V}$ .



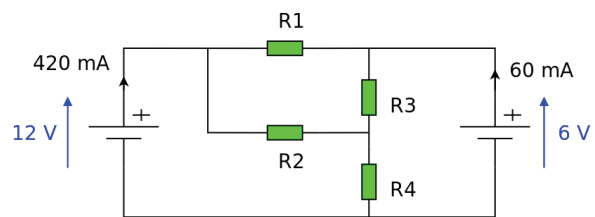
**I.A.3.c.** Que vaut la tension  $U_2$  ? (1 point)

- $U_2 = -16,8 \text{ V}$
- $U_2 = -7,2 \text{ V}$
- $U_2 = 7,2 \text{ V}$
- $U_2 = 16,8 \text{ V}$



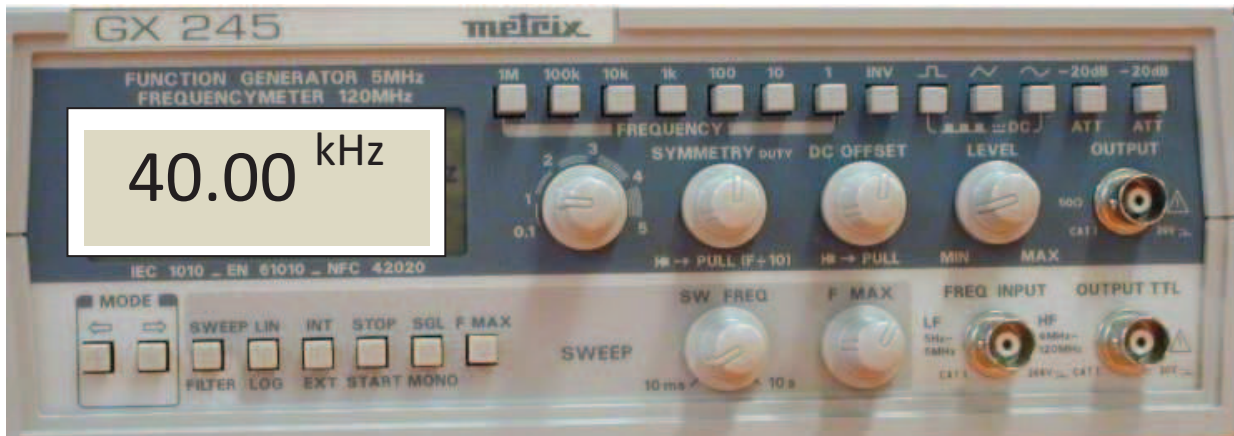
**I.A.3.d.** Que vaut la puissance électrique consommée par l'ensemble des quatre résistances ? (1 point)

- $P = 2,16 \text{ W}$
- $P = 5,04 \text{ W}$
- $P = 5,40 \text{ W}$
- $P = 8,64 \text{ W}$



## I.B. ULTRASONS

On étudie le montage constitué d'un émetteur d'ultrasons alimenté par un générateur basse fréquence (voir GBF figure ci-dessous) et d'un récepteur d'ultrasons relié à un oscilloscope.



**I.B.1.** Le signal observé à l'oscilloscope est de trop faible amplitude.

Sur quelle commande du GBF faut-il agir pour augmenter cette amplitude ? (1 point)

**I.B.2.** La fréquence de l'émetteur d'ultrasons est de 40 kHz.

Sachant que la vitesse de propagation du son dans l'air est de  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , déterminer la longueur d'onde, dans l'air, des ondes ultrasonores émises. Exprimer cette valeur en mm. (1 point)

**I.B.3.** L'émetteur, placé devant un mur, émet dans une direction perpendiculaire à ce mur. Le récepteur, placé juste à côté de l'émetteur, capte l'écho 3 ms plus tard.

Calculer la distance séparant le mur de l'émetteur. Exprimer cette valeur en cm. (1 point)

## I.C. OPTIQUE

**I.C.1.** Une lentille porte sur sa monture l'indication  $-5 \text{ } \delta$ .

**I.C.1.a.** Que représente cette valeur ? (1 point)

**I.C.1.b.** Comment se nomme l'unité correspondante ? (1 point)

**I.C.1.c.** Quelle est la nature de cette lentille ? (1 point)

**I.C.1.d.** Calculer sa distance focale. Exprimer cette valeur en cm. (1 point)

**I.C.2.** Un professeur souhaite montrer à ses élèves la décomposition de la lumière blanche par un prisme.

**I.C.2.a.** Proposer un schéma annoté pour réaliser cette expérience. (2 points)

**I.C.2.b.** Quel est l'autre moyen plus simple d'obtenir un spectre de la lumière blanche ? (1 point)

**I.D. CONVERSIONS**

Compléter les tableaux suivants : (4 points)

1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$	$10^{-15}$
				$\mu$	n		f
		centi					femto

$10^{15}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	1
P		M			da	
péta	giga					

**I.E. THERMODYNAMIQUE**

Un récipient contient un litre d'eau à 10°C.



On donne :

- Valeur moyenne de la capacité calorifique massique de l'eau :  $C \approx 1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- Masse volumique moyenne de l'eau  $\rho \approx 1 \text{ kg/dm}^3$

**I.E.1.** Quelle est la température de cette eau en kelvin ? (1 point)

**I.E.2.** Calculer la quantité de chaleur Q nécessaire pour commencer à faire bouillir 1 L d'eau initialement à 10°C. (1 point)

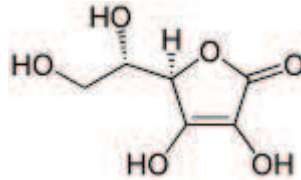
**I.F. CHANGEMENT D'ETAT**

Nommer les quatre changements d'état sur les flèches correspondantes. (4 points)



**II.A. DISSOLUTION****II.A.1.**

Un comprimé contient 0,001 mole de vitamine C.  
La structure de la vitamine C est la suivante :



Données : masse atomique molaire en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : C = 12 ; O = 16 ; H = 1.

**II.A.1.a.** Quelle est la masse molaire de la vitamine C ? (2 points)

On dissout deux comprimés dans un verre contenant 150 mL d'eau.

**II.A.1.b.** Quelle est la concentration massique de la solution obtenue ? (2 points)

**II.A.2.**

On veut préparer 100 mL de solution de sulfate de cuivre de concentration molaire 0,1 mol/L. La forme disponible au laboratoire est le sulfate de cuivre pentahydraté.

Données : masse atomique molaire en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : Cu = 63,5 ; S = 32 ; O = 16 ; H = 1

Quelle masse de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  faut-il utiliser pour préparer cette solution ? (2 points)



## II.B. DEGRE D'UN VINAIGRE

Le vinaigre est une solution aqueuse diluée contenant essentiellement de l'acide éthanoïque de formule  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

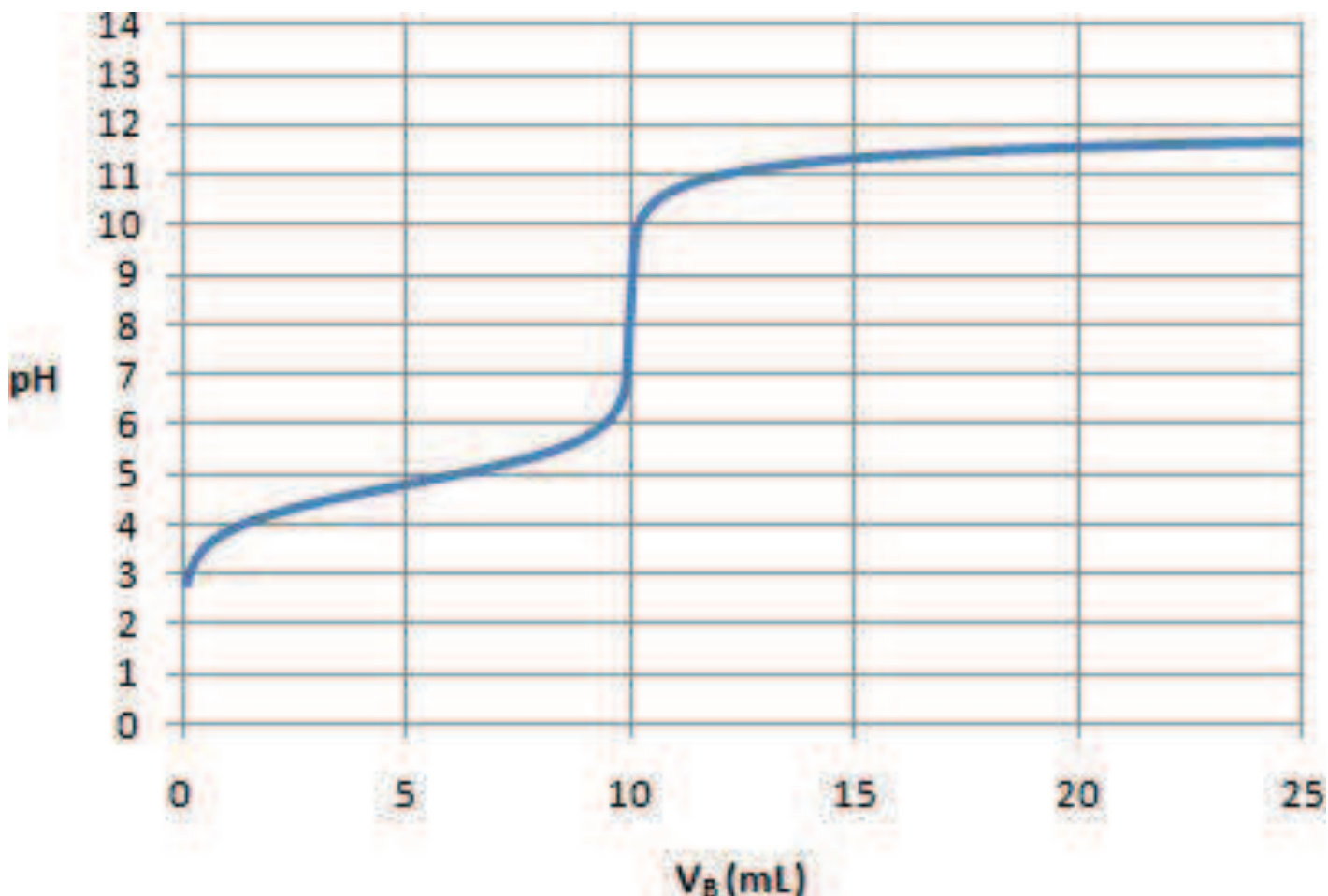
La solution de vinaigre commerciale, notée  $S_0$ , étant trop concentrée, on la dilue 20 fois, avec de l'eau distillée, pour obtenir une solution de vinaigre diluée notée  $S_1$ .

On souhaite déterminer la concentration en acide acétique de la solution  $S_1$ . On prélève précisément un volume  $V_1 = 5,0 \text{ mL}$  de cette solution et on réalise un dosage pH-métrique par une solution titrante d'hydroxyde de sodium ( $\text{NaOH}$ ) de concentration  $C_B = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Le volume de soude versé est noté  $V_B$ .

Données :

- Densité du vinaigre commercial  $S_0$  :  $d = 1,05$
- Masse molaire moléculaire de l'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH} = 60 \text{ g/mol}$
- Degré d'un vinaigre : masse, en gramme, d'acide acétique contenue dans 100 g de vinaigre

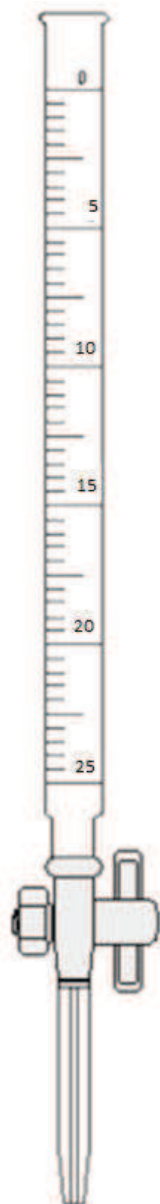
On obtient la courbe d'équivalence  $\text{pH} = f(V_B)$  suivante :



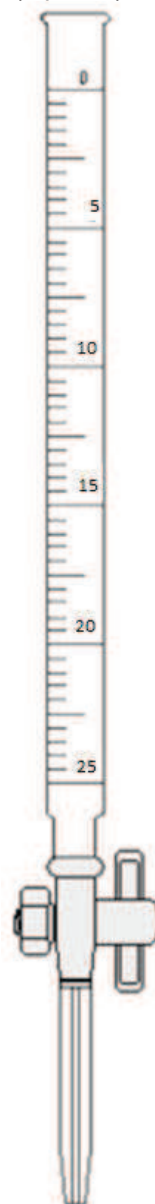
II.B.1. Quelle est la masse d'un litre de solution  $S_0$  ? Exprimer la réponse en gramme. (1 point)

II.B.2. Quel est le volume  $V_B$  obtenu à l'équivalence ? (1 point)

**II.B.3.** Par soucis d'économie, on remplira la burette au 4/5 de sa contenance pour réaliser ce dosage. Dessiner sur les burettes ci-dessous, les ménisques avant et après dosage. (2 points)



Avant Dosage



Après Dosage

**II.B.4.** Quelle est la concentration molaire  $C_1$  d'acide acétique dans la solution  $S_1$  ? (1 point)

**II.B.5.** Quelle est la masse d'acide acétique contenue dans le volume  $V_1$  ? Exprimer la réponse en mg. (1 point)

**II.B.6.** Quel est le degré du vinaigre commercial  $S_0$  ? (3 points)

**II.B.7.** Un vinaigre de 8° est-il plus acide ou moins acide ? (1 point)

**II.B.8.** La sonde du pH-mètre est une électrode combinée. Donner le nom des deux électrodes qui la constituent. (2 points)







**II.B.9.** Décrire précisément le mode opératoire à suivre pour préparer un litre de la solution  $S_1$  à partir de la solution  $S_0$ . On précisera la verrerie utilisée ainsi que le volume des différents éléments utilisés. (4 points)

**II.B.10.** Le professeur vous demande de préparer le matériel nécessaire aux étudiants pour la réalisation du dosage. Dresser la liste du matériel et de la verrerie nécessaire au dosage. On supposera que le calibrage du pH-mètre est réalisé avant la séance de travaux pratiques. (3 points)

## II.C. DONNEES COMMERCIALES

On donne la page de catalogue d'un fournisseur de produits chimiques :

**n-Butyllithium, 1.6M solution in hexanes,**

MSDS		Specifications	Applications	Categories	3D model	Molfile	Other grades
<b>General</b>							
Product Name	n-Butyllithium						
CAS RN	109-72-8 						
ACD Code	MFCD00009414						
Structure							
Molecular Formula	C4 H9 Li						
Molecular weight	64,06						
Keyword							
Pack size	<b>Catalog</b>	<b>Qty / UM</b>	<b>Price (EUR)</b>				
	<b>181271000</b>	100 ML	20.40	<a href="#">Order</a>	<a href="#">Check stock</a>		
	<b>181275000</b>	500 ML	69.50	<a href="#">Order</a>	<a href="#">Check stock</a>		
	<b>181278000</b>	800 ML	93.70	<a href="#">Order</a>	<a href="#">Check stock</a>		
<b>Physical</b>							
Density (g/cm <sup>3</sup> )	0.68						
Boiling Point (°C)	60 - 80						
Melting Point (°C)	-95						
Flash Point (°C)	-18						
<b>Safety</b>							
GHS Pictogram							

J'ai besoin de 125 mg de *n*-butyllithium.

II.C.1. Quelle est la quantité de matière de *n*-butyllithium correspondante ? (1 point)

II.C.2. Quel volume de solution dois-je prélever ? Exprimer cette valeur en  $\mu\text{L}$ . (1 point)

II.C.3. Quel est le coût de ce prélèvement sachant que mon flacon a pour référence 181271000 ? (1 point)

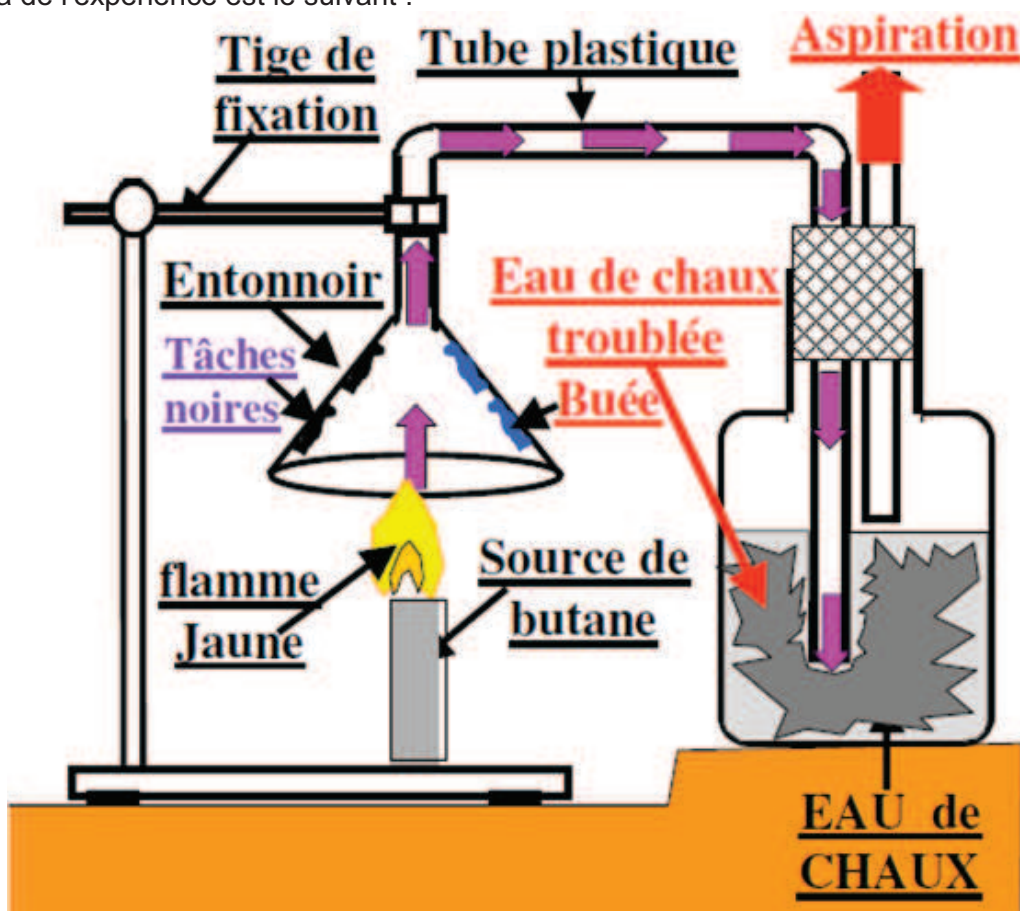
II.C.4. Je transvase ce volume de *n*-butyllithium dans un ballon qui est refroidi à  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
Ma solution de *n*-butyllithium sera : (1 point)

- Liquide
- Solide
- Gazeuse

## II.D. REACTIONS CHIMIQUES

La combustion du butane (gaz) dans le dioxygène de l'air produit de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.

Le schéma de l'expérience est le suivant :



II.D.1. Ecrire la formule brute des deux réactifs. (2 points)

II.D.2. Ecrire la formule brute des produits de combustion. (2 points)

II.D.3. Dans cette combustion, quel est le combustible ? (1 point)

II.D.4. Dans cette combustion, quel est le comburant ? (1 point)

**II.D.5.** L'eau de chaux s'est troublée pendant l'expérience. Que peut-on en déduire ? (1 point)

**II.D.6.** Ecrire l'équation bilan de la réaction de combustion étudiée. (Les coefficients devront-êtré des nombres entiers). (2 points)

**II.D.7** Dix moles de butane sont brûlées.

Données : masse atomique molaire en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : C = 12 ; O = 16 ; H = 1.

Volume molaire d'un gaz : 22,4 L/mol dans les conditions normales de température et de pression.

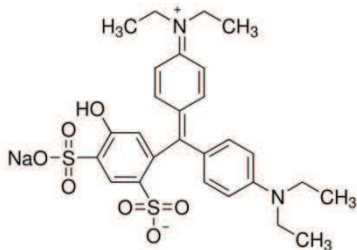
Déterminer le volume de dioxyde de carbone produit. Exprimer cette valeur en  $\text{m}^3$ . (2 points)

## II.E. Dissolution / solution bleu patenté

Un préparateur désire préparer une solution  $S_0$  de concentration  $C_0 = 1,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$  de bleu patenté de masse molaire  $M = 582,66 \text{ g/mol}$ .

Le bleu patenté est utilisé comme colorant alimentaire dans les confiseries.

La structure de ce composé est la suivante :



II.E.1. Quelle est la quantité de matière de bleu patenté présente dans 1,00 L de la solution  $S_0$  ? (1 point)

II.E.2. En déduire la masse de bleu patenté à peser pour obtenir 1,00 L de la solution  $S_0$ . Exprimer cette quantité en milligrammes. (1 point)

Le préparateur dispose de la balance suivante :



II.E.3. Expliciter la faisabilité de l'opération avec la balance à disposition. (1 point)

### III. HYGIENE ET SECURITE

#### III.A. Question à choix multiples

Cocher la case correspondante :

**III.A.1.** Un élève reçoit une projection d'acide chlorhydrique dans l'œil : (1 point)

- Je neutralise avec une solution de base diluée.
- Je rince abondamment à l'eau.
- Je lui demande de s'essuyer avec une compresse stérile.

**III.A.2.** Dans une même armoire de rangement ventilée, je peux mettre un flacon d'acide chlorhydrique et un flacon d'ammoniaque ? (1 point)

- Oui, à condition que l'ammoniaque soit diluée.
- Oui, s'ils sont stockés dans des bacs de rétention séparés.
- Oui, si l'acide chlorhydrique n'est pas concentré.
- Non, si l'armoire est métal.
- Non, on doit avoir des armoires distinctes.



**III.A.3.** En salle de travaux pratiques, vous découvrez une personne inanimée sur le sol, un appareil électrique branché à la main.

Que faites-vous en premier lieu ? (1 point)

- Vous essayez de relever la personne en la prenant par les bras.
- Vous appelez les pompiers.
- Vous coupez l'alimentation électrique.
- Vous lui retirez l'appareil électrique des mains.

#### III.B. MELANGE DOMESTIQUE

Pour enlever des traces de moisissure et déboucher un vieil évier, une personne utilise successivement de l'eau de Javel puis de l'acide chlorhydrique. Un intense dégagement gazeux se produit et elle ressent une forte gêne respiratoire, accompagnée d'une irritation des yeux et d'une violente toux sèche.

 <p><b>EXTRAIT DE JAVEL 47/50° cl</b> (solution à 150g/L de chlore actif)</p> <p><b>Hypochlorite de sodium</b></p> <p>N° CE N° CEE : 017-011-00-1</p> <p>R 31 – AU CONTACT D'UN ACIDE DEGAGE UN GAZ TOXIQUE. R34 - PROVOQUE DES BRÛLURES.</p>	 <p><b>ACIDE CHLORHYDRIQUE</b> 32/33%</p> <p><b>Chlorure d'hydrogène en solution</b></p> <p>N° CEE 017-002-01-X</p> <p>R34 - PROVOQUE DES BRÛLURES. R37 – IRRITANT POUR LES VOIES RESPIRATOIRES.</p>
--	---

Quel est le risque lié au mélange de ces deux produits ? (1 point)