

**Concours externe d'Adjoint Technique principal  
de Recherche et de Formation**

BAP B : Sciences chimiques – Sciences des matériaux

**Emploi-type : Préparateur en sciences physiques et chimie**

Session 2013

**Epreuve écrite d'admissibilité**

Date de l'épreuve : Lundi 27 mai 2013 de 9H30 à 11H30

**Durée de l'épreuve : 2H – coefficient 3**

Le sujet comporte **27 pages**. Veuillez vérifier en début d'épreuve s'il est complet et signalez toute anomalie.

**Il vous est rappelé que votre identité ne doit figurer que dans la partie inférieure de cette page (bas de page). Toute mention d'identité ou tout autre signe distinctif porté sur toute ou partie de la copie, que vous remettrez en fin d'épreuve, mènera à l'annulation de votre épreuve.**

Vous répondrez directement sur le sujet. Complétez les feuilles en respectant les emplacements réservés aux réponses et en soignant la présentation.

Aucun autre document n'est autorisé.

L'usage de la calculatrice, **non programmable**, est autorisé.

Les téléphones portables doivent être éteints.

NUMERO  
D'ANONYMAT  
(ne rien inscrire  
dans ce cadre)

NOTE sur 20

✂

NOM : ..... Prénom : .....

N° d'anonymat : .....

# Partie Chimie.

## Partie 1 : le chlorure de magnésium.

Données :

Symboles	He	Ne	Mg	Cl	Ar
Z (Numéro Atomique)	2	10	12	17	18
	Gaz noble	Gaz noble			Gaz noble

Symboles	H	C	N	O	Na	$^{35}_{17}\text{Cl}$	$^{37}_{17}\text{Cl}$	Mg	S	Ag
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	1	12	14	16	23	35	37	24,3	32	107,9

Volume molaire dans les conditions du laboratoire : 24 L.mol<sup>-1</sup>

1 Donner la structure électronique d'un atome de magnésium et d'un atome de chlore, dans leur état fondamental, à l'aide des couches K, L et M. On rappelle qu'une couche électronique, caractérisée par le nombre entier non nul n, peut contenir  $2.n^2$  électrons au maximum.

2 Donner les numéros de colonne et de ligne (période) où se trouvent les éléments chlore et magnésium ainsi que le nom de leur famille chimique. La classification périodique comporte 18 colonnes.

3 L'atome de magnésium aura-t-il tendance à perdre, ou à gagner, un (ou plusieurs) électron(s) ? Justifier.

4 Obtiendra-t-on un cation, ou un anion ? Donner sa formule.

5 L'atome de chlore aura-t-il tendance à perdre, ou à gagner, un (ou plusieurs) électron(s) ? Justifier.

6 Obtiendra-t-on un cation, ou un anion ? Donner sa formule.

L'élément chlore existe, à l'état naturel, sous la forme de deux isotopes, le chlore 35 et le chlore 37, respectivement  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  et  ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ .

7 Définir ce que l'on appelle un isotope.

8 Pour chaque isotope de l'élément chlore préciser la composition du noyau.

9 La fréquence isotopique du chlore 35 est de 75 % et celle du chlore 37 est de 25%. Retrouver, à partir de ces données la valeur moyenne de la masse molaire du chlore naturel égale à  $35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

10 Dédire de ces données la formule chimique, appelée aussi formule « statistique », du chlorure de magnésium solide.

11 Ecrire l'équation de dissolution, dans l'eau, du chlorure de magnésium solide.

12 Donner la valeur de la masse molaire, exprimée en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , du chlorure de magnésium.

13 Définir ce que l'on appelle une mole, appelée aussi mole d'entités, en chimie.

On dissout une masse  $m$  égale à 5,0 g de chlorure de magnésium dans une fiole jaugée de 250 mL. Soit la solution S obtenue.

14 Calculer la concentration molaire en soluté, exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ , de chlorure de magnésium.

15 Quelle est la concentration molaire effective, exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ , en ions magnésium ?

16 Quelle est la concentration molaire effective, exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ , en ions chlorure ?

17 Calculer la concentration massique en soluté, exprimée en  $\text{g.L}^{-1}$ , de chlorure de magnésium dissous.

18 Quelle est la concentration massique effective, exprimée en  $\text{g.L}^{-1}$ , en ions magnésium ?

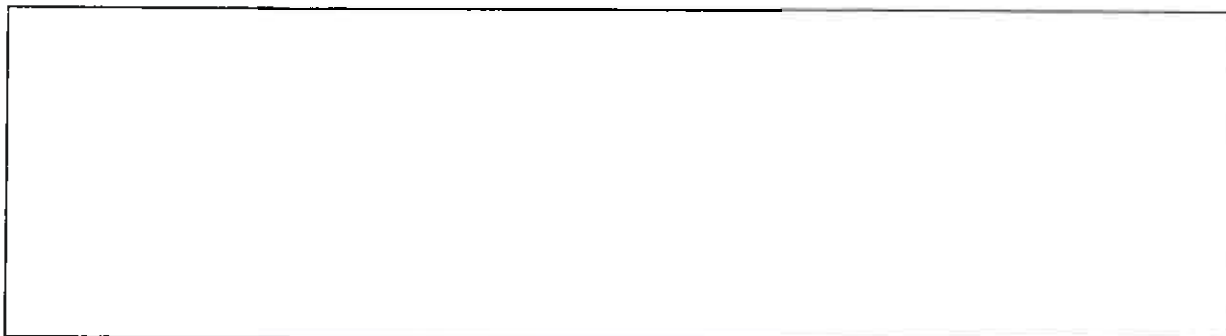
19 Quelle est la concentration massique effective, exprimée en  $\text{g.L}^{-1}$ , en ions chlorure ?

On prélève 50 mL de la solution S et on rajoute 100 mL d'une solution de nitrate d'argent,  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$ , de concentration égale à  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Il se forme un précipité blanc, qui noircit progressivement à la lumière, de chlorure d'argent, solide, de formule  $\text{AgCl (s)}$ .

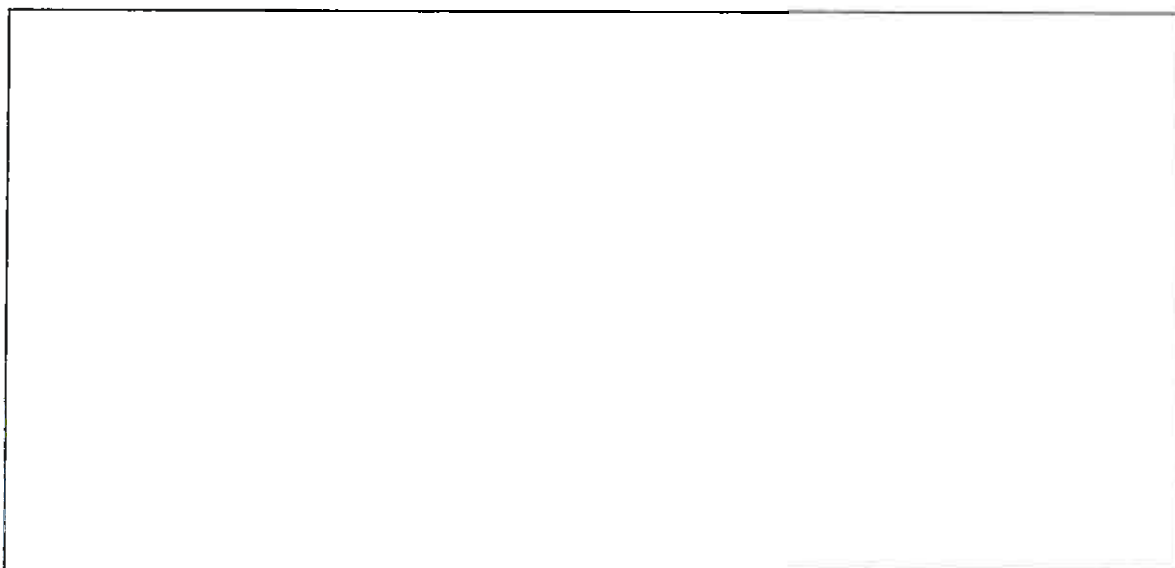
20 En solution, justifier que l'ion  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$  est le réactif limitant c'est-à-dire qu'il « limite » la réaction chimique et que l'ion  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  est le réactif en excès.

21 Quelle masse maximale, exprimée en g, de précipité de chlorure d'argent peut-on recueillir, après filtration et séchage ?

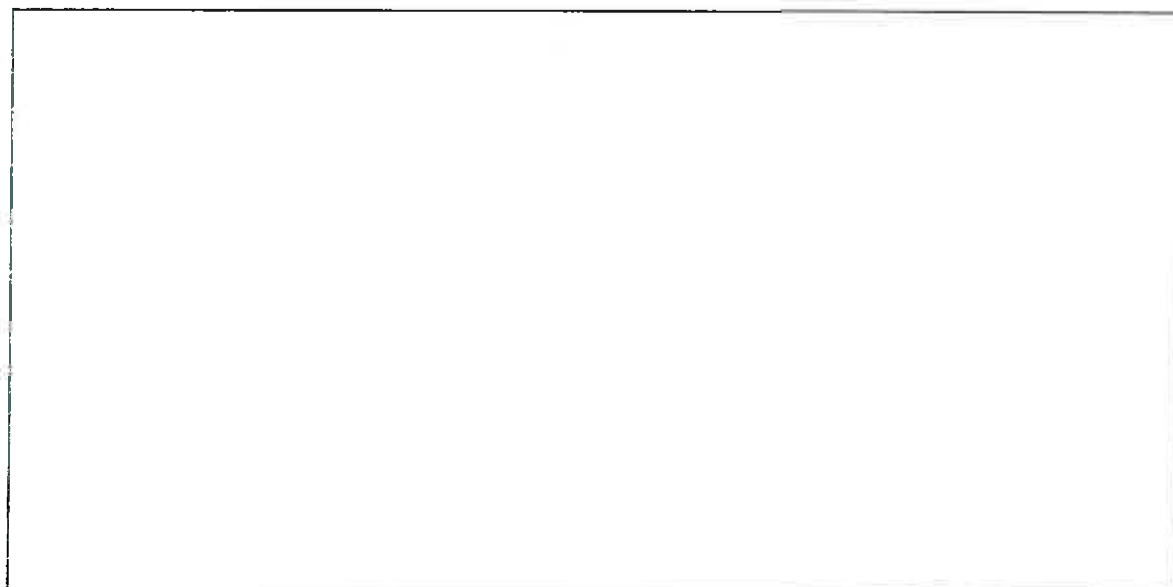


Une expérience pédagogique, pour mesurer le volume molaire d'un gaz à température ambiante, consiste à faire réagir un ruban de magnésium poli avec une solution d'acide chlorhydrique concentrée.

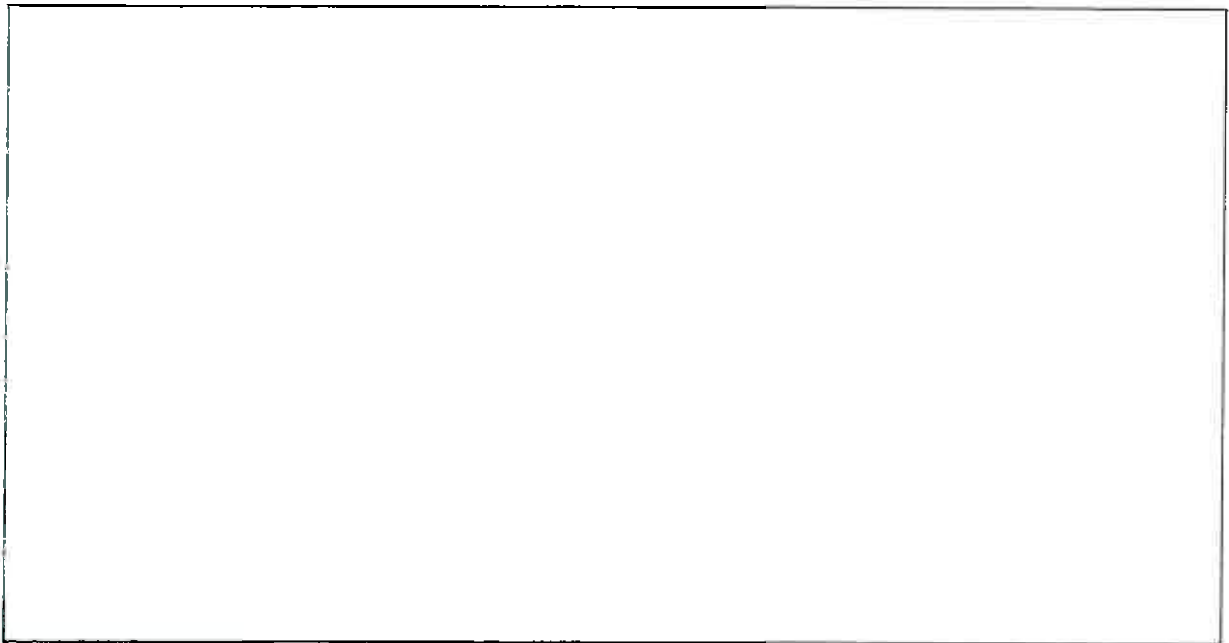
22 Donner la liste de matériel et schématiser cette expérience.



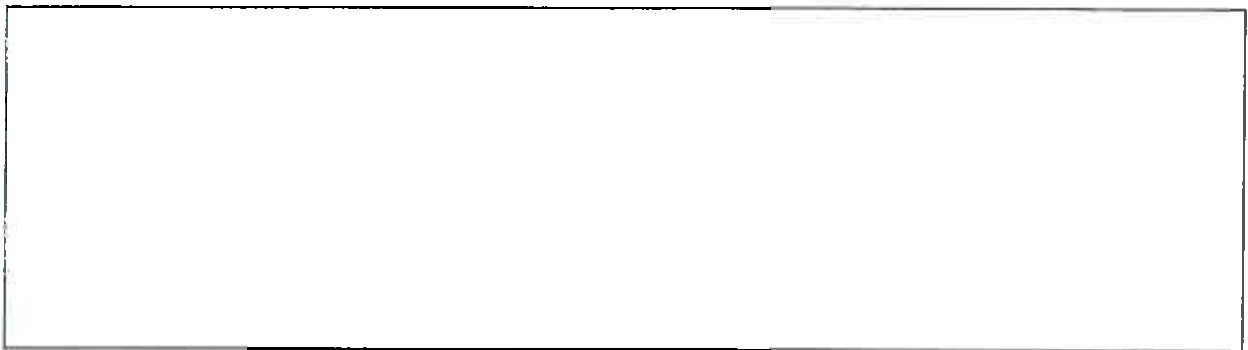
23 Définir ce que l'on appelle volume molaire d'un gaz ?



24 De quels paramètres physiques dépend le volume molaire d'un gaz ?




25 Ecrire l'équation qui modélise l'action de l'acide chlorhydrique ( $\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) sur le ruban de magnésium . Ne pas faire figurer les ions spectateurs. Les couples « redox » ne sont pas donnés.



On fait réagir totalement, dans les conditions de l'expérience décrite à la question 25, une masse de 0,4g de magnésium en ruban.

26 Quel volume de gaz, donné en millilitres (mL), récupère-t-on ?





27 Comment caractérise-t-on le gaz synthétisé ?

Un professeur fait réagir, sous la hotte, du métal magnésium, Mg, du dichlore,  $\text{Cl}_2(g)$ , gazeux, donnant ainsi naissance au chlorure de magnésium solide.

28 Quel est le type de réaction (transformation chimique) qui est mis en jeu ?

29 Donner un test d'identification du dichlore gazeux.

30 Ecrire les deux couples « redox » qui interviennent dans cette transformation chimique, en utilisant, pour chacun d'eux, la convention Oxydant / Réducteur.

31 Le métal magnésium a-t-il été oxydé, ou réduit, lors de cette transformation chimique ? Ecrire la demi-équation d'oxydoréduction où le métal magnésium intervient.

32 Le gaz dichlore a-t-il été oxydé, ou réduit, lors de cette transformation chimique ? Ecrire la demi-équation d'oxydoréduction où le dichlore intervient.

33 Ecrire l'équation chimique qui modélise la transformation chimique.

## Partie 2. Chimie organique.

Données : les couples redox qui interviennent sont, respectivement,  $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$  et

Acide carboxylique / Alcool.

34 Rappeler la formule générale des alcools à partir de celle des alcanes possédant n atomes de carbone.

35 Définir ce que l'on appelle molécules isomères.

36 Le méthanol, l'éthanol, le propan-1-ol sont-ils des alcools primaires, secondaires ou tertiaires ?

37 Le propan-2-ol, le butan-2-ol sont-ils des alcools primaires, secondaires, tertiaires ?

38 Le 2-méthyl propan-2-ol est-il un alcool primaire, secondaire ou tertiaire ?

39 L'oxydation ménagée, à froid, du propan-1-ol, en milieu acide (acide sulfurique), par une solution de permanganate de potassium, conduit à un acide carboxylique possédant 3 atomes de carbone. Quel est cet acide ? Donner sa formule semi-développée et son nom.

40 Expliquer le terme « ménagée » dans l'expression « oxydation ménagée ».

41 Quelle est la couleur de la solution de permanganate de potassium ?

42 L'oxydation ménagée, à froid, du propan-2-ol, en milieu acide (acide sulfurique), par le permanganate de potassium, conduit à quelle molécule organique possédant 3 atomes de carbone ? Donner son nom officiel et son nom usuel, ainsi que sa formule semi-développée.

43 Décrire le test (aspect, couleur, changement d'état...) d'oxydation ménagée à la liqueur de Fehling lorsqu'il est positif.

44 Pour quel(s) type(s) de réactif le test à la liqueur de Fehling est-il positif ?

45 Décrire le résultat obtenu (aspect, couleur...) lorsque le test à la DNPH (2,4-diphénylhydrazine) est positif.

46 Pour quel(s) type(s) de réactif est-il positif ?

47 Le réactif de Tollens est spectaculaire lorsqu'il est positif. Décrire le résultat obtenu et dire pour quel(s) type(s) de réactif il est positif.

Les éthylotests jetables, à usage unique, mettent en œuvre une réaction d'oxydoréduction entre l'éthanol contenu dans l'air expiré et les cristaux jaune-orangé contenus dans l'éthylotest.

48 Quel est l'anion métallique contenu dans ce type d'éthylotest ?

L'acide éthanoïque, ou acide acétique, est le principe actif du vinaigre.

On mélange trois solutions d'acide éthanoïque de concentrations différentes :

S1 : 1 L à  $10 \text{ g.L}^{-1}$ , S2 : 2 L à  $20 \text{ g.L}^{-1}$  ; S3 : 3L à  $30 \text{ g.L}^{-1}$ .

Les volumes sont additifs. Soit S la solution obtenue par mélange de S1, S2 et S3.

49 Quelle est la concentration massique, exprimée en  $\text{g.L}^{-1}$ , de la solution S ?

50. Quelle est la concentration molaire, exprimée en  $\text{mol.L}^{-1}$ , de la solution S ?

51 Quel est le type de composé organique obtenu par réaction d'un acide carboxylique avec un alcool primaire ?

52 Quelle est la formule semi-développée du composé organique obtenu par réaction entre l'acide éthanoïque et l'éthanol ?

53 Quel est le nom du composé organique obtenu à la question précédente ?



## PARTIE PHYSIQUE

1) Dans un laboratoire de physique, on dispose de nombreux matériels différents afin réaliser des expériences pédagogiques.

Des exemples de matériel sont donnés ci-dessous :

Multimètre, dynamomètre, machine de Wimshurst, cuve rhéographique, sonomètre, fentes de Young, échelle de perroquet, teslamètre, pycnomètre, hémisphères de Magdebourg, électroscope, rails de Laplace, oscilloscope, pompe à vide, capsule manométrique et tube en U, solénoïde, spectroscopie à réseau, rhéostat, bobine de Helmholtz, stroboscope, tachymètre, machine d'Atwood, sonomètre

Parmi les matériels ci-dessus :

1. Donner le matériel qui permet de mesurer la valeur d'une force.

Réponse 1:.....

2. Donner le matériel qui permet de mesurer la valeur d'un champ magnétique.

Réponse 2:.....

3. Donner le matériel qui permet de mesurer la vitesse de déplacement d'un objet.

Réponse 3:.....

4. Donner le matériel qui permet de visualiser l'action d'un champ magnétique sur un brin de courant.

Réponse 4:.....

5. Donner le matériel qui permet de visualiser si un objet est électriquement chargé.

Réponse 5:.....

6. Donner le matériel qui permet de visualiser la propagation d'une onde.

Réponse 6:.....

7. Donner le matériel qui permet de visualiser l'évolution de la pression dans un liquide en fonction de la profondeur d'immersion.

Réponse 7:.....

8. Donner le matériel qui permet d'obtenir de visualiser des figures d'interférence.

Réponse 8:.....

9. Donner le matériel qui permet de mesurer la fréquence d'un mouvement périodique.

Réponse 9:.....

10. Donner le matériel qui permet de visualiser des spectres de sources de lumière.

Réponse 10:.....

11. Donner le matériel qui permet de mesurer la densité d'un liquide.

Réponse 11:.....

12. Donner le matériel qui permet de visualiser une tension électrique variable

Réponse 12:.....

13. Donner le matériel qui permet de contrôler un fusible

Réponse 13:.....

14. Donner le matériel qui mesure une grandeur exprimé en décibel

Réponse 14:.....

2) Un professeur vous demande de réaliser le montage qui permet de tracer la caractéristique  $U=f(I)$  d'un électrolyseur.

Schématiser le montage à l'aide du langage conventionnel qui permet de tracer la caractéristique  $U=f(I)$  d'un électrolyseur en plaçant convenablement les appareils de mesure.

Réponse montage :

3) A l'aide d'un Générateur de très basse fréquence, de deux diodes électroluminescentes munies de conducteurs ohmiques de protection, un professeur vous demande de réaliser un montage qui permet d'allumer une diode alors que l'autre est éteinte.

Avec le matériel proposé, schématiser le montage à l'aide du langage conventionnel qui permet d'allumer une diode électroluminescente alors que l'autre est éteinte

Réponse montage :

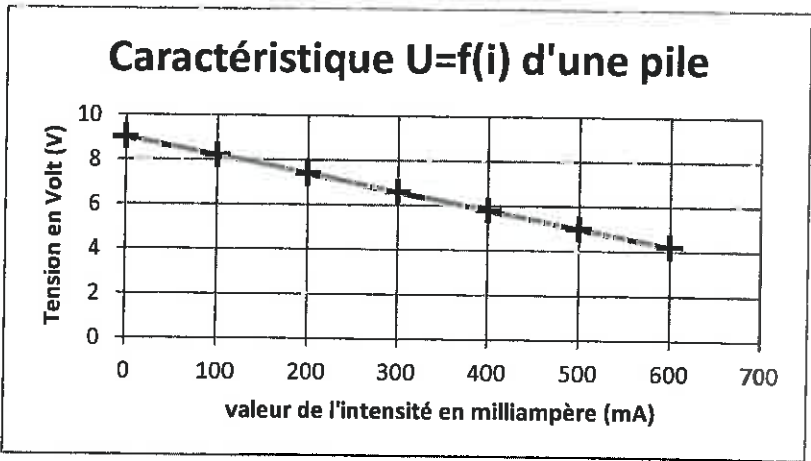
4) Ci-dessous, il est proposé la caractéristique tension intensité d'une pile.

Déterminer graphiquement les valeurs de la force électromotrice  $E$  et de  $R$  la résistance interne de la pile.

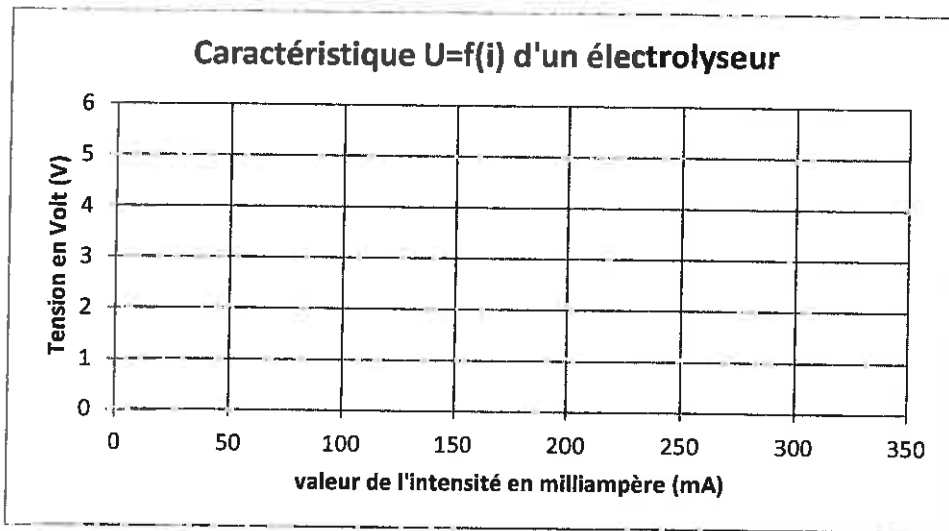
Réponse :

$E = \dots\dots\dots$

$R = \dots\dots\dots$



5) Tracer sur la graphique ci-dessous la caractéristique d'un électrolyseur de force contre-électromotrice  $E'=2,0\text{ V}$  et de résistance interne  $R'=10\ \Omega$



6) Vous disposez de trois conducteurs ohmiques de  $100\ \Omega$ .

1. Représenter une association de ces trois conducteurs ohmique en langage conventionnel qui possède une résistance équivalente de  $33,3\ \Omega$  et  $150\ \Omega$

Réponse montage pour  $R= 33,3\ \Omega$

2. Représenter une association de ces trois conducteurs ohmique en langage conventionnel qui possède une résistance équivalente de  $150\ \Omega$

Réponse montage pour  $R= 150\ \Omega$

3. Nommer la fonction du multimètre qui permet de mesurer la résistance d'un conducteur ohmique

Réponse : .....

.....

.....

7) Dans le cadre d'une activité expérimentale, vous devez réaliser une expérience qui permet de réaliser un électrocardiogramme, pour cela vous disposez d'un ordinateur, d'un capteur muni de trois électrodes, d'une interface et d'un logiciel d'acquisition.

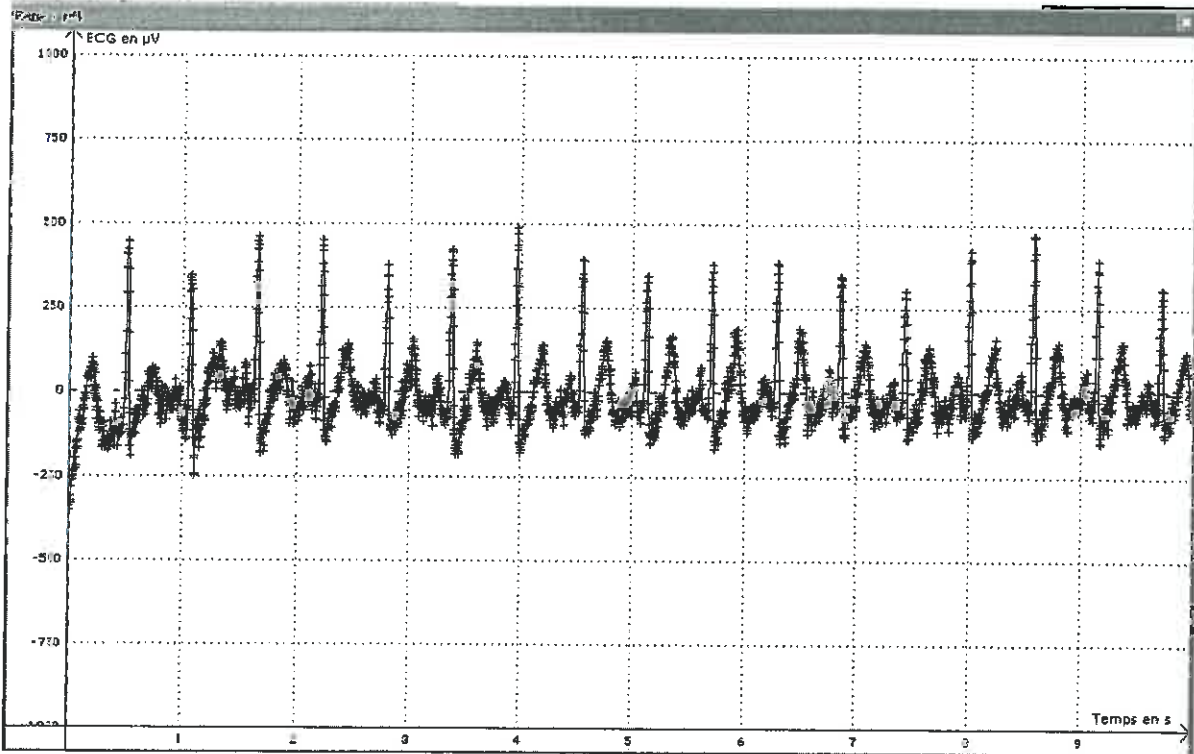
1. Quel est le rôle de l'interface d'acquisition?

Réponse : .....

.....

.....

Le logiciel d'acquisition donne l'électrocardiogramme suivant :



2. Déterminer la durée moyenne entre deux battements de cœur.

Réponse : .....

.....

.....

3. A l'aide du logiciel en déduire le nombre de battements par minute de l'individu

Réponse : .....

.....

.....

.....

.....

.....

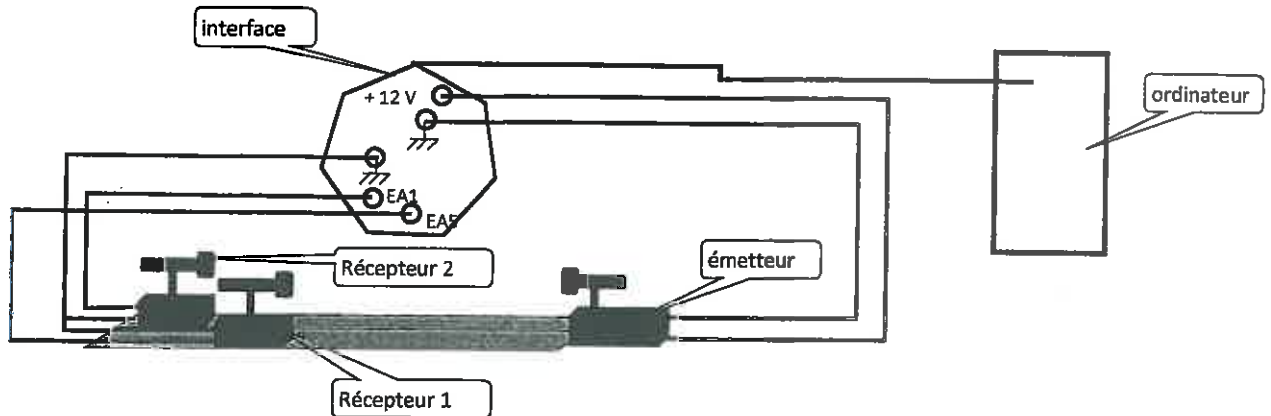
.....

.....

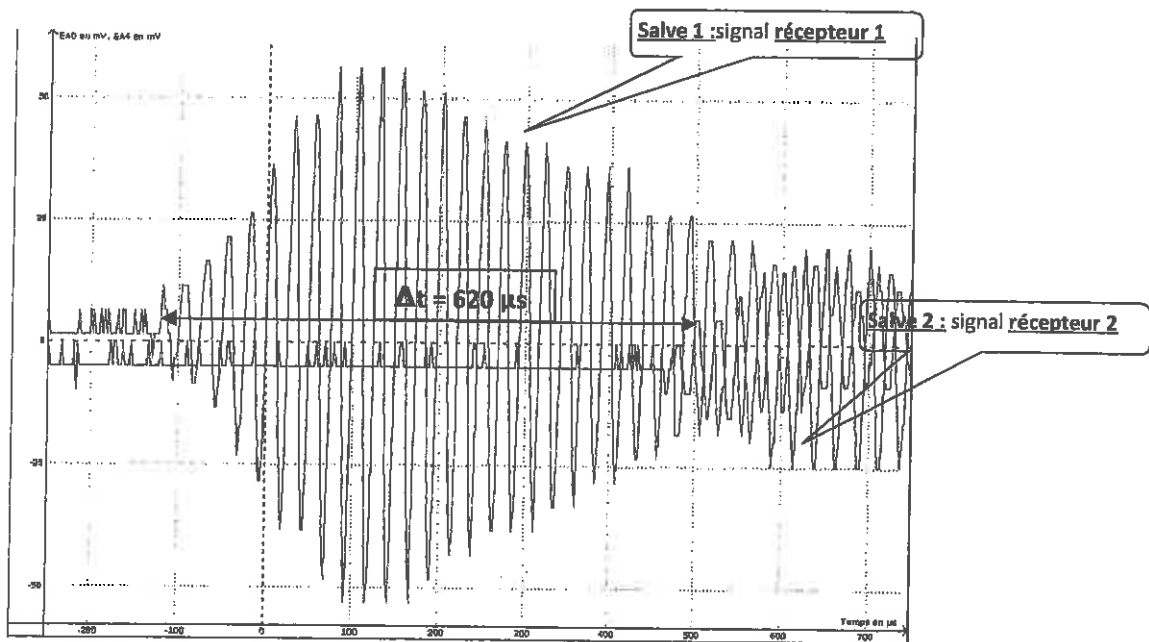
.....

.....

8) Expérimentalement, on désire illustrer le principe de l'échographie pour cela on utilise des ultrasons qui présentent l'avantage de ne pas être perceptibles par l'oreille humaine et de ne pas provoquer de sensations désagréables comme les sons purs. La vitesse des ultrasons dans l'air est de  $340 \text{ m.s}^{-1}$   
 On utilise comme matériel un émetteur d'ultrasons ( $f = 40 \text{ kHz}$ ), 2 récepteurs, 1 rail permettant d'aligner et de mesurer des distances entre les éléments du dispositif, une interface d'acquisition avec ordinateur et logiciel d'acquisition. On règle l'émetteur sur émission de salves et l'on réalise l'acquisition des signaux issus des deux récepteurs. Le montage réalisé est ci-dessous :



Le type de signaux acquis est de la forme ci-dessous



La salve 2 présente un retard de  $620 \mu\text{s}$  sur la salve 1.

1. Déterminer la distance en centimètres (cm) qui sépare les deux capteurs

Réponse avec calculs

9) Afin d'étudier le mouvement d'une balle de golf en chute libre d'une hauteur  $h = 1,80 \text{ m}$ , on filme dans le référentiel terrestre le mouvement d'une balle de golf en chute libre. L'expérimentateur repère, grâce à un logiciel de pointage vidéo, ses positions successives pour des intervalles de temps réguliers. On utilise ensuite un tableur pour l'exploitation des positions successives occupées par la balle. L'enregistrement et le tableau de valeurs sont donnés.

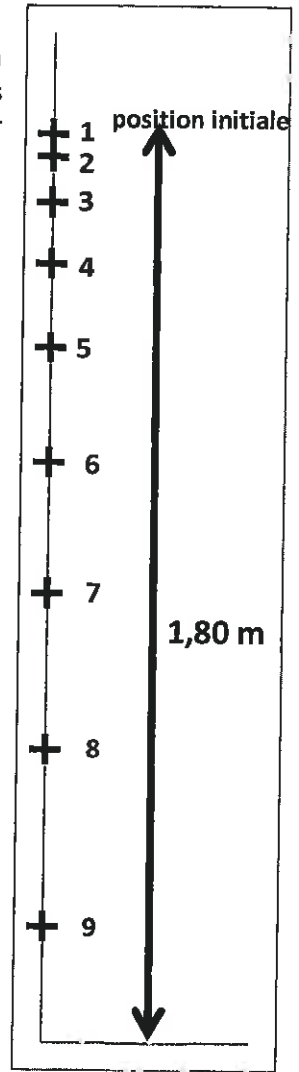
**Données :**

La masse de la balle de golf est de 45,0 g et le volume de la balle de golf est de 58,2 mL.

La valeur de la pesanteur terrestre est de 9,81 S.I.

La valeur de la pesanteur lunaire est de 1,65 S.I.

	B	C	D	E	F	G	H
1	N°point	temps	coordonnées horizontales	coordonnées verticales	Vitesse		
2		s	m	m	m/s		
3	1	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
4	2	6,70E-02	0,00E+00	4,48E-02	1,02		
5	3	1,33E-01	0,00E+00	1,35E-01	1,59		
6	4	2,00E-01	0,00E+00	2,56E-01	=ARRONDI((E7-E5)/(C7-C5):2)		
7	5	2,67E-01	0,00E+00	4,22E-01	2,96		
8	6	3,33E-01	0,00E+00	6,50E-01	3,67		
9	7	4,00E-01	0,00E+00	9,10E-01	4,25		
10	8	4,67E-01	0,00E+00	1,22E+00	4,96		
11	9	5,33E-01	0,00E+00	1,57E+00			
12			0,00E+00	1,76E+00			
13							



1. Donner le nom d'un logiciel de pointage vidéo.

Réponse : .....

.....

.....

2. Donner l'intervalle de temps en millisecondes (ms) avec deux chiffres significatifs séparant deux positions successives de la balle.

Réponse : .....

.....

.....

3. En vous aidant de la formule donnée dans le tableur dans la cellule F6, calculer la valeur de la vitesse que doit afficher cette cellule. La fonction « ARRONDI(nombre;2) » utilisée dans la cellule F6 affiche le nombre avec un arrondi à deux chiffres après la virgule

Réponse : .....

.....

.....

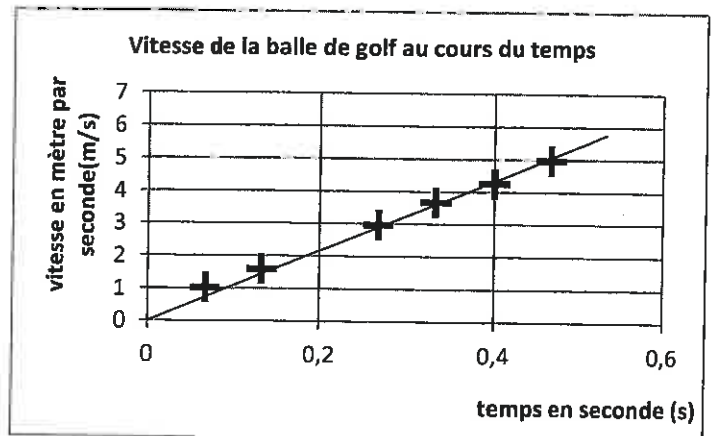
En utilisant le tableur-grapheur, on trace la vitesse de la balle de golf au cours du temps.

4. Définir le mouvement de la balle de golf dans le référentiel terrestre.

Réponse : .....

.....

.....



5. Donner l'unité de k dans le système international du coefficient de proportionnalité entre v et t appelé aussi ( **pente de la droite** ) tel que  $v = k \times t$ .

Réponse : .....

.....

.....

6. Sur la Lune, pour cette même expérience le coefficient de proportionnalité sera : (**entourer** la bonne réponse)

Supérieur	identique	inférieur	nul
-----------	-----------	-----------	-----

Dans l'hypothèse où la balle est en chute libre avec une vitesse initiale nulle, la vitesse de chute peut être donnée par la relation  $v = \sqrt{2 \times g \times h}$ . Cette relation est déduite du théorème de l'énergie cinétique.

7. Démontrer ce résultat en appliquant le théorème de l'énergie cinétique.

Démonstration :

8. Calculer la vitesse de la balle de golf en chute libre lorsqu'elle aura effectué une hauteur de chute 1,8 mètre.

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

9. Dans l'hypothèse d'une chute libre, si la hauteur est quadruplée, par combien est multipliée la vitesse ?

Réponse avec justification.....

.....

.....

Dans cet exercice la balle est soumise à 3 forces : le poids, la poussée d'Archimède exercée par l'air et les forces de frottement exercées par l'air.

10. Calculer la valeur du poids de la balle de golf sur Terre.

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

La poussée d'Archimède exercée par l'air est proportionnelle au volume de la balle de golf.

**11.** Calculer la valeur de la poussée d'Archimède exercée par l'air sur la balle sachant qu'à la température de 20°C, la masse volumique de l'air est de 1,20 g.L<sup>-1</sup>.

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

La force de frottement est proportionnelle au carré de la vitesse.

**12.** Par combien environ sont multipliées les forces de frottement lorsque la balle de golf, en chute libre, passe de la position n°2 à la position n°8 ?

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

Dans la situation expérimentale de la balle de Golf, lorsqu'une hauteur de chute devient importante, le principe d'inertie prévoit que la bille atteigne une vitesse limite. Cette vitesse limite pour la balle de golf est de 31,1m.s<sup>-1</sup>

**13.** Énoncer le principe d'inertie.

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

.....

**14.** Convertir la vitesse limite de la balle de golf en kilomètres par heure, km.h<sup>-1</sup>.

Réponse uniquement : .....

.....

.....

.....

**15.** Calculer l'énergie cinétique de la balle de golf lorsqu'elle a atteint la vitesse limite

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....



**10)** Pour une expérience de bureau sur les transferts énergétiques, on utilise un chauffe-ballon contenant un ballon avec 300 g d'eau. La puissance annoncée par le constructeur de ce chauffe-ballon est  $P = 200 \text{ W}$ . L'élément chauffant est un conducteur ohmique purement résistif. Lorsque l'appareil est en fonctionnement, on utilise un compteur électrique muni d'un disque qui tourne pour mesurer l'énergie électrique consommée.  $C = 2,5 \text{ Wh/tour}$  indique la quantité d'énergie consommée en Wh lorsque le disque effectue un tour. On branche le chauffe-ballon à la sortie du compteur.

Le compteur effectue exactement 10 tours en un temps  $t = 7 \text{ minutes et } 19 \text{ secondes}$ .

**1.** Calculer en joules l'énergie consommée par le chauffe-ballon.

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

**2.** Calculer en watts la puissance réelle  $P'$  du chauffe-ballon

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**3.** On mesure la température de l'eau à l'aide d'un thermomètre. Calculer l'élévation de température maximale atteignable par les 300 g d'eau contenue dans le ballon. La capacité thermique massique de l'eau est de  $4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{C}^{-1}$

Réponse avec application numérique : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Partie Sécurité.

### Question 1.

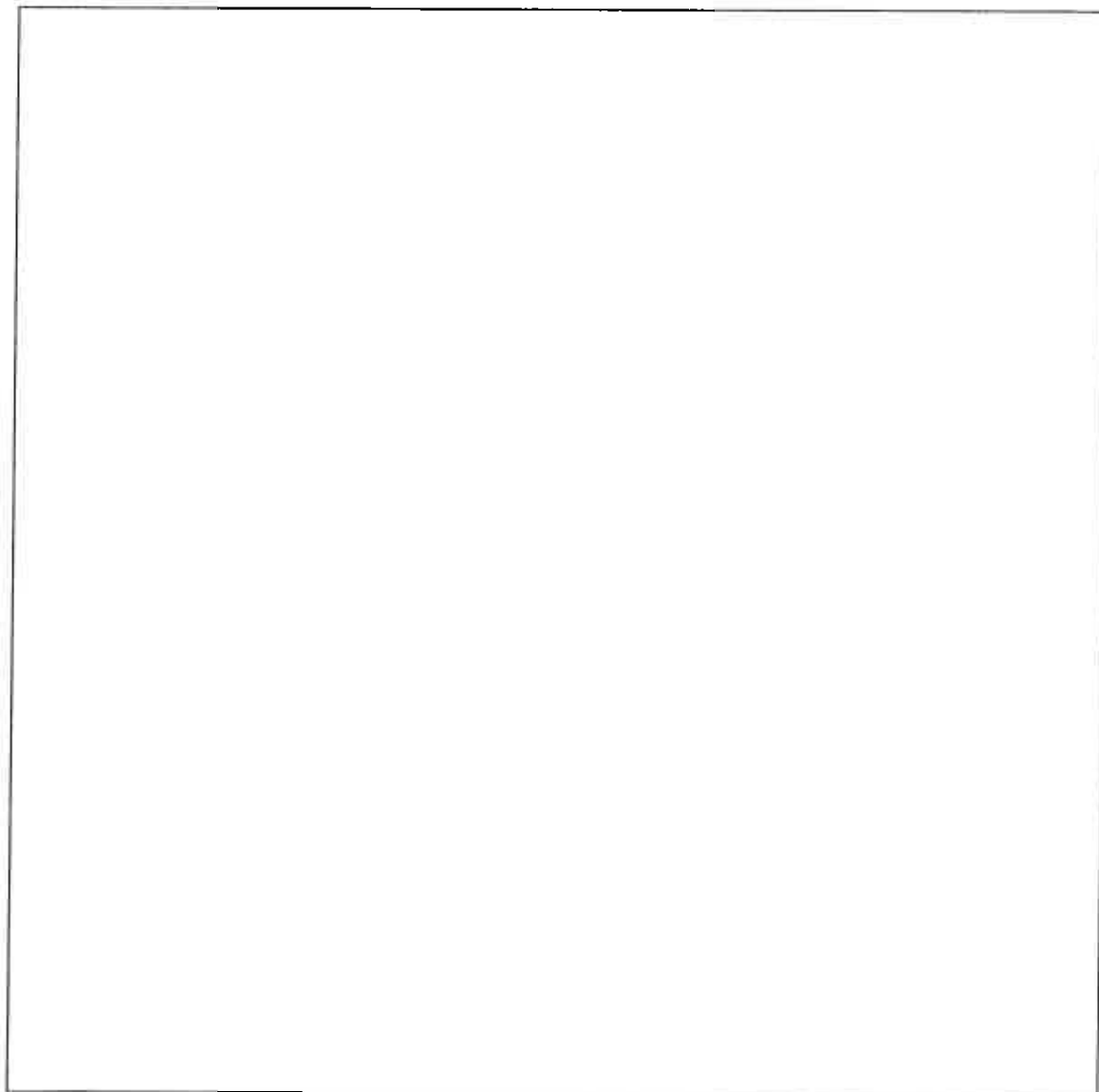
Comment préparer, en tenant compte de toutes les précautions de sécurité indispensables, 2 L d'une solution d'acide sulfurique à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ , à partir d'une solution d'acide sulfurique concentré ?

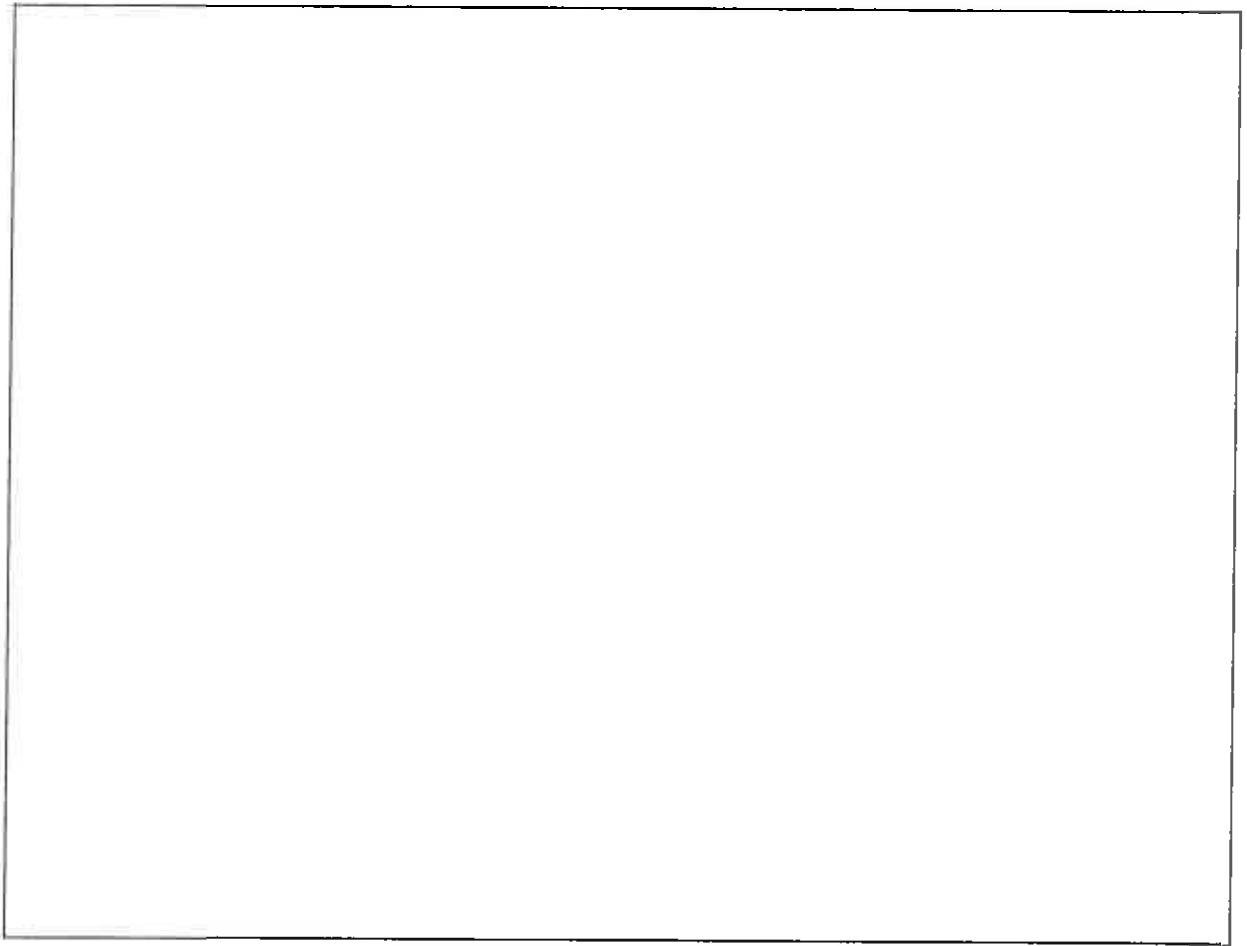
On disposera de toute la verrerie souhaitée, d'une machine à glace, ainsi que des équipements de sécurité nécessaires pour le préparateur.

Données :

Masses volumiques (en  $\text{kg.dm}^{-3}$ ) : eau liquide : 1 ; acide sulfurique concentré, à 98% en masse : 1,84.

Masses molaires (en  $\text{g.mol}^{-1}$ ) : H : 1 ; O : 16 et S = 32.





Question 2.

Une eau oxygénée, ou peroxyde d'hydrogène, dite à 110 volumes, est une solution concentrée de  $H_2O_2$ .

Donner ses conditions de conservation au niveau du contenant et de l'endroit de stockage:

Que signifie l'expression "110 volumes"?

Question 3.

Il est déconseillé de stocker l'acide chlorhydrique et les solutions d'ammoniac dans la même armoire.

Donner la justification de ce conseil de stockage:

Question 4.

Nommer les bidons et le nombre de bidons de récupération nécessaires qui sont à prévoir pour éliminer les déchets toxiques et polluants produits par les laboratoires des établissements scolaires ?

Question 5.

Le professeur chargé de laboratoire a commandé un sac de vermiculite de 7 Litres.

Quelle est l'utilité de cette commande ?