



CHAPITRE 2 – LES SOLUTIONS AQUEUSES

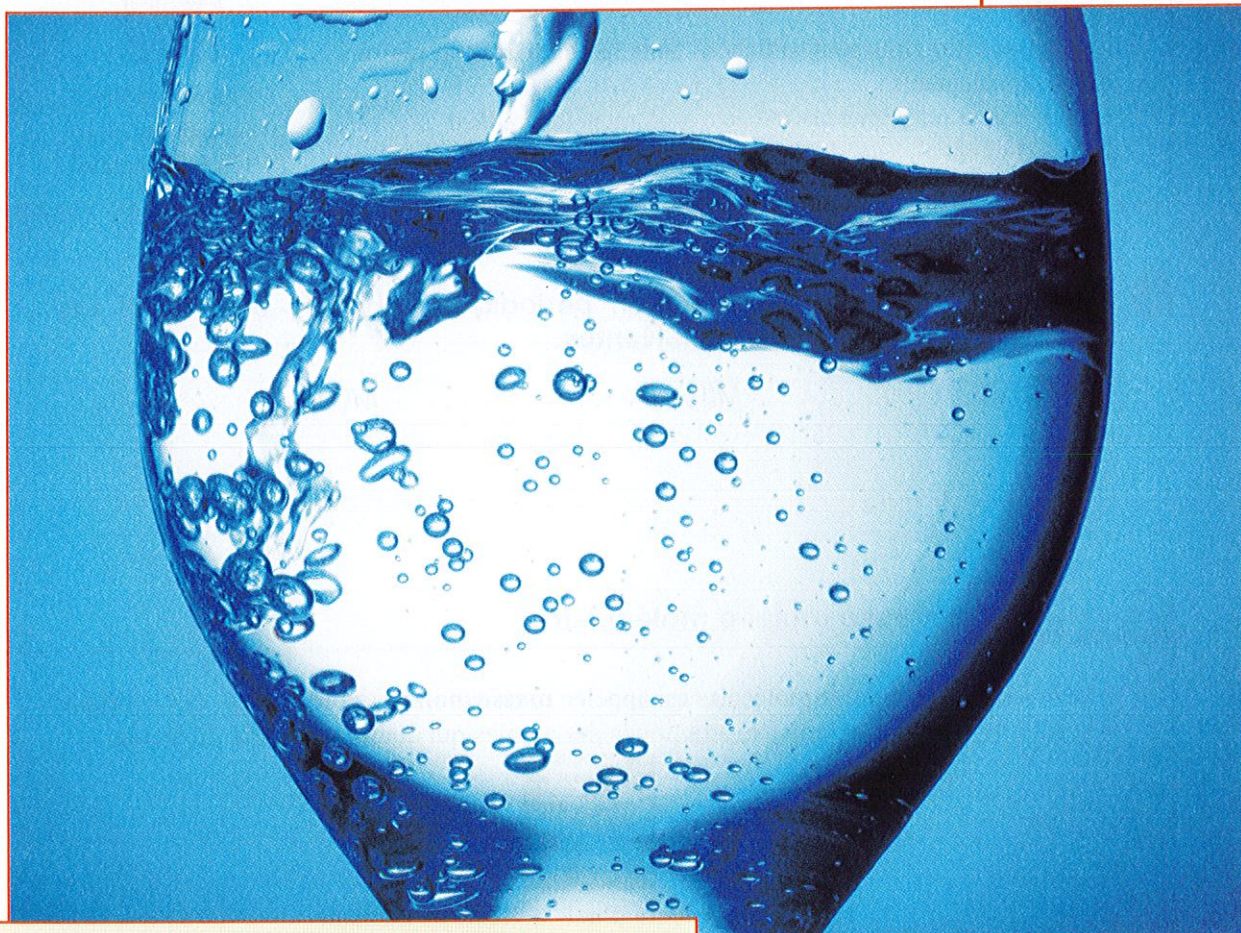
- Activité 1** Calculer une masse molaire moléculaire
- Activité 2** Calculer une concentration massique et une concentration molaire
- Activité 3** Apprendre à manipuler des produits dangereux et prendre des mesures de protection
- Activité 4** Préparer une solution de sulfate de cuivre de concentration molaire 0,1 mol/L
- Activité 5** Reconnaître le caractère acide ou basique d'une solution
- Activité 6** Déterminer le pH d'une solution

Les solutions aqueuses

CHAPITRE

2

Groupements A, B et C



Les eaux minérales peuvent être acides, neutres ou basiques.

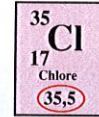
Quand dit-on qu'une eau minérale est acide ?

À la fin du chapitre 2, vous saurez :

- calculer la **concentration massique** ou **molaire** d'une solution
- préparer une solution de **concentration molaire** donnée
- reconnaître le caractère acide, basique ou neutre d'une solution

Document 1 La mole et la masse molaire atomique

- La masse des atomes est infiniment petite. Afin d'éviter de manipuler de trop grands nombres d'atomes, les chimistes ont défini une nouvelle quantité de matière : la **mole** dont le symbole est **mol**. Une mole d'atomes correspond à $6,02 \times 10^{23}$ atomes.
- La **masse molaire atomique** M d'un élément est la masse d'une mole d'atomes de cet élément, elle s'exprime en gramme par mole (g/mol).
Les masses molaires sont indiquées dans la classification périodique des éléments.
Le symbole d'un élément représente également une mole d'atomes de cet élément.



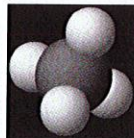
Masse molaire atomique du chlore
 $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$

- Recherchez dans la classification périodique (rabat de couverture) les masses molaires atomiques suivantes.

$M(\text{H}) = \dots\dots\dots$ $M(\text{C}) = \dots\dots\dots$ $M(\text{O}) = \dots\dots\dots$

Document 2 La masse molaire moléculaire

- La masse d'une mole de molécules est appelée **masse molaire moléculaire** : elle est égale à la somme des masses molaires atomiques des atomes qui composent cette molécule.



Modèle moléculaire d'une molécule de méthane

- Une molécule de méthane (CH_4) est composée d'un atome de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.

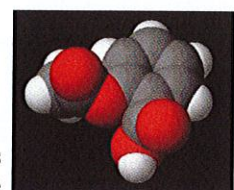
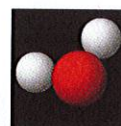
Calcul de la masse molaire moléculaire du méthane :

$$M(\text{CH}_4) = 1 \times M(\text{C}) + 4 \times M(\text{H})$$

$$M(\text{CH}_4) = 1 \times 12 + 4 \times 1 = 16.$$

La masse molaire moléculaire du méthane est $M(\text{CH}_4) = 16 \text{ g/mol}$.

- À l'aide du document 2, calculez les masses molaires moléculaires du dioxygène, de l'eau et de l'aspirine.



Modèles moléculaires des molécules de dioxygène, d'eau et d'aspirine

$M(\text{O}_2) = \dots\dots\dots$ $M(\text{O}_2) = \dots\dots\dots \text{ g/mol}$.

$M(\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots$ $M(\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots \text{ g/mol}$.

$M(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4) = \dots\dots\dots$ $M(\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4) = \dots\dots\dots \text{ g/mol}$.

Document 1 Concentration massique

Sur l'étiquette d'une bouteille d'eau minérale figure la formule des ions qu'elle contient, accompagnée de leur **concentration massique**.

La concentration massique c d'une solution se calcule à l'aide de la relation $c = \frac{m}{V}$, c s'exprime en gramme par litre (g/L), m est la masse du constituant en gramme (g) et V le volume de la solution en litre (L).

Composition moyenne en mg/litre					
Ca ²⁺	4,1	Cl ⁻	0,9	pH	7,3
Mg ²⁺	1,7	SO ₄ ²⁻	1,1	Résidu sec à 180° C :	
Na ⁺	2,7	NO ₃ ⁻	0,8	52,2 mg/L	
K ⁺	0,9	HCO ₃ ⁻	25,8		

Emballage agréé par le ministère de la Santé
Arrêté préfectoral N° 90 01265

À l'aide du document 1, complétez les phrases suivantes.

- Sur l'étiquette du document 1, la concentration massique de l'ion calcium Ca²⁺ a pour valeur, elle s'exprime en par
- La concentration massique c d'un constituant d'une solution est la de ce constituant dissoute dans un de solution.


Document 2 Concentration molaire

Les étiquettes des deux flacons de solutions d'acide chlorhydrique représentées ci-dessous indiquent: la masse molaire moléculaire, la teneur en acide, la densité et la **concentration molaire** c du contenu des flacons.

Solution 1

ACIDE CHLORHYDRIQUE


$M = 36,5 \text{ g/mol}$
Teneur ~ 32%
 $d \sim 1,16$
 $c = 10 \text{ mol/L}$
Liquide incolore
Odeur piquante
R 34/37
S 1-2-26/27-36/37/39-45



Solution 2

ACIDE CHLORHYDRIQUE

$M = 36,5 \text{ g/mol}$
Teneur ~ 4%
 $d \sim 1$
 $c = 1 \text{ mol/L}$
Liquide incolore
S 2-24/25



La concentration molaire c d'une solution se calcule à l'aide de la relation $c = \frac{n}{V}$, c s'exprime en mole par litre (mol/L), n est la quantité de matière en mole (mol) du constituant contenu dans la solution et V le volume de la solution en litre (L).
Le mot concentration et son symbole « c » sont souvent utilisés sans autre précision. Le contexte permet de trancher entre concentration massique ou molaire.

À l'aide du document 2, complétez les phrases suivantes.

- Les concentrations molaires de chaque solution s'expriment en par
- La concentration molaire de la solution 1 est $c = \dots\dots\dots$. Cela signifie qu'un de solution contient moles d'acide chlorhydrique.
La concentration molaire de la solution 2 est $c = \dots\dots\dots$
- La concentration molaire c d'une entité chimique représente le nombre de de cette entité contenue dans un de solution.



Matériel

- 1 ordinateur
- 1 connexion Internet

MODE OPÉRATOIRE

1. Allumez l'ordinateur.
2. Lancez la connexion Internet.
3. Entrez l'adresse suivante <http://www.inrs.fr/>, puis appuyez sur la touche « entrée ».
4. Lorsque la page d'accueil du site est ouverte, naviguez de la façon suivante :
Se documenter → Dossiers web → Facteur et nature de risque → Risque chimique : produits → Étiquetage de substances et produits chimiques.

OBSERVATION

À partir des informations figurant sur la page Web, complétez les phrases suivantes.

- a) Un produit **corrosif** peut exercer une action sur des tissus vivants.
- b) Un produit **nocif** peut entraîner la ou gravement à la santé.
- c) Une très quantité de produit **toxique** peut présenter les mêmes effets qu'un produit



- d) Le **symbole de danger** figurant sur l'étiquette représentée ci-dessus indique que le produit est

CONCLUSION

La réglementation impose aux des produits dangereux d'indiquer :

- les renseignements indispensables à la connaissance des encourus ;
- les indications nécessaires à la des personnes et de l'environnement.

Activité 4

Préparer une solution de sulfate de cuivre de concentration molaire 0,1 mol/L



Matériel

du sulfate de cuivre anhydre
 1 fiole jaugée de 100 mL et son bouchon
 1 éprouvette graduée de 20 mL
 1 solution témoin de sulfate de cuivre 0,1 mol/L
 1 pissette d'eau distillée
 1 balance
 1 spatule
 1 bécher de 50 mL
 1 agitateur
 1 masque
 des gants
 1 blouse
 des lunettes de protection

MODE OPÉRATOIRE

1. Calculez la masse molaire du sulfate de cuivre anhydre CuSO_4 .

Données: $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.

..... $M(\text{CuSO}_4) = \text{.....}$

2. Calculez la masse m de sulfate de cuivre anhydre à peser pour préparer un volume $V = 100 \text{ mL}$ (0,1 L) de solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration $c = 0,1 \text{ mol/L}$.

Données: $m = M(\text{CuSO}_4) \times c \times V$.

..... $m = \text{.....}$

3. Les pictogrammes représentés sur l'étiquette d'un flacon de sulfate de cuivre anhydre sont représentés ci-dessous.

Indiquez leur signification.



.....



.....

Pour toutes les manipulations suivantes, il faut porter des gants, des lunettes et une blouse.

Pour les points 4. et 5., il faut porter en plus un masque.

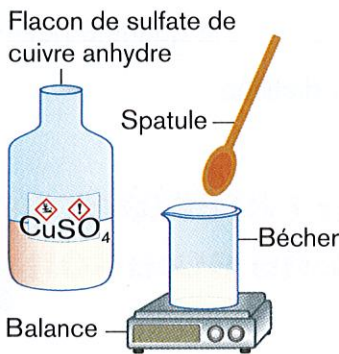


schéma 1

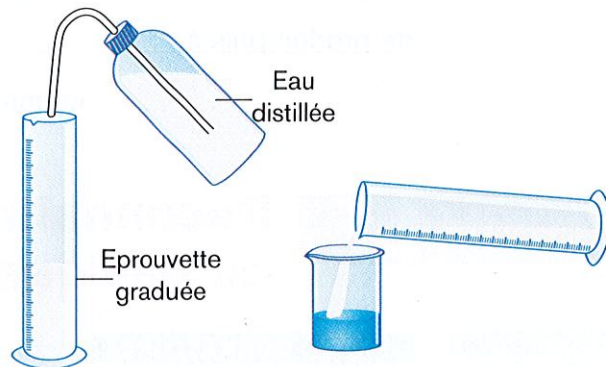


schéma 2



4. Devant le professeur, dans le bécher, pesez une masse $m = 1,60 \text{ g}$ de sulfate de cuivre anhydre (schéma 1).

5. Ajoutez environ 20 mL d'eau distillée dans le bécher à l'aide de l'éprouvette graduée (schéma 2).

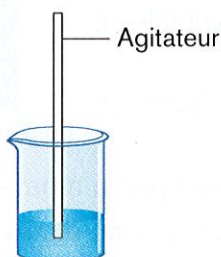


schéma 3

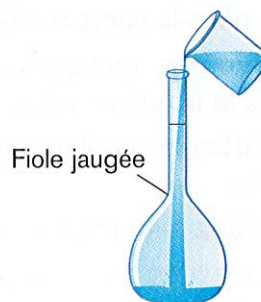


schéma 4

>>

>> Activité 4 (suite)

6. Dissolvez le sulfate de cuivre dans l'eau en remuant doucement avec l'agitateur (schéma 3).

7. Transférez la solution de sulfate de cuivre dans la fiole jaugée (schéma 4).

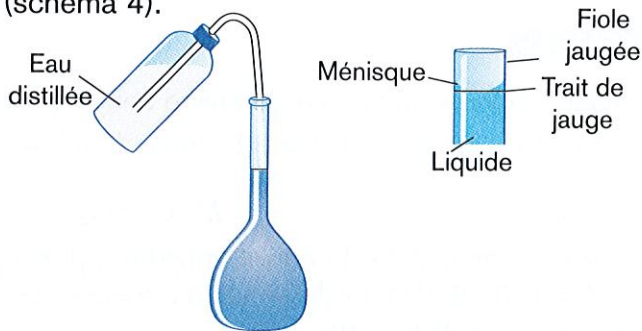


schéma 5



schéma 6

8. Complétez le niveau de l'eau dans la fiole jusqu'au trait de jauge (schéma 5).

9. Bouchez, puis **agitez** la fiole (schéma 6).

10. Comparez la couleur de la solution que vous venez de préparer à celle de la solution témoin.

OBSERVATION

La couleur de la solution obtenue et la couleur de la solution témoin sont

CONCLUSION

Préparer une solution consiste à peser une déterminée de produit puis à la quantité pesée dans un connu d'eau distillée.

Activité 5

Reconnaître le caractère acide ou basique d'une solution

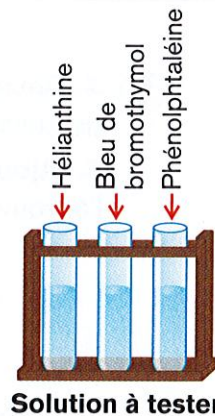


Matériel

- 3 tubes à essais dans leur porte-tube
- 1 flacon d'hélianthine
- 1 flacon de bleu de bromothymol
- 1 flacon de phénolphtaléine solution basique
- solution neutre (pH = 7)
- solution acide
- 1 erlenmeyer marqué «récupération des produits usagés»

MODE OPÉRATOIRE

- 1. Versez** environ 3 cm³ de la solution acide dans chaque tube à essais.
- 2. Ajoutez** quelques gouttes d'hélianthine dans le premier tube.
- 3. Ajoutez** quelques gouttes de bleu de bromothymol dans le second tube.
- 4. Ajoutez** quelques gouttes de phénolphtaléine dans le troisième tube.
- 5. Notez** les couleurs observées dans le tableau ci-après.
- 6. Videz** les tubes à essais dans le récipient prévu à cet effet.
- 7. Lavez** les tubes à essais, puis **rincez-les** à l'eau distillée.
- 8. Pour** chacune des autres solutions (solution neutre, solution basique), **répétez** les opérations de 1. à 7..



>>

OBSERVATION

	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Phénolphtaléine
Solution acide
Solution neutre
Solution basique

CONCLUSION

- L'hélianthine, le bleu de bromothymol et la phénolphtaléine sont des **indicateurs colorés**. Ils permettent de déterminer le caractère ou d'une solution.

Activité 6 Déterminer le pH d'une solution

Matériel

- papier pH
- soucoupe et agitateur
- solution aqueuse d'acide chlorhydrique à 10^{-2} mol/L
- solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à 10^{-2} mol/L
- soda
- eau de Javel
- eau distillée
- 1 erlenmeyer marqué «récupération des produits usagés»

MODE OPÉRATOIRE

1. **Découpez** un petit morceau de papier pH, puis **placez-le** sur la soucoupe.
2. **Trempez** l'agitateur dans la solution d'acide chlorhydrique, puis **déposez** une goutte de solution sur le morceau de papier pH.
3. **Utilisez** l'échelle des couleurs qui figure sur le couvercle du rouleau de papier pH pour déterminer le pH de la solution. **Notez** ce pH dans le tableau.
4. **Lavez** l'agitateur à l'eau du robinet, puis **rincez-le** avec de l'eau distillée.
5. **Répétez** les opérations 1 à 4 pour le soda, l'eau distillée, l'eau de Javel et la solution basique.

Solution	Solution acide	Soda	Eau distillée	Eau de Javel	Solution basique
pH

OBSERVATION

- Les pH de la solution acide et du soda sont inférieurs à
- Les pH de la solution basique et de l'eau de Javel sont supérieurs à

CONCLUSION

- Une solution est dite acide si son pH est à 7.
- Une solution est dite neutre si son pH est à 7.
- Une solution est dite basique si son pH est à 7.

► 1. La mole

- En chimie, la quantité de matière s'exprime en **mole** (mol).
- Le symbole d'un atome, la formule d'une molécule ou d'un ion représente également une mole de cet atome, de cette molécule ou de cet ion.

► 2. Masse molaire atomique, masse molaire moléculaire

- La **masse molaire atomique** $M(X)$ d'un élément, de symbole X , est la masse d'une mole d'atomes de cet élément. La masse molaire s'exprime en gramme par mole (g/mol).

Exemple :

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}, M(\text{Al}) = 27 \text{ g/mol}.$$

- La **masse molaire moléculaire** d'un corps pur est égale à la somme des masses molaires atomiques des éléments qui le compose.

Exemple :

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \times M(\text{Al}) + 3 \times M(\text{O}) ;$$

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 \times 27 + 3 \times 16 = 102 ;$$

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 102 \text{ g/mol}.$$

► 3. Concentration massique, concentration molaire

- La **concentration massique** c d'un soluté représente la masse m de soluté dissoute dans un litre de solution.
- La **concentration molaire** c d'un composé représente le nombre de moles n de ce composé par litre de solution.

► 4. Solution acide, solution basique

- L'**acidité** d'une solution est caractérisée par son **pH**.
- Une solution **acide** est une solution dont le pH est inférieur à 7.
Une solution **neutre** est une solution dont le pH est égal à 7.
Une solution **basique** est une solution dont le pH est supérieur à 7.

EXERCICES

TESTEZ VOS CONNAISSANCES

Cochez la (ou les) réponse(s) correcte(s).

1 La concentration molaire d'une espèce chimique est :

- le nombre de molécules de cette espèce chimique dissoute par litre de solution
- le nombre de moles de cette espèce chimique dissoute par litre de solution
- la masse de cette espèce chimique dissoute par litre de solution

2 La concentration massique d'une espèce chimique est :

- la masse molaire de l'espèce chimique dissoute dans un litre de soluté
- la masse de l'espèce chimique dissoute dans un litre de solution
- la masse d'un litre de solution

3 Le pH d'une solution basique est :

- inférieur à 7
- égal à 7
- supérieur à 7

4 Les poissons originaires du bassin de l'Amazonie vivent dans une eau acide. Le pH de l'eau d'un aquarium les accueillant doit être égal à :

- 6,2
- 7
- 8,4

5 Le pH des eaux des lacs Malawi et Tanganyika (Afrique de l'est) est voisin de 7,7. Les eaux de ces lacs sont :

- acides
- neutres
- basiques

6 Le pH du vinaigre blanc est égal à 4. Le vinaigre blanc est une solution :

- acide
- neutre
- basique

7 Le pictogramme ci-contre indique que le produit est :

- inflammable
- nocif pour l'environnement
- corrosif



8 Pour calculer une masse molaire moléculaire il faut connaître :

- la concentration molaire
- la concentration massique
- les masses molaires atomiques des constituants de la molécule

9 Pour préparer une solution de concentration molaire donnée on utilise une balance, un bécher, une spatule, une éprouvette graduée et :

- une fiole jaugée
- une burette
- une pipette

* **10** L'eau a pour formule H_2O . Donnée : $M(H) = 1 \text{ g/mol}$, $M(O) = 16 \text{ g/mol}$.

Calculez la masse molaire de l'eau.

$M(H_2O) = \dots\dots\dots$

$M = \dots\dots\dots$

EXERCICES

11 Calculez la masse molaire moléculaire des composés suivants.

Donnée : $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$, $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$,
 $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$.

– propanone $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$:

– acide éthanoïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$:

– benzène C_6H_6 :

– caféine $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_3\text{O}_2$:

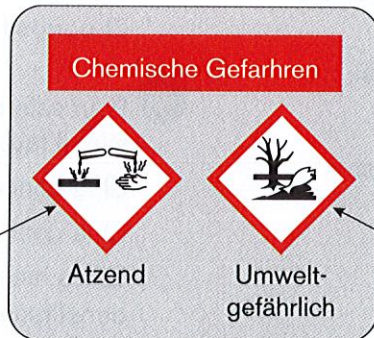
.....

– aspirine $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$:

– quinine $\text{C}_{19}\text{H}_{20}\text{O}_2\text{N}_2$:

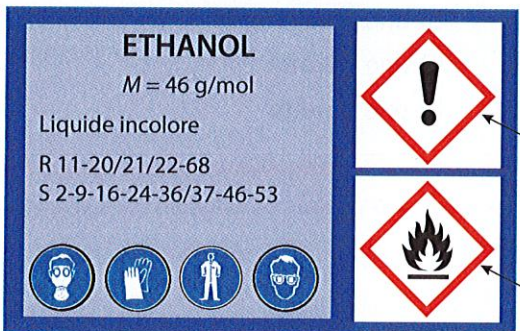
.....

12 Mickael est en période de formation en entreprise en Allemagne. Pour nettoyer les sols, il emploie de l'eau de Javel. L'étiquette du flacon est reproduite ci-dessous.



.....
 → →

1. Consultez le rabat de couverture et indiquez la signification des symboles de danger.
2. Quels sont les symboles de danger représentés sur l'étiquette ci-dessous ?



.....

3. Quelles précautions faut-il prendre lors de la manipulation de l'éthanol ?

.....

13 Observez l'étiquette et répondez aux questions suivantes.

1. Quel est le danger présenté par ce produit ?

.....

.....

.....

2. Quelles personnes doivent prendre des précautions particulières lors de l'usage de ce produit ?

.....

.....

.....

3. Comment faut-il réagir :

a) en cas de contact avec la peau ?

.....

.....

b) en cas de contact avec les yeux ?

.....

.....

c) en cas d'ingestion ?

.....

.....

14 Observez l'étiquette d'une bouteille d'alcool ménager reproduite ci-dessous.

<p>F - Facilement inflammable</p>	<p>CHARBONNEAUX BRABANT s.a. Z.I. Port Sec - 5 rue de VALMY BP 341 - 51100 REIMS Tél. : 03 26 49 58 70 http://www.charbonneaux.com Société Pierre BRABANT 59152 THIESSEN 4040 MICHENES</p>
	<p>ETHANOL DÉNATURÉ PARFUMÉ (Alcool Ethylique) 90%vol N° CE (Einecs) 200 578 6 - Etiquetage CE</p>
<p>R 11 Facilement inflammable.</p>	
<p>CONSEILS DE PRUDENCE</p> <p>S 2 Conserver hors de la portée des enfants. S 9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé. S 16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer. S29/56 Ne pas jeter les résidus à l'égoût, éliminer ce produit et son récipient dans un centre de collecte de déchets dangereux ou spéciaux. S 46 En cas d'ingestion, consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.</p>	

1. Quel est le danger présenté par ce produit ?

.....

.....

2. Pour quels usages ce produit est-il destiné ?

.....

.....

EXERCICES

3. Citez deux choses à ne pas faire lors de l'usage de ce produit.

.....
.....

4. Comment faut-il conserver ce produit lors de son stockage ?

.....

15 Johanna a reçu du laboratoire de chimie, un bidon de 5 L de solution d'hydroxyde de sodium. La solution contient 200 g d'hydroxyde de sodium.

Calculez la concentration massique de la solution d'hydroxyde de sodium.

.....

16 Yoann a préparé 200 mL (0,2 L) de solution de sulfate de fer. La solution contient 6,08 g de sulfate de fer.

Quelle est la concentration massique de la solution en sulfate de fer ?

.....

17 Sidy a pesé 30 moles de chlorure de sodium de masse molaire 58,5 g/mol pour préparer 12 L de solution.

Calculez la concentration massique de la solution.

.....

18 Rachida a pesé 0,05 mole de nitrate d'argent, puis a dissous le nitrate d'argent dans 100 mL (0,1 L) d'eau distillée.

Quelle est la concentration molaire de la solution de nitrate d'argent ?

.....

** 19 Le vin et les boissons alcoolisées contiennent de l'éthanol dont la formule moléculaire est C_2H_6O .

La concentration en éthanol dans un vin à 12° est $[C_2H_6O] = 2,1 \text{ mol/L}$.

1. Calculez la masse molaire moléculaire de l'éthanol.

.....

2. Calculez la concentration massique de l'éthanol dans un vin à 12°.

.....

- * **20** Paul a préparé 500 mL de solution de chlorure de sodium de concentration molaire : $c = 0,4 \text{ mol/L}$.

1. Calculez la masse molaire moléculaire du chlorure de sodium (NaCl).

.....

2. Quelle est la concentration massique de la solution ?

.....

3. Quelle masse de chlorure de sodium Paul a-t-il pesée ?

.....

- * **21** Un litre de solution contient 6,38 g de sulfate de cuivre II de formule CuSO_4 .
Donnée : $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$, $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.

1. Calculez la masse molaire moléculaire du sulfate de cuivre.

.....

2. Calculez la concentration molaire de la solution.

.....

- * **22** On dispose d'une solution de nitrate d'argent (AgNO_3) de concentration $0,15 \text{ mol/L}$.

Donnée : $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g/mol}$, $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$.

1. Calculez la masse molaire moléculaire du nitrate d'argent.

.....

2. Calculez la concentration massique de la solution.

.....

- * **23** Classez les composés suivants du plus acide au moins acide.

jus de citron : $\text{pH} = 2,3$	eau de pluie : $5,5 < \text{pH} < 6,45$	eau de mer : $\text{pH} = 8,5$
eau de Javel : $\text{pH} = 11$	sang : $7,38 < \text{pH} < 7,45$	jus de raisin : $\text{pH} = 4$
boisson au cola : $\text{pH} = 2,6$	vinaigre : $\text{pH} = 2,8$	vin blanc : $2,8 < \text{pH} < 3,6$

.....

.....

.....

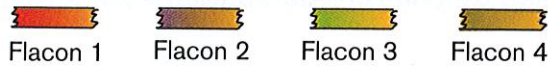
EXERCICES

* **24** Sonia dispose d'une solution A de pH égal à 2 et d'une solution B de pH égal à 6.

1. Quel appareil permet la mesure du pH ?
2. Quelle est la nature de chacune des solutions ?

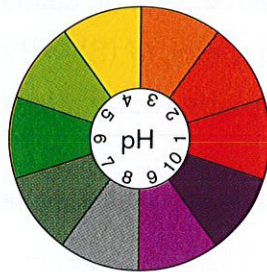
.....

* **25** Anne a prélevé dans 4 flacons différents une goutte de liquide qu'elle a déposée à l'extrémité d'un petit morceau de papier pH. Elle a obtenu les résultats suivants :



Flacon 1 Flacon 2 Flacon 3 Flacon 4

1. Comparez les couleurs obtenues avec l'échelle de pH représentée ci-contre et indiquez la valeur du pH de chaque solution.



Échelle des pH

Flacon 1 : Flacon 2 :

Flacon 3 : Flacon 4 :

2. Précisez la nature de chaque solution (acide, basique ou neutre).

Flacon 1 : Flacon 2 :

Flacon 3 : Flacon 4 :

* **26** Un produit pour nettoyer les sols renferme de l'hydroxyde de potassium de formule chimique KOH (nom usuel : potasse).

1. On réalise une solution aqueuse de ce produit dans le but de déterminer son caractère acide, basique ou neutre.

a) Dans une première expérience, on utilise un pH-mètre. L'indication fournie par cet appareil est alors 9.

La solution étudiée est-elle acide, basique ou neutre ? Justifiez la réponse.

.....

.....

b) Dans une seconde expérience, on utilise maintenant du papier pH. Indiquez la couleur que devrait prendre l'échantillon de papier utilisé, si l'indication du pH-mètre est correcte.

.....