

CHIMIE

Valises pédagogiques pour les 2^e et 3^e degrés

Outils pour accompagner les nouveaux programmes de chimie

Les valises sont une aide précieuse pour travailler la démarche scientifique telle que préconisée par les nouveaux référentiels aussi bien pour les HPQ que pour les HT.

Elles vous permettront de faire manipuler les élèves quelles que soient les conditions matérielles dans vos classes avec un minimum de matériel supplémentaire.

Valise 1



Réf.: CE250012004

Prix: 105,00 €

Centre technique et pédagogique de l'Enseignement organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles
tél.: 065 66 73 22 – fax: 065 66 14 21
ctp.frameries@ctpe.be – www.ctpe.be

Table des matières

I.	Présentation	3
II.	Utilisation de la valise.....	4
III.	Liste non exhaustive du matériel non présent dans la valise mais incontournable pour la réalisation des manipulations	5
IV.	Manipulations.....	6
1.	Distinction entre mélange homogène et corps pur	6
2.	Décomposition d'un corps composé par électrolyse	9
A.	Électrolyse de l'eau	9
B.	Électrolyse du chlorure de cuivre (II) en solution aqueuse	12
3.	Comparaison des propriétés physiques des corps simples métalliques et non métalliques.....	13
A.	Éclat	13
B.	Dureté	13
C.	Masse volumique	14
D.	Conductibilité thermique	15
E.	Conductibilité électrique	16
V.	Contenu de la valise	17

I. Présentation

Cette valise se veut un outil d'accompagnement pour la mise en œuvre du programme du 2^e degré dans les unités suivantes :

- en HPT : UAA9
- en Sciences générales et sciences de base : UAA1 et UAA2

Trois thèmes y sont abordés.

1. Distinction entre mélange homogène et corps pur

Chromatographie sur papier

2. Décomposition d'un corps composé par électrolyse

I. Électrolyse de l'eau

II. Électrolyse du chlorure de cuivre (II) en solution aqueuse

3. Comparaison des propriétés physiques des corps simples métalliques et des corps simples non métalliques

II. Utilisation de la valise

- La valise est un outil pour accompagner les nouveaux programmes de chimie du 2^e degré.
- Elle est une aide précieuse pour travailler la démarche scientifique telle que préconisée par les nouveaux référentiels aussi bien pour les HPQ que pour les HT.
- Elles vous permettront de faire manipuler les élèves quelles que soient les conditions matérielles dans vos classes avec parfois un minimum de matériel supplémentaire.
- Les valises sont destinées à l'enseignant et ne doivent donc pas être distribuées aux élèves dans leur intégralité.
- De même, les procédures, les explications et commentaires sont destinés à l'enseignant, à charge pour lui de se les approprier et de les adapter en fonction du niveau de la classe. Il est donc conseillé de rédiger un autre document adapté aux élèves. Ainsi, les remarques écrites en rouge sont des informations destinées exclusivement aux professeurs et les textes en bleu sont des réponses « idéales », rédigées pour que chaque enseignant prenne la mesure de ce qui est attendu.
- Les manipulations sont à proposer aux élèves soit dans le cadre du cours en fonction des processus du référentiel soit en pratique de laboratoire.
- Le réapprovisionnement des consommables est assuré par le CTP de Frameries.
- La liste du matériel disponible au CTP est fournie dans le fichier « matériel CTP Frameries ».
- Toutes les mesures de sécurité doivent être respectées par l'enseignant et par les élèves.

III. Liste non exhaustive du matériel non présent dans la valise mais incontournable pour la réalisation des manipulations

- Balance (0,1 g)
- Bec bunsen ou chauffage type camping gaz
- Gants
- Goupillon
- Lunettes
- Pissette
- Spatule ou cuillère
- Tablier de laboratoire
- Plaque chauffante ou bouilloire électrique
- Mortier et pilon
- Une collection de pipettes pasteur en plastique
- Flacons compte-gouttes

IV. Manipulations

1. Distinction entre mélange homogène et corps pur

Séparation des constituants d'un mélange homogène par chromatographie sur papier

Dans cette technique, on utilise du papier pour chromatographie ou du papier-filtre de laboratoire sur lequel on dépose une goutte du mélange dont on veut séparer les constituants.

Le papier (support poreux) est plongé dans un liquide (Ex. : eau, alcool ...) appelé **éluant**. L'éluant va monter par capillarité sur le support et entraîner les différents constituants du mélange avec des vitesses différentes.

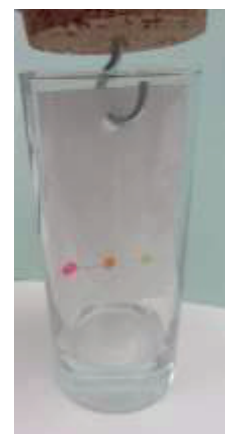
Les manipulations ont pour but la séparation de molécules colorées mélangées lors de la fabrication de colorants alimentaires et de feutres.

Matériel

- 1 enceinte pour chromatographie
- Bandelette de papier pour chromatographie
- Feutres à l'eau¹ et/ou colorants alimentaires²
- Eau
- 1 pipette pasteur en plastique

Mode opératoire

- Verser de l'eau dans le verre de l'enceinte (environ 1 cm de hauteur).
- Prendre une bandelette de papier pour chromatographie (4,5 cm x 9 cm) et perforer le haut pour pouvoir la fixer au crochet.
- Tracer au crayon noir une ligne horizontale à 1,5 cm du bas de cette même bandelette.
- Sur cette ligne, faire 2 à 3 points d'environ 0,5 cm de diamètre et séparés d'environ 1 cm avec des feutres de couleurs différentes ou déposer une goutte du mélange de colorants alimentaires à l'aide de la pipette.
- Accrocher verticalement la bandelette de papier au crochet du bouchon de l'enceinte.
- La bandelette doit tremper légèrement dans l'eau sans toucher les parois du verre et les points colorés doivent être au-dessus de la surface de l'eau.
- Recommencer l'expérience avec d'autres feutres de couleurs différentes et d'autres échantillons de colorants.
- Observer et interpréter les résultats.



¹ Choisir des feutres de couleurs différentes et/ou de marques différentes.

² Les colorants fournis dans la valise correspondent à des couleurs primaires (synthèse soustractive) à savoir magenta, cyan et jaune. Dès lors, il faut proposer aux élèves des échantillons constitués de différents mélanges de ces colorants.

Observations et interprétation

L'eau monte par capillarité, lentement, le long de la bandelette de papier en entraînant les différentes molécules colorées à des vitesses différentes. Au bout de quelques minutes, des trainées de couleurs se forment, les différents constituants des feutres et des colorants alimentaires sont séparés.



Information professeur

Les différentes molécules colorées des mélanges de colorants sont entraînées par l'eau, à des vitesses différentes, car elles n'ont pas toutes la même solubilité dans l'eau ni la même affinité pour le papier de chromatographie.

Rappel professeur








Lorsqu'un imprimeur ou un peintre mélange des pigments pour obtenir différentes teintes autres que les couleurs primaires, il constate que le mélange est plus sombre que les couleurs de départ. Il utilise ainsi la synthèse soustractive des couleurs.

Cette synthèse soustractive peut se résumer comme suit :

- Les couleurs primaires (pigments) sont le **CYAN**, le **MAGENTA** et le **JAUNE**. Ce sont les couleurs qu'on ne peut pas préparer par mélange. Par contre, en mélangeant ces trois pigments dans des proportions différentes, on obtient toutes les autres couleurs.
- Les pigments agissent comme des filtres, ils absorbent une ou des couleurs de la lumière incidente et rediffusent les autres.
Ex : éclairé par de la lumière blanche, un objet paraît rouge parce que le pigment absorbe (soustrait) toutes les couleurs sauf le rouge, un objet blanc rediffuse toutes les couleurs, tandis qu'un objet noir absorbe toutes les couleurs et ne diffuse rien. Il y a bien soustraction de couleurs.
- Le nom de **synthèse soustractive** provient du fait que, plus on ajoute de pigments, plus on soustrait des composantes colorées à la lumière.

Ce système CMJ (CMY pour les Anglo-Saxons) est utilisé en imprimerie, en dessin, en peinture ...

Remarque : en imprimerie, les couleurs primaires sont le CYAN, le MAGENTA, le JAUNE et le NOIR (que l'on doit ajouter car sa formation à partir des trois autres couleurs est impossible pour des raisons de pureté).

	Matière		
Couleurs pures (couleurs primaires)	Jaune 	Cyan 	Magenta 
Des mélanges	J+C 	J+M 	C+M 
	J+C+M 		
Plus on mélange les couleurs, plus on va vers le noir.			

2. Décomposition d'un corps composé par électrolyse

L'électrolyse, phénomène chimique lié au passage du courant électrique continu dans une solution³ contenant des ions, permet de décomposer une substance composée en substances simples.

Les manipulations ont pour but la décomposition de l'eau et du chlorure de cuivre (II) en solution aqueuse.

A. Électrolyse de l'eau

Matériel

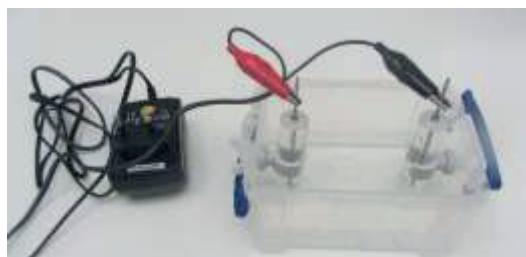
- 1 enceinte à électrolyse
- 1 transformateur de courant (12 V)
- Solution aqueuse de carbonate de sodium (Na_2CO_3 - 2 mol/L)
 - Eau distillée
 - Allumettes
 - Baguette en bois (tison)



³ Une électrolyse peut aussi se faire dans un corps pur ionique en fusion.

Mode opératoire

- Verser environ 250 mL d'eau distillée et 30 mL de la solution de carbonate de sodium (pour favoriser le passage du courant) dans la cuve à électrolyse.
- Remplir complètement les deux seringues avec la solution présente dans la cuve.
- Fixer les deux seringues à la cuve au moyen des vis papillon.
- Relier les deux électrodes au transformateur grâce aux pinces « croco ».
- Brancher le transformateur de courant électrique.
- Repérer l'électrode positive et l'électrode négative.
- Dès que, dans l'une des seringues, le niveau de la solution est descendu d'environ 10 mL, débrancher le transformateur.
- Comparer le niveau de la solution dans les deux seringues⁴.
- Retirer la seringue dont l'embout est traversé par l'électrode positive en obturant l'ouverture le plus rapidement possible au moyen du pouce.
- Préparer un tison.
- Introduire le tison (voir schéma) dans la seringue en orientant son ouverture vers le bas.
- Retirer la seringue dont l'embout est traversé par l'électrode négative en obturant l'ouverture le plus rapidement possible au moyen du pouce.
- Enflammer une allumette, retourner la seringue ouverture vers le haut (voir schéma).
- Retirer le pouce et approcher rapidement l'allumette enflammée de l'ouverture.
- Observer et interpréter les résultats.

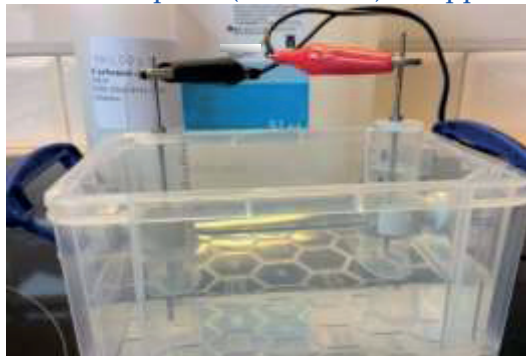


Identification	
Gaz récolté à l'électrode positive	Gaz récolté à l'électrode négative
<p>gaz</p> <p>tison</p>	<p>allumette</p> <p>gaz</p> <p>Après l'explosion (aboïement), faire observer aux élèves la présence de vapeur d'eau sur les parois de la seringue.</p>

⁴ Pour obtenir 10 mL de dihydrogène, il faut compter entre 10 et 20 minutes.

Observations

Dès que le courant passe, on observe un dégagement gazeux à chaque électrode.
 Le volume de gaz recueilli à l'électrode - est le double de celui recueilli à l'électrode +.
 Le gaz formé à l'électrode + ravive le tison.
 Le gaz formé à l'électrode - explose (aboïement) à l'approche d'une allumette enflammée.



Interprétation

Au cours de l'électrolyse, l'eau se décompose en dihydrogène et dioxygène identifiés par leurs propriétés différentes. Ces propriétés sont aussi différentes de celles de l'eau.

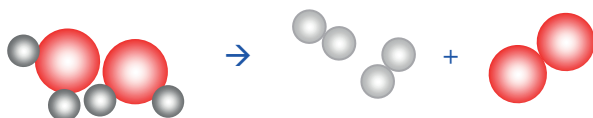
L'électrolyse est donc la transformation d'un corps pur composé (H_2O) en corps purs simples (H_2 et O_2) au moyen du courant électrique continu.

L'électrolyse de l'eau est un phénomène chimique c'est-à-dire un processus au cours duquel un ou plusieurs corps purs se transforment.

L'électrolyse a permis de recueillir deux fois plus de molécules de dihydrogène que de molécules de dioxygène.

La molécule d'eau est donc constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène.

Schéma de la réaction chimique pondérée



La décomposition de deux molécules d'eau produit deux molécules de dihydrogène et une molécule de dioxygène.

Équation chimique pondérée ou équation bilan

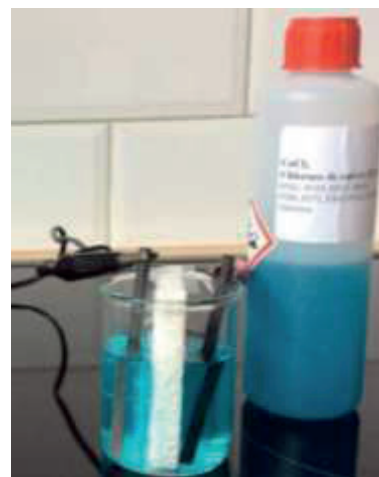
(avec l'état physique des réactifs et des produits)



B. Électrolyse du chlorure de cuivre (II) en solution aqueuse⁵

Matériel

- 1 bécher de 100 mL
- 2 tiges de graphite (Ex. : mines de crayon)
- 1 plaque de frigolite (5 cm x 6,5 cm)
- 1 transformateur (12 V)
- Solution aqueuse de chlorure de cuivre (II) (CuCl_2 - 1 mol/L)
- Encre



Mode opératoire

- Insérer la plaque de frigolite dans le bécher de façon à le cloisonner en deux compartiments.
- Placer une tige de graphite dans chaque compartiment.
- Verser environ 75 mL de la solution aqueuse de chlorure de cuivre (II) dans le bécher. Si la frigolite flotte, la fixer avec du papier collant.
- Relier le transformateur aux électrodes⁶ au moyen des pinces crocodiles.
- Faire circuler le courant pendant 5 à 10 min.
- Laisser tomber une goutte d'encre à proximité de l'électrode positive.



Observations

À l'électrode positive, il se forme un gaz à odeur piquante qui décolore l'encre. Sur l'électrode négative, il se forme un dépôt rose saumon.

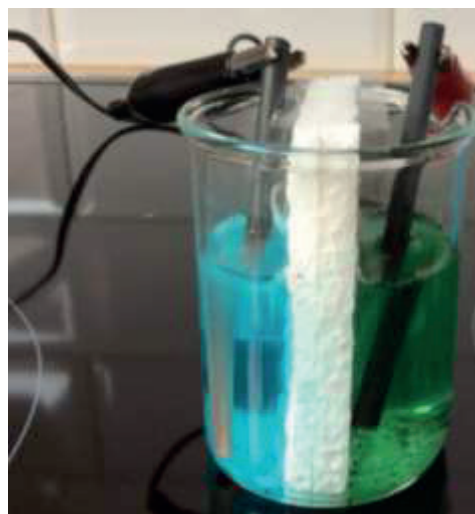
Interprétation

Le gaz qui se forme à l'électrode positive est le dichlore (Cl_2).

Le dépôt rose saumon à l'électrode négative est du cuivre métallique.

Le courant électrique a donc permis de transformer le chlorure de cuivre (II) (CuCl_2) en atomes de cuivre (Cu) et en gaz dichlore (Cl_2).

Équation chimique pondérée ou équation bilan avec l'état physique du réactif et du produit



⁵ Deux possibilités d'exploitation : réaction chimique (début UUA2 ScB et ScG) et réactions aux électrodes (fin UAA2 ScG)

⁶ Un conducteur électronique (métal ou graphite) porte le nom d'électrode quand il est en contact avec une solution ionique.

3. Comparaison des propriétés physiques des corps simples métalliques et non métalliques

Pour distinguer les métaux des non-métaux, on compare les propriétés physiques (conductibilité thermique, conductibilité électrique, aspect brillant (éclat métallique) ou mat, dureté, masse volumique) de corps purs simples métalliques et non métalliques [fer (Fe), aluminium (Al), carbone graphite (C_{graphite}), cuivre (Cu), magnésium (Mg), octasoufre (S_8)].

A. Éclat⁷

Matériel

- Échantillons de corps purs simples (Fe, Cu, Al, Mg, C_{graphite} , S_8)

Mode opératoire

- Observer l'aspect brillant ou mat du corps pur simple.

Observations

Le fer, l'aluminium, le cuivre et le magnésium ont un aspect brillant. Le carbone graphite présente un certain éclat et le soufre est mat.

Conclusion

L'éclat n'est pas un critère absolu pour distinguer les métaux des non-métaux.

B. Dureté

La dureté d'un matériau définit la résistance qu'oppose une surface de l'échantillon à la pénétration d'un clou en acier trempé.

Matériel

- Échantillons de corps purs simples (Fe, Cu, Al, Mg, C_{graphite} ⁸, S_8)
- Clou en acier trempé

Mode opératoire

- Rayer chaque échantillon à l'aide du clou pour tester leur résistance à la pénétration.

Observations

La dureté varie avec le type d'échantillon testé.

Conclusion

La dureté n'est pas un critère absolu pour distinguer les métaux des non-métaux.

⁷ Frotter chaque échantillon de métal (si oxydé) avec du papier de verre avant de donner les échantillons aux élèves.

⁸ Ne pas utiliser les tiges de graphite (réservées aux électrolyses) mais un morceau de graphite !

C. Masse volumique

La masse volumique ρ est la masse d'un corps pur par unité de volume. Dans le S.I., elle s'exprime en kg/m^3 . Elle est déterminée par la mesure de la masse et du volume du corps pur.

Matériel

- 2 cubes de corps purs simples différents⁹ de composition inconnue
- 1 balance
- 1 latte
- Tableau des masses volumiques

Masse volumique (ρ) (kg/m^3)	
aluminium (Al)	2 700
argent (Ag)	10 500
carbone graphite ($\text{C}_{\text{graphite}}$)	2 250
calcium (Ca)	1 540
cuiivre (Cu)	8 900
étain (Sn)	7 300
fer (Fe)	7 900
iridium (Ir)	22 640
lithium (Li)	530
magnésium(Mg)	1 750
mercure (Hg)	13 600
octasoufre (S_8)	1 070
or (Au)	19 300
platine (Pt)	21 400
plomb (Pb)	11 300
phosphore (P)	1 820
potassium (K)	850
silicium (Si)	2 330
titane (Ti)	4 540
uranium (U)	18 700
zinc (Zn)	7 140

⁹ Ne pas donner le nom des corps purs, il s'agit du fer et de l'aluminium.

a. Détermination de la nature d'un corps pur simple à partir de sa masse volumique

Mode opératoire

- Déterminer le volume des différents cubes et leur masse respective.
- Calculer la masse volumique de chaque corps pur en utilisant la formule $\rho = \frac{m}{V}$.
- Déterminer la composition chimique des deux corps purs en confrontant les résultats avec les données du tableau des masses volumiques.

Résultats

Nature des corps : fer ($\rho = 7\,900 \text{ kg/m}^3$) et aluminium ($\rho = 2\,700 \text{ kg/m}^3$).

b. Comparaison de masses volumiques de différents corps purs simples

- Exploiter le tableau pour comparer les masses volumiques des métaux et des non-métaux.

Conclusion

La valeur de la masse volumique ne permet pas de distinguer les métaux des non-métaux. La masse volumique n'est donc pas un critère absolu pour distinguer les métaux des non-métaux.

D. Conductibilité thermique

La conductibilité thermique d'un corps pur est la capacité de ce corps à diffuser la chaleur.

Matériel

- Corps purs simples (tiges de Fe, Cu, Al, C_{graphite} de même longueur)
- Eau
- Bouilloire
- Beurre
- 4 punaises
- Petit récipient¹⁰
- Carton



Mode opératoire

- Disposer les différentes tiges au travers du carton puis poser l'ensemble sur le récipient de telle sorte qu'une extrémité de chaque tige touche le fond du récipient.
- Coller une punaise à l'autre extrémité de chaque tige, à l'aide d'une même quantité de beurre.
- Verser l'eau très chaude (non bouillante) dans le récipient en soulevant le carton.
- Observer et interpréter les résultats.

Observations

Le beurre fond plus ou moins vite suivant la composition chimique des différentes tiges. Les punaises se décollent.



Conclusion

La conductibilité thermique n'est pas un critère absolu pour distinguer les métaux des non-métaux.

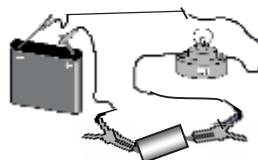
¹⁰ Récipient dont la hauteur est inférieure (de 2 à 3 cm) à celle des différentes tiges

E. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique d'un corps pur est la capacité de ce corps à conduire le courant électrique.

Matériel

- Corps purs simples (Fe, Cu, Al, C_{graphite}, S₈, Mg, ...)
- Fils conducteurs avec pinces crocodiles
- Transformateur de courant ou pile (4,5 V)
- Lampe (intensité nominale 3 V) + soquet



Mode opératoire

- Réaliser le circuit représenté ci-dessus en intercalant différents corps purs pour tester leur caractère conducteur ou non-conducteur de courant électrique.

Observations

Le fer, le cuivre, l'aluminium, le magnésium et le carbone graphite conduisent le courant électrique. L'octasoufre ne conduit pas le courant électrique.

Conclusion

La conductibilité n'est pas un critère absolu pour distinguer les métaux des non-métaux.

Synthèse

Caractéristique Substance	Éclat ¹¹	Dureté ¹²	Conductibilité thermique ¹¹	Conductibilité électrique ¹¹	Masse volumique
Fer					
Aluminium					
Cuivre					
Octasoufre					
Magnésium					
Carbone (graphite)					

Les métaux sont des conducteurs d'électricité.

Cette caractéristique n'est pas une exclusivité des métaux puisque le carbone graphite, non-métal, est conducteur d'électricité.

De même, l'éclat métallique n'est pas déterminant pour caractériser les métaux. En effet, le diiode est brillant alors que c'est un non-métal.

Donc, pour distinguer un métal d'un non-métal, il faut examiner plusieurs propriétés physiques. L'élément sera considéré comme métal ou non-métal s'il possède une majorité des propriétés caractérisant la catégorie métal ou non-métal.

¹¹ Présence de la caractéristique : ✓

¹² Par ordre de dureté croissante

V. Contenu de la valise

Matériel	Consommable
2 enceintes pour chromatographie	2 kits « colorants alimentaires »
2 pipettes pasteur	10 papiers pour chromatographie
2 kits « électrolyse »	200 mL solution aqueuse de carbonate de sodium (2 mol/L)
2 transformateurs de courant	200 mL solution aqueuse de chlorure de cuivre (II) (1 mol/L)
2 béchers 100 ml	2 baguettes en bois
2 plaques de frigolite (5x6,5 cm)	2 petits morceaux de graphite
2 soquets	
2 lampes (6V – 50 mA intensité nominale 3 V)	
2 fils + pinces crocodiles	
2 cubes en fer 1 cm ³ ou 2 cm ³	
2 cubes en aluminium 1 cm ³ ou 2 cm ³	
2 clous en acier	
2 lames de fer (10 cm de longueur)	
2 lames de cuivre (10 cm de longueur)	
2 lames en aluminium (10 cm de longueur)	
4 électrodes de graphite (10 cm de longueur)	
2 g magnésium en ruban	
2 petits morceaux d'octasoufre en canon	

