

PROTEUS  VR



LABORATOIRES ET MANUEL D'UTILISATION



proteus-vr.com

Table des matières

1	TUTORIELS	10
1.1	Tutoriel d'introduction (9e à 10e année).....	10
1.1.1	Objectifs éducatifs	10
1.1.2	Protocole	11
1.1.3	Résultats attendus.....	12
1.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	13
1.1.5	Les indispensables du laboratoire	13
1.2	Tutoriel sur l'équilibre (6e à 8e année).....	14
1.2.1	Objectifs éducatifs	14
1.2.2	Protocole	15
1.2.3	Résultats attendus.....	15
1.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	15
1.2.5	Les indispensables du laboratoire	16
1.3	Tutoriel en volume (de la 6e à la 12e année)	17
1.3.1	Objectifs éducatifs	17
1.3.2	Protocole	18
1.3.3	Résultats attendus.....	18
1.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	18
1.3.5	Les indispensables du laboratoire	19
2	PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES.....	20
2.1	Osiose (6e à 8e année)	20
2.1.1	Objectifs éducatifs	20
2.1.2	Protocole	22
2.1.3	Résultats attendus.....	23
2.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	25
2.1.5	Les indispensables du laboratoire	25
2.2	Identification des éléments à l'aide de flammes lumineuses (Grades 3 à 8).....	26
2.2.1	Objectifs éducatifs	26
2.2.2	Protocole	27
2.2.3	Résultats attendus.....	27
2.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	29

2.2.5	Les indispensables du laboratoire	29
2.3	Identification des gaz (6e à 8e année).....	30
2.3.1	Objectifs éducatifs	30
2.3.2	Protocole	31
2.3.3	Résultats attendus.....	31
2.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	33
2.3.5	Les indispensables du laboratoire	33
2.4	Séparation des produits solides et liquides (grades 3 à 8)	34
2.4.1	Objectifs éducatifs	34
2.4.2	Protocole	35
2.4.3	Résultats attendus.....	35
2.4.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	37
2.4.5	Les indispensables du laboratoire	37
2.5	Séparation du produit à l'aide du point d'ébullition 1 (grades 6 à 8)	38
2.5.1	Objectifs éducatifs	38
2.5.2	Protocole	39
2.5.3	Résultats attendus.....	39
2.5.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	41
2.5.5	Les indispensables du laboratoire	41
2.6	Séparation du produit à l'aide du point d'ébullition 2 (grades 9 à 12)	42
2.6.1	Objectifs éducatifs	42
2.6.2	Protocole	43
2.6.3	Résultats attendus.....	43
2.6.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	45
2.6.5	Les indispensables du laboratoire	45
2.7	Point de fusion et densité (6e à 8e année).....	46
2.7.1	Objectifs éducatifs	46
2.7.2	Protocole	47
2.7.3	Résultats attendus.....	47
2.7.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	49
2.7.5	Les indispensables du laboratoire	49
2.8	La densité (de la 9e à la 12e année)	50

2.8.1	Objectifs éducatifs	50
2.8.2	Protocole	51
2.8.3	Résultats attendus.....	51
2.8.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	53
2.8.5	Les indispensables du laboratoire	53
2.9	Propriétés physiques et identification du produit (6e à 12e année)	54
2.9.1	Objectifs éducatifs :	54
2.9.2	Protocole	55
2.9.3	Résultats attendus :	56
2.9.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	57
2.9.5	Les indispensables du laboratoire	57
3	BIOLOGIE	58
3.1	Sang et groupes sanguins (9e à 12e année).....	58
3.1.1	Objectifs éducatifs	58
3.1.2	Protocole	60
3.1.3	Résultats attendus.....	60
3.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	61
3.1.5	Les indispensables du laboratoire	61
3.2	Observation de cellules animales (6e à 12e année)	62
3.2.1	Objectifs éducatifs :	62
3.2.2	Protocole	63
3.2.3	Résultats attendus :	64
3.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	65
3.2.5	Les indispensables du laboratoire	65
3.3	Observation de cellules végétales (6e à 12e année).....	66
3.3.1	Objectifs éducatifs	66
3.3.2	Protocole	67
3.3.3	Résultats attendus.....	67
3.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	69
3.3.5	Les indispensables du laboratoire	69
4	PRÉPARATION DE LA SOLUTION	70
4.1	Préparation de la solution par dissolution (6e à 12e année).....	70

4.1.1	Objectifs éducatifs	70
4.1.2	Protocole	72
4.1.3	Résultats attendus.....	72
4.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	74
4.1.5	Les indispensables du laboratoire	74
4.2	Modification de la solubilité d'un solide (grades 6 à 12).....	75
4.2.1	Objectifs éducatifs	75
4.2.2	Protocole	76
4.2.3	Résultats attendus.....	76
4.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	78
4.2.5	Les indispensables du laboratoire	78
4.3	La loi de la conservation de masse (de la 9e à la 12e année).....	79
4.3.1	Objectifs éducatifs	79
4.3.2	Protocole	80
4.3.3	Résultats attendus.....	80
4.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	82
4.3.5	Les indispensables du laboratoire	82
4.4	Préparation d'une solution (de la 9e à la 12e année).....	83
4.4.1	Objectifs éducatifs	83
4.4.2	Protocole	84
4.4.3	Résultats attendus.....	84
4.4.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	86
4.4.5	Les indispensables du laboratoire	86
5	NEUTRALISATION ACIDE-BASE	87
5.1	pH (de la 6e à la 12e année).....	87
5.1.1	Objectifs éducatifs	87
5.1.2	Protocole	88
5.1.3	Résultats attendus.....	88
5.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	90
5.1.5	Les indispensables du laboratoire	90
5.2	Titration acide-base 1 (grades 9 à 12)	91
5.2.1	Objectifs éducatifs	91

5.2.2	Protocole	92
5.2.3	Résultats attendus.....	92
5.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	93
5.2.5	Les indispensables du laboratoire	93
5.3	Le pH des acides forts et faibles (grades 9 à 12)	94
5.3.1	Objectifs éducatifs	94
5.3.2	Protocole	95
5.3.3	Résultats attendus.....	95
5.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	96
5.3.5	Les indispensables du laboratoire	96
6	GAZ.....	97
6.1	La pression des gaz (grades 9 à 12)	97
6.1.1	Objectifs éducatifs	97
6.1.2	Protocole	98
6.1.3	Résultats attendus.....	98
6.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	99
6.1.5	Les indispensables du laboratoire	99
6.2	La relation entre le volume et la pression d'un gaz 1 (grades 9 à 12).....	100
6.2.1	Objectifs éducatifs	100
6.2.2	Protocole	101
6.2.3	Résultats attendus.....	101
6.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	102
6.2.5	Les indispensables du laboratoire	102
6.3	La relation entre le volume et la pression d'un gaz 2 (grades 9 à 12).....	103
6.3.1	Objectifs éducatifs	103
6.3.2	Protocole	104
6.3.3	Résultats attendus.....	104
6.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	106
6.3.5	Les indispensables du laboratoire	106
6.4	La relation entre la température d'un gaz et son volume (grades 9 à 12).....	107
6.4.1	Objectifs éducatifs	107
6.4.2	Protocole	108

6.4.3	Résultats attendus.....	108
6.4.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	110
6.4.5	Les indispensables du laboratoire	110
6.5	Relation entre la solubilité des gaz et la température (grades 9 à 12).....	111
6.5.1	Objectifs éducatifs	111
6.5.2	Protocole	112
6.5.3	Résultats attendus.....	112
6.5.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	113
6.5.5	Les indispensables du laboratoire	113
7	CINÉTIQUE CHIMIQUE ET THERMODYNAMIQUE.....	114
7.1	Vitesse de réaction et enthalpie (9e à 12e année)	114
7.1.1	Objectifs éducatifs	114
7.1.2	Protocole	115
7.1.3	Résultats attendus.....	115
7.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	116
7.1.5	Les indispensables du laboratoire	116
7.2	Vitesse de réaction entre les molécules (grades 9 à 12).....	117
7.2.1	Objectifs éducatifs	117
7.2.2	Protocole	118
7.2.3	Résultats attendus.....	118
7.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	120
7.2.5	Les indispensables du laboratoire	120
7.3	L'influence de la surface de contact sur la vitesse de réaction 1 (grades 9 à 12).....	121
7.3.1	Objectifs éducatifs	121
7.3.2	Protocole	122
7.3.3	Résultats attendus.....	122
7.3.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	123
7.3.5	Les indispensables du laboratoire	123
7.4	L'influence de la surface de contact sur la vitesse de réaction 2 (grades 9 à 12).....	124
7.4.1	Objectifs éducatifs	124
7.4.2	Protocole	125
7.4.3	Résultats attendus.....	125

7.4.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	127
7.4.5	Les indispensables du laboratoire	127
7.5	L'influence de la concentration sur la vitesse de réaction 1 (grades 9 à 12).....	128
7.5.1	Objectifs éducatifs	128
7.5.2	Protocole	129
7.5.3	Résultats attendus.....	130
7.5.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	131
7.5.5	Les indispensables du laboratoire	131
7.6	L'influence de la concentration sur la vitesse de réaction 2 (grades 9 à 12).....	132
7.6.1	Objectifs éducatifs	132
7.6.2	Protocole	133
7.6.3	Résultats attendus.....	133
7.6.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	134
7.6.5	Les indispensables du laboratoire	134
7.7	Loi de Hess (9e à 12e année)	135
7.7.1	Objectifs éducatifs	135
7.7.2	Protocole	136
7.7.3	Résultats attendus.....	137
7.7.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	138
7.7.5	Les indispensables du laboratoire	138
8	ÉQUILIBRE CHIMIQUE	139
8.1	L'aspect qualitatif de l'équilibre chimique (9e à 12e année).....	139
8.1.1	Objectifs éducatifs	139
8.1.2	Protocole	140
8.1.3	Résultats attendus :	141
8.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	145
8.1.5	Les indispensables du laboratoire	145
8.2	Le principe de Le Chatelier (9e à 12e année)	146
8.2.1	Objectifs éducatifs	146
8.2.2	Protocole	147
8.2.3	Résultats attendus.....	147
8.2.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	150

8.2.5	Les indispensables du laboratoire	150
9	ÉLECTROCHIMIE	151
9.1	Électrolyse de l'eau (de la 9e à la 12e année).....	151
9.1.1	Objectifs éducatifs	151
9.1.2	Protocole	152
9.1.3	Résultats attendus.....	153
9.1.4	Résumé du travail par échelle scolaire.....	154
9.1.5	Les indispensables du laboratoire	154
9.1.6	Objectifs éducatifs	155
10	Activités à paraître prochainement	156
11	Bienvenue chez Proteus Labs	158
12	Installation de Proteus Labs	159
13	Naviguer dans le laboratoire virtuel dans Proteus Labs.....	160
14	Accès au menu Démarrer sur Proteus Labs	161
15	Sélection de votre catégorie d'intérêt	162
16	S'engager dans les activités.....	163
17	À l'intérieur du labo : Naviguer dans vos activités	164
18	Utilisation de la tablette dans les activités de laboratoire	165
19	Guide de protocole sur la tablette	166
20	Comprendre la fonction de journal	167
21	Enregistrement détaillé des résultats dans les laboratoires Proteus	168
21.1	Graphique 1 : Température en fonction du temps.....	168
21.2	Graphique 2 : Volume de gaz en fonction du temps	168
21.3	Graphique 3 : Volume en fonction de la pression et 1/Volume en fonction de la pression 168	
22	Exploration du menu des options dans Proteus Labs.....	169
23	Comprendre les contraintes d'activité dans Proteus Labs	170
23.1	Mécanisme « Le sol est de la lave » :	170
23.2	Objets inanimés :.....	170
24	Annexe 1 : Instruments et conteneurs	171
24.1	Balance.....	171
24.2	Poids du papier.....	171
24.3	Minuteur.....	171

24.4	Spatules, pinces à épiler et pinces à glace.....	171
24.5	Thermomètres	171
24.6	Ph-mètre.....	172
24.7	Calorimètre	172
24.8	Cylindres gradués / Béchers / Erlenmeyers	172
24.9	Pipette et compte-gouttes.....	172
24.10	Burette.....	172
24.11	Agitation / Agitation des liquides	173
24.12	Protection de laboratoire	173
25	Quelques faits sur Proteus Labs !.....	174

1 TUTORIELS

1.1 Tutoriel d'introduction (9e à 10e année)

Cette expérience décrit l'immersion dans un environnement de laboratoire virtuel, utilisant la réalité virtuelle (RV) ou la réalité augmentée (RA) pour simuler des expériences scientifiques.

Il vise à familiariser les participants avec l'équipement de laboratoire virtuel et les procédures de chimie de base, en mettant l'accent sur l'utilisation des technologies immersives pour l'éducation et la formation.

1.1.1 Objectifs éducatifs

- **Familiarisation avec l'environnement virtuel** : apprendre à naviguer et à interagir avec un environnement de laboratoire simulé, en utilisant des commandes RV ou RA pour manipuler des objets et des équipements de laboratoire.
- **Utilisation de l'équipement de protection** : Comprendre l'importance de l'équipement de protection individuelle (EPI) dans un laboratoire, même dans un environnement virtuel, en mettant en évidence les pratiques de sécurité.
- **Mesure des substances** : exercice pour mesurer la masse des solides et le volume des liquides à l'aide d'instruments de laboratoire virtuels, tels que des balances électroniques et des cylindres gradués, afin de développer des compétences en manipulation et en mesure précise.
- **Expérimentation chimique virtuelle** : réalisation d'expériences chimiques de base, telles que la vérification du pH d'une solution, pour comprendre les réactions chimiques et les propriétés des substances.
- **Analyse et communication des résultats** : Apprenez à analyser les résultats des expériences dans une interface virtuelle et à communiquer ces résultats, illustrant ainsi l'importance de la documentation et de la communication en science.
- **Défis à relever** : Protégez-vous : mettez virtuellement les EPI nécessaires avant de commencer les expériences. Peser une substance solide en poudre : utiliser des instruments virtuels pour mesurer précisément la masse d'une poudre.
- **Mesurer le volume d'une substance liquide** : appliquer des techniques de mesure du volume pour préparer une solution. Vérifiez le pH d'un échantillon solide : Comprenez comment préparer une solution et testez votre pH à l'aide d'indicateurs chimiques. Récupérer et envoyer les résultats : utilisez l'interface virtuelle pour examiner et partager les résultats des expériences.

Cette expérience immersive propose une approche innovante de l'enseignement scientifique, permettant aux participants d'apprendre et de pratiquer des techniques de laboratoire dans un environnement sécurisé et contrôlé, sans les risques associés aux produits chimiques réels.

Il met en évidence le potentiel des technologies de réalité virtuelle et augmentée dans l'enseignement des sciences, en offrant une plate-forme interactive pour l'exploration et la compréhension des concepts scientifiques.

1.1.2 Protocole

Dans le coin supérieur droit de votre espace de travail, il y a deux boutons cylindriques. Vous pouvez basculer entre la réalité virtuelle et la réalité augmentée à tout moment en appuyant sur le bouton gauche, ou faire apparaître et disparaître le tableau blanc interactif en appuyant sur le bouton droit.

Dans la pièce, il y a une affiche montrant les commandes de base si vous êtes en réalité virtuelle.

Pour ramasser un objet avec suivi de la main, placez votre main ouverte face à l'objet, lorsque l'objet devient vert (symbole qu'il peut être ramassé), fermez complètement votre poing pour ramasser l'objet.

Pour libérer l'objet avec le suivi de la main, il vous suffit de rouvrir la main.

Pour ramasser un objet avec les manettes, placez votre main en face de l'objet. Lorsque l'objet devient vert (symbolisant qu'il peut être ramassé), maintenez enfoncé le bouton de ramassage.

Pour libérer l'objet avec les manettes, il suffit de relâcher le bouton de ramassage.

Vous pouvez revenir au menu Meta à tout moment en appuyant sur le bouton d'accès au menu Meta ou, en mode de suivi de la main, en effectuant le geste indiqué sur l'affiche des commandes de base.

En cas de problème, vous pouvez également réinitialiser l'expérience en appuyant sur le bouton « Redémarrer » de la tablette. Cela se trouve dans le menu des options, qui est accessible à partir du menu principal.

Avant toute expérience, il est important de s'équiper d'un équipement de protection adapté.

1. Mettez la blouse.
2. Mettez des lunettes de sécurité.
3. Mettez les gants en nitrile.

Peser une substance solide sous forme de poudre

Certains instruments de laboratoire peuvent être utilisés pour collecter et transporter des substances solides ou liquides.

Parmi ces instruments, certains comme la pince à épiler ou la pipette, nécessitent une action supplémentaire pour leur fonctionnement.

En mode de suivi de la main, une fois l'objet interactif ramassé, joignez le pouce et l'index pour activer l'interaction de l'objet.

Avec les contrôleurs, appuyez sur le bouton d'interaction pour faire fonctionner l'objet.

Certains instruments de laboratoire peuvent nécessiter d'appuyer sur des boutons. Pour appuyer sur un bouton, appuyez dessus avec un doigt.

4. Placez le panier de pesée sur la plate-forme de la balance électronique. (Fermez puis rouvrez la main)
5. Appuyez sur le bouton « Tare » situé de chaque côté de l'affichage numérique de la balance pour la mettre à zéro. (Toucher avec un doigt)
6. À l'aide du panier de pesée, peser environ 38 g de chlorure de sodium. Pour ce faire, retirez le couvercle du récipient brun correspondant. Ensuite, prenez l'une des spatules à votre disposition et mettez-la dans ce récipient. Vous devriez voir qu'il est maintenant plein de poudre. Enfin, inclinez la spatule sur le panier de pesée pour verser. Répétez l'opération avec différentes spatules jusqu'à ce que vous ayez atteint les 38g souhaités. Étant donné que le NaCl a une densité de 2,16 g/mL, vous devrez peser 17,5 mL. Les spatules sont calibrées à 5 ml, 2,5 ml, 1 ml et 0,12 ml.

Utilisez la plaque chauffante.

7. À l'aide du cylindre gradué et de la fiole de nettoyage, mesurer 100 mL d'eau distillée. Une bouteille de lavage remplie d'eau distillée se trouve à votre droite. Attention à bien mesurer à l'aide du ménisque !

8. Versez l'eau distillée mesurée dans un erlenmeyer de 250 ml.

9. Versez le chlorure de sodium de la nacelle de pesée dans l'erlenmeyer. Il est normal qu'un précipité se forme au fond (NaCl).

10. Insérez un bâtonnet magnétique (petit cylindre bleu à gauche de la plaque chauffante) dans l'erlenmeyer. Il suffit de l'approcher de l'ouverture de l'erlenmeyer et de le libérer.

11. Fermez l'erlenmeyer à l'aide d'un bouchon en caoutchouc à deux trous avec un coude en verre. Il se trouve derrière la plaque chauffante.

12. Placez l'erlenmeyer sur la plaque chauffante.

13. Dans le trou disponible sur le capuchon, insérez un thermomètre.

14. Démarrez l'agitateur magnétique (bouton gauche de la plaque chauffante). Démarrez ensuite le chronomètre numérique au bas de votre plan de travail.

15. Réglez la plaque chauffante à 105°C à l'aide des boutons de réglage sur le côté droit de l'appareil. Il s'agit d'appuyer sur le bouton « + » et de le maintenir en place jusqu'à ce que la température cible choisie soit atteinte. Le précipité doit se dissoudre dans l'eau à mesure que la température augmente.

16. Vérifiez le point d'ébullition de l'eau (100°C) sur le thermomètre, ainsi que dans le tableau des résultats. Ce dernier est accessible en revenant au menu principal de la tablette. Une fois dans la section des résultats, 2 sous-sections sont à votre disposition, le tableau et le graphique. Le tableau est un journal de votre expérience, tandis que le graphique vous fournit des informations concises sur les principales variables de celle-ci.

Notez que dans cette expérience, la vitesse d'ébullition de l'eau est multipliée par 2.

Chauffez l'eau sans dépasser le point d'ébullition de 5°C et assurez-vous de ne pas brûler le soluté.

18. Lorsque presque tout le solvant (eau) a été vaporisé et qu'un résidu solide est visible (NaCl), abaissez la température de la plaque chauffante au minimum. La vaporisation devrait prendre un peu plus d'une minute.

Déterminer le caractère acido-basique et le pH d'une substance liquide.

19. Trempez un papier indicateur de pH universel dans le bécher contenant de l'acide chlorhydrique 0,1 M.

20. Comparez la couleur obtenue avec celles disponibles sur le tableau de pH.

21. On peut également mesurer à l'aide d'un pH-mètre.

22. Plongez l'électrode du pH-mètre dans le même bécher.

23. Lisez la mesure sur le cadran numérique.

24. Rincez l'électrode à l'eau distillée.

25. Séchez l'électrode avec du papier absorbant.

1.1.3 Résultats attendus

- L'erlenmeyer contenant du HCl 0,1 M affichera un pH d'environ 1.
- Le papier tournesol rouge restera rouge (la solution est acide).
- Le papier tournesol bleu deviendra rouge (la solution est acide).

- La solubilité du NaCl à 25°C est de 360g/L et augmente avec l'augmentation de la température.

1.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Navigation de base, introduction aux EPI et mesures de volume simples.
- **Activités** : Mise en place d'EPI, mesure des volumes de liquide et préparation simple de la solution.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Focus** : Navigation intermédiaire, utilisation détaillée de l'EPI et compétences de mesure précises.
- **Activités** : Enfiler l'EPI, mesurer les masses solides et les volumes de liquide, et tests de base du pH.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Navigation avancée, utilisation complète de l'EPI, mesures précises et exactes, expériences chimiques avancées et analyse des résultats.
- **Activités** : Enfiler l'EPI, mesurer les masses solides et les volumes de liquides, tester le pH, analyser et communiquer les résultats.

1.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml).
 Plaque de godet.
 Droppers.
 Balance électronique.
 Erlenmeyer (250ml).
 Tige de verre.
 Cylindres gradués (25 ml et 100 ml).
 Plaque chauffante.
 Agitateur magnétique.
 Essuie-tout.
 Ph-mètre.
 Pipette.
 Spatules.
 Tubes à essai.
 Thermomètres.
 Minuteur.

Produit(s) :

HCl 0,1 M (solution).
 Eau distillée.

1.2 Tutoriel sur l'équilibre (6e à 8e année)

Cette expérience illustre les techniques de base pour mesurer la masse de différents types de solides, à la fois en pleine forme et en poudre, à l'aide d'une balance à trois pestes, un instrument de laboratoire classique.

L'objectif est d'apprendre à peser des substances avec précision et de comprendre l'importance de la précision dans les mesures scientifiques.

Cette section établit les étapes fondamentales pour bien utiliser une balance à trois pestes, y compris le calibrage initial, le positionnement de l'objet sur le plateau et le réglage des curseurs pour obtenir une lecture précise de la masse.

L'addition des masses indiquées par les curseurs permet de déterminer la masse totale de l'objet.

Mesurer la masse d'un solide entier : Ce processus implique l'utilisation d'une nacelle de pesée pour mesurer la masse de solides entiers, tels que des rubans de magnésium.

La procédure détaille comment régler l'échelle, peser la nacelle seule, puis peser à nouveau avec les rubans de magnésium, permettant de calculer la masse des rubans en soustrayant la masse de la nacelle vide de la masse totale.

Mesurer la masse d'une poudre solide : Cette partie se concentre sur la mesure de la masse d'une poudre solide, telle que l'oxyde de magnésium. La méthode consiste à l'aide d'une spatule à transférer une quantité déterminée de poudre dans la nacelle, à peser l'ensemble et à calculer la masse de la poudre en effectuant la soustraction appropriée.

1.2.1 Objectifs éducatifs

- **Apprendre à utiliser une balance à triple poutre** : Comprendre le fonctionnement et les étapes nécessaires pour obtenir une mesure précise de la masse.
- **Développer des compétences avec des mesures précises** : exercice pour peser des objets de différentes formes et tailles, ainsi que des substances en poudre, ce qui est essentiel dans de nombreuses procédures scientifiques.
- **Comprendre l'importance de la précision** : reconnaître l'importance de mesurer précisément la masse dans les expériences scientifiques pour garantir la fiabilité et la validité des résultats.

En résumé, cette expérience enseigne des compétences fondamentales de laboratoire, essentielles pour la réalisation d'expériences précises et reproductibles en science, en mettant l'accent sur la mesure exacte de la masse des solides dans différents états.

1.2.2 Protocole

Procédure générale

- 1) Assurez-vous que les curseurs d'équilibrage sont à zéro et que la plate-forme est propre.
- 2) Vérifiez que l'aiguille pointe vers zéro. Si l'aiguille n'est pas alignée avec le point zéro, calibrez la balance à l'aide de la vis de réglage.
- 3) Placez l'objet à peser sur la plate-forme de la balance.
- 4) Déplacez le curseur de la plus grande échelle jusqu'à ce que l'aiguille soit plus basse que le point zéro.
- 5) Reculez le curseur d'un cran vers la gauche pour que l'aiguille soit au-dessus du point zéro.
- 6) Répétez les étapes 4 et 5 avec le deuxième curseur.
- 7) Déplacez le curseur de la plus petite échelle jusqu'à ce que l'aiguille soit parfaitement alignée avec le point zéro.
- 8) Ajoutez la masse des curseurs pour trouver la masse de l'objet.

Mesure de la masse d'un objet solide

- 1) Ajustez le niveau du balancier à l'aide de la vis de réglage.
- 2) Pesez le bateau de pesée à l'aide de la balance.
- 3) Placez tous les morceaux de CaCO_3 dans le bateau sur la plate-forme d'équilibre à l'aide d'une pince à épiler. (Rappel : Pour utiliser la pince à épiler en mode suivi de la main, une fois l'objet interactif ramassé, joignez le pouce et l'index pour activer l'interaction de l'objet.)
- 4) Pesez le bateau et les pièces.
- 5) Calculez la masse de la substance comme suit : masse du récipient et substance - masse du récipient vide.
- 6) Retirez les morceaux de CaCO_3 du bateau.

Mesure de la masse d'un solide en poudre

- 1) Prenez 5 ml de poudre de CaCO_3 à l'aide de la grande spatule et placez-le dans le bateau.
- 2) Pesez le bateau et la poudre de CaCO_3 .
- 3) Calculez la masse de la substance comme suit : masse du récipient et substance - masse du récipient vide.
- 4) Retirez le bateau de la plate-forme d'équilibre.
- 5) Retirez la poudre de CaCO_3 du bateau.
- 6) Réinitialisez les curseurs d'équilibre à zéro.

1.2.3 Résultats attendus

Il s'agit d'une séance pratique pour vous familiariser avec l'utilisation du balancier à triple poutre.

1.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Fonctionnement de base d'une balance à triple faisceau et tâches de mesure simples.
- **Activités** : Utiliser l'équilibre pour mesurer de petits objets, discuter de l'importance de la précision en termes de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension détaillée du fonctionnement de la balance et des tâches de mesure plus complexes.
- **Activités** : Mesure d'une variété d'objets, y compris des poudres, discussion sur le rôle de la précision dans les résultats scientifiques.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise du fonctionnement de la balance, des tâches de mesure avancées et une compréhension approfondie de la précision dans la recherche scientifique.
- **Activités** : Mesure précise d'objets complexes, discussions approfondies sur l'impact de la précision sur la fiabilité et la validité scientifiques.

1.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Spatule.
Balancier à triple faisceau.
Brucelles.

Produit(s) :

Carbonate de calcium (morceaux).
Carbonate de calcium (poudre).

1.3 Tutoriel en volume (de la 6e à la 12e année)

Cette expérience est conçue pour enseigner des méthodes de mesure du volume de différents états de matériaux : liquide, solide et gazeux, en utilisant des techniques et des équipements spécifiques à chaque cas. Il permet de comprendre les principes de mesure et les propriétés physiques de la matière grâce à des méthodes pratiques.

Partie 1 : Mesurer le volume d'un liquide. Cette partie montre comment mesurer avec précision le volume d'un liquide à l'aide d'un cylindre gradué. La technique du ménisque est essentielle pour obtenir une lecture précise car elle tient compte de la courbure que le liquide forme à la surface en raison de la tension superficielle qui se forme.

Partie 2 : Mesurer le volume d'un solide par le mouvement de l'eau. Cette méthode utilise le principe d'Archimède, qui stipule que le volume de fluide déplacé est égal au volume de l'objet immergé. En mesurant l'eau débordée lorsqu'un solide est immergé dans un vase trop plein, vous pouvez déterminer le volume du solide. C'est une technique particulièrement utile pour les solides irréguliers qui ne peuvent pas être mesurés directement avec une règle ou un calibre.

Partie 3 : Mesurer le volume d'un gaz. La mesure du volume d'un gaz utilise une burette à gaz immergée dans l'eau, ce qui permet au gaz de remplacer l'eau dans la burette. Cette méthode illustre comment les gaz peuvent être contenus et leur volume mesuré en déplaçant un autre fluide. Elle dépend de la pression atmosphérique et de la capacité du gaz à occuper tout l'espace disponible, conformément aux lois du gaz.

1.3.1 Objectifs éducatifs

- ***Pratiquer des méthodes de mesure spécifiques :*** les élèves apprennent à utiliser différents instruments de mesure et à interpréter correctement les lectures pour obtenir des résultats spécifiques.
- ***Comprendre les propriétés de la matière :*** l'expérience illustre les propriétés physiques fondamentales des différents états de la matière, telles que la capacité des liquides à former un ménisque, la solidité des solides qui leur permet de déplacer l'eau, et l'expansibilité des gaz.
- ***Appliquer des principes physiques :*** les étapes impliquent l'application de principes physiques, tels que le principe d'Archimède pour les solides et les lois des gaz pour mesurer le volume des gaz.

En alliant théorie et pratique, cette expérience permet d'acquérir les techniques de mesure de base en physique et en chimie, tout en renforçant la compréhension des propriétés de la matière dans ses différents états.

1.3.2 Protocole

Partie 1 : Mesure du volume d'un liquide

1. À l'aide de l'évier, mesurez 70 ml de liquide dans le cylindre gradué approprié.
2. Vérifiez la base du ménisque dans le cylindre gradué pour confirmer le volume.

Partie 2 : Mesure du volume d'un solide à l'aide d'un récipient de trop-plein

Pour mesurer le volume d'un solide, on peut utiliser le déplacement de l'eau.

3. Remplissez un récipient de trop-plein à sa pleine capacité avant de le déborder (500 mL).
4. Placez un cylindre gradué de 25 mL sous le bec de trop-plein du récipient.
5. Versez 5 morceaux de nitrate de fer (III) dans le récipient de trop-plein à l'aide de pinces.
6. À l'aide du trop-plein du récipient et du ménisque dans le cylindre gradué, déterminez le volume du solide.

Partie 3 : Mesure du volume d'un gaz

Pour mesurer le volume d'un gaz, on peut utiliser une burette à gaz.

7. Remplissez un bécher de 1 L avec 700 ml d'eau du robinet.
8. Placez ce bécher à côté du support.
9. Installez une pince universelle au-dessus du centre du bécher pour soutenir la burette à gaz.
10. Remplissez la burette à gaz avec de l'eau.
11. En tenant la burette à l'envers, bloquez son ouverture avec votre pouce.
12. Placez la burette à gaz inversée dans la pince, en vous assurant que son ouverture est près du bas du bécher.
13. Relâchez doucement votre pouce pour permettre à la burette d'être immergée sans perdre d'eau.
14. Ajustez la configuration si nécessaire pour éviter la perte d'eau de la burette.
15. Fixez un connecteur en plastique en forme de « J » sous l'ouverture de la burette à gaz.
16. Connectez le tuyau bleu de la bouteille de gaz au connecteur et démarrez la minuterie.
17. Ouvrez la vanne de la bouteille de gaz.
18. Laissez la burette à gaz se remplir à moitié de gaz. Cela devrait prendre environ une minute.
19. Fermez le robinet de gaz et lisez le volume sur la burette à gaz.

1.3.3 Résultats attendus

Il s'agit d'une séance pratique pour vous familiariser avec l'utilisation de la bouteille graduée, du réservoir de trop-plein et de la burette à gaz.

La densité calculée du nitrate de fer (III) doit être d'environ 1,68 g/mL, ce qui donne 5,3 mL.

1.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux techniques de mesure et à la compréhension des propriétés de la matière.
- **Activités** : Utilisation de cylindres gradués pour les liquides, déplacement d'eau simple pour les solides.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Développer les compétences de mesure et appliquer les principes physiques de base.
- **Activités** : Précision dans l'utilisation des cylindres gradués, application du principe d'Archimède, introduction à la mesure du volume de gaz.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Maîtriser les techniques de mesure et comprendre les principes physiques avancés.
- **Activités** : Utilisation avancée de cylindres gradués, application détaillée du principe d'Archimède, mesure précise du volume de gaz.

1.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (1000 ml).
 Burette de gaz.
 Raccord de gaz.
 Réservoir de gaz.
 Cylindres gradués (10 ml, 25 ml, 70 ml, 250 ml).
 Support de laboratoire et pinces.
 Récipient de débordement.
 Spatule.
 Minuteur.
 Brucelles

Produit(s) :

Nitrate de fer (III) (morceaux).

2 PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES

2.1 Osmose (6e à 8e année)

Cette expérience vise à démontrer la dialyse à travers une simulation de la dissémination de différentes substances à travers une membrane semi-perméable, représentée par le sac de dialyse.

L'expérience illustre les concepts clés de la biologie et de la chimie cellulaires, tels que la perméabilité des membranes, la diffusion et les réactions chimiques spécifiques pour tester la présence de certaines molécules dans une solution. Voici le parcours et les objectifs de l'expérience :

2.1.1 Objectifs éducatifs

- **Préparation de la solution et chauffage :** Le début de l'expérience consiste à préparer une solution aqueuse et à chauffer un tube à essai contenant du glucose pour simuler la préparation de la « cellule virtuelle » et de la solution environnante. Préparation des réactifs pour les tests : la préparation de seaux avec des réactifs spécifiques pour le glucose, l'amidon et le sel prépare le terrain pour tester la présence de ces substances après dialyse.
- **Préparation du sac de dialyse :** L'expérience simule la membrane cellulaire à l'aide d'un sac de dialyse, dans lequel sont placés des solutions d'amidon, de sel et de glucose. Le sac est ensuite immergé dans de l'eau distillée pour simuler l'environnement extracellulaire. Diffusion et dialyse : La mise en œuvre permet d'observer le processus de diffusion des molécules à travers la membrane semi-perméable du sac de dialyse, imitant le fonctionnement d'une cellule vivante dans son environnement.
- **Tests chimiques :** Après une période de dialyse, des tests chimiques sont effectués pour identifier les substances qui se sont disséminées à travers le sac. Ces tests comprennent l'utilisation de Lugol pour détecter l'amidon, de Fehling A et B pour le glucose et de nitrate d'argent pour le sel.
- **L'observation des changements :** L'expérience permet d'observer les changements dans la composition chimique de l'eau environnante et à l'intérieur du sac de dialyse, ainsi que tout changement de volume dans le sac, illustrant les principes de l'osmose et de la diffusion.

Objectifs de l'expérience :

- **Comprendre la dialyse :** démontrer comment les substances diffusent à travers une membrane semi-perméable en fonction de leurs gradients de concentration.
- **Illustrez les principes de diffusion et d'osmose :** observez directement comment les molécules se déplacent d'une zone à forte concentration à une zone à faible concentration, et comment cela affecte le volume dans le sac de dialyse.
- **Application de tests chimiques :** utiliser des réactions chimiques spécifiques pour tester la présence de glucose, d'amidon et de sel, en soulignant l'importance des indicateurs chimiques dans la détection des substances.

Cette expérience offre une compréhension pratique des processus biologiques et chimiques fondamentaux, en utilisant des techniques de laboratoire pour explorer des concepts clés en biologie et en chimie.

2.1.2 Protocole

Solutions de contrôle

Versez 100 ml d'eau du robinet dans un bécher de 250 ml.

2. Placez le bécher de 250 ml sur la plaque chauffante.

3. Ajoutez un certain nombre de solutions différentes comme suit :

Mettez dix gouttes de solution d'amidon dans la tasse étiquetée (amidon).

Mettez 10 ml de solution de glucose dans le tube à essai étiqueté (glucose).

Mettez dix gouttes de solution saline dans la tasse étiquetée (sel).

4. Ajoutez une certaine quantité des différentes solutions comme suit :

Ajouter 10 mL de Fehling A dans le tube à essai étiqueté (glucose)

Ajouter 10 ml de Fehling B dans le tube à essai étiqueté (glucose)

Ajoutez dix gouttes de lugol dans la tasse étiquetée (amidon).

Ajoutez dix gouttes de nitrate d'argent dans la tasse étiquetée (sel).

5. Mélangez les cellules marquées (amidon) et (sel) à l'aide d'une tige de verre propre.

6. Placez le tube à essai étiqueté (glucose) dans le bécher de 250 ml préparé à l'étape 1 à l'aide de pinces universelles.

Réglez la plaque chauffante à 75°C et attendez 30 secondes.

Préparation du sac d'osmose

8. Éteignez la plaque chauffante.

9. Mettez 300 ml d'eau tiède dans le bécher de 600 ml.

10. Trempez le sac de dialyse dans de l'eau tiède pour le rendre plus souple.

11. Fixez le capuchon au fond du sac de dialyse.

Dans le cylindre gradué, verser successivement 3 mL de solution d'amidon, 3 mL de solution saline et 3 mL de solution de glucose.

13. Versez le contenu de la bouteille graduée dans le sac de dialyse.

14. Tenez fermement l'extrémité ouverte du sac de dialyse et rincez le sac dans le bécher de 600 ml.

15. Placez le bécher vide de 250 ml à côté du support universel.

16. Fixez la « cellule virtuelle » au support universel à l'aide de la pince universelle et placez le tout verticalement dans le bécher de 250 ml.

Remplissez le bécher de 250 ml d'eau distillée afin que le contenu du sac soit immergé dans l'eau. L'eau ne doit pas toucher l'extrémité où se trouve l'ouverture du sac.

18. Prélevez quelques gouttes d'eau dans le bécher et appliquez comme suit :

Mettez 10 ml de la solution aqueuse du bécher dans le tube à essai étiqueté (test de glucose).

Mettez dix gouttes de la solution aqueuse du bécher dans la tasse étiquetée (test de l'amidon).

Mettez dix gouttes de la solution d'eau du bécher dans la tasse étiquetée (test au sel)

Attendez 24 heures. (Utilisez le bouton de l'horloge pour avancer l'heure)

Utilisation d'indicateurs

20. Prenez une certaine quantité d'eau du bécher et mettez-la comme suit :

Mettez 10 ml de la solution aqueuse du bécher dans le tube à essai étiqueté (test de glucose).

Placez dix gouttes de la solution aqueuse du bécher dans la tasse étiquetée (test d'amidon).

Mettez dix gouttes de la solution de l'eau du bécher dans la tasse étiquetée (test au sel).

Versez 100 ml d'eau du robinet dans un bécher de 250 ml.

22. Placez le bécher de 250 ml sur la plaque chauffante et chauffez à intensité maximale jusqu'à ébullition.

23. Observez le volume d'eau contenu dans la trousse de dialyse et notez s'il y a des changements.

24. Mettez 10 ml de Fehling A et 10 ml de Fehling B dans les deux tubes à essai étiquetés (test de glucose).

25. Mettez dix gouttes de lugol dans les deux tasses étiquetées (test d'amidon).

Mettez dix gouttes de nitrate d'argent dans les deux tasses étiquetées (test de sel).

Placez d'abord le tube à essai étiqueté (Test Glucose) dans le bécher de 250 ml préparé à l'étape 21 et attendez quelques instants. (La réaction de Fehling).

28. Répétez l'étape précédente avec le tube à essai étiqueté (test de glucose) après 24 heures (réaction de Fehling).

2.1.3 Résultats attendus

L'iode (I⁻) contenu dans la solution de Lugol réagit avec l'amidon pour former un complexe iode-amidon. Lorsque de l'iode est ajouté à l'amidon, il s'adapte à l'intérieur de la structure hélicoïdale des molécules d'amidon, ce qui entraîne un changement de couleur en bleu-noir. Cette réaction est souvent utilisée comme test qualitatif pour indiquer la présence d'amidon.

La solution Fehling A est essentiellement une solution CuSO₄ avec une molarité de 0,05M, avec sa couleur bleu ciel caractéristique due aux ions Cu²⁺. La solution Fehling B contient du sel de Rochelle (tartrate de sodium et de potassium) et du NaOH 0,0625M. La solution B de Fehling est généralement un liquide clair et incolore.

Lorsque la solution A de Fehling est mélangée à la solution B de Fehling sans chauffage, les deux solutions réagissent pour former un complexe bleu profond. Ce complexe est le résultat de la réaction des ions cuivre (II) de l'A de Fehling avec les ions tartrate de l'élément B de Fehling dans un environnement alcalin, formant un complexe cuivre (II)-tartrate. Le mélange sera d'une couleur bleu foncé. La chaleur est nécessaire pour réduire le cuivre (II) en cuivre (I), ce qui donne une couleur bleue plus profonde.

Lorsque vous introduisez des sucres réducteurs dans la solution de Fehling chauffée (un mélange de A et B de Fehling), une réaction chimique se produit où les sucres réducteurs donnent des électrons aux ions cuivre (II), les réduisant en ions cuivre (I). Le changement de couleur de la

solution du bleu profond au bleu clair, suivi de l'apparition d'un précipité rouge, indique la présence de sucres réducteurs.

Ce test est spécifique pour les sucres réducteurs, qui sont des sucres qui ont des groupes aldéhydes ou cétones libres capables d'agir comme agents réducteurs. Les sucres réducteurs courants comprennent le glucose, le fructose, le lactose et le maltose. Les sucres non réducteurs, comme le saccharose, ne réagissent pas dans cet essai à moins qu'ils ne soient hydrolysés en leurs composants de sucre réducteur. Le nitrate d'argent réagit avec le chlorure (Cl⁻) pour produire un précipité blanc d'AgCl(s).

L'eau s'est déplacée de l'extérieur de la cellule vers l'intérieur. Ceci est observé par le niveau d'eau dans le bécher, qui a légèrement diminué, et par le sac, qui s'est légèrement élargi. Le glucose et l'amidon se sont déplacés de l'intérieur du sac vers le milieu externe. Ils sont détectés dans l'eau entourant le sac à l'aide des tests d'iode de Lugol et de solution de Fehling. La concentration des substances à l'intérieur et à l'extérieur de la membrane, ainsi que la taille des particules par rapport à la taille des pores de la membrane.

Cela pourrait s'expliquer par 3 principes :

- ***Mouvement de l'eau*** : Il s'agit d'un processus semblable à l'osmose, où l'eau se déplace à travers une membrane semi-perméable d'une zone de faible concentration de soluté à une zone de concentration de soluté plus élevée. Dans ce cas, l'eau à l'intérieur du bécher (à l'extérieur de la cellule ou du sac) se déplace dans le sac (représentant la cellule), ce qui fait diminuer le niveau d'eau dans le bécher et dilater le sac lorsqu'il se remplit d'eau.
- ***Mouvement du glucose et de l'amidon*** : Cela indique que le glucose et l'amidon, initialement à l'intérieur du sac, se sont déplacés vers l'environnement extérieur (l'eau du bécher). Ce mouvement pourrait être dû à la dialyse, un processus où les molécules et les ions plus petits peuvent se déplacer à travers une membrane semi-perméable, contrairement aux molécules plus grandes. La présence de glucose et d'amidon dans la solution externe est confirmée à l'aide de tests spécifiques : le test à l'iode de Lugol pour l'amidon, qui devient bleu-noir en présence d'amidon, et le test de solution de Fehling pour réduire les sucres comme le glucose, qui entraîne un changement de couleur lorsque le glucose réduit les ions cuivre (II) dans la solution de Fehling en oxyde de cuivre (I).
- ***Concentration et taille des particules*** : Cette affirmation fait référence aux facteurs qui influencent le mouvement des substances à travers une membrane. Le gradient de concentration (la différence de concentration de substance à l'intérieur et à l'extérieur de la membrane) et la taille relative des particules par rapport à la taille des pores de la membrane déterminent quelles substances peuvent traverser la membrane. Les particules ou molécules plus grosses qui dépassent la taille des pores de la membrane ne peuvent pas passer, tandis que les plus petites le peuvent.

2.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à l'osmose et à la diffusion, étapes de préparation simples et observations de base.
- **Activités** : Préparation de solutions simples, utilisation de base d'un sac de dialyse et tests chimiques d'introduction.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Focus** : Compréhension intermédiaire de l'osmose et de la diffusion, étapes de préparation détaillées et observations intermédiaires.
- **Activités** : Préparation et chauffage de solutions, utilisation d'un sac de dialyse pour des expériences de diffusion et application d'essais chimiques.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée de l'osmose et de la diffusion, préparation et observation détaillées, et tests chimiques complets.
- **Activités** : Préparer des solutions détaillées, réaliser des expériences de diffusion complexes avec un sac de dialyse et effectuer des tests et des analyses chimiques approfondis.

2.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (250 ml et 600 ml).
Plaque de godet.
Droppers.
Cylindre gradué (10 ml et 100 ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Sac d'osmose.
Tubes à essai.

Produit(s) :

Eau distillée.
Fehling, A.
Fehling B.
Glucose.
Lugol (2%).
Nitrate d'argent.
Chlorure de sodium.
Amidon

2.2 Identification des éléments à l'aide de flammes lumineuses (Grades 3 à 8)

L'expérience est conçue pour explorer le phénomène fascinant des tests à la flamme, qui révèlent la présence d'éléments chimiques spécifiques dans les substances grâce aux couleurs distinctives qu'elles émettent lorsqu'elles sont exposées au feu.

Cette approche pratique permet non seulement de mettre en lumière l'identification élémentaire, mais aussi de servir de plate-forme d'introduction à la maîtrise des pratiques fondamentales de laboratoire.

2.2.1 Objectifs éducatifs

- **Introduction aux tests à la flamme** : Apprenez à effectuer des tests à la flamme, en observant les colorations uniques émises par diverses substances lorsqu'elles sont enflammées, ce qui sert de base à l'identification des éléments chimiques.
- **Maîtrise des techniques de laboratoire** : Acquérir des compétences dans l'utilisation d'un brûleur, la manipulation sécuritaire des produits chimiques et l'interprétation efficace des résultats expérimentaux en les juxtaposant à des matériaux de référence établis.
- **Identification des éléments chimiques** : Utiliser les colorations distinctives observées lors des essais à la flamme pour déterminer la présence d'éléments spécifiques dans les substances examinées.
- **Sécurité et respect des procédures** : Insistez sur l'importance de respecter les protocoles de sécurité lors de la manipulation et de la combustion des produits chimiques, en soulignant l'importance d'un équipement et de procédures de sécurité appropriés.
- **Perfectionnement des compétences analytiques** : Améliorer la capacité d'analyser et d'interpréter les résultats des essais à la flamme, en améliorant la compréhension de la composition chimique des substances et des principes d'identification élémentaire.
- **Utilisation de la référence** : Utilisez un tableau de référence des couleurs associées à divers composés chimiques pour faciliter le processus d'identification, favorisant une compréhension plus profonde de la relation entre les éléments et leurs colorations d'essai de flamme.

Cette expérience immersive souligne l'intégration des compétences pratiques de laboratoire aux connaissances théoriques, offrant aux participants une compréhension complète des procédures d'essai à la flamme et des principes qui sous-tendent l'identification des éléments chimiques. Grâce à cette méthode engageante, l'aventure dans le domaine de la chimie devient non seulement éducative, mais aussi une expérience visuellement captivante.

2.2.2 Protocole

Méthode d'essai de la réaction d'une substance à la flamme

Allumez le brûleur.

Prélever un échantillon de poudre d'une substance à tester à l'aide de la spatule (substances 1 à 4).

3) Exposez la substance à la flamme du brûleur.

4) Prenez une bande de magnésium à l'aide de la pince à épiler (substance 5).

Exposez le ruban de magnésium à la flamme du brûleur.

6) Éteignez le brûleur.

7) La couleur de la flamme se trouve dans le tableau, dans la section des résultats.

8) Comparez la couleur de la flamme avec des couleurs de référence, comme celles présentées ci-dessous.

La couleur émise lors de la combustion de certaines substances

Blanc = Magnésium

Violet = Iodure de potassium

Vert = Sulfate de cuivre

Jaune = Nitrate de fer

Rouge vif = Chlorure de lithium

2.2.3 Résultats attendus

Lors de la réalisation d'un test à la flamme, les résultats attendus sont essentiels pour comprendre la composition de diverses substances en fonction de la couleur qu'elles émettent lorsqu'elles sont exposées à la flamme. Cette méthode simple mais efficace s'appuie sur le principe selon lequel lorsque les éléments sont chauffés, leurs électrons sont excités et sautent à des niveaux d'énergie plus élevés. Lorsque les électrons reviennent à leur état fondamental, ils émettent de la lumière de longueurs d'onde spécifiques, que nous percevons comme des couleurs différentes. Ce phénomène est fondamental pour le test à la flamme, fournissant une empreinte visuelle pour chaque élément.

Dans ce protocole, différentes substances sont introduites dans une flamme et la couleur émise est observée. Par exemple, lorsque le magnésium, substance 5, est exposé à une flamme, une lumière blanche brillante est attendue, ce qui est caractéristique du spectre d'émission du magnésium. Ce résultat est crucial pour confirmer la présence de magnésium dans un échantillon.

De même, lors de l'essai des substances 1 à 4, différentes couleurs sont prévues en fonction des composés. L'iodure de potassium doit émettre une teinte violette, indiquant la présence de potassium. Le sulfate de cuivre devrait produire une flamme verte, une couleur caractéristique des ions cuivre. Le nitrate de fer doit produire une flamme jaune, alignée sur le spectre d'émission du fer.

Enfin, le chlorure de lithium est connu pour émettre une flamme rouge vif, pointant distinctement vers le lithium.

L'importance de ces résultats va au-delà de la simple identification. Dans le cadre éducatif, le test de flamme démontre les concepts fondamentaux des transitions d'électrons et de l'émission de lumière. Dans des applications pratiques, il s'agit d'une méthode rapide et rentable pour identifier les ions métalliques dans les composés. En comparant les couleurs observées à des normes connues, les chercheurs peuvent déduire la composition d'échantillons inconnus, ce qui facilite tout, du contrôle de la qualité des processus de fabrication à la surveillance de l'environnement et à l'analyse médico-légale.

La compréhension des émissions de couleur spécifiques de divers éléments permet aux scientifiques de déduire la présence de ces éléments dans des échantillons inconnus. Cette méthode, bien qu'elle ne soit pas aussi précise que les techniques spectroscopiques, offre une approche visuellement attrayante et simple de l'analyse chimique, soulignant l'interaction entre l'énergie, le mouvement des électrons et la lumière dans le domaine du comportement atomique et moléculaire.

2.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux essais à la flamme et observations simples.
- **Activités** : Observer les couleurs des flammes, les consignes de sécurité de base, identifier quelques éléments communs.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire et application pratique des essais à la flamme.
- **Activités** : Effectuer des essais de flamme, à l'aide d'un tableau de référence, suivre les protocoles de sécurité détaillés et commencer à analyser les résultats.

2.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bec Bunsen
Spatule.
Brucelles.

Produit(s) :

Sulfate de cuivre (poudre).
Nitrate de fer (cristaux).
Chlorure de lithium (poudre).
Magnésium (morceaux).
Iodure de potassium (poudre).

2.3 Identification des gaz (6e à 8e année)

Cette expérience de laboratoire est méticuleusement conçue pour percer les mystères de différents gaz inconnus en observant de près leurs réactions au bois incandescent et leurs interactions avec l'eau de chaux. L'objectif principal est d'explorer les capacités des gaz à maintenir ou à éteindre la combustion d'une attelle en bois et de détecter des réactions chimiques indiquant des gaz spécifiques, en particulier l'identification du dioxyde de carbone par la formation d'un précipité de carbonate de calcium blanc. Cette approche pratique permet non seulement de combler le fossé entre les concepts théoriques et l'application dans le monde réel, mais aussi d'enrichir la compréhension des propriétés chimiques et physiques des gaz.

2.3.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre les propriétés des gaz :** Acquérez une compréhension complète des propriétés chimiques et physiques des gaz, en vous concentrant sur leur comportement en présence de flamme et de réactivité chimique.
- **Observation expérimentale :** Apprenez à mener des expériences pour observer la réaction de différents gaz lorsqu'ils sont exposés à une attelle en bois incandescente, en faisant la distinction entre les gaz inflammables, ceux qui favorisent la combustion et ceux qui éteignent les flammes.
- **Analyse des réactions chimiques :** Développer des compétences dans la réalisation d'essais chimiques, tels que l'ajout d'eau de chaux à des échantillons de gaz, pour observer et analyser des réactions chimiques indiquant des gaz spécifiques, en particulier la détection du dioxyde de carbone.
- **Application théorique :** Appliquer les connaissances théoriques des gaz à des expériences pratiques, améliorant ainsi la capacité d'identifier les gaz en fonction de leurs propriétés et de leurs réactions.
- **Sécurité et procédure :** Insistez sur l'importance de la sécurité et du respect des protocoles procéduraux lors de la manipulation des gaz et de la réalisation d'expériences.
- **Compétences analytiques :** Améliorer les compétences analytiques par l'observation des résultats expérimentaux, favorisant une compréhension plus approfondie des propriétés des gaz et l'interprétation des résultats.

Cette entreprise de laboratoire est conçue pour donner aux étudiants les connaissances et les compétences nécessaires pour identifier expérimentalement les propriétés de différents gaz inconnus par l'observation et l'analyse chimique. En s'engageant dans cette exploration pratique, les étudiants ont une occasion unique d'appliquer directement leur compréhension théorique à des scénarios du monde réel, améliorant ainsi leur compréhension et leur appréciation du monde fascinant des gaz.

2.3.2 Protocole

1. Allumez l'attelle en bois.
2. Retirez le bouchon de l'un des tubes à essai contenant le gaz inconnu #1 (tubes à essai 1 à 3) et introduisez rapidement l'attelle allumée.
3. Répétez les étapes 1 et 2 avec l'un des tubes à essai contenant un gaz inconnu #2 (tubes à essai 4 à 6) et l'un des tubes à essai contenant un gaz inconnu #3 (tubes à essai 7 à 9).
4. Allumez une autre attelle en bois.
5. Secouez l'attelle pour l'éteindre tout en la gardant brillante.
6. Retirez le bouchon d'un deuxième tube à essai contenant le gaz inconnu #1 et introduisez rapidement l'attelle lumineuse.
7. Répétez les étapes 4 à 6 avec les deux autres gaz.
8. Ouvrez le troisième tube à essai contenant le gaz inconnu #1 et versez rapidement environ 15 ml d'eau de chaux.
9. Remplacez immédiatement le bouchon du tube à essai et secouez.
10. Répétez les étapes 8 et 9 avec les tubes à essai contenant le gaz inconnu #2 (tubes à essai 4 à 6), puis avec ceux contenant le gaz inconnu #3 (tubes à essai 7 à 9).

2.3.3 Résultats attendus

- Le gaz inconnu #1 est le CO₂ (g).
- Le gaz inconnu #2 est l'O₂ (g)
- Le gaz inconnu #3 est H₂ (g).

Retour sur les 3 étapes de l'expérience :

Introduction d'une attelle brûlante dans les tubes à essai contenant des gaz inconnus : Cette étape est essentielle pour identifier la présence d'oxygène (O₂). Lorsqu'une attelle lumineuse est introduite dans un tube contenant de l'oxygène, l'attelle se rallume, démontrant le rôle de l'oxygène dans le soutien de la combustion.

Introduction d'une attelle éteinte mais toujours brillante dans les tubes à essai : Cette étape permet d'identifier la présence d'hydrogène gazeux (H₂). L'hydrogène gazeux est connu pour rallumer une attelle lumineuse avec un son « pop » caractéristique, qui est le résultat de la combustion rapide de l'hydrogène en présence d'oxygène.

Secouer l'eau de chaux avec le gaz dans le tube à essai : Cette étape est conçue pour détecter le dioxyde de carbone (CO₂). Lorsque le CO₂ est introduit dans l'eau de chaux (une solution d'hydroxyde de calcium), il réagit pour former du carbonate de calcium, qui est insoluble et rend l'eau de chaux laiteuse. Il s'agit d'un test qualitatif pour la présence de dioxyde de carbone.

L'importance de ces tests réside dans leur capacité à mettre en évidence des propriétés et des réactions chimiques fondamentales, telles que le rôle de l'oxygène dans la combustion, l'inflammabilité de l'hydrogène et la réaction du dioxyde de carbone avec l'eau de chaux. Ces expériences sont non seulement fondamentales pour comprendre la réactivité chimique et

l'identification des gaz, mais ont également des implications pratiques dans divers domaines scientifiques, notamment les sciences de l'environnement, les protocoles de sécurité et les processus industriels. Grâce à ces tests simples mais efficaces, les étudiants ou les chercheurs peuvent mieux comprendre les comportements réactifs de différents gaz et appliquer ces connaissances dans des contextes pratiques ou expérimentaux.

2.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à l'identification des gaz et observations simples.
- **Activités** : Observation des réactions gazeuses avec une attelle en bois et de l'eau de chaux, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire et application des techniques d'identification des gaz.
- **Activités** : Mener des expériences, consigner des observations, comprendre les réactions chimiques et suivre des protocoles de sécurité détaillés.

2.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Briquet.

Tubes à essai.

Trappes en bois.

Produit(s) :

Gaz inconnus (#1 à #9).

2.4 Séparation des produits solides et liquides (grades 3 à 8)

Ce tutoriel est conçu pour enseigner aux étudiants deux techniques fondamentales de séparation et de purification en chimie : la décantation et la filtration. Grâce à une expérience pratique, les étudiants apprendront à séparer un solide d'un liquide dans un mélange hétérogène, acquérant ainsi des compétences pratiques et comprenant les principes sous-jacents de la solubilité et des propriétés physiques.

2.4.1 Objectifs éducatifs

Le but de cette expérience est de mettre en pratique deux techniques fondamentales de séparation et de purification en chimie : la décantation et la filtration.

Partie 1 : Décantation

La décantation vise à séparer les phases d'un mélange hétérogène composé d'un solide sans pareil (en l'occurrence, l'hydroxyde de cobalt (II)) et d'un liquide (l'eau), en exploitant leur différence de densité. L'objectif est d'obtenir un liquide plus clair en versant doucement la phase aqueuse supérieure dans un autre récipient, en laissant derrière soi le solide déposé au fond du premier bécher. Cette étape permet une séparation grossière du solide et du liquide, en préparation d'une purification plus fine.

Partie 2 : la filtration

La filtration permet de compléter la séparation amorcée par la décantation, en éliminant les particules solides résiduelles qui ont été transférées avec le liquide dans le second Becher.

Ce procédé utilise un filtre placé dans un entonnoir pour séparer les phases solide (résidu) et liquide (filtrat) du mélange.

Le filtrat, c'est-à-dire le liquide ayant traversé le filtre, doit être plus pur que le mélange initial, tandis que le résidu, constitué de particules solides, reste sur le filtre.

En combinant décantation et filtration, cette expérience vise à enseigner comment effectuer une séparation efficace des composants d'un mélange hétérogène, à comprendre le principe de solubilité et les propriétés physiques qui permettent la séparation des phases, ainsi qu'à familiariser les participants avec l'utilisation d'équipements de laboratoire standard pour la séparation des mélanges.

2.4.2 Protocole

Le but de ce laboratoire est de séparer les constituants d'un mélange d'hydroxyde de cobalt (II) et d'eau.

Partie 1 : Décantation

Cette méthode permet une séparation préalable, car l'hydroxyde de cobalt (II) n'est pas soluble dans l'eau.

1. Une solution aqueuse avec un dépôt d'hydroxyde de cobalt (II) a reposé pendant au moins 5 minutes.
2. Versez doucement la partie liquide (eau) du mélange dans un deuxième bécher.
 - a) À ce stade, des particules solides peuvent se retrouver dans le deuxième bécher.
3. Laissez reposer le premier bécher sur le comptoir pour le reste du laboratoire. L'eau résiduelle pourra s'évaporer.

Partie 2 : Filtration

Cette méthode permet d'éliminer les particules solides qui se sont retrouvées dans le mélange après la décantation.

1. Fixez une pince moyenne au support universel sur la droite.
2. Insérez le filtre dans un entonnoir.
3. Fixez l'entonnoir à la pince du support universel.
4. Placez un erlenmeyer sous l'ouverture de l'entonnoir.
5. Versez lentement le mélange sur la partie épaisse du filtre.
6. Laissez passer le mélange à travers le filtre.
 - a) Le liquide obtenu est appelé filtrat.
 - b) La partie solide qui reste dans le filtre est le résidu.

2.4.3 Résultats attendus

L'objectif de cet exercice en laboratoire est de séparer les constituants d'un mélange d'hydroxyde de cobalt (II) et d'eau. Le processus implique deux techniques de séparation principales : la décantation et la filtration, qui sont fondamentales pour séparer les phases solides et liquides d'un mélange.

Partie 1 : Décantation

La décantation exploite l'insolubilité de l'hydroxyde de cobalt (II) dans l'eau. Après avoir laissé le mélange se déposer, l'eau, qui est le liquide surnageant, est doucement versée dans un autre bécher, laissant derrière elle l'hydroxyde solide de cobalt (II). Cette étape est cruciale car elle

repose sur la différence de densité entre le solide et le liquide pour réaliser la séparation. Certaines particules solides peuvent être transférées dans le deuxième bécher, ce qui nécessite l'étape suivante, la filtration.

Partie 2 : Filtration

La filtration est utilisée pour éliminer toutes les particules solides restantes qui ont été transférées par inadvertance avec l'eau pendant la décantation. Le mélange est versé à travers un filtre, qui capture les particules solides, ne laissant passer que le liquide. Le liquide recueilli à ce stade est appelé le filtrat, et le solide retenu sur le filtre est le résidu.

Au cours de la décantation, le résultat principal est la séparation partielle de l'hydroxyde de cobalt (II) de l'eau. Cette étape est importante car elle démontre le principe de l'utilisation des propriétés physiques (solubilité et densité) pour la séparation.

Au cours de la filtration, le résultat attendu est la séparation complète de l'hydroxyde de cobalt solide (II) de l'eau. Cette étape est essentielle pour s'assurer que toutes les particules solides qui se sont échappées pendant la décantation sont capturées, illustrant l'efficacité de la filtration pour séparer les solides des liquides en fonction de la taille des particules.

L'importance de ces procédures réside dans leur large applicabilité dans divers domaines scientifiques, notamment la chimie, les sciences de l'environnement et l'ingénierie. La compréhension de ces techniques de séparation fondamentales est cruciale pour les étudiants, car elles font partie intégrante de nombreux processus de laboratoire et industriels, de la purification des produits chimiques au traitement des eaux usées. Ce laboratoire aide non seulement à comprendre les propriétés spécifiques de l'hydroxyde de cobalt (II) et de l'eau, mais renforce également le concept de séparation de phase et les applications pratiques de la décantation et de la filtration dans des scénarios réels.

2.4.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux techniques de séparation et observations simples.
- **Activités** : Observation de la décantation et de la filtration simple, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension et application intermédiaires des techniques de séparation.
- **Activités** : Réalisation de la décantation et de la filtration, compréhension de la pureté chimique, protocoles de sécurité détaillés.

2.4.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50ml et 1000ml).
Erlenmeyer (250 ml).
Entonnoir.
Filtre en entonnoir.
Tige de verre.
Cylindres gradués (70ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Connecteur en plastique.
Tubes à essai et
Thermomètres et minuterie.

Produit(s) :

Hydroxyde de cobalt (II).

2.5 Séparation du produit à l'aide du point d'ébullition 1 (grades 6 à 8)

Cette expérience en laboratoire est centrée sur le processus de distillation, une technique fondamentale pour séparer ou purifier les liquides en exploitant les différences de leurs points d'ébullition. L'objectif principal est d'isoler le solvant (eau) du soluté (sulfate de cuivre) par chauffage pour évaporer le solvant, qui est ensuite condensé en un liquide (distillat) dans un tube à essai refroidi par de l'eau glacée. Cette méthode est très appréciée pour sa capacité à purifier un liquide ou à extraire des composants d'un mélange liquide, offrant une approche pratique pour comprendre les principes de la distillation.

2.5.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre la distillation** : Acquérir une compréhension approfondie du processus de distillation, en mettant l'accent sur le rôle des points d'ébullition dans la séparation des mélanges liquides.
- **Maîtrise des techniques de laboratoire** : Développez les compétences nécessaires à l'utilisation compétente d'équipements de laboratoire cruciaux, tels que les erlenmeyers, les agitateurs magnétiques, les plaques chauffantes et les thermomètres, qui sont essentiels à la conduite de la distillation.
- **Informations sur la température et la pression** : Obtenez des informations sur l'impact de la température et de la pression sur les points d'ébullition des liquides et apprenez à ajuster ces paramètres pour obtenir une distillation efficace.
- **Application pratique des concepts théoriques** : Appliquez des concepts théoriques liés à la solubilité, aux points d'ébullition et aux changements de phase dans un cadre de laboratoire pratique, améliorant ainsi l'apprentissage par l'expérience directe.
- **Sécurité et précision dans le travail de laboratoire** : Souligner l'importance de respecter les protocoles de sécurité et de maintenir un contrôle précis de la température pour prévenir la décomposition thermique des solutés et assurer le succès du processus de séparation.

En s'engageant dans cette expérience de distillation, les participants sont non seulement initiés à l'application pratique de la distillation pour la séparation et la purification des substances, mais aussi aux concepts scientifiques fondamentaux qui sous-tendent le processus.

L'expérience sert de pont entre les connaissances théoriques et l'application pratique, favorisant une compréhension complète du processus de distillation, de l'importance des points d'ébullition et de l'utilisation d'équipements de laboratoire, tout en soulignant l'importance de la sécurité et de la précision dans la recherche scientifique.

2.5.2 Protocole

1. Verser 60 mL de solution de sulfate de cuivre 1M dans un erlenmeyer de 250 mL.
 2. Insérez une barre d'agitation magnétique dans l'erlenmeyer.
 3. Fermez l'erlenmeyer à l'aide d'un bouchon en caoutchouc percé d'un trou et d'un coude en verre.
 4. Placez l'erlenmeyer sur la plaque chauffante.
 5. Insérez un thermomètre dans le trou.
 6. Remplissez à moitié un bécher de 500 ml avec de l'eau froide et de la glace.
 7. À l'aide du support universel sur la gauche et d'une grande pince, insérez un tube à essai vide dans le bécher d'eau glacée.
 8. À l'aide du même support universel et d'une autre grande pince, insérez un tube en plastique dans le tube à essai de manière à établir une connexion avec l'erlenmeyer.
 9. Démarrez l'agitateur magnétique, ainsi que le chronomètre.
 10. Réglez la plaque chauffante à 105°C.
 11. Vérifiez le point d'ébullition de l'eau (100°C) sur le thermomètre, ainsi que dans le tableau des résultats.
- ** Notez que dans cette expérience, le taux d'ébullition de l'eau est doublé **
12. Chauffer l'eau sans dépasser le point d'ébullition de plus de 5 °C et veiller à ne pas brûler le soluté.
 13. Lorsque presque tout le solvant s'est évaporé et qu'un résidu solide est visible, éteignez la plaque chauffante.
- a. Le contenu de l'éprouvette est le solvant et est maintenant appelé distillat.
- b. Le contenu de l'erlenmeyer est le soluté.

2.5.3 Résultats attendus

Évaporation de l'eau : En chauffant la solution de sulfate de cuivre à environ 105 °C, le composant aqueux devrait s'évaporer. Le point d'ébullition de l'eau étant de 100°C, la chauffer juste au-dessus de cette température assure son passage de l'état liquide à la vapeur sans augmenter significativement la température du sulfate de cuivre, ce qui pourrait entraîner sa décomposition.

Condensation de la vapeur d'eau : L'eau évaporée devrait ensuite se condenser lorsqu'elle rencontre les surfaces plus froides de l'installation, en particulier à l'intérieur du tube qui se connecte au bécher rempli de glace. Ce processus démontre le changement physique de l'eau de l'état gazeux à l'état liquide, qui est ensuite recueilli sous forme de distillat dans le tube à essai.

Séparation du sulfate de cuivre : Au fur et à mesure que l'eau s'évapore, le sulfate de cuivre restera dans l'erlenmeyer sous forme de résidu solide. Cela démontre le principe de l'utilisation des points d'ébullition pour séparer les composants d'un mélange en fonction de leurs différentes propriétés physiques.

L'intérêt de cette expérience réside dans sa démonstration de la distillation simple, une technique fondamentale en chimie utilisée pour purifier ou séparer des mélanges liquides. Ce processus est

largement applicable dans divers domaines scientifiques et industriels, tels que les produits pharmaceutiques, la transformation des aliments et la fabrication de produits chimiques. L'expérience fournit une compréhension pratique de la façon dont les différences de points d'ébullition peuvent être exploitées pour séparer des substances, illustrant des concepts clés en chimie physique et en génie chimique. De plus, l'expérience souligne l'importance d'un contrôle minutieux de la température et des processus physiques d'évaporation et de condensation dans les techniques de séparation.

2.5.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la distillation et observations simples.
- **Activités** : Observation des changements de phase, démonstration simple de la distillation, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Focus** : Compréhension intermédiaire et application des techniques de distillation.
- **Activités** : Effectuer la distillation de base, utiliser l'équipement de laboratoire, observer les effets de la température, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise avancée de la distillation et analyse approfondie.
- **Activités** : Effectuer une distillation détaillée, utiliser de l'équipement de laboratoire de pointe, ajuster les paramètres expérimentaux, effectuer des analyses détaillées, respecter des protocoles de sécurité avancés.

2.5.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50ml et 1000ml).
Erlenmeyer (250 ml).
Entonnoir.
Filtre en entonnoir.
Tige de verre.
Cylindres gradués (70ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Connecteur en plastique.
Tubes à essai.
Thermomètres et minuterie.

Produit(s) :

Sulfate de cuivre 1,0 M (solution).

2.6 Séparation du produit à l'aide du point d'ébullition 2 (grades 9 à 12)

Cette expérience se concentre sur le processus de distillation fractionnée, une méthode sophistiquée conçue pour séparer ou purifier les composants de mélanges liquides complexes, tels que le rinçage par brouillard, en exploitant les différences de points d'ébullition de ses constituants. L'objectif est d'isoler et d'analyser les divers composants volatils présents dans le rinçage du brouillard, en observant les variations de température pour localiser l'ébullition de divers éléments à des températures spécifiques.

2.6.1 Objectifs éducatifs

- **Plongez dans la distillation fractionnée** : Obtenez une compréhension complète des principes de la distillation fractionnée et de son application dans la séparation de mélanges liquides complexes en fonction des disparités de point d'ébullition.
- **Précision dans le contrôle de la température** : Soulignez l'importance d'un contrôle précis de la température pour la vaporisation sélective des composants du mélange, en soulignant le rôle crucial de la température dans le processus de distillation.
- **Maîtrise de l'équipement de laboratoire** : Acquérez des compétences dans l'utilisation d'appareils de laboratoire essentiels, tels que les flacons Erlenmeyer, les plaques chauffantes et les configurations de condensation, essentiels à l'exécution de la distillation fractionnée.
- **Aperçu des propriétés chimiques** : Améliorez vos connaissances sur les propriétés physiques des composants du mélange, en particulier les points d'ébullition, et comprenez comment ces propriétés peuvent être utilisées pour une séparation efficace.
- **Application des concepts théoriques** : Favoriser la capacité d'appliquer les connaissances théoriques dans un cadre pratique, enrichissant ainsi la compréhension des techniques de séparation chimique et de purification.

Cette expérience en laboratoire de la distillation fractionnée sert d'exploration pratique de la séparation et de la purification de mélanges complexes. En se concentrant sur la distillation du rinçage par brouillard, les participants apprennent non seulement les aspects opérationnels de la distillation fractionnée, mais aussi l'importance d'un contrôle précis de la température et de l'utilisation correcte de l'équipement de laboratoire.

L'activité vise à fournir une compréhension pratique de la façon dont différents points d'ébullition peuvent être exploités pour séparer un mélange en ses éléments constitutifs, offrant ainsi une application réelle de concepts chimiques théoriques. Grâce à ce processus, les participants acquièrent des informations précieuses sur les propriétés physiques des substances et les méthodologies pratiques pour leur séparation, améliorant ainsi leurs compétences et leurs connaissances en analyse chimique.

2.6.2 Protocole

1. Versez environ 70 ml d'éthanol à 25 % v/v dans l'erenmeyer de 250 ml.
2. Insérez la barre d'agitation magnétique dans l'erenmeyer.
3. Fermez l'erenmeyer à l'aide du bouchon à deux trous avec un coude en verre.
4. Insérez le thermomètre dans l'un des trous du bouchon à l'aide d'un coude en verre. Le thermomètre doit être immergé dans le bain de bouche mais ne doit pas toucher le fond de l'erenmeyer.

Prudence! Le coude en verre peut se briser s'il n'est pas inséré directement dans le trou.

5. Placez l'erenmeyer sur la plaque chauffante.
6. Remplissez le bécher de glace de 500 ml d'eau froide.
7. À l'aide d'une grande pince et du support universel sur la gauche, placez le tube à essai #1 dans le bécher.
8. À l'aide d'une autre grande pince et du même support, connectez le tube en plastique au coude en verre et insérez l'autre extrémité dans le tube à essai.
9. Démarrez l'agitateur magnétique.
10. Démarrez le chronomètre et surveillez le tableau des résultats.
11. Réglez la température de la plaque chauffante à 85°C.
12. Surveiller la condensation d'un liquide dans le tube à essai #1.

**** Notez que dans cette expérience, le taux d'ébullition de l'eau est doublé ****

13. Lorsque le liquide ne se condense plus dans le tube à essai et que la solution dans l'erenmeyer change de couleur :

- retirer le tube en caoutchouc du tube à essai ;
- sortez le tube à essai du bécher et placez-le sur le support du tube à essai ;
- Placez le tube à essai 2 dans le bécher et insérez-y l'extrémité du tube.

14. Réglez la température de la plaque chauffante à 105°C.
15. Surveillez l'apparition d'un autre plateau de température dans le tableau des résultats.
16. Lorsque la solution s'est complètement évaporée, éteignez la plaque chauffante et attendez que la configuration refroidisse.

2.6.3 Résultats attendus

Cet exercice en laboratoire démontre le processus de distillation d'une solution d'éthanol à 25 % v/v, en se concentrant sur la séparation de l'éthanol de l'eau en fonction de leurs différents points d'ébullition. La procédure consiste à chauffer la solution, à vaporiser l'éthanol, puis à la condenser sous forme liquide dans un récipient séparé.

Les résultats attendus sont les suivants :

- **Chauffage de la solution d'éthanol :** En ajustant la plaque chauffante à 85°C, l'éthanol, dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'eau, commence à s'évaporer. Cette étape est cruciale pour séparer l'éthanol de la solution.
- **Évaporation et condensation de l'éthanol :** Au fur et à mesure que l'éthanol se vaporise, il se déplace dans l'installation et se condense lors du refroidissement, s'accumulant dans un tube à essai séparé sous forme de distillat. Cela démontre le principe de la distillation, où une substance est séparée en fonction de son point d'ébullition.
- **Plateau de température :** Le plateau de température observé indique la phase d'évaporation de l'éthanol. Comme l'éthanol a un point d'ébullition inférieur à celui de l'eau (78,37 °C à la pression atmosphérique standard), il s'évapore en premier. L'élévation ultérieure de la température indique le début de l'évaporation de l'eau.
- **Séparation et collecte de l'éthanol :** L'éthanol, maintenant séparé du mélange, est recueilli dans un tube à essai. Ce processus montre comment la distillation peut être utilisée pour séparer et collecter les composants d'un mélange en fonction de leurs propriétés physiques, en particulier les points d'ébullition.
- **Évaporation complète :** L'augmentation de la température à 105°C assure l'élimination de l'eau, démontrant ainsi l'évaporation complète des composants de la solution à différentes températures.

L'intérêt de cette expérience réside dans l'illustration de l'application pratique de la distillation, une technique fondamentale en chimie pour séparer et purifier les liquides. Il donne un aperçu de la façon dont les différentes substances d'un mélange peuvent être séparées en fonction de leur point d'ébullition. Cette technique est largement utilisée dans diverses industries, notamment les produits pharmaceutiques, la production de boissons et la fabrication de produits chimiques. La compréhension de ce processus est cruciale pour les étudiants et les professionnels du domaine, car elle souligne l'importance des points d'ébullition, des changements de phase et des principes de distillation en laboratoire et dans les environnements industriels.

2.6.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la distillation et observations simples.
- **Activités** : Observation des changements de phase, démonstration simple de la distillation, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Focus** : Compréhension intermédiaire et application des techniques de distillation.
- **Activités** : Effectuer la distillation de base, utiliser l'équipement de laboratoire, observer les effets de la température, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise avancée de la distillation et analyse approfondie.
- **Activités** : Effectuer une distillation détaillée, utiliser de l'équipement de laboratoire de pointe, ajuster les paramètres expérimentaux, effectuer des analyses détaillées, respecter des protocoles de sécurité avancés.

2.6.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50ml et 1000ml).
Erlenmeyer (250 ml).
Entonnoir et filtre d'entonnoir.
Tige de verre.
Cylindres gradués (70ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Connecteur en plastique.
Tubes à essai.
Thermomètres et minuterie.

Produit(s) :

éthanol à 25 % v/v (solution).

2.7 Point de fusion et densité (6e à 8e année)

Cette expérience éducative est méticuleusement structurée en deux segments, chacun conçu pour démêler les propriétés physiques fondamentales de la paraffine, sa densité et son point de fusion. Ces propriétés sont cruciales pour comprendre comment la paraffine se comporte dans diverses conditions et servent d'illustrations pratiques des principes fondamentaux de la chimie et de la physique.

2.7.1 Objectifs éducatifs

- **Compréhension de la densité** : Grâce à la méthode du déplacement de l'eau, les participants apprendront à calculer la masse volumique de la paraffine, ce qui leur permettra de mieux comprendre cette propriété intrinsèque essentielle à l'identification et à la caractérisation des matériaux.
- **Compréhension du point de fusion** : L'expérience vise à déterminer le point de fusion de la paraffine, améliorant ainsi la compréhension de la température à laquelle une substance passe de l'état solide à l'état liquide. Cette propriété est essentielle pour l'identification des substances et la vérification de la pureté.
- **Application de concepts théoriques** : S'engager dans des applications pratiques de concepts théoriques tels que le principe d'Archimède pour la mesure du volume et le concept de densité et de points de fusion, comblant ainsi le fossé entre la théorie et la pratique.
- **Développement des compétences techniques** : Cultiver des prouesses techniques dans la manipulation précise des instruments de mesure et l'évaluation analytique des données expérimentales, compétences essentielles pour toute enquête scientifique.

Partie A : Détermination de la masse volumique

L'objectif est de calculer la masse volumique de la paraffine en mesurant d'abord sa masse, puis en déterminant son volume par déplacement d'eau. Ce processus illustre non seulement le concept de densité, mais démontre également le principe d'Archimède en action.

Partie B : Mesure du point de fusion

Ce segment se concentre sur l'identification du point de fusion de la paraffine en préparant un échantillon, en le chauffant jusqu'à ce qu'il passe à l'état liquide et en surveillant la température à laquelle ce changement se produit. Cet exercice permet de comprendre concrètement comment le point de fusion d'une substance est déterminé et sa signification.

Cette expérience en deux parties offre une exploration complète des propriétés physiques de la paraffine, fournissant une compréhension pratique de la densité et du point de fusion. Grâce à ces expériences, les participants saisissent non seulement des concepts théoriques de manière tangible, mais perfectionnent également leurs compétences techniques, de la mesure précise à l'analyse critique des résultats. Cette approche favorise une meilleure appréciation des nuances des propriétés des matériaux et de leurs implications dans la recherche scientifique et l'application.

2.7.2 Protocole

Partie 1 : La densité

Placez le panier de pesée sur le plateau de la balance.

2. Appuyez sur tare pour mettre l'échelle à zéro.
3. Pesez 5 ou 6 morceaux de paraffine.
4. Mesurez le volume de l'échantillon de paraffine par déplacement d'eau.
 - a) Mesurer 20 mL d'eau à l'aide du cylindre gradué.
 - b) Laissez glisser les morceaux de paraffine dans le cylindre gradué. Observez l'augmentation de volume.

Le volume final, moins le volume initial (20 ml), est égal au volume des morceaux de paraffine.

5. Vérifiez que la masse et le volume de paraffine sont correctement enregistrés dans le tableau des résultats sur le comprimé.
6. La masse de paraffine divisée par son volume est égale à la densité de la paraffine (en g/ml).

Partie 2 : Le point de fusion

7. Remplissez un bécher de 500 ml d'eau froide (environ 6 °C).
8. Placez le bécher d'eau froide sur la plaque chauffante.
9. Connaissant la masse volumique de la paraffine, peser une masse correspondant à un volume de 18 mL à 22 mL. Utilisez le tableau des résultats sur la tablette pour obtenir de l'aide.
10. Versez la paraffine pesée dans un tube à essai vide.
11. À l'aide d'une pince universelle et d'un support universel, placez le tube à essai dans le bécher d'eau froide, sur la plaque chauffante.
12. À l'aide d'une autre pince universelle, placez le thermomètre dans le tube à essai. Le thermomètre ne doit pas toucher le fond du tube à essai, mais doit être en contact avec la paraffine.
13. Démarrez le chronomètre (bouton rouge).
14. Réglez la température de la plaque chauffante à 85 °C, attendez que toute la paraffine fonde et que sa température recommence à augmenter. Suivez le déroulement de l'expérience sur le tableau dans la section « résultats » de la tablette.
15. Éteignez la plaque chauffante.

2.7.3 Résultats attendus

La densité de la paraffine est de 0,85 g/mL. 5 ou 6 pièces doivent peser entre 21 et 26 g. Le volume occupé doit être compris entre 24,7 et 30,6 ml. Le point de fusion de la paraffine est d'environ 57 °C. La paraffine va fondre et se solidifier à son point de fusion, et un plateau de température doit être observé pendant quelques secondes en raison de sa chaleur latente de fusion.

L'expérience met l'accent sur l'importance de mesures précises, en particulier pour déterminer la masse volumique et le point de fusion des substances. La pesée minutieuse de la paraffine et la

mesure méticuleuse du volume par déplacement d'eau soulignent la nécessité de la précision dans les expériences scientifiques.

- **Observation et tenue de dossiers** : Les élèves apprennent la valeur de l'observation attentive (p. ex., regarder les morceaux de paraffine déplacer l'eau) et de la tenue diligente de registres, des compétences essentielles dans toute entreprise scientifique. L'enregistrement précis de la masse et du volume sur la tablette garantit l'intégrité des données.
- **Comprendre l'utilisation de l'équipement** : Il est essentiel de connaître les équipements de laboratoire, tels que les balances, les cylindres gradués et les plaques chauffantes. Cet exercice fournit une expérience pratique, renforçant l'utilisation correcte et l'importance de chaque outil dans la conduite d'expériences.
- **Calcul de la densité** : En divisant la masse de paraffine par son volume, les élèves déterminent sa densité, une propriété physique essentielle qui aide à comprendre les caractéristiques de la substance.
- **Détermination du point de fusion** : L'expérience permet aux étudiants de déterminer le point de fusion de la paraffine, une propriété clé qui aide à catégoriser et à identifier les substances en fonction de leur comportement thermique.
- **Compréhension conceptuelle** : Grâce à un engagement pratique, les étudiants acquièrent une compréhension plus profonde de concepts tels que la densité et les changements de phase, renforçant ainsi les connaissances théoriques par l'application.

L'expérience démontre que la densité est un rapport entre la masse et le volume. Dans ce contexte, la densité de la paraffine est calculée pour comprendre la compacité de ses molécules.

Le changement de phase de l'état solide à l'état liquide est observé lorsque la paraffine atteint son point de fusion. L'énergie fournie par la plaque chauffante (chaleur) augmente l'énergie cinétique des molécules de paraffine, affaiblissant les forces qui les maintiennent dans une structure solide jusqu'à ce qu'elles passent à l'état liquide.

Cette méthode illustre le principe d'Archimède, selon lequel le volume de l'eau déplacée est égal au volume du solide immergé, ce qui permet de mesurer le volume d'objets de forme irrégulière comme les morceaux de paraffine.

En résumé, l'expérience n'est pas seulement une démonstration de la mesure des propriétés physiques, mais aussi une leçon intégrée sur l'application pratique des principes de la chimie, la sécurité en laboratoire et la méthode scientifique.

2.7.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la densité et au point de fusion, observations simples.
- **Activités** : Observation du déplacement de l'eau, observation de la fonte de la paraffine, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension et application intermédiaires des concepts de densité et de point de fusion.
- **Activités** : Mesure de la densité, détermination du point de fusion, application des concepts théoriques de base, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise avancée des mesures de masse volumique et de point de fusion, analyse approfondie.
- **Activités** : Effectuer des mesures détaillées, déterminer avec précision les points de fusion, appliquer des concepts théoriques avancés, adhérer à des protocoles de sécurité avancés.

2.7.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 100ml, 500ml et 1000ml).

Balance électronique.

Cylindres gradués (70 ml et 100 ml).

Plaque chauffante.

Support de laboratoire et pinces.

Agitateur magnétique.

Spatules.

Tubes à essai.

Thermomètres, minuterie et pince à épiler.

Produit(s) :

Paraffine (morceaux).

2.8 La densité (de la 9e à la 12e année)

Cette expérience est conçue pour explorer les principes de la physique et de la chimie en déterminant la masse et en calculant la densité d'un gaz inconnu, en utilisant le propane comme sujet. Le processus comprend une série d'étapes, notamment la préparation d'une seringue, la création d'un vide, le pesage, l'introduction du gaz et les calculs finaux pour dériver la masse et la densité du gaz. Cette approche méthodique permet non seulement d'appliquer des connaissances théoriques, mais aussi d'affiner les compétences pratiques dans la manipulation et l'analyse des gaz.

2.8.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre les propriétés et la manipulation des gaz** : Apprenez les techniques de manipulation des gaz, en vous concentrant sur la mesure du volume et de la masse pour explorer les propriétés physiques.
- **Application des principes théoriques** : Appliquez directement les principes de la physique et de la chimie pour déterminer la masse et la densité d'un gaz, en soulignant la pertinence pratique de ces sujets.
- **Précision dans les mesures** : Insistez sur l'importance de la précision dans les mesures scientifiques, en encourageant la méticulosité dans les procédures expérimentales.
- **Compétences en identification des gaz** : En déterminant la densité, obtenez des informations sur les méthodes d'identification des gaz, en montrant comment les propriétés physiques peuvent être exploitées à cette fin.

Cette expérience vise à fournir une compréhension complète de la façon de déterminer les propriétés physiques d'un gaz inconnu, en particulier le propane, par le biais d'une application pratique. En s'engageant dans cette expérience, les participants navigueront à travers le processus de préparation de la seringue, de mesure du vide, de pesée et de calcul de la densité, ce qui illustre la relation critique entre la masse, le volume et la densité.

Cette approche pratique permet non seulement de solidifier les concepts théoriques de manière tangible, mais aussi de cultiver une appréciation plus profonde des subtilités de l'exploration scientifique. En maîtrisant les techniques de manipulation et d'analyse des gaz, les participants améliorent leurs connaissances et leurs compétences dans les domaines de la chimie et de la physique, équipés de la compréhension nécessaire à une recherche scientifique avancée.

2.8.2 Protocole

1. Poussez le piston de la seringue pour en expulser tout l'air.
2. Fixez le raccord en plastique (cartouche de gaz inconnue) à l'extrémité de la seringue et fermez-le avec la pince aussi près que possible de l'extrémité.
3. Tirez sur le piston pour créer un vide dans la seringue jusqu'à atteindre un volume de 95 à 100ml.
4. Verrouillez le piston avec le clou.
5. Lisez la mesure du volume.
6. Pesez l'ensemble seringue-piston-raccord-clou-pince.
7. Retirez le clou, la pince et le raccord en plastique.
8. Poussez le piston de la seringue pour revenir à zéro volume.
9. Fixez le raccord en plastique (cartouche de gaz inconnue) à l'extrémité de la seringue.
10. Ouvrez la vanne de la cartouche de gaz inconnue.
11. Prélevez un volume de gaz inconnu équivalent à celui mesuré à l'étape 4 et fermez le raccord avec la pince aussi près que possible de l'extrémité de la seringue.
12. Insérez le clou dans le trou du piston.
13. Pesez l'ensemble de la seringue, du piston, du raccord, de la pince et du clou.

2.8.3 Résultats attendus

- La seringue de 100 ml pèse 45 g.
- L'ongle pèse 0,5 g.
- La pince pèse 0,45 g.
- Le connecteur pèse 0,5 g.
- À l'étape 6, le poids total est de $45 \text{ g} + 0,5 \text{ g} + 0,45 \text{ g} + 0,5 \text{ g} = 46,45 \text{ g}$.
- Le gaz inconnu est le propane. Sa densité est de 0,000493 g/mL.

Un volume de 100 ml de propane, à la pression atmosphérique et à la température ambiante, pèse environ 0,0493 g. Ce poids peut ainsi être ajouté au poids total de l'ensemble seringue.

Importance de l'expérience :

Précision dans les mesures : Cette expérience souligne l'importance de la précision dans les mesures, car même les petits poids comme celui d'un clou ou d'un connecteur sont pris en compte dans le calcul de la masse totale.

Comprendre les propriétés des gaz : En calculant la masse d'un volume connu de propane, l'expérience met en évidence comment les propriétés des gaz comme la densité sont cruciales pour identifier et comprendre les gaz dans divers contextes.

Application des concepts : L'expérience applique les principes de base de la physique et de la chimie, tels que la masse, le volume et la densité, démontrant leur interaction dans des scénarios pratiques.

Cet exercice est important pour les étudiants ou les praticiens dans des domaines tels que la chimie, la physique et l'ingénierie, où de tels calculs et la compréhension des propriétés des matériaux sont fondamentaux. Il illustre également l'approche méthodique nécessaire dans les expériences scientifiques, où la précision et le souci du détail sont primordiaux.

2.8.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux propriétés des gaz et observations simples.
- **Activités** : Observation du comportement des gaz, démonstrations simples de mesures, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension et application intermédiaires des propriétés des gaz et des techniques de manipulation.
- **Activités** : Mesure du volume et de la masse du gaz, création d'un vide, calcul de la densité, enregistrement des observations, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise avancée des propriétés des gaz et mesures précises.
- **Activités** : Mesure détaillée du volume et de la masse du gaz, création d'un vide, calculs avancés de la densité, enregistrement et analyse détaillés, respect de protocoles de sécurité avancés.

2.8.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Balance électronique.

Clou.

Seringue.

Pince à bois.

Produit(s) :

Réservoir de gaz avec gaz propane.

2.9 Propriétés physiques et identification du produit (6e à 12e année)

Cette expérience est structurée pour identifier des substances inconnues en mesurant des propriétés physiques clés : les points d'ébullition pour les liquides et la masse volumique pour les solides. Il est divisé en deux parties pour une approche globale.

Partie A : vise l'identification de liquides inconnus. Il implique des mesures de volume précises, un chauffage contrôlé à 105 °C et la surveillance du comportement d'ébullition pour déterminer le point d'ébullition de chaque liquide. Cette étape est essentielle pour identifier les liquides ou les comparer à des substances connues.

Partie B : se concentre sur l'identification de solides inconnus par des mesures de densité. Il s'agit notamment de peser les solides, d'utiliser le déplacement d'eau pour mesurer le volume – une technique inspirée du principe d'Archimède – et de calculer la masse volumique en divisant la masse par le volume. Ce processus est essentiel pour distinguer ou identifier les substances solides.

2.9.1 Objectifs éducatifs :

- ***Maîtriser les techniques de mesure : Améliorez*** vos compétences en mesure précise du volume et de la masse, ce qui est fondamental pour l'analyse scientifique.
- ***Comprendre les propriétés physiques :*** Approfondir les connaissances sur la façon dont les points d'ébullition et la densité servent d'identificateurs pour les substances.
- ***Application des principes théoriques :*** Appliquez les principes de la physique et de la chimie, comme le principe d'Archimède, à des scénarios du monde réel.
- ***Développer des compétences analytiques :*** Cultiver la capacité d'analyser et d'identifier des substances en fonction de leurs propriétés physiques, en utilisant des comparaisons avec des matériaux connus pour la vérification ou l'identification.
- ***Intégrer les connaissances disciplinaires :*** Démontrer l'intégration de la chimie et de la physique par des applications pratiques, en soulignant la nature interdisciplinaire de la recherche scientifique.

En s'engageant dans cette expérience, les participants appliqueront non seulement des techniques de laboratoire essentielles, mais apprendront également à distinguer et à caractériser les produits chimiques grâce à leurs propriétés physiques.

Cette expérience pratique avec l'**H₂O**, l'éthanol, le **CaCO₃** et le **Fe(OH)₃** en tant que substances d'essai souligne l'utilisation pratique du point d'ébullition et de la densité dans l'identification des substances, offrant une compréhension approfondie des principes guidant l'identification des substances inconnues dans l'exploration scientifique.

2.9.2 Protocole

Identification de liquides inconnus

1. Mesurez avec précision 50 ml de liquide inconnu #1 à l'aide du cylindre gradué de 50 ml.
2. Versez le liquide dans un bécher de 100 ml étiqueté A.
3. Rincez le cylindre gradué.
4. Répétez les étapes 1 à 3 avec le liquide inconnu #2, à l'aide du bécher B.
5. Placez les deux béchers sur 2 plaques chauffantes.
6. Placez une barre d'agitation magnétique à l'intérieur de chaque bécher.
7. Insérez un thermomètre dans chaque bécher de manière à ce que la pointe ne touche pas le fond, à l'aide d'un support universel et de pinces.
8. Démarrez le chronomètre.
9. Allumez les touillettes magnétiques.
10. Réglez la température des plaques chauffantes à 105°C.
11. Vérifiez les changements de température dans le tableau des résultats.
12. D'après le point d'ébullition, quels pourraient être les liquides inconnus ?

Identification des solides inconnus

1. Pesez 5 morceaux de solide inconnu #1 sur la balance.
2. Remplissez le bocal de trop-plein d'eau et laissez l'eau s'écouler dans l'évier.
3. Placez un cylindre gradué de 25 mL sous le bec verseur du bocal de trop-plein.
4. Plongez doucement le solide #1 dans le bocal de trop-plein. Fais attention! Ne laissez pas vos doigts toucher l'eau pour éviter d'affecter les résultats.
5. Recueillir l'eau de trop-plein dans le cylindre gradué de 25 mL.
6. Attendez que le débit d'eau s'arrête complètement.
7. Notez le poids des pièces, ainsi que le volume occupé. Cela vous permettra de calculer la densité.
8. Retirez le solide #1 du bocal de trop-plein.
9. Remplissez le bocal de trop-plein avec de l'eau et laissez l'eau s'écouler dans l'évier.
10. Placez un cylindre gradué de 25 mL sous le bec verseur du bocal de trop-plein.
11. Pesez un morceau de solide inconnu #2 sur la balance.
12. Plongez doucement le solide #2 dans le bocal de débordement. Fais attention! Ne laissez pas vos doigts toucher l'eau pour éviter d'affecter les résultats.
13. Recueillir l'eau de trop-plein dans le cylindre gradué de 25 ml.
14. Notez le poids des pièces, ainsi que le volume occupé. Cela vous permettra de calculer la densité.
15. Ainsi, vous serez en mesure d'identifier les 2 solides inconnus à l'aide de leur densité.

2.9.3 Résultats attendus :

- Inconnu Le liquide #1 est l'eau
- Le liquide inconnu #2 est l'éthanol. Étant donné que le point d'ébullition de l'éthanol est de 78 °C, il bouillira plus rapidement que l'eau, qui a un point d'ébullition de 100 °C.
- Le solide inconnu #1 est le carbonate de calcium (CaCO_3), où un morceau pèse 2,9 grammes et cinq morceaux pèsent 14,5 grammes. D'une densité de 2,71 g/mL, ces cinq morceaux occuperont un volume de 5,4 mL.
- Le solide inconnu #2 est l'hydroxyde de fer (III) ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), avec une pièce pesant 12,75 grammes et cinq pièces pesant 63,75 grammes. Compte tenu de sa densité de 4,25 g/mL, le volume total occupé par ces pièces sera de 15 mL.

Identification des liquides : En chauffant deux liquides inconnus à 105 °C et en observant leurs points d'ébullition, les élèves en déduisent que le liquide #1 (eau) bout à 100 °C et le liquide #2 (éthanol) à 78 °C. Cette expérience démontre non seulement le concept des points d'ébullition, mais introduit également une méthode pour identifier les substances en fonction de leurs propriétés physiques.

Identification des solides : Grâce à la méthode du déplacement, les participants déterminent la masse volumique de deux solides inconnus. Ils découvrent que le solide #1 (carbonate de calcium, CaCO_3) a une densité de 2,71 g/mL et occupe un volume de 5,4 mL, et que le solide #2 (hydroxyde de fer(III), $\text{Fe}(\text{OH})_3$) a une densité de 4,25 g/mL, occupant un volume de 15 mL. Cette partie du laboratoire renforce le concept de densité et son rôle dans l'identification des substances.

Leçons apprises :

Sécurité et précision : L'importance de la sécurité en laboratoire est mise en évidence par l'utilisation d'équipements de protection et la manipulation appropriée des matériaux. La précision des mesures est cruciale pour des résultats scientifiques précis.

Comprendre les propriétés physiques : Les élèves apprennent que les propriétés physiques telles que le point d'ébullition et la densité sont essentielles à l'identification des substances. Cette expérience pratique renforce les connaissances théoriques.

Méthode scientifique : Le protocole illustre la méthode scientifique : faire des observations, formuler des hypothèses, mener des expériences et tirer des conclusions.

Résolution de problèmes : Les élèves appliquent leur pensée critique et leurs compétences en résolution de problèmes pour déduire l'identité de substances inconnues, une compétence essentielle dans la recherche scientifique.

2.9.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux points d'ébullition et à la densité, mesures simples.
- **Activités** : Observation des points d'ébullition, mesure du volume et de la masse, calculs de base, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension et application intermédiaires des techniques de mesure et des propriétés physiques.
- **Activités** : Mesure du volume et de la masse, observation des points d'ébullition, application du principe d'Archimède, enregistrement des observations, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Maîtrise avancée des techniques de mesure et compétences analytiques.
- **Activités** : Mesure détaillée des propriétés physiques, contrôle précis des conditions expérimentales, calculs avancés, application de principes théoriques, enregistrement et analyse détaillés, respect de protocoles de sécurité avancés.

2.9.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (100ml et 1000ml).
Droppers.
Balance électronique.
Cylindres gradués (25 ml et 50 ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Récipient de débordement.
Spatules.
Thermomètres et minuterie.
Brucelles.

Produit(s) :

Liquides inconnus (#1 et #2).
Solides inconnus (#1 et #2).

3 BIOLOGIE

3.1 Sang et groupes sanguins (9e à 12e année)

Cette expérience est conçue pour élucider le groupe sanguin par la réaction d'agglutination, une méthode de laboratoire essentielle pour déterminer les groupes sanguins et le facteur Rh dans les échantillons de sang. En observant comment les antigènes des globules rouges interagissent avec des anticorps spécifiques (agglutinines), ce processus identifie la compatibilité sanguine avec les anticorps ajoutés, mettant en évidence des réactions qui confirment la présence d'antigènes sanguins spécifiques.

Étapes clés et objectifs

Préparation des échantillons : Les gouttes de sang du groupe O- sont placées dans des cellules séparées pour des tests de réaction avec des anticorps anti-A, anti-B et anti-Rh, préparant ainsi le terrain pour des réactions spécifiques à l'antigène.

Ajout d'agglutinines : Les agglutinines correspondantes sont introduites dans chaque cellule pour tester les antigènes A, B et Rh sur les globules rouges, dans le but d'identifier les propriétés antigéniques de chaque échantillon de sang.

Observation des réactions : En mélangeant et en observant immédiatement les réactions post-agglutinine en plus, les caractéristiques antigéniques des échantillons de sang sont identifiées.

Répétition avec divers échantillons de sang : La répétition de la procédure avec divers échantillons de sang (O+, A+, A-, B+, B-, AB+, AB-) démontre comment les réactions d'agglutination varient entre les différents groupes sanguins et facteurs Rh.

3.1.1 Objectifs éducatifs

- **Déterminer les groupes sanguins :** En observant les réactions d'agglutination ou leur absence, identifiez les groupes sanguins A, B, AB et O en ajoutant des agglutinines anti-A et anti-B.
- **Identifiez le facteur Rh :** Utilisez l' agglutinine anti-Rh pour déterminer si les échantillons de sang sont Rh positif (agglutination) ou Rh négatif (pas d'agglutination).
- **Comprendre l'importance de la compatibilité sanguine :** Mettez en évidence le rôle essentiel de la connaissance des groupes sanguins et des facteurs Rh pour des applications telles que les transfusions, la grossesse et d'autres scénarios médicaux.
- **Améliorer les compétences de laboratoire :** Favoriser la maîtrise de la manipulation précise des liquides, du mélange de réactifs et de l'observation des réactions biochimiques.

Cette expérience pratique fournit non seulement une compréhension pratique des fondements immunologiques du groupe sanguin, mais souligne également son importance dans le domaine médical. Grâce à des techniques de laboratoire méticuleuses et minutieuses, les participants acquièrent des informations précieuses sur la manipulation et l'analyse d'échantillons

biologiques, améliorant ainsi leurs connaissances et leurs compétences dans un aspect crucial de la science médicale.

3.1.2 Protocole

1. Placez 10 gouttes d'échantillon de sang O+ dans chacun des 3 puits identifiés comme suit :

- Le puits O+ (anti_A)
- Le puits O+ (anti_B)
- Le puits O+ (anti_Rh)

2. Placez 2 gouttes d'agglutinine anti-A dans l'agglutinine bien identifiée (anti-A).

3. Mélangez immédiatement à l'aide d'une tige de verre propre.

4. Placez 2 gouttes d'agglutinine anti-B dans l'agglutinine bien identifiée (anti-B).

5. Mélangez immédiatement à l'aide d'une tige de verre propre.

6. Placez 2 gouttes d'agglutinine anti-Rh dans l'agglutinine bien identifiée (anti-Rh).

7. Mélangez immédiatement à l'aide d'une tige de verre propre.

8. Rincez les tiges de verre avec de l'eau distillée.

9. Séchez les tiges de verre à l'aide de papier absorbant.

10. Répétez les étapes pour les échantillons O-, A+, A-, B+, B-, AB+ et AB-.

3.1.3 Résultats attendus

Identification des groupes sanguins : Cette expérience est essentielle pour comprendre comment les groupes sanguins sont déterminés, mettant en évidence la spécificité des interactions antigène-anticorps.

L'agglutination en tant qu'indicateur : La présence ou l'absence d'agglutination dans chaque puits fournit des informations essentielles sur les antigènes de l'échantillon de sang, cruciales pour les transfusions, l'analyse médico-légale et le diagnostic médical.

Compétences pratiques : Vous acquerrez une expérience pratique des procédures de groupage sanguin, améliorerez vos compétences en matière de manipulation d'échantillons biologiques et de compréhension des réactions immunologiques.

Sécurité et précision : Le protocole met l'accent sur l'importance de la sécurité et de la précision du laboratoire dans la manipulation et l'analyse des échantillons biologiques, des compétences fondamentales dans tout laboratoire biologique.

Cette activité n'est pas seulement une procédure, mais un voyage perspicace dans les aspects immunologiques du sang, fournissant une compréhension fondamentale des systèmes de groupes sanguins et de leur importance en médecine et en biologie.

3.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux groupes sanguins et observations simples.
- **Activités** : Observation des réactions simulées du groupe sanguin, compréhension de la compatibilité sanguine, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire et expérience pratique de base du groupe sanguin.
- **Activités** : Préparation d'échantillons simulés, ajout d'agglutinines, observation et enregistrement des réactions, compréhension de la compatibilité sanguine, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée et expérience pratique détaillée du groupe sanguin.
- **Activités** : Préparation de divers échantillons de sang, ajout précis d'agglutinines, observation et analyse détaillées des réactions, compréhension de la pertinence médicale, respect de protocoles de sécurité avancés.

3.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Plaque de godet.
Droppers.
Tige de verre.
Essuie-tout.
Tubes à essai.

Produit(s) :

Eau distillée
Échantillons de sang
Sérums (anti-A, anti-B & anti-Rh)

3.2 Observation de cellules animales (6e à 12e année)

Cette séance de laboratoire est conçue pour initier les participants aux principes de la microscopie par l'examen des cellules de l'épithélium buccal. L'activité consiste à observer ces cellules dans deux conditions : leur état naturel avec l'ajout d'eau et un état coloré à l'aide de la solution de Lugol pour mettre en évidence les noyaux cellulaires. Cette comparaison directe vise à améliorer la compréhension de la morphologie cellulaire et l'application pratique des techniques de coloration en microscopie.

L'objectif principal est de faciliter l'observation microscopique des cellules de l'épithélium buccal, en mettant l'accent sur les différences entre les cellules observées à l'état naturel et celles où le noyau est coloré avec la solution de Lugol.

3.2.1 Objectifs éducatifs :

- **Compétences en microscopie** : Les participants apprendront à utiliser correctement un microscope, en se concentrant sur les aspects critiques de la préparation et de l'ajustement des lames pour une observation claire.
- **Aperçu de la morphologie cellulaire** : Cette session vise à approfondir la compréhension de la structure des cellules de l'épithélium buccal, permettant aux participants de distinguer les composants cellulaires dans différentes conditions.
- **Application de la technique de coloration** : Présente le concept et l'application de la coloration avec la solution de Lugol, démontrant son importance dans l'amélioration de la visibilité de structures cellulaires spécifiques, telles que le noyau.
- **Observation et documentation** : Cultive la capacité d'observer méticuleusement, de documenter avec précision et d'interpréter les détails microscopiques des cellules, qui sont des compétences clés dans la recherche scientifique et les rapports.
- **Application des concepts biologiques** : Par le biais d'une expérience pratique, les participants appliqueront leurs connaissances théoriques de la structure et de la fonction cellulaires, renforçant ainsi leur apprentissage par l'observation directe des cellules.

Cette session de laboratoire enseigne non seulement les bases de la microscopie et de la coloration cellulaire, mais offre également une expérience pratique inestimable.

En observant les cellules de l'épithélium buccal dans différentes conditions, les participants acquerront une compréhension complète de la morphologie cellulaire, de l'importance de la coloration dans l'observation biologique et de l'application de la microscopie dans l'étude des structures cellulaires.

3.2.2 Protocole

1. Allumer le microscope : Allumez le microscope en appuyant sur les deux interrupteurs situés à l'avant de l'appareil.
2. Préparation des diapositives : Placez deux diapositives propres sur une feuille de papier blanc sur votre espace de travail.
3. Application des échantillons : Utilisez le compte-gouttes pour déposer doucement des cellules épithéliales buccales sur chaque lame.
4. Préparation de l'eau : Remplissez à moitié un petit béccher d'eau froide.
5. Préparation de la première diapositive :
 - un. Ajoutez une goutte d'eau sur la première lame à l'aide d'un compte-gouttes.
 - b. Couvrez la diapositive avec une lamelle.
 - c. Épongez soigneusement l'excès d'eau avec du papier absorbant.
6. Préparation de la deuxième diapositive :
 - un. Déposez une goutte de solution iodée (lugol) sur la deuxième lame.
 - b. Couvrez-le avec un lamelle.
 - c. Épongez l'excès de solution d'iode avec du papier absorbant.
7. Observation de la première diapositive :
 - un. Placez la lame préparée avec de l'eau (première lame) sur la platine du microscope.
 - b. Commencez l'observation à un grossissement de 40X.
8. Réglage du microscope :
 - un. Utilisez le bouton « microscope » de la tablette pour la vue du microscope.
 - b. Affinez la mise au point avec le bouton de réglage grossier si nécessaire.
 - c. Augmentez progressivement le grossissement de 40X à 100X, puis à 400X, en ajustant la mise au point si nécessaire.
9. Observation de la deuxième diapositive :
 - un. Remplacez la première lame par la deuxième lame contenant des cellules et une solution d'iode.
 - b. Observez à un grossissement de 400X pour identifier un noyau cellulaire, qui doit apparaître coloré en orange par la solution d'iode.
10. Consigner les observations : Documentez ou consignez les observations importantes.
11. En conclusion, l'observation suivante :
 - un. Diminuez le grossissement en retournant la tourelle vers le plus petit objectif.
 - b. Abaissez la platine à l'aide du bouton de réglage grossier pour éloigner l'objectif de la glissière.
12. Éteindre le microscope : Éteignez l'appareil en éteignant les deux interrupteurs situés à l'avant.

3.2.3 Résultats attendus :

Dans ce laboratoire, les participants s'engagent dans un processus méticuleux pour préparer et observer les cellules épithéliales buccales au microscope. Cet exercice permet non seulement d'améliorer la compréhension de la structure cellulaire, mais aussi d'affiner les compétences de laboratoire.

- **Visualisation cellulaire** : Les participants prépareront avec succès des lames avec des cellules épithéliales buccales et utiliseront un microscope pour observer ces cellules à divers grossissements. La lame préparée à l'eau fournira une vue claire de la structure générale des cellules, tandis que la lame colorée à l'iode mettra en évidence des composants cellulaires spécifiques, comme le noyau, ce qui les rendra plus distincts.
- **Efficacité de la coloration** : La solution d'iode colore les composants cellulaires, en particulier le noyau, ce qui permet aux observateurs de noter les parties distinctes de la cellule. Ce contraste est crucial pour comprendre la compartimentation et la fonction cellulaires.
- **Compétences en microscopie** : En ajustant la mise au point du microscope et en changeant les grossissements, les participants acquerront une expérience pratique de l'utilisation de cet outil scientifique essentiel, apprenant à identifier et à enregistrer des détails cellulaires importants.

Importance et leçons apprises :

- **Aperçu de la biologie cellulaire** : L'observation des cellules épithéliales buccales permet de comprendre concrètement la théorie cellulaire, en illustrant les unités structurelles et fonctionnelles de la cellule. Cette expérience pratique cimenter les connaissances théoriques avec l'observation pratique.
- **Compétence technique** : La maîtrise de la préparation de lames, de la manipulation d'équipements de laboratoire délicats et de la réalisation d'observations précises sont des compétences clés développées dans ce laboratoire. Ceux-ci sont fondamentaux dans diverses recherches scientifiques, où une préparation minutieuse et des capacités d'observation aiguës sont primordiales.
- **Compétences analytiques** : L'interprétation des structures cellulaires observées favorise la pensée analytique, car les participants corréler la morphologie cellulaire avec la fonction, améliorant ainsi leur compréhension des processus biologiques au niveau microscopique.
- **Sécurité et respect du protocole** : L'accent mis sur les mesures de sécurité et le respect du protocole inculque un sens des responsabilités et de la rigueur, attributs essentiels à toute entreprise scientifique.

En fin de compte, cet exercice de laboratoire ne consiste pas seulement à observer les cellules ; Il s'agit d'une expérience d'apprentissage intégrée qui développe une gamme de compétences et approfondit la compréhension des principes biologiques fondamentaux. Les participants repartent avec une meilleure appréciation du monde microscopique et de sa pertinence dans des contextes biologiques plus larges.

3.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Objectif** : Introduction de base à la microscopie et observations cellulaires simples.
- **Activités** : Utilisation de microscopes, préparation de lames simples, observation de cellules naturelles et colorées, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compétences intermédiaires en microscopie et compréhension de la morphologie cellulaire.
- **Activités** : Préparation et coloration des lames, utilisation de microscopes, observation et documentation de la morphologie cellulaire, selon des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compétences avancées en microscopie et analyse approfondie de la structure cellulaire.
- **Activités** : Maîtrise de l'utilisation du microscope, préparation et coloration des lames, observation et analyse détaillées, documentation méticuleuse, respect de protocoles de sécurité avancés.

3.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50 ml).
Droppers.
Microscope.
Lames de microscope.
Courseurs de microscope.
Essuie-tout.
Brucelles.

Produit(s) :

Épithélium
Lugol (2%)

3.3 Observation de cellules végétales (6e à 12e année)

Cette session de laboratoire vise à guider les participants à travers le processus d'observation microscopique des cellules végétales, en mettant l'accent sur les feuilles d'Elodea. L'atelier s'articule autour de l'observation de ces cellules dans deux conditions distinctes : à l'état naturel avec l'ajout d'eau et à l'état coloré en utilisant la solution de Lugol pour accentuer les noyaux cellulaires. La comparaison vise à enrichir la compréhension des participants sur la morphologie des cellules végétales et l'utilisation pratique des techniques de coloration dans le domaine de la microscopie.

L'objectif principal est de permettre l'examen microscopique des cellules d'Elodea, en mettant en évidence les différences entre les cellules observées dans leur environnement aqueux naturel et celles mises en évidence avec la solution iodée de Lugol.

3.3.1 Objectifs éducatifs

- **Compétences en microscopie** : Les participants recevront des instructions sur l'utilisation correcte des microscopes, en mettant l'accent sur la préparation des lames et la mise au point nécessaire pour l'observation des cellules claires.
- **Aperçu de la morphologie des cellules végétales** : La session est conçue pour améliorer les connaissances sur les aspects structurels des cellules végétales, en particulier l'Elodea, permettant aux participants d'identifier divers composants cellulaires dans des préparations non colorées et colorées.
- **Application de la technique de coloration** : En introduisant la technique de coloration avec la solution de Lugol, l'atelier démontre son rôle crucial dans la mise en évidence de structures cellulaires spécifiques, comme le noyau, pour une identification plus facile.
- **Observation et documentation** : Vise à développer les compétences des participants en matière d'observation détaillée, de documentation précise et d'interprétation d'images microscopiques, qui sont essentielles pour mener et rendre compte de la recherche scientifique.
- **Application des concepts biologiques** : Grâce à cette approche pratique, les participants appliqueront directement leur compréhension théorique de la structure et de la fonction des cellules végétales, renforçant ainsi leur apprentissage par des observations cellulaires réelles.

Cette session de laboratoire couvre non seulement les principes fondamentaux de la microscopie et l'application des techniques de coloration cellulaire, mais fournit également une expérience pratique précieuse.

En observant les cellules d'Elodea dans des conditions variables, les participants acquerront une compréhension approfondie de la morphologie des cellules végétales, apprécieront l'importance de la coloration dans l'observation biologique et apprendront l'application de la microscopie dans l'exploration du monde complexe des structures cellulaires.

3.3.2 Protocole

1. Allumer le microscope : Allumez le microscope en actionnant les deux interrupteurs situés à l'avant de l'appareil.
2. Configuration des diapositives : Placez deux diapositives propres sur une feuille de papier blanc sur votre espace de travail.
3. Placement de l'échantillon : Placez délicatement une petite feuille d'Elodea sur chaque lame à l'aide d'une pince à épiler.
4. Ajouter du liquide : Remplissez un bécher à moitié avec de l'eau froide pour préparer les lames.
5. Préparation de la première diapositive :
 - un. Ajoutez une goutte d'eau sur la première lame.
 - b. Couvrez la diapositive avec une lamelle.
 - c. Épongez l'excès d'eau avec du papier absorbant.
6. Préparation de la deuxième diapositive :
 - un. Déposez une goutte de solution d'iode (lugol) sur la deuxième lame pour colorer les noyaux cellulaires.
 - b. Couvrez de la même manière et épongez l'excès de solution iodée.
7. Observation microscopique :
 - un. Commencez par observer la première diapositive sous un grossissement initial de 40X, ajustez la mise au point si nécessaire.
 - b. Augmentez progressivement le grossissement jusqu'à 100X, puis jusqu'à 400X, en ajustant la mise au point pour une image claire.
 - c. Observez ensuite la deuxième lame préparée avec une solution d'iode sous un grossissement de 400X. Recherchez un noyau cellulaire, qui devrait apparaître de couleur orange.
8. Documentation : Consigner ou noter les observations importantes, en particulier les différences entre les cellules observées avec et sans iode.
9. Conclusion de l'expérience :
 - un. Éteignez le microscope en remettant les interrupteurs en position d'arrêt.
 - b. Nettoyez et organisez votre espace de travail.

3.3.3 Résultats attendus

Dans cet exercice de laboratoire axé sur l'observation au microscope de cellules d'algues aquatiques (Elodea), les participants devraient acquérir des connaissances précieuses sur les structures cellulaires des plantes et améliorer leurs compétences en microscopie. Les résultats de cet exercice sont essentiels pour comprendre les composants et les processus cellulaires chez les plantes, fournissant une expérience pratique qui renforce les connaissances théoriques par l'observation pratique.

- **Visualisation de la structure cellulaire** : Les participants observeront la structure de base des cellules végétales, y compris la paroi cellulaire, qui se distingue par le soutien

structurel et la forme des cellules. Contrairement aux cellules animales, les cellules végétales ont cette couche externe rigide.

- **Observation des chloroplastes** : Les cellules d'Elodea contiennent de nombreux chloroplastes, qui sont essentiels au processus de photosynthèse. En observant ces chloroplastes au microscope, les participants peuvent voir les pigments verts qui sont cruciaux pour la capacité de la plante à convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique.
- **Identification du noyau** : À l'aide de la coloration à l'iode sur la deuxième lame, le noyau des cellules végétales devrait devenir plus visible. Cette coloration permet de mettre en évidence le noyau, qui est le centre de contrôle de la cellule, abritant le matériel génétique.
- **Organisation cellulaire** : Les participants auront une idée de la façon dont les cellules sont organisées au sein d'une plante, comment elles s'alignent les unes à côté des autres et comment elles interagissent pour former des tissus.

L'importance de cet exercice va au-delà de la simple observation. Il permet une compréhension concrète de la biologie végétale, en mettant l'accent sur la complexité et l'efficacité des mécanismes cellulaires. La visualisation de cellules vivantes améliore la compréhension des fonctions cellulaires végétales, en particulier la photosynthèse, et du rôle de chaque composant cellulaire.

Leçons apprises :

- **Compétences techniques** : Les participants améliorent leurs compétences en microscopie, en apprenant à préparer des lames et à ajuster le microscope pour une observation claire, qui sont des techniques fondamentales dans la recherche biologique.
- **Méthodologie scientifique** : L'exercice renforce l'importance de l'observation et de la documentation minutieuses, composantes essentielles de la méthode scientifique.
- **Biologie comparée** : En observant directement les cellules végétales, les participants peuvent les comparer et les opposer aux cellules animales, approfondissant ainsi leur compréhension de la biologie cellulaire.
- **Appréciation de la nature** : Voir les détails complexes des cellules végétales peut favoriser une plus grande appréciation de la complexité et de la beauté de la vie au niveau microscopique.

En conclusion, cet exercice de laboratoire ne consiste pas seulement à observer les cellules ; Il s'agit de se connecter aux éléments constitutifs de la vie dans les plantes, de comprendre leurs fonctions et d'apprécier l'interconnexion de tous les systèmes biologiques. Grâce à de telles expériences pratiques, les connaissances théoriques se solidifient et les merveilles du monde naturel sont dévoilées, inspirant la curiosité et le respect de la vie au niveau cellulaire.

3.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Objectif** : Introduction de base à la microscopie et observations simples de cellules végétales.
- **Activités** : Utilisation de microscopes, préparation de lames simples avec des feuilles d'Elodea, observation des cellules naturelles et colorées, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compétences intermédiaires en microscopie et compréhension de la morphologie des cellules végétales.
- **Activités** : Préparation et coloration de lames avec des feuilles d'Elodea, à l'aide de microscopes, observation et documentation de la morphologie cellulaire, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compétences avancées en microscopie et analyse approfondie de la structure cellulaire végétale.
- **Activités** : Maîtrise de l'utilisation du microscope, préparation et coloration des lames avec des feuilles d'Elodea, observation et analyse détaillées des composants cellulaires, documentation méticuleuse, respect de protocoles de sécurité avancés.

3.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50 ml).
Droppers.
Microscope.
Lames de microscope.
Curseurs de microscope.
Essuie-tout.
Brucelles.

Produit(s) :

Lugol (2%)
Algues aquatiques

4 PRÉPARATION DE LA SOLUTION

4.1 Préparation de la solution par dissolution (6e à 12e année)

Cette session de laboratoire est conçue pour initier les participants aux techniques fondamentales de chimie à travers la préparation d'une solution sucrée avec une concentration spécifique de 25 g/l dans un volume final de 100 ml. L'accent est mis sur l'enseignement des compétences essentielles telles que le calcul des quantités nécessaires pour atteindre la concentration souhaitée, le pesage précis des solides à l'aide de balances de laboratoire et la maîtrise des méthodes de dissolution et de dilution des solutés dans les solvants.

L'objectif principal est de guider les participants tout au long du processus de préparation d'une solution de sucre de 25 g/l dans un volume de 100 ml, en mettant l'accent sur le calcul de la masse du soluté, le pesage précis, la préparation de la solution et les techniques de dilution. Cet exercice vise à souligner l'importance de la précision et de la méthodologie dans la préparation des solutions chimiques.

4.1.1 Objectifs éducatifs

- **Compétence en calcul chimique** : Les participants apprendront à calculer la masse de soluté nécessaire pour préparer une solution d'une concentration spécifique, améliorant ainsi leur compréhension de la molarité et de la préparation de la solution.
- **Compétences en pesage de précision** : La session vise à développer les compétences dans l'utilisation d'une balance pour le pesage précis des solutés, en soulignant l'importance de la précision dans la mesure de la masse des substances.
- **Techniques de préparation de la solution** : Initie les participants aux techniques de dissolution efficace des solutés dans les solvants afin d'obtenir une solution uniforme, en mettant l'accent sur la dissolution initiale dans un volume inférieur et la dilution ultérieure jusqu'au volume final souhaité.
- **Méthodes de dilution et de mélange** : *Souligne* l'importance d'un mélange minutieux et d'un réglage précis du volume pour assurer une solution homogène, en enseignant aux participants les aspects pratiques de la dilution en solution.
- **Application des principes de la chimie des solutions** : Grâce à la pratique pratique, les participants appliqueront les principes fondamentaux de la chimie des solutions, ce qui leur permettra de mieux comprendre la préparation et la caractérisation des solutions chimiques.

Cette session de laboratoire transmet non seulement les bases de la préparation de la solution et du calcul de la concentration, mais offre également une expérience pratique inestimable. En préparant une solution sucrée avec une concentration spécifique, les participants acquerront une compréhension complète de la nature méticuleuse de la préparation d'une solution chimique, des calculs initiaux à la dilution finale et au mélange.

Cette application pratique des principes de la chimie est essentielle pour les études et la recherche dans le domaine, car elle permet d'apprécier plus profondément la précision et la méthodologie requises dans l'expérimentation scientifique.

4.1.2 Protocole

Deux béchers de 100 ml se trouvent à votre droite, identifiés par A et B.

1. Préparation de la solution A

- a) Calcul de la masse nécessaire de cristaux : Calculer la masse de cristaux de jus nécessaire pour atteindre une concentration de 25 g/L dans 100 mL de solution. Cette masse est désignée par m_{crystals} .
- b) Préparation de la balance : Assurez-vous que l'échelle de la balance est remise à zéro avant de commencer.
- c) Pesée du bateau : Pesez le bateau vide sur la balance et notez sa masse (m_{boat}).
- d) Réglage des curseurs : Réglez les curseurs d'équilibre pour qu'ils correspondent à la somme de la masse du bateau et de la masse requise de cristaux de sucre ($m_{\text{boat}} + m_{\text{crystals}}$).
- e) Ajouter les cristaux : Utilisez une spatule pour ajouter des cristaux de sucre dans le bateau jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint (l'aiguille alignée avec zéro).

2. Préparation de la solution :

- a) Verser environ 50 ml d'eau dans une fiole jaugée de 100 ml.
- b) Transférez les cristaux de sucre du bateau dans la fiole jaugée à l'aide d'un entonnoir.
- c) Dissoudre le sucre : Placer le bouchon sur la fiole jaugée et agiter en mouvements circulaires jusqu'à ce que les cristaux de sucre soient complètement dissous.
- d) Réglage du volume : Complétez avec de l'eau pour atteindre avec précision le volume final de 100 ml. Utilisez un compte-gouttes pour des ajustements précis.

3. Finalisation de la solution :

- a) Placer le bouchon sur la fiole jaugée et mélanger délicatement la solution.
- b) Versez la solution A dans le bécher étiqueté A.

4. Comparaison et nettoyage :

- a) Comparer visuellement la solution A avec les solutions de contrôle préparées.
- b) Rincer la fiole jaugée après utilisation afin de la préparer pour les expériences futures.
- c) Répéter l'expérience, avec le bécher B, pour préparer une solution à 5 % p/v d'un volume final de 100 mL.

4.1.3 Résultats attendus

La première solution (solution A) doit avoir une concentration de 25 g/L, obtenue en dissolvant 2,5 g de cristaux de sucre dans 100 mL d'eau.

La deuxième solution (solution B) doit avoir une concentration de 5 % m/v, ce qui signifie que 5 g de cristaux de sucre sont dissous dans suffisamment d'eau pour produire 100 ml de la solution finale.

Les participants doivent être en mesure de comparer visuellement la solution A avec les solutions de contrôle pour comprendre les différences de concentration.

Observer le processus de dissolution, en notant comment les cristaux de sucre s'intègrent dans l'eau pour former une solution homogène.

Leçons apprises :

Précision de mesure : Comprendre l'importance de mesurer avec précision la masse et le volume pour atteindre les concentrations souhaitées.

Utilisation appropriée de l'équipement : Se familiariser avec les équipements de laboratoire tels que les balances, les flacons jaugés et les pipettes, et apprendre leur utilisation correcte.

Préparation de la solution : Apprendre le processus étape par étape de dissolution des solides dans les liquides pour créer des solutions avec des concentrations spécifiques.

Principes de la chimie :

Molarité et pourcentage de solutions : Comprendre ces deux façons d'exprimer la concentration - molarité (g/L dans ce cas) et pourcentage masse/volume (m/v) - et comment calculer la quantité de soluté nécessaire pour une concentration souhaitée.

Dissolution : Observer le processus par lequel un solide (cristaux de sucre) se dissout dans un solvant (eau) pour former une solution, ce qui est un changement physique.

Mélanges : Reconnaître que les solutions sont des mélanges homogènes où le soluté est uniformément réparti dans le solvant.

Cette expérience est un moyen pratique d'apprendre la préparation des solutions, une compétence fondamentale en chimie, tout en soulignant l'importance de pratiques de laboratoire méthodiques et sûres.

4.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la préparation de la solution et aux mesures simples.
- **Activités** : Observation du processus de préparation d'une solution de sucre, pesage et mélange de base, calculs simples, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des techniques de préparation de solutions et des mesures.
- **Activités** : Calcul de la masse du soluté, pesée du sucre, préparation et mélange des solutions, observation de l'importance de la précision et du mélange minutieux, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Maîtrise avancée de la préparation de solutions et compétences analytiques précises.
- **Activités** : Calculer la masse exacte de soluté nécessaire, utiliser des balances de précision, préparer et diluer des solutions, assurer des ajustements de volume précis, enregistrement et analyse détaillés du processus, respect des protocoles de sécurité avancés.

4.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50ml, 100ml, 250ml et 1000ml).

Compte-gouttes.

Erlenmeyer (25 ml).

Entonnoir.

Fiole jaugée (100ml).

Tige de verre.

Cylindres gradués (10 ml et 50 ml).

Spatules.

Tubes à essai.

Échelle à triple faisceau.

Produit(s) :

Eau distillée

Cristaux de jus (poudre)

4.2 Modification de la solubilité d'un solide (grades 6 à 12)

Cette session de laboratoire se penche sur le concept de solubilité, en examinant comment divers solutés, tels que le sel de table, le sucre, la poudre de craie, le bicarbonate de sodium et l'amidon de maïs, se dissolvent dans l'eau et, potentiellement, dans l'éthanol ou l'huile à différentes températures. L'objectif est de découvrir l'effet de la température sur la solubilité de différentes substances dans chaque solvant, et de comprendre ainsi la relation dynamique entre la température, le soluté et le solvant dans le processus de dissolution.

4.2.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre la solubilité :** Les participants exploreront le concept fondamental de solubilité, en apprenant comment la capacité d'un solvant à dissoudre un soluté est influencée par la température et la nature chimique du soluté et du solvant.
- **Impact de la température sur la solubilité :** La session vise à démontrer que la solubilité de la plupart des solides dans l'eau augmente avec la température, facilitant une plus grande dissolution du soluté.
- **Aperçu des interactions chimiques :** En comparant la solubilité de différents solutés dans divers solvants, les participants auront un aperçu de l'importance des interactions chimiques dans les processus de dissolution.

Cette session met non seulement en lumière les bases de la solubilité, mais offre également une expérience pratique inestimable. En étudiant la solubilité de diverses substances dans différentes conditions, les participants acquerront une compréhension complète de l'influence de la température et des propriétés chimiques sur la solubilité.

Cette exploration souligne l'importance des interactions chimiques dans la solubilité, offrant une application pratique des principes de chimie essentiels pour les études et la recherche dans le domaine.

4.2.2 Protocole

Mesure de l'eau

a) À l'aide d'un cylindre gradué, mesurer 100 mL d'eau froide et le verser dans un bécher de 100 mL.

Préparation au chauffage

a) Placez une barre d'agitation magnétique dans le bécher. Placez le bécher sur la plaque chauffante sans l'allumer.

Installation du thermomètre

a) Fixez un thermomètre dans le bécher sans qu'il ne touche le fond, à l'aide d'une pince universelle et d'un support.

Pesée du sel

a) À l'aide d'une spatule, ajoutez 10 g de sel de table dans le bateau de pesée et vérifiez le poids.

b) Versez le sel dans l'eau froide du bécher.

Dissolution du sel

a) Allumez l'agitateur magnétique pour bien mélanger.

b) Ajouter successivement des portions de 10 g de sel jusqu'à atteindre une masse totale de 30 g, en attendant à chaque fois la dissolution complète.

c) Continuez à ajouter 2 g de sel à la fois jusqu'à ce que le sel ne se dissolve plus et commence à s'accumuler au fond du bécher.

Chauffage

a) Allumez la plaque chauffante et réglez-la à 75°C pour chauffer la solution.

b) Observez si le sel accumulé se dissout à mesure que la température augmente.

Réplication de l'expérience

a) Répétez les mêmes étapes avec du sucre, de la poudre de craie, du bicarbonate de soude et de la fécule de maïs pour comparer la solubilité de ces substances. Explorez également l'utilisation de l'éthanol comme solvant alternatif.

b) Videz correctement le contenu de la verrerie dans le bac de récupération et nettoyez à l'eau distillée entre les expériences.

4.2.3 Résultats attendus

Solubilité du sel de table en fonction de la température

Les résultats indiquent une augmentation de la solubilité du sel de table avec l'augmentation de la température. Initialement, tout le sel ajouté s'est dissous dans l'eau à température ambiante (la solubilité est de 36 g/100 ml), mais lorsque plus de sel a été ajouté au-delà d'un certain point, il a commencé à se déposer au fond, indiquant que la limite de solubilité avait été atteinte. Lors du chauffage, la solubilité a augmenté, ce qui a permis à plus de sel de se dissoudre.

Solubilité de différentes substances dans l'eau

Sel de table : se dissout dans l'eau (36g/100mL à 25°C).

Sucre : se dissout dans l'eau (91g/100mL à 25°C).

Poudre de craie : insoluble et se dépose au fond avec le temps.

Bicarbonate de sodium : se dissout dans l'eau (9,6 g/100 mL à 25 °C).

Amidon de maïs : insoluble et se dépose au fond avec le temps.

Solubilité dans différents solvants

Dans l'alcool et l'huile, toutes les substances ci-dessus sont insolubles.

Observation des facteurs de solubilité

Les élèves observeront comment la nature du soluté, le solvant et la température affectent la solubilité. Par exemple, ils verront que le sel se dissout dans l'eau mais pas dans l'huile ou l'alcool.

Solubilité avec les changements de température

Ils détermineront expérimentalement comment la solubilité du sel de table change avec la température, en notant que la solubilité augmente à mesure que la température augmente.

Comprendre la solubilité

Les étudiants apprennent que tous les solutés ne se dissolvent pas dans tous les solvants et que la solubilité d'une substance dépend de la nature chimique du soluté et du solvant.

Effet de la température

L'expérience démontre que la température peut influencer de manière significative la solubilité d'une substance, des températures plus élevées augmentant généralement la solubilité des solides dans les liquides.

Concepts de solubilité

L'expérience illustre le concept de solubilité, en montrant qu'il s'agit d'une propriété d'une substance qui peut varier en fonction du solvant et de conditions telles que la température.

Nature des solutés et des solvants

Les étudiants observent de première main que la nature chimique des solutés et des solvants détermine la solubilité, mettant en évidence le concept de « semblable dissout semblable » en chimie.

Effet de la température sur la solubilité : L'expérience fournit une compréhension pratique de la façon dont la température influence la solubilité des substances, conformément au principe selon lequel la solubilité de la plupart des solides augmente avec la température.

4.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la solubilité et observations simples.
- **Activités** : Observation de la dissolution de différents solutés dans l'eau, comparaisons simples de la solubilité à différentes températures, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la solubilité et de l'effet de la température.
- **Activités** : Mesure de la solubilité de divers solutés dans l'eau et d'autres solvants, observation de l'impact de la température sur la solubilité, enregistrement des observations, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la solubilité, des effets de la température et des interactions chimiques.
- **Activités** : Mener des expériences détaillées pour mesurer la solubilité de différents solutés dans l'eau, l'éthanol et l'huile à différentes températures, analyser les interactions chimiques affectant la solubilité, documenter et analyser méticuleusement les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés.

4.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 100ml, 500ml et 1000ml).
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 100 ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Spatules.
Tubes à essai.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

Bicarbonate de soude (poudre)
Carbonate de calcium (poudre)
Éthanol
Glucose (poudre)
Huile d'olive
Chlorure de sodium (poudre).
Amidon (poudre).

4.3 La loi de la conservation de masse (de la 9e à la 12e année)

Cette session de laboratoire est centrée sur la réaction chimique entre le chlorure de calcium et l'oxalate d'ammonium, en se concentrant sur la préparation précise des solutions réactives et l'observation des changements de masse résultant de leur interaction. L'expérience est conçue pour fournir une démonstration claire du mécanisme réactionnel et de la formation d'un précipité, en mettant en évidence les principes de la stœchiométrie et de la conservation de la masse dans les réactions chimiques.

4.3.1 Objectifs éducatifs

- **Préparation et réaction des solutions chimiques :** Les participants apprendront à préparer avec précision des solutions de chlorure de calcium et d'oxalate d'ammonium et à les mélanger pour initier une réaction chimique, en mettant l'accent sur les aspects procéduraux de l'expérimentation chimique.
- **Observation des changements de masse :** L'expérience vise à illustrer le concept de conservation de la masse dans les réactions chimiques en mesurant les changements de masse avant et après la réaction, fournissant ainsi des preuves tangibles du résultat de la réaction.
- **Comprendre les réactions de précipitation :** En formant un précipité à partir de la réaction, les participants exploreront les principes qui sous-tendent les réactions de précipitation, y compris les règles de solubilité et le rôle des composés ioniques dans les solutions aqueuses.
- **Développement des compétences analytiques :** Cette séance est conçue pour améliorer les compétences analytiques des participants en matière d'observation, de documentation et d'interprétation des résultats des réactions chimiques, favorisant ainsi une compréhension plus approfondie des processus chimiques et de leurs aspects quantitatifs.

En participant à cette session de laboratoire, les participants acquerront une expérience pratique de la réaction chimique entre le chlorure de calcium et l'oxalate d'ammonium, de la préparation des solutions à l'observation des effets de la réaction.

Cette exploration pratique permettra non seulement de démontrer les principes de la précipitation et de la conservation de la masse, mais aussi de fournir des informations précieuses sur la nature méticuleuse de la conduite d'expériences chimiques. Grâce à ce processus, les participants amélioreront leur compréhension des concepts clés de la chimie, renforçant ainsi leurs connaissances et leurs compétences dans la discipline.

4.3.2 Protocole

1. Pesée initiale du bécher : Pesez un bécher vide de 50 ml et notez sa masse.
2. Pesée initiale de la bouteille graduée : Pesez une bouteille graduée vide de 10 ml et noter sa masse.
3. Mesure du chlorure de calcium : À l'aide du cylindre gradué, mesurez avec précision 5 mL de solution de chlorure de calcium.
4. Transfert du chlorure de calcium : Verser la solution de chlorure de calcium mesurée dans le bécher de 50 ml.
5. Rinçage du cylindre gradué : Utilisez une bouteille de lavage pour rincer le cylindre gradué avec de l'eau distillée.
6. Mesure de l'oxalate d'ammonium : Mesurez avec précision 5 mL de solution d'oxalate d'ammonium avec le même cylindre gradué.
7. Pesée de la solution de chlorure de calcium : Pesez le bécher contenant maintenant la solution de chlorure de calcium et notez la masse.
8. Pesée de la solution d'oxalate d'ammonium : Pesez le cylindre gradué contenant la solution d'oxalate d'ammonium et notez la masse.
9. À l'aide des données recueillies dans les étapes précédentes, calculez la masse des 2 liquides.
10. Combinaison de solutions : Versez doucement la solution d'oxalate d'ammonium dans le bécher contenant la solution de chlorure de calcium.
11. Mélange : Mélangez doucement les solutions pendant 5 secondes à l'aide d'une tige de verre. Notez tout changement d'apparence.
12. Pesée finale : Pesez le bécher contenant le mélange des deux solutions réactives.
13. À l'aide des données recueillies aux étapes 10 à 12, calculez la masse combinée des 2 liquides mélangés.
14. Comparez la masse des liquides avant et après le mélange et notez vos observations.

4.3.3 Résultats attendus

- Le bécher de 50 ml pèse 100 g et le cylindre gradué de 10 ml pèse 22,5 g.
- 5 ml de CaCl_2 0,2 M = 0,111 g + 5 g H_2O = 5,11 g
- 5 ml de CaCl_2 dans le bécher de 50 ml pèsent 105,11 g
- 5 ml $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ = 0,124 g + 5 g H_2O = 5,12 g
- 5 ml d'oxalate d'ammonium dans le cylindre gradué de 10 ml pèsent 27,12 g
- 5 ml de chlorure de calcium et 5 ml d'oxalate d'ammonium, dans le bécher de 50 ml, pèsent 110,23 g
- En soustrayant le poids du bécher de 50 ml, nous observons que le poids des solutions mixtes est toujours le même, même s'il y a un précipité sur le fond.

La réaction entre le chlorure de calcium (CaCl_2) et l'oxalate d'ammonium dans une solution aqueuse entraîne la formation d'oxalate de calcium et de chlorure d'ammonium. Dans cette réaction, le chlorure de calcium réagit avec l'oxalate d'ammonium pour produire de l'oxalate de calcium, qui précipite hors de la solution sous forme solide, et du chlorure d'ammonium, qui reste dans la phase aqueuse. L'oxalate de calcium est peu soluble dans l'eau, c'est pourquoi il précipite hors de la solution. Ce type de réaction est un exemple de réaction à double

déplacement, où les cations et les anions des réactifs changent de place pour former de nouveaux produits.

- **Conservation de la masse** : Malgré la réaction chimique et la formation d'un précipité (oxalate de calcium), la masse totale du système (solutions, bécher et cylindre) reste constante avant et après la réaction, illustrant la loi de conservation de la masse.
- **Formation du précipité** : La formation visible d'oxalate de calcium sous forme de précipité solide démontre un changement chimique, tandis que la masse totale reste constante.

Leçons apprises :

- **Précision des mesures** : L'expérience souligne l'importance de mesures précises dans les expériences scientifiques, qu'il s'agisse de peser des équipements et des substances ou de mesurer des volumes de liquides.
- **Observer les changements chimiques** : Les élèves apprennent à observer et à consigner les changements physiques (comme la formation d'un précipité) qui indiquent qu'une réaction chimique s'est produite.
- **Interprétation des résultats** : Comprendre le concept de conservation de la masse dans le contexte d'une réaction chimique, même lorsque le système subit des modifications physiques visibles.

Principes de la chimie :

- **Loi de conservation de la masse** : Cette expérience démontre que dans un système fermé, la masse reste constante quels que soient les processus qui s'y déroulent. La masse totale avant la réaction chimique est égale à la masse totale après la réaction.
- **Réactions chimiques** : La formation d'oxalate de calcium et de chlorure d'ammonium à partir du chlorure de calcium et de l'oxalate d'ammonium est un exemple de réaction à double déplacement, un type courant de réaction chimique où les ions échangent des partenaires.
- **Solubilité et précipitation** : L'expérience montre comment les règles de solubilité s'appliquent dans les réactions chimiques, l'oxalate de calcium étant insoluble dans l'eau et formant un précipité, tandis que le chlorure d'ammonium reste dissous.

En comparant la masse des réactifs et des produits, les étudiants peuvent voir de première main que la masse reste constante, renforçant ainsi le principe de conservation de la masse de manière tangible et pratique.

4.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions chimiques et à la conservation des masses.
- **Activités** : Observation du mélange des solutions, démonstration simple de la conservation de masse à l'aide de balances, consignes de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des réactions chimiques, de la stœchiométrie et de la conservation des masses.
- **Activités** : Préparation de solutions de chlorure de calcium et d'oxalate d'ammonium, mesure de la masse avant et après la réaction, observation et enregistrement de la formation d'un précipité, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la stœchiométrie, des réactions aux précipitations et de la loi de la conservation de la masse.
- **Activités** : Préparation et mélange précis des solutions, mesure détaillée des changements de masse avant et après la réaction, analyse de la formation et de la composition du précipité, documentation et interprétation méticuleuses des résultats, respect des protocoles de sécurité avancés.

4.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (50ml, 100ml, 250ml et 1000ml).
Compte-gouttes.
Erlenmeyer (25 ml).
Entonnoir.
Fiole jaugée (100ml).
Tige de verre.
Cylindres gradués (10 ml et 50 ml).
Spatules.
Tubes à essai.
Échelle à triple faisceau.

Produit(s) :

Oxalate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$.
Chlorure de calcium
Eau distillée

4.4 Préparation d'une solution (de la 9^e à la 12^e année)

Cette session de laboratoire est divisée en deux parties importantes, axées sur la préparation d'une solution concentrée de permanganate de potassium et sa dilution ultérieure pour atteindre la concentration souhaitée. L'objectif est de transmettre les compétences nécessaires pour préparer des solutions de concentrations spécifiques par dissolution, puis d'ajuster ces concentrations par dilution, en mettant en évidence les techniques fondamentales de la chimie des solutions.

- **Préparation d'une solution concentrée :**
Préparer une solution de permanganate de potassium d'une concentration de 80 g/l par le procédé de dissolution.
- **Dilution de la solution concentrée :**
Préparer 250 ml d'une solution de permanganate de potassium diluée à une concentration cible de 17,5 g/l.

4.4.1 Objectifs éducatifs

- **Techniques de préparation de la solution :** Les participants apprendront le processus étape par étape de dissolution du permanganate de potassium pour créer une solution avec une concentration spécifique, améliorant ainsi leur compréhension des interactions soluté-solvant.
- **Ajustement de la concentration par dilution :** La session montrera comment ajuster la concentration d'une solution par dilution, en mettant en évidence les aspects mathématiques et pratiques des techniques de dilution.
- **Précision des mesures :** *Souligne* l'importance de la mesure et de la manipulation précises des instruments de mesure dans la préparation des solutions chimiques, favorisant l'exactitude et le souci du détail.
- **Compréhension de la dissolution et de la dilution :** Les participants auront un aperçu des rôles critiques de la dissolution et de la dilution dans l'obtention des concentrations de solution souhaitées, en comprenant les principes sous-jacents de ces processus.

Grâce à cette expérience en laboratoire, les participants acquerront des compétences fondamentales en chimie dans la préparation et l'ajustement des concentrations de solution. En s'engageant dans la préparation précise d'une solution de permanganate de potassium et sa dilution soigneuse, les participants apprendront à manipuler avec précision les instruments de mesure et à apprécier l'importance de la dissolution et de la dilution dans la création de solutions de concentrations spécifiques.

Cette session propose une application pratique des principes de chimie essentiels aux études et à la recherche dans le domaine, renforçant le caractère méticuleux requis dans l'expérimentation scientifique.

4.4.2 Protocole

1. Dissolution

- a) Pesée du soluté : À l'aide d'une balance électronique, peser environ 8 g de permanganate de potassium.
- b) Transférer dans une fiole jaugée : Verser le permanganate de potassium pesé dans une fiole jaugée de 100 ml.
- c) Ajout d'eau distillée : Mesurer 50 mL d'eau distillée à l'aide d'un cylindre gradué et verser cette eau dans le ballon contenant le permanganate de potassium.
- d) Placer un bouchon sur la fiole.
- e) Agitez la solution pour dissoudre le soluté, puis retirez le bouchon.
- f) Réglage du volume : Remplir le volume de la fiole jusqu'à la marque d'étalonnage (100 mL) avec de l'eau distillée.
- g) Mélange final : Replacer le bouchon et bien agiter le ballon par inversion pour homogénéiser la solution.
- h) Vérification de la concentration : Comparez la couleur de votre solution à celle des échantillons de référence pour confirmer la concentration.

2. Dilution

- i) Mesurer la solution mère : Mesurer 54,7 mL de la solution mère de permanganate de potassium (préparée précédemment) à l'aide d'une bouteille graduée de 70 mL.
- j) Transférer dans une nouvelle fiole jaugée : Verser cette quantité mesurée dans une fiole jaugée vide de 250 ml.
- k) Remplir le ballon à 250 mL d'eau distillée.
- l) Placer un bouchon sur le ballon et bien mélanger par inversion pour homogénéiser la solution.
- m) Vérification de la concentration : Comparer la couleur de la solution diluée à celle des échantillons de référence pour vérifier la concentration finale.

4.4.3 Résultats attendus

- Les premières étapes créent une solution de permanganates de potassium concentrée à 80g/L (8g/100mL).
- L'utilisation de 54,7 ml d'une solution homogène représente 4,376 g de permanganates de potassium, dans 250 ml de liquide.
- La nouvelle concentration est donc de 17,51 g/L (4,376 g/250 mL).
- Les solutions de contrôle de KMnO_4 ont les concentrations suivantes : #1=17,5 g/L (0,11 M) ; #2 = 35 g/L (0,22 M) ; #3 = 62,5 g/L (0,39 M) ; #4 = 70 g/L (0,44 M) ; #5 = 80 g/L (0,5 M) ; #6 = 86 g/L (0,54 M).
- Préparation de la solution : En dissolvant 8 g de permanganate de potassium dans 100 mL d'eau, on obtient une solution d'une concentration de 80 g/L. Cela devrait correspondre visuellement à la couleur de la solution de contrôle #5.
- Dilution : Le procédé de dilution réduit la concentration de 80 g/L à environ 17,5 g/L lorsque 54,7 mL de la solution originale sont dilués à 250 mL. Cette solution diluée doit correspondre visuellement à la couleur de la solution de contrôle #1.

Leçons apprises :

- Exactitude et précision : L'importance de mesures précises lors de la pesée du soluté et de la mesure des volumes lors de la préparation et de la dilution de la solution pour atteindre la concentration souhaitée.
- Comprendre la dilution : Le processus de dilution montre comment la concentration d'une solution change lorsque le volume du solvant est augmenté alors que la quantité de soluté reste constante.
- Concentration de la solution : Apprendre à calculer et à comprendre les différentes concentrations de solutions et leur importance dans diverses applications chimiques.
- Sens de l'observation : Développer la capacité de comparer l'intensité de la couleur des solutions pour déterminer leur concentration, une compétence essentielle en analyse qualitative.

Principes de chimie :

- Molarité et concentration : L'expérience illustre comment calculer la molarité et la concentration, concepts fondamentaux en chimie des solutions. La molarité est le nombre de moles de soluté par litre de solution, et la concentration est généralement la quantité de soluté dissoute dans chaque volume de solvant.
- Dissolution : Ce processus démontre comment les solutés se dissolvent dans les solvants pour former des solutions, en fonction de la nature du soluté et du solvant, de la température et d'autres facteurs.
- Loi de conservation de la masse : Même si la solution subit une dilution, la quantité totale de soluté (permanganate de potassium) reste constante, illustrant la loi de conservation de la masse.
- Analyse colorimétrique : L'utilisation de l'intensité de la couleur pour déterminer la concentration est une application de la colorimétrie, une technique souvent utilisée en chimie pour quantifier la concentration des composés colorés en solution.

Grâce à ce protocole, les étudiants acquièrent une expérience pratique des applications pratiques des concepts théoriques en chimie des solutions, améliorant ainsi leur compréhension et leurs compétences en laboratoire.

4.4.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la préparation de la solution et aux mesures simples.
- **Activités** : Observation du processus de dissolution du permanganate de potassium, démonstrations simples de dilution, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la préparation de la solution et de l'ajustement de la concentration.
- **Activités** : Préparation d'une solution concentrée de permanganate de potassium, calcul simple de dilution, mesure et ajustement des concentrations de solution, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Maîtrise avancée de la préparation de solutions et compétences analytiques précises.
- **Activités** : Préparation précise d'une solution de permanganate de potassium de 80 g/l, dilution précise pour obtenir une concentration de 17,5 g/l dans 250 ml, utilisation de techniques de mesure avancées, enregistrement et analyse détaillés du procédé, respect des protocoles de sécurité avancés.

4.4.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Balance électronique.
Fiole jaugée (100 ml et 250 ml).
Cylindre gradué (50 ml et 70 ml).
Spatule.

Produit(s) :

Eau distillée.
Permanganate de potassium (poudre).

5 NEUTRALISATION ACIDE-BASE

5.1 pH (de la 6e à la 12e année)

Cette session de laboratoire est consacrée à l'enseignement et à la pratique de l'identification des propriétés acido-basiques et à la mesure du pH dans diverses substances, englobant à la fois les liquides et les solides. L'objectif principal est de familiariser les étudiants avec les techniques de laboratoire nécessaires pour déterminer les niveaux de pH et d'améliorer leur compréhension du comportement acido-basique des substances grâce à une variété d'outils et de méthodologies.

5.1.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre les concepts du pH** : Les participants se pencheront sur le concept de pH et son rôle dans la réflexion du caractère acide-base d'une substance, dans le but d'approfondir leur compréhension des propriétés chimiques.
- **Utilisation des indicateurs de pH** : Les élèves seront initiés à l'utilisation de différents indicateurs de pH, tels que les papiers tournesol (rouge et bleu), le papier indicateur de pH et les indicateurs universels, pour déterminer qualitativement la nature acido-basique des solutions.
- **Précision avec les pH-mètres** : La session enseignera aux étudiants l'utilisation précise des pH-mètres numériques pour des mesures de pH précises, soulignant ainsi l'importance de l'exactitude dans l'analyse chimique.
- **Compétences en préparation de solutions** : Les participants développeront des compétences en manipulation et en préparation de solutions pour les tests de pH, améliorant ainsi leurs capacités pratiques en chimie.
- **Techniques d'observation et de mesure** : Le laboratoire favorisera la compréhension pratique des étudiants sur la façon d'observer et de mesurer les propriétés chimiques dans un cadre contrôlé.

Cette session de laboratoire permet une exploration complète des techniques de mesure du pH, essentielles pour saisir les propriétés chimiques des substances. En combinant des connaissances théoriques avec des activités pratiques, les étudiants se familiariseront non seulement avec diverses méthodes de détermination du pH, mais perfectionneront également leurs compétences en laboratoire.

Cette expérience souligne l'importance d'une mesure précise du pH dans la compréhension du comportement acido-basique des substances, offrant des informations précieuses sur l'application pratique des principes de la chimie.

5.1.2 Protocole

Partie 1 : Identifier la nature acide ou basique des substances liquides

- a) Mesure de la solution : À l'aide d'un cylindre gradué, mesurer 20 mL de la solution d'essai (solution #1).
- b) Transfert dans un bécher : Versez les 20 ml mesurés dans un bécher de 50 ml.
- c) Test avec du papier tournesol : Plongez séparément un papier tournesol rouge et un papier tournesol bleu dans la solution.
- d) Testez avec du papier indicateur de pH : Trempez également un papier indicateur de pH.
- e) Analyse des résultats : Comparez les couleurs obtenues avec le tableau de pH pour déterminer le caractère acide ou basique.
- f) Nettoyage et répétition : Rincez le cylindre gradué et répétez les étapes pour les solutions #2 et #3.

Partie 2 : Utilisation d'un indicateur universel pour le pH

- a) Échantillonnage de la solution : À l'aide d'un compte-gouttes, prélever 1 mL de la solution (solution #1).
- b) Mise en place dans la plaque à puits : Placez la solution dans un puits d'une plaque ponctuelle.
- c) Ajout d'un indicateur : Ajouter une goutte de l'indicateur de pH universel.
- d) Mélange : Remuer doucement à l'aide d'une tige de verre.
- e) Interprétation : Comparez la couleur résultante avec le tableau de pH.
- f) Répétition : Répétez les étapes pour les solutions #2 et #3.

Partie 3 : Mesure précise du pH à l'aide d'un pH-mètre

- a) Immersion de l'électrode : Insérez l'électrode du pH-mètre dans la solution (solution #1).
- b) Lecture du pH : Enregistrez la valeur affichée sur le cadran numérique.
- c) Nettoyage de l'électrode : Rincez et séchez l'électrode avant de passer aux solutions #2 et #3.

Partie 4 : Détermination du pH d'une substance solide

- a) Pesée de la substance : Peser environ 1,8 g de sulfate d'ammonium.
- b) Préparation de la solution : Dissoudre la poudre dans 100 mL d'eau dans un bécher de 250 mL.
- c) Agitation : Mélanger à l'aide d'une tige de verre.
- d) Essais avec des papiers tournesols et des papiers indicateurs de pH : Effectuer les essais de pH décrits dans la partie 1.
- e) Mesure avec un pH-mètre : Comme dans la partie 3, mesurez le pH avec le pH-mètre pour une précision accrue.

5.1.3 Résultats attendus

- Le papier tournesol rouge devient bleu si la solution est alcaline.
- Le papier tournesol bleu devient rouge si la solution est acide.
- La solution testée 1 est de l'acide acétique à 5 % v/v. Le pH est d'environ 2,4.
- La solution testée 2 est du NaOH 0,1M. Le pH est d'environ 13.
- La solution testée 3 est de l'eau distillée. Le pH est d'environ 7.

- La solubilité du sulfate d'ammonium est de 700 g/L, il se dissout donc complètement.
- Le pH de la solution de sulfate d'ammonium est d'environ 4,7.

5.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de pH et mesures simples.
- **Activités** : Observation des changements de pH à l'aide de papier tournesol, démonstrations simples de solutions acides et basiques, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire du pH et des propriétés acido-basiques.
- **Activités** : Utilisation de papier indicateur de pH et d'indicateurs universels pour tester diverses substances, mesure du pH avec des pH-mètres numériques, préparation de solutions pour les tests de pH, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée des concepts de pH, techniques de mesure précises et analyse chimique.
- **Activités** : Utilisation d'une variété d'indicateurs de pH, mesure précise du pH à l'aide d'appareils de mesure numériques, préparation et manipulation de solutions pour les essais, observation détaillée et enregistrement des résultats, respect de protocoles de sécurité avancés.

5.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml).
Plaque de godet.
Droppers.
Balance électronique.
Erlenmeyer (250ml).
Tige de verre.
Cylindres gradués (25 ml et 100 ml).
Plaque chauffante.
Agitateur magnétique.
Essuie-tout.
Ph-mètre.
Pipette.
Spatules.
Tubes à essai.
Thermomètres.
Minuteur.

Produit(s) :

Sulfate d'ammonium (poudre)
Eau distillée
Indicateur de pH (liquide)
Liquides inconnus (#1, #2 et #3)

5.2 Titrage acide-base 1 (grades 9 à 12)

Cette séance de laboratoire initie les étudiants à la technique de colorimétrie permettant de déterminer le pH d'un échantillon d'eau de lac, à l'aide d'étalons de pH connus et d'un indicateur de pH. Les objectifs sont conçus pour donner aux étudiants une expérience pratique en chimie de l'environnement, en se concentrant sur l'évaluation de l'acidité ou de la basicité des solutions aquatiques.

5.2.1 Objectifs éducatifs

- **Préparation de l'échelle de colorimétrie** : Apprenez aux élèves à créer une échelle de colorimétrie pour le pH à l'aide d'un indicateur chimique, permettant une comparaison visuelle des niveaux de pH dans diverses solutions.
- **Développer des compétences pratiques** : Améliorer la capacité des élèves à manipuler les étalons pour construire une référence visuelle de pH, en mettant l'accent sur la manipulation et la préparation de solutions.
- **Détermination du pH de l'eau du lac** : Appliquez l'échelle de colorimétrie pour déterminer le pH de l'échantillon d'eau du lac en comparant visuellement le changement de couleur induit par l'indicateur de pH.
- **Validation des résultats** : Utilisez un équipement plus précis, tel qu'un pH-mètre, pour valider les résultats de la colorimétrie et assurer l'exactitude des évaluations visuelles.

Cette session propose une exploration approfondie de la colorimétrie comme méthode d'estimation du pH des solutions aquatiques, cruciale en chimie environnementale et analytique. Il souligne l'importance de corroborer les méthodes visuelles avec des outils de mesure précis, fournissant des résultats fiables et précis.

Grâce à ce laboratoire, les étudiants acquièrent des compétences essentielles en chimie environnementale, soulignant l'application pratique des principes de la chimie dans des scénarios du monde réel.

5.2.2 Protocole

Préparez une échelle de colorimétrie à l'aide de l'indicateur de pH mis à votre disposition.

- a) Localisez le bécher de 50 ml rempli d'eau du lac, recueilli plus tôt ce matin.
- b) Prenez 25 ml de solution de pH 3 et placez-le dans le tube à essai 1.
- c) Répétez l'étape b) avec les solutions de pH 4, 5, 6 et 7 et les tubes à essai 2, 3, 4 et 5.
- d) Ajoutez 5 gouttes d'indicateur dans chacun des tubes à essai à l'aide du compte-gouttes.
- e) Mélangez le contenu des tubes à essai avec une tige de verre, ou en mettant un bouchon et en mélangeant doucement de droite à gauche.
- f) Prélever 25 mL de l'échantillon d'eau du lac, le placer dans le tube à essai #6 et ajouter 5 gouttes du même indicateur utilisé pour l'échelle colorimétrique.
- g) Mélangez le contenu du tube à essai avec une tige de verre, ou en mettant un capuchon et en le secouant doucement de droite à gauche.

2. Comparez la couleur de l'échelle colorimétrique ainsi créée avec le nuancier sur le compteur.

- a) Déterminer le pH de l'eau du lac à l'aide de cette échelle. Si le pH semble être supérieur à 7, videz et nettoyez le contenu des tubes à essai 1 et 2, puis continuez l'échelle avec les pH 8 et 9, à l'aide de ces tubes à essai.
- b) Comparer à nouveau le pH de l'eau du lac à l'aide de cette nouvelle échelle (pH 5 à 9).

3. Validez le pH de chaque solution à l'aide du pH-mètre.

Insérez l'électrode du pH-mètre dans les solutions d'eau du lac.

Notez la valeur affichée sur le cadran numérique du pH-mètre.

5.2.3 Résultats attendus

L'eau du lac doit avoir un pH compris entre 3 et 9, différent à chaque fois que l'expérience est recommencée.

5.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base au pH et observations simples.
- **Activités** : Observation des changements de pH à l'aide d'indicateurs de couleur, démonstrations simples de solutions acides et basiques, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des techniques de pH et de colorimétrie.
- **Activités** : Création d'une échelle de colorimétrie à l'aide d'étalons et d'indicateurs de pH, comparaison visuelle du pH d'échantillons d'eau de lac, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la détermination du pH et de la colorimétrie.
- **Activités** : Préparation d'une échelle colorimétrique détaillée, détermination précise du pH des échantillons d'eau du lac, validation des résultats à l'aide d'un pH-mètre, enregistrement et analyse détaillés, respect des protocoles de sécurité avancés.

5.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml).
Plaque de godet.
Droppers.
Balance électronique.
Erlenmeyer (250ml).
Tige de verre.
Cylindres gradués (25 ml et 100 ml).
Plaque chauffante.
Agitateur magnétique.
Essuie-tout.
Ph-mètre.
Pipette.
Spatules.
Tubes à essai.
Thermomètres.
Minuteur.

Produit(s) :

Eau distillée
Solutions de pH (#3 à #9)
Échantillon d'eau de lac.

5.3 Le pH des acides forts et faibles (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est structurée en deux segments importants visant à améliorer la compréhension et les compétences pratiques en chimie, en particulier dans la préparation de solutions et l'analyse des propriétés acido-basiques.

La première partie se concentre sur la préparation de solutions acides diluées à l'aide de techniques de dilution, en enseignant aux participants comment ajuster les concentrations de solution en ajoutant de l'eau distillée. Ce processus est fondamental pour créer des échantillons avec des concentrations variables à partir de solutions mères concentrées, ce qui souligne l'importance d'une manipulation précise de la concentration pour diverses applications chimiques.

La deuxième partie consiste à utiliser un pH-mètre pour mesurer le pH des solutions préparées précédemment, ce qui permet d'examiner leur comportement acido-basique et de comprendre l'impact de la concentration d'acide sur les niveaux de pH, déterminant ainsi leur acidité ou basicité.

5.3.1 Objectifs éducatifs

- **Techniques de préparation des solutions :** Les participants apprendront les bases de la préparation des solutions, y compris la pratique critique de la dilution des solutions concentrées pour atteindre les concentrations souhaitées, en mettant l'accent sur l'importance du contrôle de la concentration en chimie.
- **Comprendre le comportement acido-basique :** Grâce à la mesure du pH, les élèves exploreront comment les différentes concentrations d'acide affectent le pH de la solution, ce qui leur permettra de mieux comprendre l'acidité ou la basicité des solutions.
- **Mesure et interprétation du pH :** La session vise à améliorer les compétences dans l'utilisation des pH-mètres pour une détermination précise du pH et à développer la capacité d'interpréter les résultats du pH, favorisant ainsi une compréhension plus approfondie des propriétés acides et basiques des solutions.

En participant à ce laboratoire, les étudiants se familiariseront avec les pratiques essentielles de la chimie, de la manipulation des concentrations de solutions à l'analyse des propriétés acido-basiques en passant par la mesure du pH. Comprendre comment ajuster les concentrations de solution et mesurer leur pH permet aux étudiants d'acquérir des compétences pratiques essentielles en chimie, ainsi qu'une compréhension plus approfondie des acides et des bases en solution.

Cette approche globale garantit une expérience éducative complète, soulignant l'application pratique des concepts de chimie théorique dans des scénarios du monde réel.

5.3.2 Protocole

Partie 1 : Préparation des solutions diluées

Étape 1 : Identifiez les quatre béchers, numérotés de 1 à 4.

Étape 2 : Verser une solution d'acide acétique (CH_3COOH) de 1,00 M dans le bécher 1 jusqu'à ce qu'il soit à moitié plein.

Étape 3 : À l'aide d'une pipette, prélever 5,0 ml de la solution d'acide acétique à 1,00 M du bécher 1 et la transférer dans un cylindre gradué de 50 ml.

Étape 4 : Ajouter de l'eau distillée dans le cylindre gradué jusqu'à ce que le volume final atteigne 50 ml.

Étape 5 : Versez la solution du cylindre gradué dans le bécher 2 jusqu'à ce qu'il soit à moitié plein.

Étape 6 : Nettoyez la pipette et le cylindre gradué avec de l'eau distillée.

Étape 7 : Répétez le processus de dilution en prélevant 5,0 ml de la solution du bécher 2 et diluez-la à 50 ml avec de l'eau distillée dans le cylindre gradué.

Étape 8 : Transférez cette nouvelle solution diluée dans le bécher 3 jusqu'à ce qu'il soit à moitié plein.

Étape 9 : Pour le bécher 4, remplissez-le à moitié d'une solution concentrée d'acide chlorhydrique (HCl) 0,10 M.

Partie 2 : Mesures

Étape 10 : À l'aide d'un pH-mètre, mesurez le pH de chacune des solutions contenues dans les béchers 1 à 4.

Étape 11 : Entre chaque mesure, rincez et séchez les électrodes du pH-mètre avec de l'eau distillée.

Étape 12 : Consultez et enregistrez vos résultats dans le tableau fourni sur la tablette.

Étape 13 : Éliminez correctement les solutions usagées en les versant dans le conteneur à déchets désigné. Évitez de les jeter dans l'évier.

5.3.3 Résultats attendus

- Le bécher 1 contient CH_3COOH 1 M et le pH est d'environ 2,37.
- Le bécher 2 contient CH_3COOH 0,1 M et le pH est d'environ 2,87.
- Le bécher 3 contient CH_3COOH 0,01 M et le pH est d'environ 3,37.
- Le bécher 4 contient du HCl 0,1 M et le pH est d'environ 1.

5.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts d'acide et de base et à la dilution simple.
- **Activités** : Observation des changements de pH avec une simple dilution, démonstrations de base des acides forts et faibles, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la préparation des solutions et de la mesure du pH.
- **Activités** : Préparation de solutions acides diluées à partir d'un stock concentré, mesure du pH à l'aide de pH-mètres, observation de l'impact de la dilution sur le pH, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée du comportement acide-base, techniques de dilution précises et analyse du pH.
- **Activités** : Préparation précise de diverses solutions d'acide dilué, utilisation de pH-mètres pour une mesure précise du pH, analyse de la relation entre la concentration d'acide et les niveaux de pH, enregistrement et interprétation détaillés des résultats, respect des protocoles de sécurité avancés.

5.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml).
Plaque de godet.
Droppers.
Balance électronique.
Erlenmeyer (250ml).
Tige de verre.
Cylindres gradués (25 ml et 100 ml).
Plaque chauffante.
Agitateur magnétique.
Essuie-tout.
Ph-mètre.
Pipette.
Spatules.
Tubes à essai.
Thermomètres.
Minuteur.

Produit(s) :

Eau distillée.
Acide éthanoïque 1,0 M (CH₃COOH).
Acide chlorhydrique (HCl).

6 GAZ

6.1 La pression des gaz (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est centrée sur la mesure de la pression du gaz à l'aide d'un manomètre. La procédure consiste à connecter séquentiellement le manomètre à diverses bouteilles de gaz (appelées « bonbons » dans ce contexte), puis à ouvrir le robinet de la bouteille pour permettre au gaz de s'écouler dans le manomètre. En observant le mouvement de l'aiguille du manomètre, la pression du gaz à l'intérieur de chaque bouteille peut être déterminée. Après avoir enregistré la mesure de pression, le robinet de la bouteille est fermé et le manomètre est déconnecté.

Ce processus est répété pour chaque cylindre à tester. L'objectif principal de ce laboratoire est de familiariser les étudiants avec l'utilisation pratique d'un manomètre pour mesurer la pression des gaz et d'améliorer leurs compétences dans la manipulation et la manipulation des équipements de laboratoire.

6.1.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre la mesure de la pression du gaz :** Les participants apprendront les principes de la mesure de la pression du gaz à l'aide d'un manomètre, en se concentrant sur les aspects opérationnels de l'équipement.
- **Techniques de manipulation de l'équipement :** La session vise à développer la compétence dans la manipulation sûre et efficace de l'équipement de laboratoire, y compris la connexion, le fonctionnement et la déconnexion appropriés d'un manomètre aux bouteilles de gaz.
- **Compétences d'observation : Améliorez** la capacité des élèves à observer et à interpréter avec précision les lectures d'un manomètre, ce qui est essentiel pour déterminer la pression du gaz dans les bouteilles.
- **Sécurité et précision :** Mettre l'accent sur l'importance des précautions de sécurité et de la précision dans la réalisation d'expériences impliquant des mesures de pression de gaz, en renforçant les meilleures pratiques dans les procédures de laboratoire.

En s'engageant dans ce laboratoire, les étudiants acquerront une expérience pratique de la mesure de la pression des gaz à l'aide d'un manomètre, de la configuration de l'équipement à l'interprétation et à l'enregistrement des lectures de pression. Cette session enseigne non seulement les aspects techniques de l'utilisation d'un manomètre, mais renforce également l'importance de la manipulation méthodique de l'équipement et de la sécurité en laboratoire.

Grâce à cette exploration pratique, les étudiants amélioreront leur compréhension du comportement des gaz sous pression et acquerront des compétences essentielles pour mener des expériences en sciences physiques.

6.1.2 Protocole

Mesure de la pression d'un gaz

Pour mesurer la pression d'un gaz, nous pouvons utiliser un manomètre.

- 1) Connectez le manomètre au tuyau du cylindre #1.
- 2) Ouvrez la valve du cylindre.
- 3) Vérifiez l'aiguille du manomètre pour déterminer la pression du gaz contenu.
- 4) Fermez la valve du cylindre.
- 5) Détachez le tuyau du manomètre.
- 6) Répétez les procédures pour les 3 autres cylindres.

6.1.3 Résultats attendus

- La cartouche d'air #1 contient 280 kPa d'air.
- La cartouche d'air #2 contient 345 kPa d'air.
- La cartouche d'air #3 contient 460 kPa d'air.
- La cartouche d'air #4 contient 130 kPa d'air.

Importance et leçons apprises :

- **Compréhension conceptuelle** : L'expérience aide à comprendre le concept de pression et la façon dont elle est mesurée, en fournissant une application pratique des connaissances théoriques.
- **Compétences techniques** : La manipulation de bouteilles de gaz et de manomètres développe des compétences techniques, essentielles pour les étudiants et les professionnels des domaines scientifiques.
- **Sensibilisation à la sécurité** : L'accent mis sur les protocoles de sécurité renforce l'importance de la prudence et de la préparation dans un laboratoire, des compétences qui sont transférables à toute entreprise scientifique.
- **Compétences analytiques** : L'interprétation des lectures du manomètre pour déterminer la pression du gaz favorise la pensée analytique, une compétence inestimable dans la résolution de problèmes et la recherche.

Essentiellement, cette expérience ne consiste pas simplement à lire les chiffres d'un appareil ; Il s'agit d'intégrer les connaissances, de développer des compétences pratiques et de favoriser une approche méticuleuse de la recherche scientifique. Les participants apprennent à corréler les lectures du manomètre observées avec les pressions connues dans les bouteilles de gaz, ce qui permet de comprendre clairement et concrètement la mesure de la pression dans les gaz.

6.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de pression de gaz et aux mesures simples.
- **Activités** : Observation de l'utilisation d'un manomètre, démonstrations simples de la pression du gaz, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la mesure de la pression du gaz et de la manipulation des équipements.
- **Activités** : Raccorder un manomètre à des bouteilles de gaz, mesurer et enregistrer la pression du gaz, observer le mouvement de l'aiguille, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée des principes de pression du gaz, des techniques de mesure précises et de la manipulation des équipements.
- **Activités** : Connecter et faire fonctionner avec précision un manomètre, mesurer et enregistrer les pressions de gaz de diverses bouteilles, analyser les lectures de pression, respecter les protocoles de sécurité avancés et assurer une manipulation précise de l'équipement de laboratoire.

6.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Réservoir.
Manomètre.

Produit(s) :

Aucun

6.2 La relation entre le volume et la pression d'un gaz 1 (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est conçue pour explorer la relation entre la pression et le volume d'un gaz, à l'aide d'une seringue et d'un manomètre à cadran pour l'expérience. La procédure consiste à fixer la seringue à une bouteille d'air et à ajuster le volume d'air dans la seringue à 55,0 ml. Ensuite, la seringue est connectée au manomètre à cadran dans un joint étanche, et le volume d'air est augmenté progressivement par pas de 5,0 ml, la lecture de la pression étant prise à chaque intervalle.

Cette expérience sert d'application pratique de la loi de Boyle, qui postule que la pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume à température constante.

6.2.1 Objectifs éducatifs

- **Application pratique de la loi de Boyle** : Les participants appliqueront directement la loi de Boyle pour comprendre la relation inverse entre la pression et le volume du gaz.
- **Précision dans la manipulation de l'équipement** : La session enseignera aux étudiants l'utilisation précise des seringues et des manomètres, en mettant l'accent sur l'importance de la précision pour des mesures fiables.
- **Compétences d'observation et d'analyse** : Les étudiants amélioreront leurs compétences en observant les variations de pression avec les changements de volume et en analysant ces observations pour confirmer la validité de la loi de Boyle.
- **Comprendre la thermodynamique des gaz** : Grâce à des expériences pratiques, les participants renforceront leurs connaissances conceptuelles de la thermodynamique des gaz, en particulier les principes régissant le comportement des gaz sous des pressions et des volumes variables.

Ce laboratoire offre aux participants une occasion inestimable d'expérimenter les principes de la loi de Boyle, renforçant ainsi les connaissances théoriques par l'application pratique. En manipulant la seringue et le manomètre pour mesurer comment la pression du gaz varie avec le volume, les élèves acquièrent une compréhension plus approfondie du comportement des gaz.

Cette session améliore non seulement leur capacité à manipuler l'équipement de laboratoire et à collecter des données avec précision, mais approfondit également leur compréhension des concepts fondamentaux de la thermodynamique des gaz, offrant une base solide pour d'autres études en physique et en chimie.

6.2.2 Protocole

1. Tirez sur le piston de la seringue de manière à ce qu'il contienne exactement 55,0 ml d'air.
2. Connectez la seringue au manomètre à cadran à l'aide des raccords appropriés. L'installation doit être parfaitement étanche à l'air et capable de résister à une pression importante.
3. Tirez sur le piston pour augmenter le volume de 5,0 ml. Lire la mesure de pression sur le manomètre.
4. Répétez l'étape 3 plusieurs fois (par intervalles de 5,0 ml) jusqu'à ce que vous atteigniez un volume de 100,0 ml.

Remarque : Maintenez le bouton d'interaction de la seringue enfoncé pour contrer la différence de pression.

6.2.3 Résultats attendus

- **Relation volume-pression** : à mesure que le volume du gaz dans la seringue augmente, la pression qu'il exerce doit diminuer, et vice versa, illustrant une relation inverse. On s'attend à ce que cela se traduise par une diminution continue des lectures de pression sur le manomètre à mesure que le volume de la seringue augmente progressivement.
- **Modèle de données** : Le tracé de la pression en fonction du volume devrait donner une courbe hyperbolique si la température reste constante, ce qui est une représentation graphique de la loi de Boyle. Le produit de la pression et du volume en chaque point doit être à peu près constant, en supposant un comportement de gaz parfait.
- **Exactitude et précision** : La précision des mesures, ainsi que l'étanchéité à l'air de l'installation, sont cruciales pour la validité des résultats. Toute fuite ou erreur de mesure pourrait fausser considérablement les données, ce qui aurait un impact sur la démonstration de la relation pression-volume.

Importance de l'expérience :

- **Comprendre les lois des gaz** : Cette expérience est essentielle pour renforcer la compréhension conceptuelle des lois des gaz, en particulier la loi de Boyle, de manière tangible et interactive. Il fait le lien entre les connaissances théoriques et l'application pratique.
- **Développement des compétences** : La procédure améliore les compétences techniques telles que la mesure précise, l'utilisation d'équipements de laboratoire (par exemple, des seringues et des manomètres) et l'analyse de données, qui sont transférables à un large éventail d'activités scientifiques.
- **Raisonnement scientifique** : L'expérience encourage la pensée analytique en demandant aux étudiants ou aux participants de prédire, d'observer et de rationaliser les résultats en se basant sur les principes de la physique et de la chimie.
- **Sécurité et respect du protocole** : Mettre l'accent sur la sécurité et le respect du protocole prépare les participants aux futurs travaux de laboratoire, soulignant l'importance de la méticulosité et de la responsabilité dans les enquêtes scientifiques.

Cette expérience n'est donc pas seulement la démonstration d'un principe physique fondamental, mais aussi un exercice complet de méthodologie scientifique, de pensée critique et de développement de compétences pratiques, qui sont tous essentiels à la maîtrise du domaine scientifique.

6.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de pression et de volume du gaz.
- **Activités** : Observer les changements de pression et de volume à l'aide de démonstrations simples, d'instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la loi de Boyle et du comportement des gaz.
- **Activités** : Réglage du volume d'air dans une seringue, mesure de la pression à l'aide d'un manomètre à cadran, enregistrement des observations, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée de la loi de Boyle, des techniques de mesure précises et de la thermodynamique des gaz.
- **Activités** : Ajuster et mesurer avec précision le volume et la pression de l'air, analyser la relation inverse entre la pression et le volume, enregistrer et interpréter en détail les résultats, respecter des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de comportement des gaz dans des conditions variables.

6.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Balance électronique.

Clou.

Seringue.

Pince à bois.

Produit(s) :

Réservoir de gaz à air comprimé.

6.3 La relation entre le volume et la pression d'un gaz 2 (grades 9 à 12)

Cette séance de laboratoire est méticuleusement conçue pour explorer la relation entre la pression et le volume d'un gaz à l'aide de l'appareil de la loi de Boyle. L'expérience commence par la fixation sécurisée du tuyau de la pompe à air à l'appareil Boyle, assurant une étanchéité à l'air avec l'huile dans le réservoir pour isoler l'air. Au fur et à mesure que l'air est pompé dans le système, la pression interne augmente, ce que les participants peuvent surveiller via le manomètre.

Lorsque le manomètre indique environ 700 kPa, le robinet d'air est fermé et la pression et le volume du gaz sont enregistrés après avoir laissé une minute à l'air comprimé refroidir. Ce processus fournit une application pratique de la loi de Boyle, qui postule que la pression et le volume d'un gaz sont inversement proportionnels à une température constante.

6.3.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre la loi de Boyle** : Grâce à une application pratique, les participants exploreront la loi de Boyle, ce qui leur permettra de mieux comprendre la relation inverse entre la pression et le volume des gaz.
- **Précision dans la manipulation de l'équipement** : Le laboratoire vise à améliorer les compétences des étudiants dans l'utilisation de l'appareil de la loi de Boyle, en se concentrant sur la mesure précise de la pression et du volume.
- **Amélioration des compétences analytiques** : Les étudiants développeront leurs compétences analytiques en effectuant des mesures successives et en traçant un graphique de la pression absolue en fonction de l'inverse du volume de la colonne d'air, en observant une relation linéaire qui confirme la loi de Boyle.
- **Principes de la thermodynamique des gaz** : Cette session fournit une compréhension complète des principes fondamentaux de la thermodynamique des gaz, renforçant les connaissances théoriques par la vérification expérimentale.

En s'engageant dans ce laboratoire, les participants acquerront une compréhension plus approfondie et la capacité de vérifier expérimentalement la loi de Boyle, améliorant ainsi leurs compétences dans la manipulation de l'équipement de laboratoire et l'analyse des données expérimentales. La session offre une observation directe de la relation entre la pression et le volume du gaz, renforçant ainsi la compréhension par les participants des principes fondamentaux régissant le comportement des gaz.

Cette exploration pratique confirme non seulement la validité de la loi de Boyle, mais renforce également la compréhension globale des participants de la dynamique de la thermodynamique des gaz.

6.3.2 Protocole

1. Localisez l'appareil de Boyle.

2. Connectez le tuyau de la pompe à air à l'appareil de Boyle.

Le raccordement du réservoir d'huile à la colonne d'air doit être tel qu'il n'y ait pas de fuites et que l'air soit complètement isolé par l'huile.

3. Assurez-vous que le robinet de l'appareil de Boyle est ouvert.

4. Après avoir connecté le tuyau à l'appareil de Boyle, commencez à pomper de l'air à travers la pompe à air. Pompez jusqu'à ce que le manomètre atteigne environ 500 kPa.

Lorsque l'air pénètre dans le réservoir d'huile, la pression à l'intérieur du système augmente. Cela peut être observé sur le manomètre.

5. Fermez le robinet d'air une fois que l'huile cesse de monter et que la lecture du manomètre est stable.

6. Vous pouvez détacher le tuyau d'air de l'appareil de Boyle.

7. Attendez 1 minute que l'air comprimé refroidisse et notez la lecture de la pression et la lecture du volume.

8. Maintenant, appuyez sur le bouton de l'appareil de Boyle pour laisser l'air s'échapper du système. Cela abaissera l'huile dans la colonne.

Notez le volume de la colonne d'air (en ml) et la lecture du manomètre (en kPa).

Vous obtiendrez un tracé de la lecture du manomètre en fonction du volume de la colonne d'air. N'oubliez pas d'ajouter la pression atmosphérique à la pression manométrique pour obtenir la pression absolue. Un graphique de la pression absolue en fonction de l'inverse du volume de la colonne d'air devrait montrer une relation linéaire.

6.3.3 Résultats attendus

Les participants sont guidés à travers une expérience qui démontre visuellement et quantitativement la loi de Boyle. Cette loi stipule que la pression d'une masse donnée d'un gaz enfermé est inversement proportionnelle à son volume à température constante, à condition que le gaz se comporte idéalement.

- **Relation entre la pression et le volume :** Lorsque les participants pompent de l'air dans l'appareil de Boyle, ils observent une augmentation de la pression indiquée par le manomètre, correspondant à une diminution du volume de la colonne d'air. Cette relation inverse entre la pression et le volume est au cœur de la loi de Boyle.
- **Analyse des données :** À la fin de l'expérience, les points de données collectés de pression et de volume devraient idéalement former une courbe hyperbolique lorsqu'ils sont tracés. Cependant, lorsque l'on trace la pression absolue par rapport à l'inverse du volume, la relation doit être linéarisée, offrant une représentation visuelle claire de la loi de Boyle.
- **Comprendre les lois physiques :** L'expérience fournit un moyen concret de comprendre et d'appliquer une loi fondamentale des gaz, renforçant les connaissances théoriques par l'application pratique.

Importance et leçons apprises :

- ***Applications dans le monde réel*** : L'expérience met en évidence l'importance de la loi de Boyle dans divers domaines scientifiques et d'ingénierie, tels que la chimie, la physique et les sciences de l'environnement. Comprendre comment la pression et le volume interagissent est crucial dans des scénarios allant du fonctionnement des moteurs à combustion interne au comportement des gaz dans l'atmosphère.
- ***Pensée critique et résolution de problèmes*** : Les participants apprennent à mettre en place des appareils expérimentaux, à collecter des données de manière systématique et à analyser les résultats. De telles compétences sont inestimables dans la recherche scientifique et la résolution de problèmes dans de nombreuses disciplines.
- ***Précision et exactitude*** : L'expérience souligne l'importance de la précision dans le montage expérimental et de l'exactitude dans les mesures. Assurer l'étanchéité des connexions et lire correctement les jauges sont des compétences pratiques qui s'étendent au-delà du laboratoire.
- ***Application des connaissances théoriques*** : En s'engageant avec l'appareil physique et en observant les changements en temps réel du comportement des gaz, les apprenants peuvent mieux saisir des concepts abstraits, ce qui rend les connaissances théoriques plus accessibles et mémorables.

Dans l'ensemble, l'expérience offre une expérience d'apprentissage complète, combinant des compétences pratiques avec une compréhension théorique, améliorant ainsi le parcours éducatif dans le domaine des sciences physiques.

6.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de pression et de volume du gaz.
- **Activités** : Observer les changements de pression et de volume à l'aide de démonstrations simples, d'instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la loi de Boyle et du comportement des gaz.
- **Activités** : Utilisation de l'appareil de la loi de Boyle pour ajuster et mesurer la pression et le volume de l'air, enregistrer les observations, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée de la loi de Boyle, des techniques de mesure précises et de la thermodynamique des gaz.
- **Activités** : Utiliser avec précision l'appareil de la loi de Boyle, mesurer et enregistrer la pression et le volume, tracer des graphiques pour observer la relation linéaire entre la pression et l'inverse du volume, analyse détaillée des résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de comportement des gaz dans des conditions variables.

6.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Machine pneumatique.
Vêtements Boyle.

Produit(s) :

Aucun

6.4 La relation entre la température d'un gaz et son volume (grades 9 à 12)

Ce protocole expérimental est conçu pour mesurer le coefficient de dilatation thermique volumétrique d'un liquide en observant les changements de hauteur d'une goutte d'huile dans un tube capillaire lorsque la température varie. L'expérience commence par la mise en place de l'appareil, y compris la fixation des pinces universelles, le préchauffage du tube capillaire et la préparation des béciers avec de l'eau froide et de la glace.

Les mesures de la hauteur de la goutte d'huile sont prises à différentes températures, à l'aide d'un thermomètre et d'un chronomètre, tout en ajustant soigneusement la température de l'eau sur la plaque chauffante.

6.4.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre l'expansion volumétrique** : Les participants exploreront comment le volume d'un liquide change avec la température, dans le but de déterminer le coefficient de dilatation thermique volumétrique du liquide.
- **Techniques de mesure de la température** : L'expérience présente des méthodes pour mesurer avec précision la température et la hauteur d'un liquide dans un tube capillaire, améliorant ainsi la familiarité des participants avec les mesures liées à la température.
- **Manipulation d'instruments de laboratoire** : Les étudiants s'exerceront à utiliser divers instruments de laboratoire, améliorant ainsi leurs compétences pratiques dans la conduite d'expériences.
- **Principes fondamentaux de la thermodynamique des liquides** : Grâce à cette procédure, les participants auront un aperçu des principes de base de la thermodynamique tels qu'ils s'appliquent aux liquides, y compris la relation entre la température et le volume.

Cette expérience de laboratoire est cruciale pour comprendre comment la température affecte le volume d'un liquide et pour maîtriser des techniques de mesure précises en laboratoire.

Les participants développeront des compétences pratiques dans la manipulation de l'équipement de laboratoire, l'observation de phénomènes physiques et l'analyse de données expérimentales. De plus, cette expérience souligne l'importance de la rigueur méthodologique et de la précision dans l'expérimentation scientifique, garantissant des résultats fiables et significatifs.

En s'engageant dans cette activité, les participants apprennent non seulement la thermodynamique des liquides, mais apprécient également la nature méticuleuse requise dans la recherche scientifique, améliorant ainsi leurs compétences globales en physique et chimie expérimentales.

6.4.2 Protocole

1. Fixez une pince universelle à chacun des deux supports universels au-dessus de la plaque chauffante.
2. Déposez quelques gouttes d'huile sur le verre de la montre.
3. Allumez le bec Bunsen et chauffez le tube capillaire avec des gants thermiques en le maintenant exposé à la flamme bleue et en le déplaçant d'avant en arrière pendant environ 20 secondes.
4. Placez l'extrémité ouverte chaude (transparente) du tube capillaire sur les gouttes d'huile préparées à l'étape #2. L'huile doit monter d'elle-même dans le tube capillaire.
5. Remettez le tube en position verticale (extrémité ouverte vers le haut) et attendez qu'il refroidisse. Ensuite, fixez le tube capillaire sur le support droit à l'aide d'une pince universelle et éteignez le bec Bunsen.
6. Placez le bécher de 250 ml sur la plaque chauffante sans l'allumer, en plaçant l'agitateur magnétique à l'intérieur du bécher.
7. Fixez le thermomètre sur le support gauche à l'aide d'une pince universelle et placez-le verticalement dans le bécher de 250 ml. Assurez-vous que ni le tube ni le thermomètre ne touchent les côtés du bécher.
8. Positionnez la règle derrière le tube capillaire pour mesurer la hauteur de la goutte d'huile.
9. Dans le bécher à glace, ajoutez de l'eau froide du robinet jusqu'à ce que le niveau atteigne 250 ml.
10. Versez l'eau froide et la glace dans le bécher contenant le tube capillaire, en vous assurant que le niveau de l'eau est supérieur à celui de la goutte d'huile.
11. Observez la température de l'eau et la hauteur du fond de l'huile une fois que la température se stabilise.
12. Démarrez l'agitateur sur la plaque chauffante et prenez le temps de mesurer la hauteur de la chute et la température de l'eau.
13. Allumez la plaque chauffante à faible intensité (20°C) et attendez que la température augmente d'une dizaine de degrés.
14. Observez à nouveau la température de l'eau et la hauteur de la chute d'huile une fois stabilisée.
15. Répétez les étapes 12 à 14, en augmentant la température de 10 degrés à chaque fois jusqu'à ce que la configuration ne permette plus d'effectuer des mesures fiables.
16. Éteignez la plaque chauffante et attendez le refroidissement complet avant de terminer l'expérience.

Remarque : L'intérieur du tube capillaire a un rayon de 0,5 mm.

6.4.3 Résultats attendus

Les participants explorent la loi de Charles, qui stipule que le volume d'un gaz est directement proportionnel à sa température lorsque la pression et la quantité de gaz sont maintenues constantes. Cette expérience fournit une compréhension visuelle et quantitative de la façon dont le volume de gaz change en réponse aux variations de température.

- **Relation température-volume :** à mesure que la température du gaz (dans ce cas, l'air à l'intérieur du tube capillaire) augmente, le volume, indiqué par la hauteur de la goutte d'huile, devrait augmenter. À l'inverse, lorsque la température diminue, le volume doit diminuer. Cette relation est une démonstration directe de la loi de Charles. L'intérieur du tube capillaire a un rayon de 0,5 mm.

- **Collecte et analyse des données** : En enregistrant systématiquement la température et la hauteur de goutte d'huile correspondante à différentes températures, les participants créeront un ensemble de données qui, lorsqu'il est représenté graphiquement, devrait montrer une relation linéaire entre la température (en Kelvin) et le volume, affirmant ainsi la loi de Charles.
- **Compétences d'observation** : Les participants affineront leurs compétences d'observation, en notant comment des changements infimes de température peuvent entraîner des changements mesurables dans le volume de gaz.

Importance et leçons apprises :

- **Comprendre** le comportement des gaz : L'expérience approfondit la compréhension des lois fondamentales des gaz, en particulier la loi de Charles, montrant comment les gaz se dilatent lorsqu'ils sont chauffés et se contractent lorsqu'ils sont refroidis dans un environnement contrôlé.
- **Pertinence dans le monde réel** : Les principes démontrés sont applicables dans divers scénarios du monde réel, tels que la compréhension du comportement de l'air dans les ballons météorologiques, les moteurs automobiles et même en météorologie pour la prévision météorologique.
- **Méthodologie scientifique** : Les participants apprennent l'importance de mesures précises et la nécessité de contrôler des variables pour isoler les effets de la température sur le volume de gaz. Cela renforce le rôle de la méthode scientifique dans la conception expérimentale et l'analyse des données.
- **Pensée critique** : En analysant les résultats, les participants feront preuve d'une pensée critique, surtout si les résultats s'écartent de la relation linéaire attendue, ce qui incitera à enquêter sur les sources possibles d'erreur ou de comportement du gaz non parfait.
- **Compétences pratiques** : La manipulation d'équipements de laboratoire tels que les becs Bunsen, les tubes capillaires et les gants thermiques développe des compétences pratiques et renforce l'importance des protocoles de sécurité en laboratoire.

Cette expérience offre une expérience d'apprentissage complète, fusionnant les connaissances théoriques avec des compétences pratiques, améliorant la compréhension des lois des gaz par les participants et leur compétence à mener des investigations scientifiques.

6.4.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de température et de volume.
- **Activités** : Observation de démonstrations simples de la façon dont la température affecte le volume des liquides, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la dilatation volumétrique et de la mesure de la température.
- **Activités** : Mesure de la température et de la hauteur du liquide dans un tube capillaire, enregistrement des changements de volume en fonction de la température, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la dilatation volumétrique, des techniques de mesure précises et des principes thermodynamiques.
- **Activités** : Mise en place et utilisation de l'appareil pour mesurer le coefficient de dilatation thermique volumétrique, mesure précise de la température et de la hauteur du liquide, analyse de la relation entre la température et le volume, enregistrement et interprétation détaillés des résultats, respect des protocoles de sécurité avancés, renforcement des concepts de thermodynamique des liquides.

6.4.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (250ml).

Bec Bunsen.

Tube capillaire.

Compte-gouttes.

Plaque chauffante.

Support de laboratoire et pinces.

Agitateur magnétique.

Règle.

Thermomètres.

Minuteur.

Verre de montre.

Produit(s) :

Huile d'olive.

6.5 Relation entre la solubilité des gaz et la température (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est centrée sur l'exploration de l'impact de la température sur l'eau gazeuse, en examinant plus particulièrement comment les variations de température influencent la solubilité du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'eau.

À l'aide de trois tubes à essai distincts remplis d'eau pétillante, chacun est placé dans un réglage de température distinct : un dans de l'eau froide avec des glaçons, un autre dans de l'eau chaude et le troisième à température ambiante. Les tubes à essai sont laissés s'acclimater à leurs températures respectives avant que les observations ne soient effectuées.

6.5.1 Objectifs éducatifs

- **Observation des effets de la température sur l'eau gazeuse** : Les participants observeront et noteront les différences de libération de CO₂ et l'apparence de l'eau pétillante à différentes températures, dans le but de comparer directement les effets.
- **Comprendre la solubilité des gaz dans les liquides** : L'expérience est conçue pour illustrer comment la température affecte la solubilité des gaz dans les liquides, en mettant l'accent sur la façon dont les variations de température modifient la capacité de l'eau à dissoudre le CO₂.
- **Application de la thermodynamique et de la cinétique chimique** : Ce laboratoire fournit un contexte pratique pour l'application des concepts de la thermodynamique et de la cinétique chimique, améliorant ainsi la compréhension de ces principes fondamentaux par les participants.

Grâce à cette expérience en laboratoire, les participants auront un aperçu des effets prononcés de la température sur les propriétés physiques et chimiques des liquides, en particulier le phénomène de dissolution des gaz dans les liquides.

De plus, l'expérience souligne l'importance de mener des expériences contrôlées en manipulant soigneusement des variables telles que la température, renforçant ainsi les compétences en méthodologie expérimentale.

De plus, l'observation méticuleuse et la documentation approfondie des résultats sont mises en évidence comme des étapes cruciales pour tirer des conclusions significatives en chimie. Cette session favorise non seulement une compréhension plus profonde de l'interaction entre la température et la solubilité des gaz, mais améliore également les compétences des participants en matière de conception et d'analyse expérimentales, soulignant l'importance d'une enquête scientifique précise.

6.5.2 Protocole

1. Localisez les trois tubes à essai d'eau gazeuse (avec du dioxyde de carbone (CO₂)).
2. Remplissez un bécher de glace et d'eau froide et l'autre bécher d'eau chaude.
3. À l'aide de pinces et d'un support universel, placez le premier tube à essai dans un bécher contenant de l'eau froide et des glaçons.
4. À l'aide de pinces et d'un support universel, placez le deuxième tube à essai dans un bécher contenant de l'eau chaude.
5. Laissez le troisième tube à essai sur le comptoir à température ambiante.
6. Attendez 30 secondes que les tubes à essai deviennent suffisamment froids ou chauds avant de continuer.
7. Ouvrez le tube à essai laissé à température ambiante et notez vos observations.
8. Ouvrez l'éprouvette dans l'eau chaude et notez vos observations.
9. Ouvrez l'éprouvette dans l'eau glacée et notez vos observations.

6.5.3 Résultats attendus

Initialement, la pression partielle du CO₂ au-dessus du liquide dans les tubes à essai est de 150 kPa. Une augmentation de la température diminuera la solubilité du CO₂ dans l'eau. Comme il y aura moins de CO₂ dissous dans un liquide chaud, il y aura moins d'effervescence dans le récipient chaud et une effervescence accrue dans le récipient froid, par rapport au récipient à température ambiante.

La solubilité des gaz dans les liquides diminue généralement avec l'augmentation de la température. Ce comportement est opposé à celui observé pour la plupart des solides dissous dans les liquides. Lorsque la température augmente, les molécules du solvant (le liquide) et du soluté (le gaz) gagnent plus d'énergie cinétique. Cela se traduit par des mouvements plus rapides et plus vigoureux des molécules du liquide, ce qui rend plus difficile le maintien des molécules de gaz en solution. Les interactions entre les molécules de gaz et de liquide deviennent moins efficaces car les molécules de gaz sont plus facilement « éjectées » du liquide. Cette relation est particulièrement importante dans les processus naturels et industriels.

Par exemple, dans les lacs et les océans, la capacité de l'eau à retenir l'oxygène dissous diminue à mesure que la température augmente, ce qui peut avoir des conséquences sur la vie aquatique. De même, dans les systèmes industriels où les gaz sont dissous dans des liquides, la gestion de la température est cruciale pour maintenir les concentrations de gaz souhaitées.

6.5.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à la solubilité des gaz et aux effets de la température.
- **Activités** : Observation des rejets de CO₂ de l'eau pétillante à différentes températures, discussions simples sur la façon dont la température affecte la solubilité des gaz, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la solubilité des gaz dans les liquides et des effets de la température.
- **Activités** : Préparation de tubes à essai avec de l'eau pétillante à différentes températures, observation et enregistrement des rejets de CO₂, compréhension de l'impact de la température sur la solubilité des gaz, respect de protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la solubilité des gaz, de la thermodynamique et de la cinétique chimique.
- **Activités** : Mise en place d'expériences avec de l'eau pétillante à différentes températures, mesure et enregistrement précis des observations de libération de CO₂, analyse de la relation entre la température et la solubilité des gaz, enregistrement et interprétation détaillés des résultats, respect de protocoles de sécurité avancés, renforcement des concepts de thermodynamique et de cinétique chimique.

6.5.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (100ml et 1000ml).
Balance électronique.
Tubes à essai.

Produit(s) :

Eau gazeuse (CO₂).

7 CINÉTIQUE CHIMIQUE ET THERMODYNAMIQUE

7.1 Vitesse de réaction et enthalpie (9e à 12e année)

Cette séance de laboratoire est conçue pour approfondir les principes de la thermochimie à travers l'exploration de la réaction exothermique entre le magnésium (Mg) et l'acide chlorhydrique (HCl).

Les participants s'engageront à mesurer les changements de température résultant de cette réaction chimique, en utilisant ces mesures pour discuter de concepts tels que l'enthalpie et la conservation de l'énergie.

7.1.1 Objectifs éducatifs

- **Comprendre les réactions exothermiques** : Les élèves observeront l'augmentation de température qui caractérise les réactions exothermiques, où l'énergie est libérée sous forme de chaleur, fournissant un exemple tangible de ce type de réaction chimique.
- **Application de la loi sur la conservation de l'énergie** : L'expérience sert d'illustration pratique de la loi de la conservation de l'énergie, démontrant comment l'énergie est transformée d'une forme à une autre – dans ce cas, de l'énergie chimique à l'énergie thermique.
- **Calcul de l'enthalpie** : En mesurant les changements de température au cours de la réaction, les élèves apprendront à calculer l'enthalpie de la réaction, offrant une vue quantitative de l'énergie libérée ou absorbée lors d'un processus chimique.
- **Précision expérimentale** : Souligne l'importance de la précision dans le pesage des réactifs, la mesure des volumes et des températures pour obtenir des résultats fiables et reproductibles.
- **Protocoles de sécurité** : Souligne la nécessité de respecter les protocoles de sécurité lors de la manipulation de substances réactives et corrosives comme le HCl et le magnésium, et l'utilisation d'équipements de protection individuelle tels que des lunettes de sécurité, des gants et des blouses de laboratoire.

Ce laboratoire offre une occasion pratique d'explorer les réactions exothermiques et les principes fondamentaux de la thermochimie. En analysant les changements de température au cours de la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique, les étudiants acquièrent une compréhension complète de l'enthalpie de réaction et de la conservation de l'énergie dans les processus chimiques.

Cette session renforce non seulement les principes fondamentaux de la chimie, mais améliore également les compétences des étudiants en matière de précision et de sécurité expérimentales, contribuant ainsi à leur compétence globale en matière d'expérimentation scientifique.

7.1.2 Protocole

1. Placez le bateau de pesée sur la balance.
2. Appuyez sur le bouton de tare pour remettre l'échelle à zéro.
3. Pesez la quantité souhaitée de poudre de magnésium (Mg) - environ 0,2 g.
4. Placez le réactif dans le calorimètre.
5. Mesurez la quantité désirée d'acide chlorhydrique (HCl) 1 M (50 à 150 mL).
6. Enregistrez la température initiale du HCl.
7. Insérez le thermomètre dans le trou situé à droite sur le dessus du couvercle.
8. Démarrez le chronomètre en appuyant sur le bouton rouge.
9. Versez le HCl de 1 M dans le calorimètre.
10. Placez le couvercle sur le calorimètre.
11. Activez l'agitateur en appuyant sur le bouton vert situé sur le couvercle du calorimètre.
12. Le graphique de la température en fonction du temps se trouve sur la tablette (onglet graphique).
13. Enregistrez la température finale à la fin de la réaction (entre 70 et 250 secondes).
14. Les résultats se trouvent dans l'onglet des résultats de la tablette.
15. Videz le contenu du calorimètre dans le bac de recyclage et nettoyez-le à l'eau distillée.

*** Remarque : la réaction est accélérée 2 fois plus vite, pour observer plus facilement la réaction complète.*

7.1.3 Résultats attendus

En utilisant environ 0,2 g de magnésium et 50 à 150 ml de 1M de HCl, la réaction devrait prendre entre 140 et 500 secondes, ce qui est trop long pour une expérience de RA. Pour plus de commodité, la vitesse de réaction a été accélérée 2 fois.

L'enthalpie molaire de la réaction, pour la réaction $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl (aq)} = \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ est de - 440 kJ pour chaque mole de Mg(s). L'énergie libérée doit être d'environ 6,3 kJ, avec une augmentation de la température de 15 °C. Étant donné que le Mg(s) est le réactif limitant, l'utilisation d'un volume plus petit augmentera le temps nécessaire pour atteindre la fin de la réaction, étant donné la plus petite quantité de HCl participant à la réaction.

7.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions exothermiques et aux changements de température.
- **Activités** : Observation de l'augmentation de la température lors de la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique, discussions simples sur la libération d'énergie, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des réactions exothermiques, de la conservation de l'énergie et de la mesure de la température.
- **Activités** : Réaliser la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique, mesurer les changements de température, comprendre la transformation de l'énergie, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la thermochimie, de l'enthalpie de réaction et de la précision expérimentale.
- **Activités** : Mener avec précision la réaction, mesurer et enregistrer les changements de température, calculer l'enthalpie, analyser la conservation de l'énergie, l'enregistrement et l'interprétation détaillés des résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de thermochimie et de conservation de l'énergie.

7.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (1000ml).
Calorimètre
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 250 ml).
Spatules.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

HCl 1.0M (solution)
Magnésium (poudre)

7.2 Vitesse de réaction entre les molécules (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est structurée en deux parties distinctes, chacune se concentrant sur différentes réactions impliquant le magnésium pour illustrer les principes des réactions chimiques et de la thermochimie.

Partie 1 : consiste à faire réagir du magnésium en poudre avec de l'acide chlorhydrique (HCl) 1M dans un calorimètre pour mesurer les températures initiales et finales et observer les changements thermiques qui se produisent. Cette partie met l'accent sur la nature exothermique de la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique.

Partie 2 : répète la procédure utilisée dans la partie 1, mais substitue le magnésium par de la poudre d'oxyde de magnésium (MgO) pour explorer la réaction entre le MgO et l'acide chlorhydrique. Cette comparaison vise à mettre en évidence les différences de réactivité et les changements thermiques entre le magnésium et son oxyde lorsqu'il réagit avec l'acide chlorhydrique.

7.2.1 Objectifs éducatifs

- **Techniques de mesure** : Les étudiants pratiqueront des mesures précises de masse et de volume à l'aide de balances et de cylindres gradués, ainsi que des mesures de température à l'aide de thermomètres.
- **Observations de réactions** : L'expérience offre l'occasion d'observer et de comparer les réactions du magnésium et de l'oxyde de magnésium avec l'acide chlorhydrique, en mettant en évidence les comportements différents de ces deux réactifs.
- **Comprendre les réactions chimiques** : En modifiant des composants comme le réactif, les élèves peuvent explorer comment les changements dans les conditions expérimentales affectent les résultats des réactions chimiques.
- **Concepts de thermochimie** : Les participants acquerront une compréhension pratique de la thermochimie, en apprenant les changements de chaleur associés aux réactions chimiques.

Grâce à cette expérience de laboratoire, les étudiants se familiariseront non seulement avec les procédures expérimentales standard en chimie, mais amélioreront également leurs compétences dans la manipulation de l'équipement de laboratoire et l'interprétation des données expérimentales. De plus, cette session offre une application pratique des concepts de chimie théorique à des scénarios du monde réel, renforçant ainsi la compréhension des principes fondamentaux de la discipline.

En s'engageant dans ces expériences, les étudiants acquièrent une compréhension plus profonde des réactions chimiques, de l'importance d'une mesure précise et de l'impact de conditions expérimentales variables sur les résultats, consolidant ainsi leurs connaissances et compétences fondamentales en chimie.

7.2.2 Protocole

Magnésium

1. Placez le bateau de pesée sur la balance.
2. Appuyez sur le bouton de tare pour remettre l'échelle à zéro.
3. Pesez la quantité souhaitée de poudre de magnésium (Mg) - environ 0,4 g.
4. Placez le réactif dans le calorimètre.
5. Mesurez la quantité désirée d'acide chlorhydrique 1 M (HCl) (100 mL).
6. Notez la température initiale du HCl.
7. Insérez le thermomètre dans le trou situé à droite sur le dessus du couvercle.
8. Démarrez le chronomètre en appuyant sur le bouton rouge.
9. Versez le HCl de 1 M dans le calorimètre.
10. Placez le couvercle sur le calorimètre.
11. Activez l'agitateur en appuyant sur le bouton vert situé sur le couvercle du calorimètre.
12. Le graphique de la température en fonction du temps se trouve sur la tablette (onglet graphique).
13. Notez la température finale à la fin de la réaction (environ 230 secondes).
14. Les résultats se trouvent dans l'onglet des résultats de la tablette.
15. Videz le contenu du calorimètre dans le bac de recyclage et nettoyez-le à l'eau distillée.

Oxyde de magnésium

16. Pesez environ 0,4 g de poudre d'oxyde de magnésium (MgO).
17. Répétez les étapes 4 à 15 avec MgO.
18. Notez la différence entre les deux molécules.

*** Remarque : la réaction est accélérée 2 fois plus vite, pour observer plus facilement la réaction complète.*

7.2.3 Résultats attendus

En utilisant environ 0,41 g de magnésium et 100 ml de 1M de HCl, la réaction devrait prendre environ 490 secondes, ou 98 secondes accélérées 2 fois.

L'enthalpie molaire de la réaction, pour la réaction $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} = \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ est de - 440 kJ pour chaque mole de Mg(s). L'énergie libérée doit être d'environ 7,57 kJ, avec une augmentation de la température de 18 °C. Étant donné que le Mg(s) est le réactif limitant, l'utilisation d'un volume plus petit augmentera le temps nécessaire pour atteindre la fin de la réaction, étant donné la plus petite quantité de HCl participant à la réaction.

L'enthalpie molaire de réaction du MgO est de -120 kJ pour chaque mole de MgO(s). L'énergie libérée doit être de 2,06 kJ, avec une augmentation de température de 5 °C. En utilisant environ

0,43 g d'oxyde de magnésium et 100 mL de 1M HCl, la réaction devrait prendre environ 10 à 15 secondes de moins que Mg(s), en cas d'accélération 2 fois.

7.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions chimiques et aux changements de température.
- **Activités** : Observation des changements de température pendant les réactions, comparaisons simples des réactions impliquant du magnésium et de l'oxyde de magnésium, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des réactions chimiques, des techniques de mesure et de la thermochimie.
- **Activités** : Réaliser des réactions avec du magnésium et de l'acide chlorhydrique, mesurer les changements de température, comparer les réactions avec l'oxyde de magnésium, comprendre les changements de chaleur dans les réactions, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la thermochimie, des techniques de mesure précises et de la dynamique des réactions.
- **Activités** : Effectuer avec précision des réactions avec du magnésium et de l'oxyde de magnésium dans l'acide chlorhydrique, mesurer et enregistrer les changements de température, comparer la réactivité et les changements de chaleur, analyser les conditions expérimentales et leurs effets, enregistrer et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de réactions chimiques et de thermochimie.

7.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (1000ml).
Calorimètre
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 250 ml).
Spatules.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

HCl 0,1 M (solution)
Magnésium (poudre)
Oxyde de magnésium (poudre).

7.3 L'influence de la surface de contact sur la vitesse de réaction 1 (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est conçue pour comparer la réactivité et le comportement du magnésium sous deux formes différentes – poudre et ruban – lors de la réaction avec l'acide chlorhydrique (HCl). En mesurant le temps de réaction et les changements de température, les élèves peuvent approfondir les concepts de surface de réaction, de vitesse de réaction et d'énergie d'activation.

7.3.1 Objectifs éducatifs

- **Surface et vitesse de réaction** : Les élèves apprendront comment la différence de surface de contact entre la poudre de magnésium et le ruban affecte la vitesse de réaction, la plus grande surface de la poudre entraînant généralement une réaction plus rapide.
- **Énergie d'activation** : L'expérience met en évidence le rôle de l'énergie d'activation dans les réactions chimiques et démontre comment la forme physique des réactifs peut influencer ce seuil d'énergie critique.
- **Contrôle des réactions chimiques** : Souligne l'importance du contrôle des variables expérimentales pour comparer avec précision la réactivité de différentes formes de magnésium avec le HCl.
- **Thermodynamique et cinétique** : À l'aide de mesures de température, les étudiants exploreront les concepts de thermodynamique et de cinétique chimique, en observant le dégagement de chaleur et la vitesse à laquelle les réactions se produisent.

En effectuant une analyse comparative de la poudre de magnésium et du ruban réagissant avec l'acide chlorhydrique, les élèves acquièrent un aperçu des facteurs qui influencent les vitesses de réaction.

Ce laboratoire souligne l'importance de la surface, de l'énergie d'activation, du contrôle et de la mesure précis dans l'étude des réactions chimiques, améliorant ainsi la compréhension des principes fondamentaux de la chimie par les étudiants.

7.3.2 Protocole

Partie 1 : Réaction de la poudre de magnésium avec l'acide chlorhydrique

1. Placez le bateau de pesée sur la balance.
2. Appuyez sur le bouton de tare pour remettre l'échelle à zéro.
3. Pesez la quantité souhaitée de poudre de magnésium (Mg) - environ 0,6 g.
4. Placez le réactif dans le calorimètre.
5. Mesurez la quantité désirée d'acide chlorhydrique 1 M (HCl) (100 mL).
6. Notez la température initiale du HCl.
7. Insérez le thermomètre dans le trou situé à droite sur le dessus du couvercle.
8. Démarrez le chronomètre en appuyant sur le bouton rouge.
9. Versez le HCl de 1 M dans le calorimètre.
10. Placez le couvercle sur le calorimètre.
11. Activez l'agitateur en appuyant sur le bouton vert situé sur le couvercle du calorimètre.
12. Le graphique de la température en fonction du temps se trouve sur la tablette (onglet graphique).
13. Notez la température finale à la fin de la réaction (environ 220 secondes).
14. Les résultats se trouvent dans l'onglet des résultats de la tablette.
15. Videz le contenu du calorimètre dans le bac de recyclage et nettoyez-le à l'eau distillée.

Partie 2 : Réaction du ruban de magnésium avec l'acide chlorhydrique

16. Pesez environ 0,6 g de ruban de magnésium (ou un morceau équivalent).
17. Répétez les étapes 4 à 15, en comparant avec le ruban de magnésium.
18. Notez le temps nécessaire jusqu'à la fin de la réaction, déterminé par la stabilisation de la température.

***Remarque : la réaction est accélérée 10 fois plus vite pour observer plus facilement la réaction complète.*

7.3.3 Résultats attendus

En utilisant environ 0,62 g de magnésium et 100 mL de 1M de HCl, la réaction devrait durer environ 840 secondes, ou 84 secondes accélérées 10 fois.

L'enthalpie molaire de la réaction, pour la réaction $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} = \text{MgCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ est de - 440 kJ pour chaque mole de Mg(s). L'énergie libérée doit être d'environ 11,3 kJ, avec une augmentation de température de 27 °C. Étant donné que le Mg(s) est le réactif limitant, l'utilisation d'un volume plus petit augmentera le temps nécessaire pour atteindre la fin de la réaction, étant donné la plus petite quantité de HCl participant à la réaction.

En utilisant environ 0,55 g de rubans de magnésium et 100 mL de 1M de HCl, la réaction devrait prendre environ 1410 secondes, ou 141 secondes accélérées 10 fois.

7.3.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de vitesse de réaction et de surface.
- **Activités** : Observation des réactions de la poudre de magnésium et du ruban avec l'acide chlorhydrique, note les différences simples de vitesse de réaction, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des effets de surface sur la vitesse de réaction et la thermodynamique de base.
- **Activités** : Réalisation de réactions avec de la poudre et un ruban de magnésium dans de l'acide chlorhydrique, mesure des temps de réaction et des changements de température, comparaison de la réactivité de différentes formes de magnésium, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la cinétique de réaction, des effets de surface et de la thermodynamique.
- **Activités** : Réaliser avec précision des réactions avec de la poudre et du ruban de magnésium, mesurer et enregistrer les temps de réaction et les changements de température, analyser l'impact de la surface sur la vitesse de réaction et l'énergie d'activation, enregistrer et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de cinétique chimique et de thermodynamique.

7.3.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (1000ml).
Calorimètre
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 250 ml).
Spatules.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

HCl 0,1 M (solution).
Magnésium (poudre).
Magnésium (morceaux).

7.4 L'influence de la surface de contact sur la vitesse de réaction 2 (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire vise à examiner comment la concentration d'acide et la forme physique du carbonate de calcium (CaCO_3) influencent les vitesses de réaction.

Grâce à des expériences utilisant divers acides à différentes concentrations et en comparant la réactivité des formes solides et en poudre de CaCO_3 , les élèves acquerront des informations sur la cinétique chimique et la réactivité acide.

7.4.1 Objectifs éducatifs

- **Compréhension de la cinétique chimique** : Les élèves exploreront comment la surface de contact et la concentration des réactifs affectent la vitesse de réaction, démontrant ainsi les principes fondamentaux de la cinétique chimique.
- **Comparaison de la réactivité de l'acide** : L'expérience permet aux étudiants d'observer les différentes réactivités entre des acides comme l'acide chlorhydrique et l'acide éthanoïque, en mettant l'accent sur l'impact du type d'acide sur la réaction.
- **Application des principes chimiques** : Grâce aux résultats expérimentaux, les étudiants approfondiront leur compréhension des concepts chimiques clés, notamment la cinétique de réaction, la concentration de la solution et la nature des réactifs.
- **Compétences d'application pratique** : L'expérience en laboratoire enseigne aux étudiants comment manipuler et contrôler efficacement les réactions chimiques, fournissant des informations précieuses applicables dans des contextes expérimentaux et industriels.

En étudiant les effets de la concentration d'acide et de l'état physique du carbonate de calcium sur les vitesses de réaction, les élèves amélioreront leur compréhension des principes qui régissent les vitesses de réaction chimique.

Cette compréhension est cruciale pour prédire et contrôler les réactions dans diverses applications scientifiques et industrielles, enrichir les connaissances et les compétences pratiques des étudiants en chimie.

7.4.2 Protocole

Préparation

a) Remplissez chaque bécher de 50 mL à moitié comme indiqué ci-dessous :

Bécher A, C, D et E : avec de l'acide chlorhydrique (HCl) à 1,00 mol/L.

Bécher B : avec de l'acide acétique (CH₃COOH) à 1,00 mol/L.

Bécher F : avec de l'acide chlorhydrique (HCl) à 0,10 mol/L.

Expérience 1

b) Pesez environ 2,7 g de poudre de carbonate de calcium (CaCO₃) sur la balance, et répétez l'opération pour obtenir deux échantillons.

c) Placez le bécher A sur la plaque chauffante de gauche et le bécher B sur la plaque de droite.

d) Insérez des touillettes magnétiques dans les béchers A et B.

e) Activez les touillettes magnétiques.

f) Démarrez le chronomètre pour mesurer le temps de réaction.

g) Ajouter simultanément les échantillons de CaCO₃ dans les béchers A et B.

h) Observez et chronométrez la réaction jusqu'à ce qu'elle soit terminée.

i) Transvaser le contenu des béchers A et B dans un récipient de récupération.

Expérience 2

j) Pesez un morceau solide de CaCO₃ d'environ 3,00 g et pesez séparément environ 2,7 g de poudre de CaCO₃.

k) Placez le bécher C sur la plaque chauffante gauche et le bécher D sur la droite.

l) Répétez les étapes d) à i) pour ces béchers.

Expérience 3

m) Peser à nouveau environ 2,7 g de poudre de CaCO₃ pour deux échantillons.

n) Placez le bécher E sur la plaque chauffante gauche et le bécher F sur la droite.

o) Répétez les étapes d) à i) pour ces béchers.

7.4.3 Résultats attendus

Expérience 1 :

Temps de réaction : le carbonate de calcium (CaCO₃) réagit avec l'acide chlorhydrique 1M (HCl) pendant environ 35 secondes et avec l'acide éthanoïque 1M (CH₃COOH) pendant environ 75 secondes.

Observation : Le HCl réagit plus rapidement avec le CaCO₃ que le CH₃COOH en raison de sa nature acide plus forte, ce qui facilite une libération plus rapide du gaz.

Conclusion : la réaction rapide avec le HCl par rapport au CH₃COOH illustre l'impact de la résistance de l'acide sur les vitesses de réaction.

Expérience 2 :

Temps de réaction : Le CaCO_3 sous forme de poudre réagit en 65 secondes environ, alors qu'en forme de morceaux, il faut environ 100 secondes.

Observation : l'augmentation de la surface du CaCO_3 en poudre accélère la réaction, permettant à davantage de molécules acides d'interagir avec le carbonate.

Conclusion : cette expérience souligne l'importance de la surface dans la détermination de la vitesse des réactions chimiques.

Expérience 3 :

Temps de réaction : Le CaCO_3 réagit avec 0,1 M HCl pendant environ 350 secondes.

Observation : une solution HCl plus concentrée donne une vitesse de réaction plus rapide en raison de la plus grande disponibilité des ions H^+ .

Conclusion : démontre comment la concentration des réactifs influence la vitesse de réaction, des concentrations plus élevées facilitant des réactions plus rapides.

Leçons apprises :

Effet de surface : la vitesse de réaction varie considérablement avec la surface des réactifs, ce qui démontre l'importance de l'état physique dans la cinétique chimique.

Résistance de l'acide : la force intrinsèque d'un acide détermine sa réactivité, les acides plus forts catalysant des réactions plus rapides.

Le rôle de la concentration : la concentration des réactifs est directement proportionnelle à la vitesse de réaction, ce qui souligne l'importance des interactions moléculaires dans les processus chimiques.

Compétences d'observation : une observation précise et l'enregistrement des données sont essentiels pour tirer des conclusions valables des résultats expérimentaux.

Taux de réaction : les expériences mettent collectivement en évidence comment divers facteurs tels que la nature des réactifs, l'état physique et la concentration régissent la vitesse des réactions chimiques.

Réaction acide-base : l'interaction entre un acide et une base pour produire du sel, de l'eau et du dioxyde de carbone illustre les réactions acide-base fondamentales.

Théorie des collisions : en s'alignant sur la théorie des collisions, ces expériences illustrent que les taux de réaction sont influencés par la fréquence et l'intensité des collisions de réactifs.

Conclusion générale : les expériences fournissent des informations pratiques précieuses sur la cinétique des réactions, renforçant la compréhension de la façon dont différentes variables influencent la vitesse des réactions chimiques.

7.4.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux concepts de vitesse de réaction, de surface et de concentration.
- **Activités** : Observer les réactions du carbonate de calcium solide et en poudre avec différents acides, noter les différences simples de vitesse de réaction, les instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des effets de surface, des effets de concentration et de la réactivité acide.
- **Activités** : Réaliser des réactions avec du carbonate de calcium solide et en poudre en utilisant différentes concentrations d'acide chlorhydrique et d'acide éthanoïque, mesurer les temps de réaction, comparer la réactivité de différents acides et formes de CaCO_3 , en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la cinétique chimique, des effets de surface et des effets de concentration sur les vitesses de réaction.
- **Activités** : Effectuer avec précision des réactions avec diverses formes de carbonate de calcium et d'acides, mesurer et enregistrer les temps de réaction et comparer l'impact de différentes concentrations et types d'acides, analyser les résultats expérimentaux pour comprendre l'influence de la surface et de la concentration sur les vitesses de réaction, enregistrer et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de cinétique chimique et les compétences d'application pratique.

7.4.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 100ml, 500ml et 1000ml).

Balance électronique.

Cylindres gradués (70 ml et 100 ml).

Plaque chauffante.

Support de laboratoire et pinces.

Agitateur magnétique.

Spatules.

Tubes à essai.

Thermomètres.

Minuteur.

Brucelles.

Produit(s) :

Acide acétique 1,0 M (CH_3COOH).

Carbonate de calcium (morceaux).

Carbonate de calcium (poudre).

HCl 0,1 M (solution).

HCl 1,0 M (solution).

7.5 L'influence de la concentration sur la vitesse de réaction 1 (grades 9 à 12)

Cette session de laboratoire est conçue pour quantifier le volume de gaz produit à partir de la réaction entre le magnésium en poudre et l'acide chlorhydrique à des concentrations variables. Grâce à cette procédure, les étudiants approfondiront les principes de la stœchiométrie chimique, de la cinétique de réaction et de l'influence de la concentration de réactif sur la vitesse de réaction.

7.5.1 Objectifs éducatifs

- **Stœchiométrie et production de gaz** : Les étudiants exploreront les relations stœchiométriques entre les réactifs solides et les produits gazeux dans les réactions chimiques, améliorant ainsi leur compréhension des conversions masse-gaz.
- **Exploration de la cinétique chimique** : L'expérience permet d'observer comment des concentrations variables d'acide chlorhydrique influencent le taux de production de gaz, fournissant un exemple pratique de la cinétique de réaction.
- **Développement de techniques expérimentales** : Les participants perfectionneront leurs compétences dans l'utilisation d'équipements de laboratoire pour mesurer les volumes de gaz, améliorant ainsi leur méthodologie expérimentale.
- **Compétences en interprétation des données** : Les étudiants apprendront à analyser des résultats expérimentaux pour en tirer des informations sur les lois de la cinétique chimique, ce qui renforcera leur capacité à comprendre et à appliquer les principes chimiques.

En s'engageant dans ce laboratoire, les étudiants acquièrent des connaissances pratiques sur l'impact de la concentration des réactifs sur la vitesse des réactions chimiques. Ils apprennent à mesurer avec précision la production de gaz au cours d'une réaction et à analyser comment différentes variables affectent ce processus.

L'expérience renforce l'importance de pratiques expérimentales précises et de l'analyse des données dans la compréhension des principes fondamentaux de la chimie, dotant les étudiants des compétences nécessaires pour mener des recherches expérimentales.

7.5.2 Protocole

Partie 1 : Configuration de la burette à gaz

- a) Remplissez un bécher de 1 litre avec 800 ml d'eau du robinet.
- b) Placez ce bécher à côté du support.
- c) Installez une pince universelle au-dessus du centre du bécher pour soutenir la burette à gaz.
- d) Remplissez la burette à gaz avec de l'eau.
- e) Tout en tenant la burette à l'envers, bloquez son ouverture avec votre pouce.
- f) Placez la burette à gaz inversée dans la pince, en vous assurant que son ouverture est proche du bas du bécher.
- g) Relâchez doucement votre pouce pour permettre à la burette d'être immergée sans perdre d'eau.
- h) Ajustez la configuration si nécessaire pour éviter la perte d'eau de la burette.
- i) Fixez un connecteur en plastique en forme de « J » sous l'ouverture de la burette à gaz.

Partie 2 : Préparation de la réaction

- j) Mesurer 100 mL d'acide chlorhydrique 0,5 M (HCl) et verser dans un erlenmeyer.
- k) Placez le bateau de pesée sur la balance et appuyez sur tare pour mettre à zéro.
- l) Pesez la quantité souhaitée de poudre de magnésium (Mg) - environ 0,2 g.
- m) Insérez l'agitateur magnétique dans l'Erlenmeyer.
- n) Démarrez le chronomètre en appuyant sur le bouton rouge.
- o) Ajouter le magnésium dans l'Erlenmeyer, puis sceller avec un bouchon muni d'un coude en verre.
- p) Connectez le tube en caoutchouc au coude en verre et au bouchon Erlenmeyer, et placez l'Erlenmeyer sur la plaque chauffante sans l'allumer.
- q) Activez l'agitateur en appuyant sur le bouton situé sur la plaque chauffante.

Partie 3 : Démarrage de la réaction et collecte des données

- r) Observer la formation des bulles de gaz et leur remontée dans la burette.
- s) Notez le volume de dihydrogène gazeux (H₂) recueilli après la fin de la réaction (environ 245 secondes).
- t) Videz le contenu de la verrerie dans le bac de recyclage et nettoyez-le à l'eau distillée.

Partie 4 : Analyse des résultats et comparaisons

- u) Les données sur la quantité de dihydrogène formée au fil du temps seront accessibles via un graphique dans l'onglet graphique de la tablette.
- v) Répétez les étapes précédentes pour des concentrations d'acide chlorhydrique de 1M et 2M, et comparez les temps de réaction.

*** Remarque : la réaction est accélérée 2 fois plus vite pour observer plus facilement la réaction complète.*

7.5.3 Résultats attendus

En utilisant environ 0,2 g de magnésium et 100 mL de HCl 0,5 M, la réaction devrait prendre environ 468 secondes (234 secondes accélérées x2), et le volume de H₂ produit devrait être d'environ 212 mL.

À 1 M HCl, la réaction devrait prendre environ 212 secondes (106 secondes accélérées x2).

À 2 M HCl, la réaction devrait prendre environ 100 secondes (50 secondes accélérées x2).

7.5.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux vitesses de réaction et aux concepts de production de gaz.
- **Activités** : Observation de la production de gaz à partir de réactions de magnésium en poudre avec différentes concentrations d'acide chlorhydrique, discussions simples sur la façon dont la concentration affecte la vitesse de réaction, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la stœchiométrie, de la cinétique des réactions et de la production de gaz.
- **Activités** : Réaliser des réactions avec du magnésium en poudre et des concentrations variables d'acide chlorhydrique, mesurer le volume de gaz produit, observer comment la concentration affecte la vitesse de réaction, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la stœchiométrie, de la cinétique de réaction et de l'interprétation des données.
- **Activités** : Réaliser avec précision des réactions avec du magnésium en poudre et différentes concentrations d'acide chlorhydrique, mesurer et enregistrer le volume de gaz produit, analyser l'impact de la concentration du réactif sur la vitesse de réaction, enregistrer et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de cinétique chimique et de stœchiométrie.

7.5.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (500 ml, 1000 ml).
Balance électronique.
Capuchon percé de coude.
Erlenmeyer (250 ml).
Burette de gaz.
Cylindres gradués (250 ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Connecteur en plastique.
Spatule.
Thermomètres.
Minuteur.

Produit(s) :

HCl 0,5 M (solution)
HCl 1.0M (solution)
HCl 2.0M (solution)
Magnésium (poudre)

7.6 L'influence de la concentration sur la vitesse de réaction 2 (grades 9 à 12)

Ce protocole est centré sur l'évaluation de la façon dont la concentration d'acide chlorhydrique affecte son temps de réaction avec le magnésium en poudre et les changements de température qui en résultent.

Grâce à ce dispositif expérimental, les étudiants auront l'occasion d'approfondir les principes de la cinétique chimique, de la thermodynamique et de la stœchiométrie.

7.6.1 Objectifs éducatifs

- **Cinétique chimique** : Comprenez comment la concentration d'acide chlorhydrique influence la vitesse de sa réaction avec le magnésium, ce qui vous permet de mieux comprendre les vitesses de réaction.
- **Thermodynamique** : Observer et enregistrer les changements de température au cours de la réaction afin d'identifier sa nature exothermique ou endothermique, améliorant ainsi la compréhension des changements d'énergie dans les processus chimiques.
- **Compétences expérimentales** : Développer la précision dans la mesure des liquides et des solides et dans la surveillance des réactions chimiques, améliorant ainsi la technique expérimentale et l'exactitude.
- **Analyse et interprétation** : Apprenez à analyser des données temporelles et thermiques pour comprendre l'impact de la concentration des réactifs sur la réaction, en favorisant les compétences analytiques et interprétatives en chimie.

En étudiant l'effet de la concentration d'acide chlorhydrique sur sa réaction avec le magnésium, cette expérience offre des informations précieuses sur la dynamique des réactions chimiques.

Les étudiants observeront non seulement de première main l'influence de la concentration de réactifs sur la vitesse de réaction et les changements de température, mais appliqueront également ces observations pour comprendre l'interaction entre la cinétique chimique et la thermodynamique.

Les compétences et les connaissances acquises grâce à ce laboratoire sont fondamentales pour la conception de procédés chimiques et pour une compréhension plus approfondie des réactions chimiques, préparant les étudiants à des études avancées et à la recherche en chimie.

7.6.2 Protocole

Partie 1 : réaction avec 1M HCl

1. Placez le bateau de pesée sur la balance.
2. Appuyez sur le bouton de tare pour remettre l'échelle à zéro.
3. Pesez la quantité souhaitée de poudre de magnésium (Mg) - environ 0,4 g.
4. Placez le réactif dans le calorimètre.
5. Mesurez la quantité désirée d'acide chlorhydrique 1 M (HCl) (100 mL).
6. Notez la température initiale du HCl.
7. Insérez le thermomètre dans le trou situé à droite sur le dessus du couvercle.
8. Démarrez le chronomètre en appuyant sur le bouton rouge.
9. Versez le HCl de 1 M dans le calorimètre.
10. Placez le couvercle sur le calorimètre.
11. Activez l'agitateur en appuyant sur le bouton vert situé sur le couvercle du calorimètre.
12. Le graphique de la température en fonction du temps se trouve sur la tablette (onglet graphique).
13. Notez la température finale à la fin de la réaction (environ 220 secondes).
14. Les résultats se trouvent dans l'onglet des résultats de la tablette.
15. Videz le contenu du calorimètre dans le bac de recyclage et nettoyez-le à l'eau distillée.

Partie 2 : réaction avec 2M HCl

16. Mesurer 100 mL d'acide chlorhydrique 2M (HCl).
17. Répétez les étapes 4 à 15, en comparant les deux concentrations de HCl.
18. Observez et notez le temps nécessaire pour que la réaction se termine, comme indiqué précédemment par la stabilisation de la température.

***Remarque : la réaction est accélérée 2 fois plus vite pour observer plus facilement la réaction complète.*

7.6.3 Résultats attendus

En utilisant environ 0,41 g de magnésium et 100 mL de 1M de HCl, la réaction devrait durer environ 490 secondes, ou 245 secondes accélérées 2 fois.

L'enthalpie molaire de la réaction, pour la réaction $\text{Mg(s)} + 2 \text{HCl(aq)} = \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$ est de - 440 kJ pour chaque mole de Mg(s). L'énergie libérée doit être d'environ 7,57 kJ, avec une augmentation de la température de 18 °C. Étant donné que le Mg(s) est le réactif limitant, l'utilisation d'un volume plus petit augmentera le temps nécessaire pour atteindre la fin de la réaction, étant donné la plus petite quantité de HCl participant à la réaction.

L'utilisation de HCl 2M accélérera la réaction, qui devrait prendre environ 330 secondes, ou 165 secondes accélérées 2 fois.

7.6.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux vitesses de réaction, aux changements de température et aux effets de concentration.
- **Activités** : Observer les réactions du magnésium en poudre avec l'acide chlorhydrique à différentes concentrations, noter les différences simples de vitesse de réaction et les changements de température, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la cinétique de réaction, de la thermodynamique et des effets de concentration.
- **Activités** : Réaliser des réactions avec du magnésium en poudre et des concentrations variables d'acide chlorhydrique, mesurer les changements de température, observer comment la concentration affecte la vitesse de réaction et la température, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de la cinétique chimique, de la thermodynamique et de l'analyse des données.
- **Activités** : Effectuer avec précision des réactions avec du magnésium en poudre et différentes concentrations d'acide chlorhydrique, mesurer et enregistrer les changements de température et les temps de réaction, analyser l'impact de la concentration des réactifs sur la vitesse de réaction et les changements thermiques, enregistrer et interpréter en détail les résultats, adhérer aux protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de cinétique chimique, de thermodynamique et de stœchiométrie.

7.6.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (1000ml).
Calorimètre
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 250 ml).
Spatules.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

HCl 2.0M (solution).
HCl 1,0 M (solution).
Magnésium (poudre).

7.7 Loi de Hess (9e à 12e année)

Cette session de laboratoire est conçue comme une exploration complète des réactions chimiques et des échanges thermiques à travers quatre expériences distinctes, chacune visant à comprendre différents aspects de la thermochimie et de la cinétique chimique.

7.7.1 Objectifs éducatifs

- **Techniques de mesure du volume et de la température** : Les étudiants perfectionneront leurs compétences dans l'utilisation de cylindres gradués pour les mesures de volume et de thermomètres pour les observations de température, améliorant ainsi leur précision et leur exactitude en chimie expérimentale.
- **Observation des réactions chimiques** : Les participants auront un aperçu de la nature des réactions chimiques, en particulier de la façon dont le mélange de différentes substances peut entraîner des changements thermiques, illustrant ainsi les principes de la thermochimie.
- **Exploration des variations de réaction** : En modifiant des composants tels que des solvants ou des réactifs, les élèves exploreront comment les conditions expérimentales affectent les résultats de la réaction, favorisant ainsi une compréhension plus approfondie de la cinétique chimique.
- **Concepts de thermochimie et de cinétique** : Ce laboratoire vise à fournir une compréhension pratique de la thermochimie et de la cinétique chimique, en mettant l'accent sur les effets thermiques des réactions chimiques et les facteurs influençant les vitesses de réaction.

Grâce à ces expériences, les étudiants se familiariseront non seulement avec les procédures expérimentales standard en chimie, mais acquerront également une expérience pratique dans la manipulation d'équipements de laboratoire et l'interprétation de données expérimentales.

Cette approche pratique de l'apprentissage permet aux étudiants d'appliquer les connaissances théoriques de la chimie à des scénarios du monde réel, renforçant ainsi leur compréhension des principes fondamentaux de la discipline.

La session de laboratoire souligne l'importance d'une mesure et d'un contrôle précis dans l'expérimentation chimique, offrant de précieuses leçons sur le comportement thermique des réactions chimiques et l'impact de conditions expérimentales variables.

7.7.2 Protocole

Expérience 1 : Eau + Alcool

1. Mesurez 200 ml d'eau à l'aide du cylindre gradué.
2. Versez l'eau du cylindre gradué dans le calorimètre.
3. Enregistrez la température initiale de l'eau.
4. Mesurer 200 mL d'éthanol à l'aide du cylindre gradué.
5. Versez l'éthanol dans le calorimètre, puis placez le couvercle du calorimètre sur le dessus.
6. Activez l'agitateur du calorimètre.
7. Observez attentivement le changement de température et notez la température maximale (ou minimale) atteinte.
8. Videz le calorimètre dans l'évier et rincez-le avec de l'eau distillée à température ambiante.
9. Rincez le cylindre gradué avec de l'eau distillée.

Expérience 2 : Eau + CaCO₃

10. Mesurer 100,0 mL d'eau à l'aide du cylindre gradué de 100 mL.
11. Versez l'eau du cylindre gradué dans le calorimètre.
12. Enregistrez la température initiale de l'eau.
13. Pesez environ 20 g de CaCO₃(s) à l'aide du bateau de pesée.
14. Versez le CaCO₃ dans le calorimètre.
15. Fixez le couvercle du calorimètre.
16. Activez le bouton de l'agitateur sur le couvercle du calorimètre.
17. Observez attentivement le changement de température et notez la température maximale (ou minimale) atteinte.
18. Videz le calorimètre dans le bécher et rincez-le à l'eau distillée à température ambiante.

Expérience 3 : Eau + NH₄Cl

19. Répétez l'expérience 2, en remplaçant le CaCO₃ par 10 g de chlorure d'ammonium (NH₄Cl).
20. Rincez le cylindre gradué avec de l'eau distillée.

Expérience 4 : HCl + NaOH

21. Mesurer 50,0 mL d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,5M à l'aide du cylindre gradué et verser le tout dans le calorimètre.
22. Rincez le cylindre gradué avec de l'eau distillée.
23. Prenez la température initiale de la solution en y immergeant le thermomètre numérique. Les résultats sont dans le tableau.
24. Mesurer 50,0 mL d'acide chlorhydrique 0,5 M à l'aide du cylindre gradué et le verser dans le calorimètre.
25. Fixez le couvercle du calorimètre au calorimètre.

26. Activez le bouton de l'agitateur sur le couvercle du calorimètre.

27. Après quelques secondes, notez la différence de température entre celle enregistrée par le thermomètre (affichée dans le tableau) et celle enregistrée par le thermomètre du calorimètre.

7.7.3 Résultats attendus

Expérience 1 :

Eau + Éthanol : Attendez-vous à une réaction exothermique. La température doit augmenter, idéalement d'environ 18-20°C, indiquant la libération d'énergie. Lorsque l'éthanol (C₂H₅OH) est mélangé à de l'eau (H₂O), les deux liquides forment une solution. Ce processus implique la rupture et la formation de forces intermoléculaires. Initialement, les liaisons hydrogène entre les molécules d'eau et les forces de van der Waals entre les molécules d'éthanol sont rompues. De nouvelles liaisons hydrogène se forment entre les molécules d'eau et d'éthanol. La formation de ces nouvelles forces intermoléculaires libère de l'énergie, ce qui entraîne une réaction exothermique qui augmente la température de la solution. Les capacités thermiques spécifiques des substances et l'énergie totale libérée lors de la formation des nouvelles liaisons contribuent au changement de température observé.

Expérience 2 :

Eau + CaCO₃ : Comme le CaCO₃ est insoluble dans l'eau, aucun changement significatif de température n'est prévu, indiquant qu'il n'y a pas de réaction.

Expérience 3 :

HCl + CaCO₃ : Cela devrait entraîner une réaction où le CaCO₃ réagit avec le HCl pour produire du chlorure de calcium, de l'eau et du dioxyde de carbone, entraînant une augmentation de la température d'environ 5 à 8 °C. Cette expérience implique une réaction acide-base où l'acide chlorhydrique (HCl) réagit avec le carbonate de calcium (CaCO₃) pour former du chlorure de calcium (CaCl₂), de l'eau (H₂O) et du dioxyde de carbone (CO₂). Il s'agit d'une réaction acide-carbonate typique, qui est généralement exothermique. La rupture du réseau de CaCO₃ et la formation de nouveaux produits libèrent de l'énergie, ce qui peut entraîner une augmentation de la température de la solution.

Expérience 4 :

HCl + NaOH : Une réaction de neutralisation exothermique est attendue. La température doit augmenter, idéalement d'environ 5 à 7 °C, indiquant la libération d'énergie. Cette expérience présente une réaction de neutralisation, un type de réaction exothermique où un acide (HCl) et une base (NaOH) réagissent pour former de l'eau (H₂O) et un sel (NaCl). Au cours de la réaction, les ions hydrogène (H⁺) de l'acide réagissent avec les ions hydroxyde (OH⁻) de la base pour former de l'eau. Cette réaction libère de l'énergie, augmentant la température du mélange.

Dans chaque expérience, les changements de température observés sont des indicateurs de la dynamique énergétique impliquée dans les processus chimiques, reflétant la nature exothermique ou endothermique des réactions.

7.7.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions chimiques, aux changements de température et aux techniques de mesure.
- **Activités** : Observation de changements thermiques simples au cours de réactions chimiques, à l'aide de thermomètres et de cylindres gradués, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de la thermochimie, de la cinétique chimique et de la précision des mesures.
- **Activités** : Effectuer des réactions, mesurer les volumes et les températures, observer comment les différents réactifs et solvants affectent les résultats des réactions, en suivant des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Focus** : Compréhension avancée de la thermochimie, de la loi de Hess et de la précision expérimentale.
- **Activités** : Mesure précise des volumes et des températures, réalisation d'expériences détaillées pour explorer les effets thermiques des réactions chimiques, analyse de l'influence des changements dans les réactifs et les solvants sur les vitesses de réaction, enregistrement et interprétation détaillés des résultats, respect de protocoles de sécurité avancés, renforcement des concepts de cinétique chimique et de thermodynamique.

7.7.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (500ml et 1000ml).
Calorimètre
Balance électronique.
Cylindres gradués (70 ml et 250 ml).
Spatules.
Thermomètres.
Minuteur.
Brucelles.

Produit(s) :

Carbonate de calcium
Éthanol.
HCl 0,3 M (solution).
HCl 0,5 M (solution).
Hydroxyde de sodium 0,5 M.

8 ÉQUILIBRE CHIMIQUE

8.1 L'aspect qualitatif de l'équilibre chimique (9e à 12e année)

Cette session de laboratoire est méticuleusement conçue pour approfondir les interactions entre diverses solutions salines et la formation des précipités, examinant ainsi les réactions chimiques directes et réversibles.

8.1.1 Objectifs éducatifs

- **Réactions des précipitations** : Les élèves approfondiront leur compréhension de la façon dont les ions dans les solutions interagissent pour former des composés insolubles, mettant en évidence la dynamique des réactions des précipitations.
- **Concepts de solubilité** : Par l'observation, les participants exploreront les effets de la solubilité du sel dans l'eau sur la formation des précipités, améliorant ainsi leur compréhension des principes de solubilité.
- **Réactions réversibles** : La session vise à fournir des informations sur les réactions chimiques réversibles en étudiant à la fois les processus directs et inverses, favorisant ainsi une compréhension complète de l'équilibre chimique.
- **Développement des compétences de laboratoire** : Les étudiants amélioreront leurs compétences pratiques dans la manipulation de solutions, l'observation des réactions chimiques et la documentation des résultats scientifiques, en mettant l'accent sur l'importance de la précision et de l'exactitude en chimie expérimentale.

Grâce à cette série d'expériences, les étudiants se familiariseront non seulement avec les procédures chimiques standard, mais acquerront également une expérience pratique précieuse dans la manipulation de l'équipement de laboratoire et l'interprétation des résultats expérimentaux.

Cette approche pratique permet d'appliquer les connaissances théoriques en chimie à des scénarios du monde réel, renforçant ainsi les principes fondamentaux de la discipline.

La session de laboratoire souligne l'importance de la mesure et du contrôle méticuleux dans l'expérimentation chimique, fournissant des leçons essentielles dans l'étude des réactions chimiques, en se concentrant particulièrement sur le comportement thermique des réactions et l'influence des conditions expérimentales variables sur les résultats des réactions.

8.1.2 Protocole

Partie 1 : Préparation des solutions

- a) Dissoudre environ 16 g de NaCl dans 50 mL d'eau tiède dans un bécher de 50 mL pour préparer une solution aqueuse de chlorure de sodium.
- b) Observer l'aspect initial des trois solutions étudiées : chlorure de sodium, chlorure de calcium et sulfate de sodium.
- c) Agitez brièvement chaque solution à l'aide d'une tige de verre pour homogénéiser.

Partie 2 : Etude de la réaction d'équilibre $\text{CaCl}_2 (\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) = 2 \text{NaCl} (\text{aq}) + \text{CaSO}_4(\text{s})$

Partie 2-1

- a) Mesurez 10 mL d'eau distillée et versez-le dans le tube à essai #1.
- b) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de CaCl_2 0,005 M et la verser dans le tube à essai #1.
- c) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- d) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- e) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de Na_2SO_4 0,005 M et la verser dans le tube à essai #1.
- f) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- g) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.

Partie 2-2

- h) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de CaCl_2 0,005M et le verser dans le tube à essai #1.
- i) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- j) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- k) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de Na_2SO_4 0,005M et verser dans le tube à essai #1.
- l) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- m) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.

Partie 2-3

- n) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL d'eau distillée et le verser dans le tube à essai #1.
- o) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- p) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.

Partie 2-4

- q) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de CaCl_2 0,005 M et la verser dans le tube à essai #1.
- r) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- s) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- t) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de Na_2SO_4 0,005M et le verser dans le tube à essai #1.

- u) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- v) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.
- w) Commentez vos observations.

Partie 3 : Etude de la réaction directe

- a) Mesurer 10 mL du surnageant de l'éprouvette #1 et le verser dans l'éprouvette #2.
- b) À l'aide d'un compte-gouttes, mesurer 1 mL de solution de CaCl_2 0,005M et la verser dans le tube à essai #2.
- c) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- d) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- e) À l'aide d'un compte-gouttes, mesurer 1 mL de solution de Na_2SO_4 0,005M et le verser dans le tube à essai #2.
- f) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- g) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.
- h) Commentez vos observations.

Partie 4 : Ajout de réactifs (Na^+ et Cl^-) pour favoriser la réaction inverse

- a) Mesurer 50 mL de solution de NaCl préparée dans la partie 1 et la verser dans le tube à essai #3.
- b) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- c) Ajoutez environ 5 g de NaCl dans le tube à essai #3.
- d) Secouez vigoureusement le contenu de l'éprouvette.
- e) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- f) Mesurer 20 mL du surnageant du tube à essai #3 et le verser dans le tube à essai #4.
- g) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.
- h) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de CaCl_2 0,005 M et la verser dans le tube à essai #4.
- i) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- j) Observez l'aspect de la solution tout en remuant avec une tige de verre.
- k) À l'aide d'une pipette, mesurer 5 mL de solution de Na_2SO_4 0,005M et la verser dans le tube à essai #4.
- l) Secouez vigoureusement le contenu du tube à essai.
- m) Observez l'aspect de la solution tout en agitant avec une tige de verre.
- n) Commentez vos observations.
- o) Jetez le contenu des tubes à essai dans le bac de récupération noir et rincez abondamment à l'eau distillée pour éliminer tout résidu chimique.

8.1.3 Résultats attendus :

Apparition des premières solutions :

- Solution NaCl : Une solution incolore et transparente.

- Solution CaCl_2 : Une solution incolore et transparente.
- Solution Na_2SO_4 : Une solution incolore et transparente.

Partie 2 : Etude de la réaction d'équilibre $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = 2 \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{CaSO}_4(\text{s})$

- a) à g) La solution est claire, ce qui indique que nous sommes en dessous du seuil de solubilité du CaSO_4 , qui est de 0,2 g/L (le CaSO_4 est en solution). La concentration de CaSO_4 est de 0,17 g/L. 0,000025 moles de CaCl_2 et de Na_2SO_4 ont réagi ensemble.
- h) L'ajout de CaCl_2 augmentera la concentration d'ions Ca^{2+} , mais les ions SO_4^{2-} restent à la même concentration (réactifs limitants), donc aucun nouveau CaSO_4 n'est formé.
- m) Un précipité blanc se forme ($\text{CaSO}_4(\text{s})$), indiquant que la réaction directe est favorisée et que le seuil de solubilité est dépassé. La concentration de CaSO_4 est de 0,23 g/L. 0,00005 moles de CaCl_2 et de Na_2SO_4 ont réagi ensemble.
- p) L'ajout de 5 mL de H_2O porte le volume total à 35 mL, revenant ainsi en dessous du seuil de solubilité pour le $\text{CaSO}_4(\text{s})$. Le précipité blanc disparaît. La concentration de CaSO_4 est de 0,19 g/L. 0,00005 moles de CaCl_2 et de Na_2SO_4 ont réagi ensemble.
- q) à w) Un précipité blanc se forme ($\text{CaSO}_4(\text{s})$), indiquant que la réaction directe est favorisée et que le seuil de solubilité est à nouveau dépassé. La concentration de CaSO_4 est de 0,23 g/L. 0,000075 moles de CaCl_2 et de Na_2SO_4 ont réagi ensemble.

Remarques générales : Bien que nous ne puissions pas mesurer directement les quantités de Ca^{2+} , SO_4^{2-} et $\text{CaSO}_4(\text{s})$, nous mesurons indirectement la réaction directe en observant la précipitation de $\text{CaSO}_4(\text{s})$. Cependant, pour mesurer visuellement cette expérience, nous devons dépasser son seuil de solubilité. Ces observations indiquent que la réaction entre les composés conduit à la formation d'un précipité, qui correspond probablement au sulfate de calcium (CaSO_4), démontrant l'occurrence d'une réaction chimique et l'établissement d'un équilibre chimique où coexistent réactifs et produits.

Partie 3 : Etude de la réaction directe

- Le liquide surnageant contient de petites quantités d'ions Ca^{2+} et SO_4^{2-} , proportionnelles au seuil de solubilité du $\text{CaSO}_4(\text{s})$ (ainsi que des ions Cl^- et Na^+). L'ajout de réactifs supplémentaires favorisera la réaction directe et portera la concentration de CaSO_4 au-dessus de son seuil de solubilité. Un précipité blanc se forme. Cette formation continue de précipité suggère que les ions Ca^{2+} et SO_4^{2-} restent actifs dans le mélange réactionnel, renforçant le concept d'équilibre chimique où les réactifs et les produits coexistent, et la réaction peut se dérouler dans des directions avant et arrière.

Partie 4 : Ajout de réactifs (Na^+ et Cl^-) pour favoriser la réaction inverse

- b) La concentration initiale de NaCl dans la solution est de 320 g/L, ce qui est proche de son seuil de solubilité de 360 g/L.
- e) L'ajout de 5 g à la solution augmente la concentration à 420 g/L, dépassant ainsi le seuil et formant un précipité de $\text{NaCl}(\text{s})$.

- m) Nous mélangeons une solution saturée de CaSO_4 (aq) avec une solution saturée de NaCl (aq), ainsi que des ions Cl^- et Na^+ provenant de CaCl_2 (aq) et Na_2SO_4 (aq). Théoriquement, nous pourrions obtenir des précipités sous forme de NaCl (s), Na_2SO_4 (s), CaCl_2 (s) ou CaSO_4 (s). Cependant, compte tenu des concentrations de chaque ion et du volume total de la solution (30 mL), nous sommes en dessous du seuil de solubilité de chaque produit solide. Bien que nous puissions théoriser que les réactions directes sont favorisées, nous ne pouvons pas le confirmer avec cette partie de l'expérience.
- Coexistence d'ions : même après que la réaction a atteint l'équilibre, la présence d'ions Ca^{2+} et SO_4^{2-} n'ayant pas réagi indique la nature dynamique de l'équilibre, où les réactions directes et inverses se produisent à la même vitesse.
- L'expérience démontre que malgré la formation d'un précipité, indiquant une réaction, il y a encore des réactifs présents dans la solution, ce qui est une caractéristique de l'équilibre chimique.
- L'ajout de plus de réactifs conduit à la formation d'un précipité supplémentaire, illustrant le principe de Le Chatelier, où le système s'ajuste pour minimiser le changement (ajout de réactifs).

Leçons apprises

Équilibre chimique : comprendre qu'à l'équilibre, les réactions directe et inverse continuent de se produire à des rythmes égaux, permettant la coexistence de réactifs et de produits.

Nature dynamique des équilibres : l'équilibre ne signifie pas que les réactions se sont arrêtées mais qu'elles se produisent à des rythmes égaux dans les deux sens.

Réversibilité : l'expérience souligne que les équilibres chimiques sont réversibles, et que la présence de produits et de réactifs est essentielle pour l'état d'équilibre.

Contrôle des conditions réactionnelles : l'expérience souligne l'importance des conditions expérimentales contrôlées pour étudier l'équilibre, en s'assurant que les réactifs sont dans les bons rapports stœchiométriques.

Principes de la chimie

Concept d'équilibre : l'expérience illustre le concept de base de l'équilibre chimique, en montrant que les réactions peuvent atteindre un état où la vitesse de la réaction directe est égale à la vitesse de la réaction inverse.

Réaction de précipitation : la formation d'un précipité solide à partir de solutions aqueuses démontre un type courant de réaction chimique où les ions se combinent pour former un composé insoluble.

Le principe de Le Chatelier : ce principe est observé indirectement au fur et à mesure que le système s'adapte aux changements (ajout de plus de réactifs) en formant plus de produits.

Réversibilité des réactions : souligner que de nombreuses réactions chimiques sont réversibles, ce qui est un concept fondamental pour comprendre l'équilibre chimique.

Cette expérience offre une démonstration pratique de l'équilibre chimique, montrant comment, dans des conditions d'équilibre, les réactifs et les produits coexistent et comment le système réagit aux changements, renforçant ainsi les concepts clés de la cinétique chimique et de l'équilibre.

8.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions chimiques et observation des précipités.
- **Activités** : Observations simples de solutions salines formant des précipités, compréhension des concepts de base de la solubilité, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des réactions de précipitation, de la solubilité et des réactions réversibles.
- **Activités** : Mener des expériences pour former des précipités, observer les effets de la solubilité du sel, explorer les réactions réversibles, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de l'équilibre chimique, des réactions de précipitation et de la précision expérimentale.
- **Activités** : Mener avec précision des expériences pour étudier les réactions des précipitations, mesurer et analyser les effets de solubilité, explorer les réactions directes et réversibles, consigner et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts d'équilibre chimique et les principes de solubilité.

8.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml)
Balance électronique
Tige de verre
Cylindres gradués (10 ml et 70 ml)
Plaque chauffante
Support de laboratoire et pinces
Agitateur magnétique
Spatules
Tubes à essai
Thermomètres

Produit(s) :

Droppers
Eau distillée
Chlorure de sodium (cristaux)
Sulfate de sodium 0,005M (solution)
Chlorure de calcium 0,005M (solution)

8.2 Le principe de Le Chatelier (9e à 12e année)

Cette session de laboratoire se penche sur les réactions chimiques entre le thiocyanate de potassium (KSCN) et le nitrate de fer ($\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$), en se concentrant sur l'observation des changements de couleur et de la formation de précipités qui se produisent dans des conditions variables, y compris les changements de température et l'ajout de différents réactifs.

8.2.1 Objectifs éducatifs

- **Réactions chimiques** : Les élèves exploreront l'interaction entre les ions fer et thiocyanate pour former des complexes colorés, améliorant ainsi leur compréhension des mécanismes de réaction.
- **Effets de la température** : L'expérience permet d'observer l'impact des variations de température sur la vitesse et la direction des réactions chimiques, démontrant ainsi l'influence de l'énergie thermique sur les processus chimiques.
- **Applications de la chimie analytique** : Les participants apprendront l'application des réactions de complexation dans l'analyse chimique, ce qui leur permettra de mieux comprendre les techniques analytiques.
- **Développement des compétences expérimentales** : Les étudiants perfectionneront les techniques de laboratoire, y compris la manipulation des solutions, l'ajustement des conditions expérimentales et l'observation qualitative des réactions, améliorant ainsi leurs compétences pratiques en chimie.

Grâce à cette expérience, les étudiants acquerront une compréhension pratique de la chimie complexe, en observant de première main comment des variables telles que la concentration des réactifs et la température peuvent affecter les réactions chimiques.

Cette expérience pratique permet d'approfondir la connaissance des principes fondamentaux de la chimie inorganique et analytique, illustrant la nature dynamique des interactions chimiques et le rôle essentiel des conditions expérimentales dans la détermination des résultats des réactions.

8.2.2 Protocole

1. Préparation des solutions de base

- a) Mesurer 50 mL de solution de KSCN 0,001M à l'aide d'un cylindre gradué.
- b) Verser la solution mesurée dans un bécher de 50 ml.
- c) Ajouter 12 gouttes de solution de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 0,5 M dans le bécher.
- d) Mélangez le mélange à l'aide d'une tige de verre.
- e) Répartir la solution obtenue dans huit tubes à essai (environ 6 mL par tube à essai).

2. Changer le point d'équilibre

- f) Ajouter environ 1,5 à 2 g de poudre KSCN dans le tube à essai #2 à l'aide d'une spatule.
- g) Ajoutez entre 1,5 et 2 g de cristaux de nitrate de fer dans le tube à essai #3.
- h) Ajoutez entre 1,5 et 2 g de KSCN dans le tube à essai #4.
- i) Agitez les tubes à essai #2, #3 et #4.
- j) Ajoutez entre 1,5 et 2 g de cristaux de nitrate de fer dans le tube à essai #4.
- k) Secouez le tube à essai #4.
- l) Ajoutez 1 ou 2 gouttes de KOH dans le tube à essai #5 et secouez.
- m) Ajouter entre 1,5 et 2 g de Na_2HPO_4 dans le tube à essai #6 et agiter.
- n) Préparez un bain de glace en remplissant à moitié un bécher de 250 ml avec de l'eau et de la glace, puis placez-y le tube à essai #7.
- o) Remplissez un autre bécher de 250 ml avec de l'eau et placez-le sur une plaque chauffante pour immerger le tube à essai #8.
- p) Insérez l'agitateur magnétique dans le bécher sur la plaque chauffante et démarrez l'agitateur.
- q) Chauffer l'eau à environ 80°C.
- r) Remuez le tube à essai #7 pendant qu'il est immergé dans le bain de glace.
- s) Observez les changements dans chaque tube à essai, en notant les différences de couleur ou de précipitation.
- t) Éteignez la plaque chauffante et l'agitateur magnétique une fois l'expérience terminée.
- u) Secouez une dernière fois tous les tubes à essai pour homogénéiser les réactions.
- v) Enregistrez les couleurs des tubes à essai #2 à #8, en faisant référence au tube à essai de contrôle #1.
- w) Rincez l'équipement usagé à l'eau distillée après avoir récupéré l'agitateur magnétique.

8.2.3 Résultats attendus

- Tube à essai #1 : Sert de couleur de référence, constamment décrite comme rougeâtre ou brun rougeâtre, pour le mélange d'équilibre de Fe^{3+} , SCN^- et FeSCN^{2+} .

- Tube à essai #2 : Présente une couleur brun rougeâtre plus foncé ou rouge plus foncé, indiquant une augmentation de la concentration de FeSCN^{2+} lorsque le KSCN est ajouté, démontrant un changement d'équilibre vers la formation du produit.
- Tube à essai #3 : Maintient la couleur brun rougeâtre de référence, indiquant qu'il n'y a pas de formation supplémentaire de FeSCN^{2+} , car le SCN^- est le réactif limitant.
- Tube à essai #4 : Présente une couleur brun rougeâtre très foncé ou rouge le plus foncé, la plus intense de toutes, suggérant une augmentation significative de FeSCN^{2+} due à l'ajout de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ et de KSCN, marquant un changement substantiel vers les produits.
- Tube à essai #5 : Présente une couleur brun clair avec un précipité rouge, indiquant la formation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ à partir de Fe^{3+} réagissant avec OH^- .
- Tube à essai #6 : Présente une couleur brun clair avec un précipité brunâtre, indiquant la formation de FePO_4 à partir de Fe^{3+} réagissant avec PO_4^{3-} .
- Tube à essai #7 : Affiche une couleur brun rougeâtre plus foncé ou rouge plus pâle lors du refroidissement, suggérant la formation favorisée de FeSCN^{2+} , compatible avec un processus exothermique.
- Tube à essai #8 : Présente une couleur brun rougeâtre plus clair ou brun plus clair lors du chauffage, indiquant un changement vers les réactifs, favorisant la dissociation endothermique du FeSCN^{2+} en Fe^{3+} et SCN^- .

L'expérience démontre de manière éclatante le principe de Le Chatelier, montrant comment le système réagit aux changements de concentration, de température et à la présence de réactifs ou de produits supplémentaires. Les changements de couleur dans chaque éprouvette fournissent une mesure qualitative des changements d'équilibre, mettant en évidence la nature dynamique des équilibres chimiques et les facteurs qui les influencent. Cette approche permet une compréhension visuelle des changements d'équilibre, renforçant les concepts théoriques avec des preuves tangibles.

L'ajout de réactifs (KSCN ou $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$) déplace l'équilibre vers une plus grande formation de produit (FeSCN^{2+}), comme en témoigne la couleur plus foncée.

L'élimination d'un réactif ou d'un produit (comme dans les tubes à essai #5 et #6) déplace l'équilibre pour compenser, réduisant ici la concentration de FeSCN^{2+} .

Les changements de température affectent également l'équilibre ; Le refroidissement favorise les réactions exothermiques, tandis que le chauffage favorise les réactions endothermiques.

Leçons apprises

Le principe de Le Chatelier : l'expérience démontre de manière vivante comment un système à l'équilibre réagit aux changements externes pour maintenir l'équilibre.

Décalage d'équilibre : comprendre que l'ajout d'un réactif ou d'un produit déplace l'équilibre d'un côté, tandis que son élimination le déplace vers l'autre.

Effet de la température : observer comment les changements de température influencent l'équilibre, donner un aperçu de la nature exothermique ou endothermique des réactions.

Principes de chimie

Équilibre chimique : l'équilibre dynamique où la vitesse de la réaction directe est égale à la vitesse de la réaction inverse.

- Le changement de couleur en tant qu'indicateur : le changement d'intensité de la couleur sert d'indicateur qualitatif du changement des concentrations d'équilibre.
- Réactions de précipitation : la formation de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ montre comment la formation de précipité peut être utilisée pour déduire des changements de concentrations ioniques dans un mélange réactionnel.

Cette expérience fournit une compréhension pratique de la façon dont les équilibres réagissent aux changements de conditions, illustrant l'adaptabilité des systèmes chimiques pour maintenir l'équilibre, conformément au principe de Le Chatelier.

8.2.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base aux réactions chimiques et observation des changements de couleur.
- **Activités** : Observations simples des changements de couleur lors du mélange de thiocyanate de potassium et de nitrate de fer, compréhension des concepts de base des réactions chimiques, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire des mécanismes de réaction, des effets de la température et de la chimie analytique de base.
- **Activités** : Mener des expériences pour observer les changements de couleur et la formation de précipités, mesurer les effets de la température sur les vitesses de réaction, explorer les techniques analytiques de base, suivre des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée du principe de Le Chatelier, des réactions de complexation et des applications de la chimie analytique.
- **Activités** : Mener avec précision des expériences avec du thiocyanate de potassium et du nitrate de fer, observer et consigner l'impact de conditions variables, analyser les effets de la température et de la concentration des réactifs, consigner et interpréter en détail les résultats, adhérer à des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts d'équilibre chimique et les mécanismes réactionnels.

8.2.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Béchers (50ml, 250ml et 1000ml).
Droppers.
Balance électronique.
Tige de verre.
Cylindres gradués (10 ml et 70 ml).
Plaque chauffante.
Support de laboratoire et pinces.
Agitateur magnétique.
Spatules.
Tubes à essai.
Thermomètres.

Produit(s) :

Nitrate de fer (solution)
Nitrate de fer (cristaux)
Hydroxyde de potassium (solution)
Thiocyanate de potassium (solution)
Thiocyanate de potassium (poudre)
Hydrogénophosphate de sodium (poudre)

9 ÉLECTROCHIMIE

9.1 Électrolyse de l'eau (de la 9^e à la 12^e année)

Cette séance de laboratoire décrit méticuleusement une expérience axée sur l'observation des réactions chimiques entre diverses solutions salines afin d'étudier la formation des précipités.

À travers une série de parties structurées, l'expérience explore des réactions à la fois directes et réversibles.

9.1.1 Objectifs éducatifs

- **Réactions des précipitations** : Les participants acquerront des informations sur la façon dont les ions dans les solutions interagissent pour former des composés insolubles, approfondissant ainsi leur compréhension des réactions des précipitations.
- **Solubilité** : L'expérience permet aux étudiants d'observer les effets de la solubilité du sel dans l'eau et son impact sur la formation des précipités, améliorant ainsi la compréhension des principes de solubilité.
- **Réactions réversibles** : Les étudiants exploreront le concept de réactions chimiques réversibles en examinant à la fois les processus directs et inverses, favorisant ainsi une compréhension plus large de la dynamique chimique.
- **Développement des compétences en laboratoire** : Cette session vise à perfectionner les compétences pratiques des étudiants en matière de manipulation de solutions, d'observation des réactions chimiques et de documentation précise des résultats scientifiques.

En s'engageant dans cette expérience, les étudiants observeront non seulement le rôle critique des réactions de précipitation dans les domaines de la chimie analytique et inorganique, mais acquerront également une expérience pratique de la façon dont les ions dans les solutions interagissent pour créer de nouveaux composés.

Cette exploration pratique de la précipitation, de la solubilité et des réactions réversibles renforce non seulement les connaissances théoriques, mais améliore également les compétences de laboratoire, préparant les étudiants à d'autres activités scientifiques.

9.1.2 Protocole

1. Allumez un morceau de bois puis transformez-le en une braise chauffée au rouge en le secouant.
 2. Insérez la braise dans les tubes à essai 1 et 2 sans toucher les côtés. Notez le résultat.
 3. Versez environ 10 ml d'eau dans les tubes à essai 1 et 2.
 4. Remettez les tubes à essai sur le support.
 5. Remplissez le bécher de 1L avec au moins 750ml d'eau.
 6. Remplissez les deux tubes à essai à ras bord d'eau et insérez leurs bouchons.
 7. Fixez les pinces universelles aux supports universels, une pince par support. Le bécher de 1L doit être positionné sous les 2 pinces, au centre.
 8. Plongez les deux tubes à essai à l'envers dans le bécher de 1L (l'ouverture des tubes à essai doit toujours rester immergée pendant cette partie de l'expérience) et fixez-les aux pinces universelles.
 9. Retirez les bouchons des tubes à essai tout en les gardant immergés. Assurez-vous que des bulles d'air ne se sont pas logées à leur extrémité supérieure.
 10. Insérez une électrode à l'intérieur de chacun des tubes à essai (le tube à essai 1 sera positif et le tube à essai 2 sera négatif).
 11. Fixez la pince crocodile du fil rouge à l'électrode du tube à essai 1 et la pince crocodile du fil noir à l'électrode du tube à essai 2.
 12. À l'aide des deux fils conducteurs équipés de pinces crocodiles, connectez l'électrode 1 à la borne positive (droite) du générateur de courant et l'autre (électrode 2) à sa borne négative (gauche). Les bornes sont blanches et situées au bas de la face avant du générateur.
 13. Mesurer 15 mL d'acide chlorhydrique à l'aide du cylindre gradué.
 14. Versez le contenu du cylindre gradué dans le bécher de 1L.
 15. Remuez le mélange pendant quelques secondes à l'aide de la tige de verre.
 16. Connectez et allumez le générateur de courant. Démarrez le chronomètre.
 17. Laissez la réaction se produire pendant environ 1 minute. Arrêtez le chronomètre.
 18. Éteignez et débranchez le générateur.
 19. Scellez les tubes à essai sous l'eau avec les bouchons en caoutchouc.
 20. Sortez le tube à essai 1 de l'eau, abaissez le bouchon et fixez-le au support gauche à l'aide de sa pince.
 21. Allumez un morceau de bois puis transformez-le en une braise chauffée au rouge en le secouant, puis approchez-le du tube à essai 1 (positif).
 22. Retirez le bouchon du tube à essai 1 et tout en gardant l'ouverture du tube à essai 1 vers le bas, insérez rapidement la braise sans toucher les côtés.
 23. Remettez le tube à essai sur le support.
- La réaction est consignée dans le tableau des résultats.
24. Répétez les étapes 20 à 23 avec le tube à essai 2.

9.1.3 Résultats attendus

Les participants se lancent dans une expérience conçue pour explorer la décomposition électrochimique de l'eau en gaz d'hydrogène et d'oxygène. Cette expérience démontre non seulement une réaction chimique fondamentale, mais intègre également des concepts d'électrochimie, de collecte de gaz et de tests de réactivité.

Génération de gaz : Lorsque le courant traverse l'eau en présence d'acide chlorhydrique (qui agit comme un électrolyte), l'électrolyse se produit. Ce processus divise les molécules d'eau en gaz d'hydrogène et d'oxygène, collectés dans les deux tubes à essai.

Observation de la réactivité gazeuse : La braise rouge introduite dans le tube à essai 1 (riche en oxygène provenant du processus d'électrolyse) devrait se rallumer ou briller plus fort, démontrant le rôle de l'oxygène dans le soutien de la combustion. En revanche, lorsque la braise est introduite dans le tube à essai 2 (contenant de l'hydrogène), il peut y avoir un léger bruit sec en raison de l'inflammabilité de l'hydrogène et de sa tendance à réagir de manière explosive avec l'oxygène de l'air lorsqu'il est enflammé.

Importance et leçons apprises :

Comprendre l'électrolyse : Cette expérience fournit une visualisation claire de l'électrolyse, un processus chimique important dont les applications vont de la production de produits chimiques industriels au développement de technologies d'énergie propre.

Principes chimiques et sécurité : Les participants apprennent à manipuler des produits chimiques et à mener des expériences en toute sécurité tout en observant de première main les propriétés réactives de l'hydrogène et de l'oxygène, deux éléments fondamentaux de la chimie.

Compétences pratiques : L'expérience améliore les compétences dans la mise en place d'appareils expérimentaux, la conduite de réactions contrôlées et l'interprétation des résultats observables, qui sont des compétences essentielles dans la recherche scientifique et le travail de laboratoire.

Liens conceptuels : En reliant les connaissances théoriques à l'expérience pratique, l'expérience renforce la compréhension des réactions chimiques, de la stœchiométrie (le rapport de volume de 2:1 entre l'hydrogène et l'oxygène produit lors de l'électrolyse de l'eau) et des principes de base de l'électrochimie.

Cet exercice de laboratoire permet non seulement d'approfondir la compréhension des propriétés chimiques et physiques de l'eau et de ses gaz constitutifs, mais aussi d'illustrer la nature interconnectée des concepts scientifiques, en démontrant comment ils peuvent être appliqués pour comprendre et manipuler le monde naturel.

9.1.4 Résumé du travail par échelle scolaire

De la 3e à la 5e année (de 8 à 10 ans)

- **Focus** : Introduction de base à l'électrolyse et observations simples de la formation de gaz.
- **Activités** : Observation de l'électrolyse de l'eau et observation de la formation de bulles (gaz d'hydrogène et d'oxygène), discussions simples sur le processus d'électrolyse, instructions de sécurité de base.

De la 6e à la 8e année (de 11 à 13 ans)

- **Objectif** : Compréhension intermédiaire de l'électrolyse, des réactions chimiques et de la production de gaz.
- **Activités** : Réalisation de l'électrolyse de l'eau, mesure de la production de gaz aux électrodes, compréhension des principes de base de l'électrolyse, respect des protocoles de sécurité détaillés.

De la 9e à la 12e année (14 à 18 ans)

- **Objectif** : Compréhension avancée de l'électrolyse, des réactions chimiques et de la stœchiométrie.
- **Activités** : Effectuer avec précision l'électrolyse de l'eau, mesurer et enregistrer les volumes de gaz, analyser les mécanismes de réaction, enregistrer et interpréter en détail les résultats, respecter des protocoles de sécurité avancés, renforcer les concepts de réactions chimiques et de production de gaz.

9.1.5 Les indispensables du laboratoire

Instrument(s) :

Bécher (750 ml et 1000 ml).
Fils électriques.
Tige de verre.
Cylindre gradué (25 ml).
Alimentation du laboratoire.
Support de laboratoire et pinces.
Tubes à essai.
Électrodes de tubes à essai.
Minuteur.
Pièces de bois.

Produit(s) :

HCl 1,0 M (solution).

Cette séance de laboratoire décrit méticuleusement une expérience axée sur l'observation des réactions chimiques entre diverses solutions salines afin d'étudier la formation des précipités.

À travers une série de parties structurées, l'expérience explore des réactions à la fois directes et réversibles.

9.1.6 Objectifs éducatifs

- **Réactions des précipitations** : Les participants acquerront des informations sur la façon dont les ions dans les solutions interagissent pour former des composés insolubles, approfondissant ainsi leur compréhension des réactions des précipitations.
- **Solubilité** : L'expérience permet aux étudiants d'observer les effets de la solubilité du sel dans l'eau et son impact sur la formation des précipités, améliorant ainsi la compréhension des principes de solubilité.
- **Réactions réversibles** : Les étudiants exploreront le concept de réactions chimiques réversibles en examinant à la fois les processus directs et inverses, favorisant ainsi une compréhension plus large de la dynamique chimique.
- **Développement des compétences en laboratoire** : Cette session vise à perfectionner les compétences pratiques des étudiants en matière de manipulation de solutions, d'observation des réactions chimiques et de documentation précise des résultats scientifiques.

En s'engageant dans cette expérience, les étudiants observeront non seulement le rôle critique des réactions de précipitation dans les domaines de la chimie analytique et inorganique, mais acquerront également une expérience pratique de la façon dont les ions dans les solutions interagissent pour créer de nouveaux composés.

Cette exploration pratique de la précipitation, de la solubilité et des réactions réversibles renforce non seulement les connaissances théoriques, mais améliore également les compétences de laboratoire, préparant les étudiants à d'autres activités scientifiques.

10 Activités à paraître prochainement

Electricité / Mise en place d'un circuit électrique

AOÛT 2024

Electricité / Mise en place d'un circuit électrique

Biologie / Observation de la salive

Biologie / Observation des selles

Biologie / Observation de l'eau du lac

Biologie / Observation de l'anatomie d'un requin

Propriétés chimiques et physiques / Centrifugation

Multijoueur

Compatibilité avec Pico 3 / 4

Protocole audio (en anglais uniquement)

AUTOMNE 2024

Propriétés chimiques et physiques / Éléments radioactifs pour la radiothérapie

Préparation de solutions / Préparation injectable

Optique / La surface d'une zone éclairée en fonction de la distance à la source lumineuse

Optique / La loi de la réflexion spéculaire

Optique / L'analyse du fonctionnement d'un télescope

Optique / L'indice de réfraction d'une substance transparente

Optique / La relation entre l'angle critique et l'indice de réfraction d'une substance

Optique / La modélisation d'un microscope optique

Optique / La réfraction des lasers

Commande vocale

PROTEUS VR

GUIDE DE L'UTILISATEUR



11 Bienvenue chez Proteus Labs

Nous vous exprimons notre plus sincère gratitude d'avoir choisi Proteus Labs comme compagnon pour enrichir la composante pratique de votre programme d'études scientifiques. Chez Proteus Labs, nous nous engageons à améliorer continuellement notre bibliothèque, en veillant à ce que vous ayez accès à un large éventail d'activités attrayantes.

Proteus Labs est la première simulation de laboratoire en réalité virtuelle disponible sur le marché, se distinguant par ses caractéristiques exclusives :

- **Fondement empirique :**
Chaque résultat est dérivé de recherches empiriques et d'équations chimiques authentiques, garantissant précision et fiabilité.
- **Instruments interactifs :**
Faites l'expérience d'une interactivité totale avec tous les instruments de laboratoire, conçus pour un environnement d'apprentissage immersif.
- **Journal du laboratoire automatisé :**
Bénéficiez d'un journal de laboratoire à remplissage automatique, qui vous est livré par e-mail ou par clé USB, pour une tenue de dossiers et une révision sans effort.
- **Capacité multijoueur :**
Participez à des expériences collaboratives avec jusqu'à cinq utilisateurs dans le même environnement de laboratoire simultanément, favorisant ainsi le travail d'équipe et l'apprentissage par les pairs.
- **Protocoles avancés :**
Accédez à des protocoles prédéfinis et personnalisés, prêts à élargir vos possibilités expérimentales à partir de mars 2024.
- **Large compatibilité :**
Conçu pour une intégration transparente avec les principaux casques VR mobiles, notamment Meta Quest 2, 3 et Pro, garantissant un large spectre d'accès.

En choisissant Proteus Labs, vous vous lancez dans un voyage de découverte et d'innovation. Nous sommes ravis de vous aider à explorer le vaste potentiel de la RV dans l'enseignement scientifique.

12 Installation de Proteus Labs

Pour vous lancer dans l'aventure Proteus Labs, veuillez suivre ces étapes simples pour télécharger l'application :

- **Accédez à l'Oculus Store** : Ouvrez l'Oculus Store sur votre appareil.
- **Recherchez Proteus Labs** : dans la barre de recherche, saisissez « Proteus Labs » (assurez-vous d'inclure l'espace entre les mots pour des résultats précis).
- **Localiser l'application dans l'App Lab** : Faites défiler jusqu'à la section « App Lab », située au bas des résultats de recherche.
- **Téléchargez l'application** : Cliquez sur « Voir l'application » pour continuer. Le téléchargement est gratuit et commencera immédiatement après votre confirmation.

Nous avons conçu ce processus pour qu'il soit aussi transparent que possible, ce qui vous permet de configurer rapidement et efficacement Proteus Labs et de commencer à explorer l'environnement du laboratoire virtuel. Si vous rencontrez des problèmes pendant le processus d'installation, notre équipe d'assistance est à votre disposition pour vous aider.

13 Naviguer dans le laboratoire virtuel dans Proteus Labs

Bienvenue dans l'expérience intuitive et transparente du laboratoire virtuel de Proteus Labs. Pour répondre aux diverses préférences des utilisateurs et garantir une meilleure accessibilité, nous proposons deux modes d'interaction distincts : le mode contrôleur et le mode de suivi des mains.

Mode manette :

Avec des contrôleurs conçus avec précision, les tâches deviennent simples et intuitives. Chaque manette est conçue de manière ergonomique pour offrir confort et réactivité. Les principales fonctions sont les suivantes :

- *Poignée* : Saisissez des objets dans l'environnement VR à l'aide de la gâchette manuelle.
- *Action spéciale* : effectuez des actions contextuelles à l'aide du déclencheur d'index.
- *Menu* : Ouvrez l'application VR ou le menu système à l'aide du bouton Oculus.

Action	Bouton de la manette
Poignée	Gâchette à main
Action spéciale	Déclencheur d'index
Menu	Bouton Oculus

Mode de suivi des mains :

Pour une approche plus naturaliste, engagez-vous dans le laboratoire VR de vos propres mains. Cette fonctionnalité innovante reconnaît et traduit les gestes de votre main en actions dynamiques :

- *Prise (A)* : Saisissez des objets en formant un poing avec votre petit doigt, votre annulaire et votre majeur.
- *Action spéciale (B)* : Activez différentes actions avec une main ouverte.
- *Menu (C)* : Pour accéder au menu, pincez l'index et le pouce pendant que votre main fait face au casque.

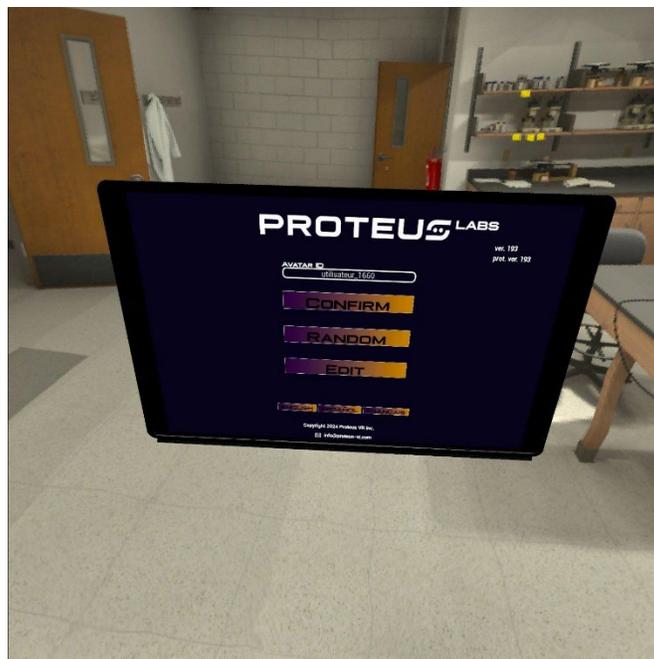


Proteus Labs offre une expérience d'interaction adaptable et sans effort. Que vous choisissiez la précision tactile de nos manettes ou la liberté sans entrave des gestes de la main, notre système est conçu pour s'intégrer naturellement à votre style d'interaction préféré. Notre objectif est de faire en sorte que vous puissiez vous concentrer sur l'apprentissage et l'exploration dans notre laboratoire virtuel avec facilité et confort.

14 Accès au menu Démarrer sur Proteus Labs

Lors du lancement de Proteus Labs sur votre appareil enregistré, le menu Démarrer, qui comprend plusieurs options de personnalisation et de configuration, vous s'affiche :

- **ID d'avatar** : Entrez votre ID d'avatar unique pour une identification individuelle dans le laboratoire. Cet identifiant sera également utilisé pour participer à des activités multijoueurs.
- **Bouton Confirmer** : Après avoir entré votre identifiant d'avatar, cliquez sur la coche verte pour confirmer votre entrée et continuer.
- **Bouton aléatoire** : Si vous préférez un identifiant d'avatar généré aléatoirement, appuyez simplement sur le bouton « Aléatoire » pour obtenir un identifiant attribué automatiquement.
- **Bouton Modifier** : Pour modifier votre ID d'avatar actuel, utilisez le bouton « Modifier » pour ajuster.
- **Sélection de la langue** : choisissez parmi différentes langues pour personnaliser votre expérience dans le laboratoire en fonction de votre préférence linguistique.



Chaque fonctionnalité est conçue pour optimiser votre entrée dans le laboratoire virtuel, garantissant un démarrage sur mesure et en douceur de votre exploration scientifique dans Proteus Labs.

15 Sélection de votre catégorie d'intérêt

Après la configuration initiale dans le menu Démarrer, vous arriverez au hub principal de Proteus Labs où vous pourrez sélectionner la catégorie spécifique qui correspond à vos intérêts ou à vos besoins d'étude. Nos catégories sont organisées pour vous aider à trouver l'activité parfaite ou à expérimenter en toute simplicité :

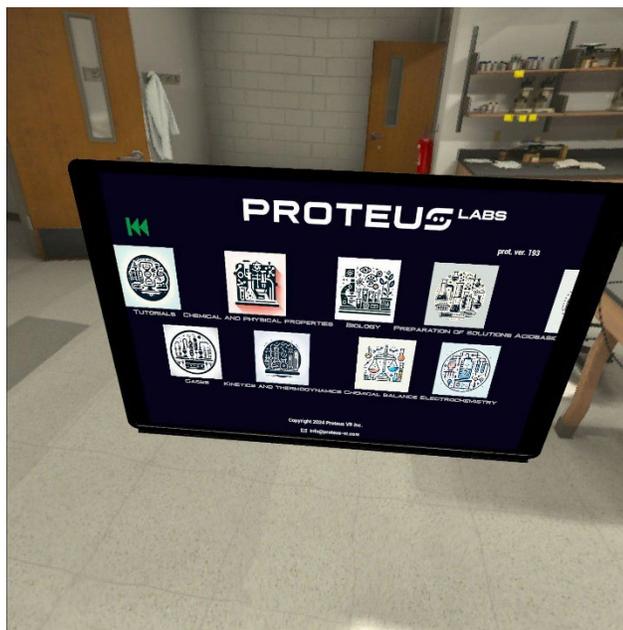
Pour choisir une catégorie dans Proteus Labs :

Contrôleurs:

Dirigez votre manette vers le couvercle de la catégorie souhaitée affiché à l'écran. Un simple clic le sélectionnera.

Suivi des mains :

Il suffit de tendre la main et de toucher la couverture représentant la catégorie de votre choix. Ce contact direct confirmera votre sélection et vous mènera aux activités et simulations respectives.

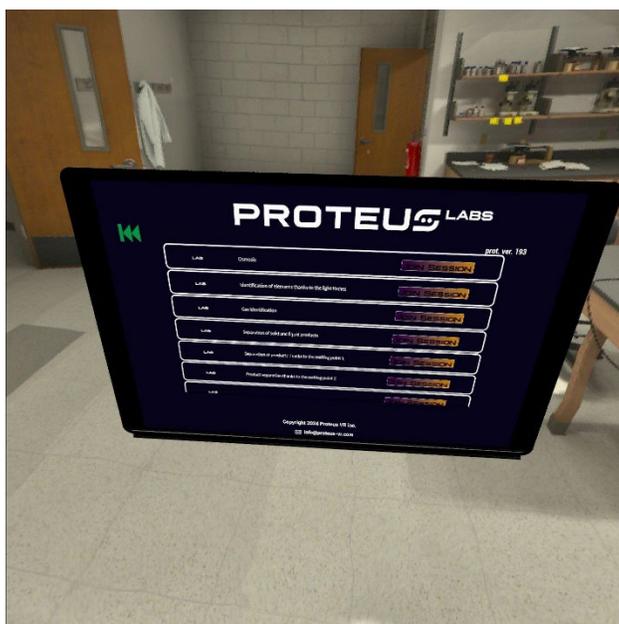


16 S'engager dans les activités

Une fois que vous avez sélectionné une catégorie, une liste d'activités s'affiche. Voici comment participer à une activité :

Recherchez l'option « Rejoindre la session » à côté de l'activité qui vous intéresse. Un simple clic sur « Rejoindre la session » vous inscrira à l'activité, prêt à commencer votre expérience de laboratoire virtuel.

La sélection d'une activité est conçue pour être aussi simple que possible, ce qui vous permet de plonger au cœur de Proteus Labs sans aucune complexité inutile.



17 À l'intérieur du labo : Naviguer dans vos activités

Proteus Labs est conçu pour offrir une expérience cohérente et intuitive dans toutes nos activités de laboratoire virtuel. Voici à quoi vous attendre lorsque vous commencez une activité :

- ***Espace de laboratoire prêt à l'emploi :***
Chaque activité commence dans un espace de laboratoire entièrement équipé, avec tout l'équipement essentiel dont vous aurez besoin pour mener vos expériences.
- ***Sélection de l'instrument :***
Bien que les outils nécessaires soient fournis, des instruments supplémentaires sont à votre disposition. Cette fonctionnalité est destinée à encourager l'exploration et la prise de décision, reflétant l'expérience d'un environnement de laboratoire réel.
- ***Mises à jour futures :***
Nous améliorons continuellement notre plateforme. Dans les prochaines mises à jour, nous prévoyons de vous offrir la possibilité de préparer et de personnaliser la configuration de votre matériel avant de commencer une activité, améliorant ainsi encore l'expérience d'apprentissage.

En simulant un environnement de laboratoire réaliste, Proteus Labs vise à donner aux étudiants les moyens d'apprendre à la fois par l'enseignement guidé et la pratique exploratoire.

18 Utilisation de la tablette dans les activités de laboratoire

Au sein de chaque activité de laboratoire virtuel de Proteus Labs, une tablette numérique est fournie comme outil essentiel à votre exploration scientifique. Cette tablette interactive vous permet d'accéder à une multitude de ressources et de fonctionnalités conçues pour enrichir votre expérience d'apprentissage :

- ***Accès au protocole :***
Des instructions détaillées étape par étape pour chaque expérience sont facilement disponibles sur la tablette, vous guidant tout au long du processus.
- ***Visualisation des résultats :***
Affichez les résultats de vos expériences sous forme de tableaux et de graphiques, ce qui permet une analyse complète des données.
- ***Journal du laboratoire :***
Gardez une trace de vos observations, notes et conclusions dans la fonction de journal numérique, rationalisant la documentation et la réflexion.
- ***Menu des options :***
Personnalisez votre expérience de laboratoire et accédez à des paramètres supplémentaires via le menu des options de la tablette.

La tablette est conçue pour être intuitive et conviviale, ce qui vous permet d'avoir toutes les informations et tous les outils nécessaires à portée de main lorsque vous naviguez dans chaque activité de laboratoire.

19 Guide de protocole sur la tablette

Chaque activité de laboratoire dans Proteus Labs est livrée avec un protocole qui est préchargé sur la tablette numérique que vous trouverez dans votre espace de travail virtuel. Ce protocole vous sert de guide complet, offrant des instructions étape par étape pour vous assurer que vous pouvez naviguer en toute confiance à travers les expériences. Voici ce que vous devez savoir :

- ***Protocole préchargé :***
Lorsque vous commencez une activité, le protocole prêt sur votre tablette fournit des instructions détaillées pour mener l'expérience, vous assurant ainsi un accès immédiat aux conseils nécessaires.
- ***Protocole fixe :***
Le protocole de chaque activité est fixe et ne peut pas être modifié à partir de la tablette. Ce choix de conception garantit le maintien de l'intégrité du contenu éducatif, offrant une expérience d'apprentissage cohérente dans toutes les activités de laboratoire.

La fonction de protocole est adaptée pour soutenir votre parcours d'apprentissage, en offrant des instructions claires et accessibles qui s'alignent sur les objectifs éducatifs de chaque activité de laboratoire.

20 Comprendre la fonction de journal

Le journal fait partie intégrante de la tablette numérique fournie dans chaque activité de laboratoire au sein de Proteus Labs. Il enregistre méticuleusement chaque action effectuée par l'utilisateur, offrant un aperçu complet de :

- ***Actions de l'utilisateur :***
Chaque sélection, ajustement et entrée effectuée au cours de l'activité de laboratoire est capturée en temps réel, fournissant un compte rendu détaillé de votre processus expérimental.
- ***Outil d'apprentissage réflexif :***
Cette fonctionnalité sert de puissant outil d'apprentissage réflexif, permettant aux utilisateurs de revoir leurs actions, de comprendre les résultats et d'identifier les domaines à améliorer ou à explorer davantage.

Le journal est conçu pour améliorer l'expérience d'apprentissage en fournissant des informations tangibles sur votre interaction au sein du laboratoire virtuel, en veillant à ce que chaque étape de votre enquête scientifique soit documentée à des fins d'examen et d'analyse.

21 Enregistrement détaillé des résultats dans les laboratoires Proteus

Proteus Labs va au-delà de la documentation traditionnelle avec le journal de laboratoire en segmentant et en détaillant les résultats dans trois sections spécialisées. Cette approche structurée permet une analyse ciblée et une compréhension de variables expérimentales spécifiques. Les sections sont les suivantes :

21.1 Graphique 1 : Température en fonction du temps

- **Description** : ce graphique suit la relation entre la température et le temps pendant votre expérience.
- **Exigence** : Pour un enregistrement précis dans cette section, un thermomètre doit être présent dans la solution. Cela garantit que les données de température sont capturées de manière fiable au fur et à mesure de la progression de votre expérience.

21.2 Graphique 2 : Volume de gaz en fonction du temps

- **Description** : Analysez l'évolution du volume de gaz au fil du temps dans les conditions de votre expérience.
- **Exigence** : **Les** résultats de cette section dépendent de la mise en place d'un montage complet de burette. Cette configuration est cruciale pour la mesure précise des changements de volume de gaz.

21.3 Graphique 3 : Volume en fonction de la pression et 1/Volume en fonction de la pression

- **Description** : Explorez la corrélation entre le volume et la pression dans votre configuration expérimentale.
- **Exigence** : **Les** données de ce graphique proviennent de l'utilisation de l'appareil de Boyle, un outil essentiel pour les expériences portant sur les principes de pression et de volume.

Chacune de ces sections est conçue pour fournir une vue complète de vos résultats expérimentaux, en mettant l'accent sur l'importance d'une configuration et d'une instrumentation appropriées. En catégorisant les résultats de cette manière, Proteus Labs garantit une compréhension riche, basée sur les données, des principes scientifiques en jeu.

22 Exploration du menu des options dans Proteus Labs

Le menu des options de Proteus Labs est conçu pour améliorer votre expérience de laboratoire en vous fournissant une suite d'outils et de ressources à portée de main. Voici un aperçu des fonctionnalités disponibles :

Tableau périodique:

Engagez-vous dans un tableau périodique interactif en pointant et en cliquant sur n'importe quel élément à l'aide du pointeur laser. Chaque élément affiche des détails complets sur ses caractéristiques, enrichissant ainsi votre compréhension et vos capacités de référence lors des expériences.

Envoyer les résultats :

Partage des résultats : Partagez facilement les résultats de vos expériences par e-mail ou directement dans le dossier de votre système de gestion de l'apprentissage (LMS) en sélectionnant l'option « Envoyer les résultats ».

Réinitialiser l'atelier :

D'un simple clic, vous pouvez réinitialiser l'ensemble du labo à son état d'origine. Cette fonctionnalité est inestimable pour démarrer une nouvelle expérience à partir de zéro ou libérer l'espace de travail pour une autre activité.

Menu de connexion :

Revenez au menu principal à tout moment en sélectionnant cette option. Veuillez noter que quitter la session mettra fin à votre activité en cours, alors assurez-vous d'avoir enregistré toutes les données nécessaires ou terminé vos tâches avant de quitter.

Ces options sont intégrées à Proteus Labs pour prendre en charge un environnement d'apprentissage transparent, efficace et interactif, ce qui vous permet de vous concentrer sur l'exploration et la découverte sans limitations.

23 Comprendre les contraintes d'activité dans Proteus Labs

Proteus Labs offre un environnement de laboratoire virtuel dynamique et attrayant, conçu pour maximiser l'apprentissage grâce à des expériences interactives. Cependant, pour garantir des performances optimales sur tous les appareils, certaines limitations ont été mises en œuvre. Il s'agit notamment de :

23.1 Mécanisme « Le sol est de la lave » :

Dans notre environnement virtuel immersif, la fonction « Floor is Lava » est toujours active. Cette fonction à la fois ludique et pratique garantit que tout objet tombé ou tombant au sol retournera automatiquement à son emplacement d'origine.

Ce mécanisme permet d'éviter la perte d'éléments essentiels et de maintenir la continuité de vos expériences.

23.2 Objets inanimés :

Bien que Proteus Labs fournisse une variété d'objets animés nécessaires à la réalisation d'expériences, tous les objets du laboratoire virtuel ne sont pas interactifs. Cette décision est prise pour s'adapter aux capacités de traitement des appareils mobiles, garantissant une expérience fluide et accessible pour tous les utilisateurs.

Interactivité sélective :

Il est important de noter que certains objets, bien qu'ils ne soient pas interactifs dans certaines activités, peuvent devenir interactifs dans d'autres. Cette variabilité ajoute de la profondeur à l'expérience d'apprentissage, encourageant l'exploration et l'adaptabilité.

Disponibilité et limites :

Pour plus d'informations sur les objets disponibles pour l'interaction et leurs limitations respectives, reportez-vous à l'annexe 2 de ce guide.

En comprenant ces contraintes, les utilisateurs peuvent naviguer plus efficacement dans le laboratoire virtuel, en se concentrant sur les éléments interactifs qui sont au cœur de l'expérience d'apprentissage offerte par Proteus Labs.

24 Annexe 1 : Instruments et conteneurs

Cette annexe fournit des instructions détaillées et des limitations pour l'utilisation de divers instruments et conteneurs dans l'environnement de laboratoire virtuel de Proteus Labs.

24.1 Balance

Comment interagir : Placez le produit sur la balance. Seuls les boutons de tare gauche/droite sont actifs.

Limites : Poids maximum de 320,0 g avec une précision de 0,1 g.

24.2 Poids du papier

Utilisation : Peut contenir des rubans et des poudres.

Limites : Poids maximum de 10,00 g.

24.3 Minuteur

Fonctionnalité : Démarre toutes les réactions prêtes à l'activation. L'arrêt de la minuterie n'arrête pas les réactions.

Réactions suivies : endothermique/exothermique, production de gaz.

24.4 Spatules, pinces à épiler et pinces à glace

Fonctionnalité:

Spatule : Ramasse les poudres, les rubans et les glaçons.

Pince à épiler : Ramasse les rubans et les glaçons.

Pinces à glace : Exclusivement pour les glaçons.

Limites : Les spatules et les pinces à épiler ont des limites de poids pour ramasser des articles, variant selon le matériau (gris pâle : 0,3 g, cuivre : 0,2 g, gris foncé : 0,1 g ; Pince à épiler : 0,1 g pour les rubans).

24.5 Thermomètres

Utilisation : Mesurez la température en la plaçant dans une solution. Peut être attaché à des conteneurs.

Limites:

Numérique : Max 150°C, Min -50°C.

Analogique : Max 115°C, Min -20°C.

24.6 Ph-mètre

Fonctionnalité : Mesure le pH lorsqu'il est placé dans une solution. Utilisez le bouton d'action spécial pour prendre une mesure.

Limites : pH de 0 à 14.

24.7 Calorimètre

Usage:

Bouton vert : Active l'agitateur magnétique pour des résultats constants.

Bouton avant : Pour nettoyer/vider le contenu.

Limites : Volume maximum de solution de 500 ml.

24.8 Cylindres gradués / Bêchers / Erlenmeyers

Fonctionnalité : À utiliser pour des mesures de volume précises et la capture de la production de gaz. Accepte les capuchons et les capuchons percés.

Tailles et utilisations :

Cylindres : 10/70/250 ml ; Utilisez le ménisque pour la précision du volume.

Bêchers : 250/500mL pour un usage général.

Erlenmeyer Flask : Pour le montage de burettes et la capture de gaz.

Tubes à essai

Utilisation : Utilisation générale, accepte les capuchons et les capuchons troués.

Limites : Volume maximum de liquide de 50 ml.

24.9 Pipette et compte-gouttes

Utilisation : Remplissez et distribuez le liquide à l'aide de la gâchette ou du bouton de la manette. La pipette distribue 5 ml ; Le compte-gouttes distribue 0,05 ml par utilisation.

Limites : Pipette volume max 5mL ; Compte-gouttes volume max 1mL (20 gouttes).

24.10 Burette

Utilisation : Remplissez et immergez dans un liquide pour des expériences de rétention d'eau. Utilisez la gâchette ou le bouton du pouce pour l'opération.

Exigence spécifique : Doit être immergé dans au moins 400 ml de liquide.

Plaque chauffante et agitateur magnétique

Fonctionnalité:

Bouton bleu : Active l'agitateur magnétique.

Bouton rouge : Contrôle l'alimentation de la plaque de cuisson.

Limites : Chauffe les liquides à base d'eau jusqu'à 100°C.

L'appareil de Boyle

Utilisation : Pour les expériences de pression. Suivez les étapes pour fixer la pompe à air, ouvrir le robinet et commencer les lectures.

Limites : Pression atmosphérique maximale 700 kPa.

24.11 Agitation / Agitation des liquides

Procédure : Utilisez un agitateur en verre ou des récipients bouchonnés pour les réactions.

Remarque : Les tubes à essai et les erlenmeyers nécessitent des bouchons avant d'être secoués.

24.12 Protection de laboratoire

Utilisation : Des gants, des lunettes de protection et une blouse de laboratoire peuvent être portés en les saisissant. Le retrait se fait en touchant le tampon ou le cintre.

Cette annexe vise à fournir aux utilisateurs une compréhension complète des outils à leur disposition dans le laboratoire virtuel, garantissant ainsi un environnement d'apprentissage productif et sûr.

25 Quelques faits sur Proteus Labs !

- L'appareil chimique « ProteusEngine » fonctionne normalement 1 fois/s, mais 10 fois/s lors du mélange de liquides.
- Cette machine est composée d'une cinquantaine d'algorithmes qui régulent simultanément les différentes réactions chimiques.
- Chaque mélange de solides, de liquides ou de gaz a une quantité (en moles), une énergie (en joules) et 25 propriétés physiques et chimiques.
- Ainsi, il est toujours possible de mesurer à tout moment des propriétés, telles que la température, le pH, l'apparence, la conductivité, etc.
- Les températures des expériences varient entre -10 et 150 v C.
- L'équilibre chimique des solutions est régulé par la constante de produit de solubilité (Kps) et la loi d'équilibre (Kc), de sorte que l'équilibre est influencé par la concentration des réactifs et des produits. La loi de Hess est prise en compte, ainsi que la surface de contact.
- L'influence de la température sur l'équilibre chimique est régulée par l'équation d'Arrhenius.
- La relation entre la pression, le volume, la concentration molaire et la température est régie par la loi des gaz parfaits.
- Les produits peuvent être transférés d'une phase à l'autre (liquide, solide, gazeux) en fonction de leur température et de leur pression, en tenant compte des chaleurs latentes de fusion et de vaporisation.
- La stœchiométrie des réactions est respectée en tout temps.
- La plupart des expériences ont été refaites dans nos laboratoires, il a donc été possible de corriger certains protocoles.
- Les observations microscopiques ont été faites dans nos laboratoires, avec des spécimens prélevés dans des lacs du Québec.
- La plupart des réactions ont lieu en temps réel, mais certaines expériences sont accélérées pour pouvoir procéder à la mesure dans un délai raisonnable.
- L'ensemble des expériences utilise 121 produits différents.
- Le développement de l'application a duré 3 ans à une équipe de 4 personnes.
- Il s'agit d'une application unique au monde, la seule application scientifique en réalité augmentée.
- L'application a reçu de nombreux prix, dont le prix de l'innovation MEI (aujourd'hui IQ), le MegaGrant d'Epic Games, ainsi qu'une nomination à l'Oculus Launchpad.
- L'équipe de Proteus est appuyée par l'incubateur Centech Propulsion à Montréal.

- Une version spécialisée de Proteus Labs a été utilisée dans le projet de recherche ProtUdeS, dirigé par la professeure Fatima Bousadra, de la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université de Sherbrooke.



proteus-vr.com
Proteus VR Inc.
400 Montfort, C.P. 30
Montréal, QC, H3C4J9
info@proteus-vr.com