Chimie 3232

Programme d'études 2019

Éducation

Terre-Neuve Labrador

Énoncé de mission du ministère de l'Éducation et du Développement de la petite enfance

Le ministère de l'Éducation améliorera l'éducation de la petite enfance ainsi que le système de l'éducation de la maternelle à la 12e année afin d'améliorer les perspectives d'avenir des gens de Terre-Neuve-et-Labrador.

Table des matières

Remerciements v

Section 1 : La programmation scolaire de Terre-Neuve-et-Labrador
- Éducation basée sur les résultats d'apprentissage 1
- Contextes d'apprentissage et d'enseignement 4
  - Inclusion scolaire 4
  - Littératie et alphabétisation 10
  - Aptitudes à l'apprentissage pour la nouvelle génération 12
- Évaluation 15

Section 2 : Élaboration du programme
- Fondement 19
- Cadre des résultats d'apprentissage 20
- Survol du cours 23
- Échéancier suggéré 23
- Présentation du programme en quatre colonnes 24
- Présentation du survol du volet 26

Section 3 : Résultats d'apprentissage spécifiques
- Module i : Les habiletés intégrées 27
- Module 1 : De la cinétique à l'équilibre 83
- Module 2 : Les acides et les bases 129
- Module 3 : La thermochimie 173
- Module 4 : L'électrochimie 211

Annexes 251

Références 257

Remerciements

Ce document est une traduction et une adaptation du document *Chemistry 3232 Curriculum Guide (2018).*

Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve-et-Labrador tient à remercier les enseignants et conseillers pédagogiques qui ont contribué à l'élaboration de ce programme d'études. Veuillez consulter la version anglaise de ce guide pour une liste complète.

Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve-et-Labrador aimerait aussi remercier le Bureau des services en français qui a coordonné les services de traduction ainsi que le Programme des langues officielles en éducation du Patrimoine canadien qui a fourni de l'aide financière à la réalisation de ce projet.

À NOTER : Dans le présent document le masculin est utilisé à titre épicène.

Section 1 : La programmation scolaire de Terre-Neuve-et-Labrador

Introduction

De multiples facteurs ont une incidence sur l'éducation, dont les avancées technologiques, l'accent mis sur l'imputabilité, et la mondialisation. De tels facteurs mettent en relief le besoin de planifier avec soin l'éducation que l'élève reçoit.

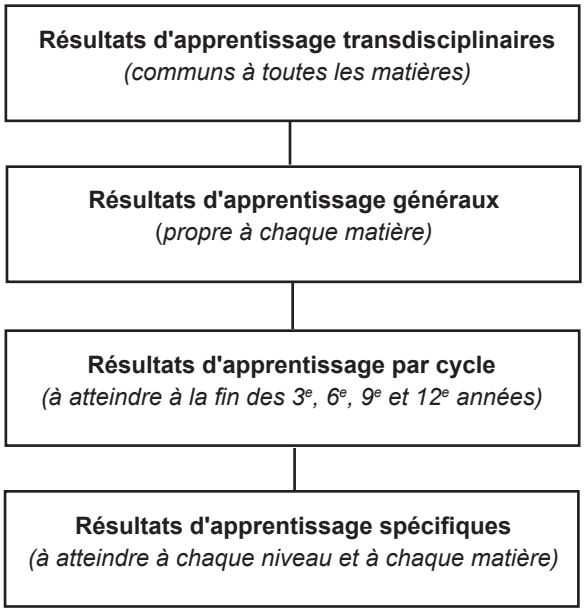
Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve-et-Labrador croit qu'un programme d'études conçu avec les caractéristiques suivantes aidera l'enseignant à satisfaire les besoins de l'élève qui suit la programmation prescrite :

Le programme d'études doit énoncer clairement ce que l'élève doit savoir et doit être capable de faire à la fin de ses études secondaires;

Il doit y avoir une évaluation systématique du rendement de l'élève en regard des résultats d'apprentissage.

Éducation basée sur les résultats d'apprentissage

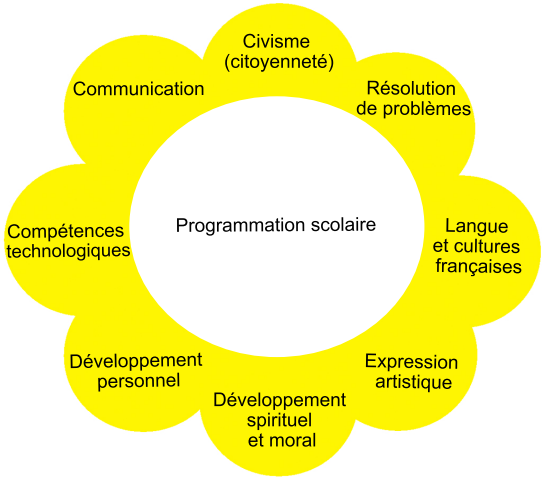
À Terre-Neuve-et-Labrador, la programmation de la maternelle à la 12e année est organisée par résultats d'apprentissage et fondée sur les *Résultats d'apprentissage transdisciplinaires de l'élève au Canada atlantique (1997)*. Ce document définit les résultats d'apprentissage transdisciplinaires (RAT), les résultats d'apprentissage généraux (RAG), les résultats d'apprentissage par cycle (RAC) et les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS).



Résultats d'apprentissage transdisciplinaires

Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires (RAT) apportent une vision pour la formulation d'un programme cohérent et pertinent. Les RAT sont des énoncés qui offrent des buts clairs et un fondement solide pour la conception des programmes d'études. Les résultats d'apprentissage spécifiques, les résultats d'apprentissage par cycle et les résultats d'apprentissage généraux appuient les RAT.

Les RAT décrivent les connaissances, les compétences et les attitudes de tous les finissants du secondaire. L'atteinte des RAT prépare l'élève à continuer à aprendre pendant toute sa vie. Les attentes décrites dans les RAT touchent l'acquisition de connaissances, de compétences et d'attitudes dans le cadre de la programmation scolaire de la maternelle à la 12e année, plutôt que la maîtrise de matières particulières. Ils confirment que l'élève doit pouvoir établir des rapports et acquérir des capacités dans les diverses matières s'il doit répondre aux demandes changeantes et constantes de la vie, du travail et des études.



***Civisme (citoyenneté)* –** Les finissants seront en mesure d'apprécier, dans un contexte local et mondial, l'interdépendance sociale, culturelle, économique et environnementale.

***Communication* –** Les finissants seront capables de comprendre, de parler, de lire et d'écrire une langue (ou plus d'une), d'utiliser des concepts et des symboles mathématiques et scientifiques afin de penser logiquement, d'apprendre et de communiquer efficacement.

***Compétences technologiques* –** Les finissants seront en mesure d'utiliser diverses technologies, de faire preuve d'une compréhension des applications technologiques et d'appliquer les technologies appropriées à la résolution de problèmes.

***Développement personnel* –** Les finissants seront en mesure de poursuivre leur apprentissage et de mener une vie active et saine.

***Développement spirituel et moral* –** Les finissants sauront comprendre et apprécier le rôle des systèmes de croyances dans le façonnement des valeurs morales et du sens éthique.

***Expression artistique* –** Les finissants seront en mesure de porter un jugement critique sur diverses formes d'art et de s'exprimer par les arts.

***Langue et culture françaises* –** (*Note : Ce résultat ne s'applique qu'aux élèves du programme de Français langue première)* Les finissants seront conscients de l'importance et de la particularité de la contribution des Acadiens et des francophones à la société canadienne. Ils reconnaîtront leur langue et leur culture comme

base de leur identité et de leur appartenance à une société dynamique, productive et démocratique dans le respect des valeurs culturelles des autres.

Résolution de problèmes – Les finissants seront capables d'utiliser les stratégies et les méthodes nécessaires à la résolution de problèmes, y compris les stratégies et les méthodes faisant appel à des concepts reliés à la langue, aux mathématiques et aux sciences.

Résultats d'apprentissage

Les résultats d'apprentissage sont des énoncés qui décrivent ce que l'élève devrait savoir et ce qu'il devrait être capable de faire dans chaque matière. Les résultats d'apprentissage tiennent compte des connaissances, des compétences et des attitudes.

Dans les programmes d'études, il y a les résultats d'apprentissage généraux, les résultats d'apprentissage par cycle selon le cas et les résultats d'apprentissage spécifiques.

Résultats d'apprentissage généraux (RAG)

Les RAG sont des repères ou des cadres conceptuels qui guident les études dans une matière donnée. Chaque programme d'études a une série de RAG énonçant les savoirs, les compétences et les attitudes que doivent maîtriser l'élève au terme de ses expériences d'apprentissage cumulatives.

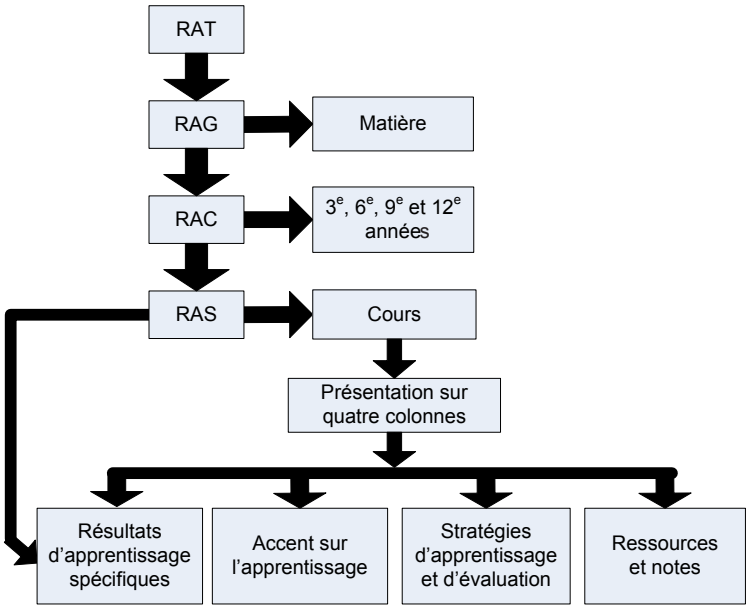
Résultats d'apprentissage par cycle (RAC)

Les résultats d'apprentissage par cycle (RAC) résument les attentes à l'endroit de l'élève au terme de chacun des quatre grands cycles (3e, 6e, 9e et 12e années).

Résultats d'apprentissage spécifiques (RAS)

Les RAS décrivent ce que l'élève devrait savoir et être capable de faire après ses expériences d'apprentissage dans un cours à un niveau particulier. *Les RAS de chaque programme d'études doivent être traités pendant la période d'études prescrite.*

Organisation des résultats d'apprentissage



Contextes d'apprentissage et d'enseignement

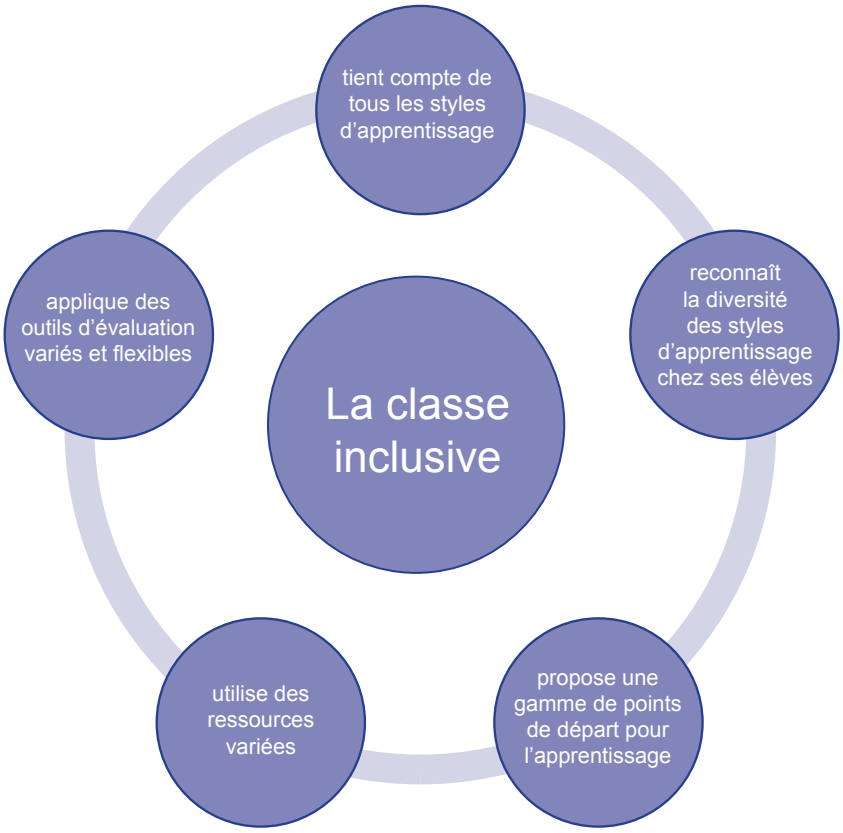
Le rôle de l'enseignant est d'aider l'élève à atteindre les résultats d'apprentissage. Dans un monde en évolution constante, cette responsabilité demeure la même. La programmation scolaire change avec le temps, de même que le contexte de l'apprentissage. L'inclusion scolaire, le modèle du transfert progressif des responsabilités, la littératie et l'alphabétisation dans la programmation scolaire et l'éducation au développement durable font partie de l'éducation à Terre-Neuve-et-Labrador.

Inclusion scolaire

Valorisation de l'équité et de la diversité

Tous les élèves ont besoin de voir leur vie et leurs expériences reflétées dans leur milieu scolaire. Il est important que le programme d'études reflète les expériences et les valeurs de tous les apprenants et que les ressources pédagogiques comprennent et reflètent les intérêts, les réalisations et les perspectives de tous les élèves. Une classe inclusive valorise les expériences, les capacités et les antécédents sociaux et ethnoculturels de tous les élèves, tout en créant des occasions d'instaurer une conscience communautaire. L'élaboration de politiques et de pratiques basées sur une philosophie inclusive favorise le respect d'autrui, des interdépendances positives et des perspectives variées. Les ressources d'apprentissage doivent inclure une gamme de matériaux qui permet à l'élève d'envisager différents points de vue et de célébrer la diversité de la communauté scolaire.

Les écoles inclusives qui fonctionnent bien ont ces caractéristiques : un milieu favorable, des relations positives, une atmosphère de confiance et des occasions de participer. (Centre for Inclusive Education, University of Western Ontario, 2009)



L'enseignement différencié

La différenciation n'est […] pas un ensemble de stratégies particulières, mais une façon de voir l'enseignement et l'apprentissage. Elle propose un cadre pour planifier et donner l'enseignement. Bien qu'un modèle de différenciation convaincant comporte des outils et des stratégies pédagogiques qui facilitent la prise en compte des besoins variés des apprenants, il recommande aussi aux enseignants d'utiliser des approches qui fonctionnent auprès de leurs élèves actuels et selon leur programme d'études particulier, mais qui tiennent aussi compte de leurs forces et de leurs prédispositions en tant que professionnels. – Comprendre le cerveau pour mieux différencier pg.9, (2013), Carol Ann Tomlinson et David A. Sousa

La programmation scolaire est conçue et mise en œuvre afin de fournir à l'élève des occasions d'apprentissage axées sur ses habiletés, ses besoins et ses intérêts. L'enseignant doit être conscient et réceptif aux divers types d'apprenants de sa classe. L'enseignement différencié est un outil qui permet de répondre efficacement à cette diversité.

L'enseignement différencié répond à la diversité des niveaux de préparation, des habiletés et des profils d'apprentissage de l'élève. L'enseignement différencié fonctionne grâce à une planification active, au processus choisi, à l'usage fait des ressources et au produit que crée l'élève. Cet ensemble correspond à ce que l'enseignant connait de l'apprenant. Les milieux d'apprentissage doivent avoir une certaine flexibilité afin de composer avec les styles d'apprentissage de l'élève. Les enseignants prennent régulièrement des décisions sur les stratégies pédagogiques et sur la structuration des activités d'apprentissage afin de fournir à tous les élèves un milieu sécuritaire qui appuie l'apprentissage et la réussite.

Planifier la différenciation

Créer une salle de classe dynamique

- Gérer les routines et l'organisation de la classe
- Proposer des situations de communication authentiques et pertinentes
- Offrir des expériences réalistes et motivantes dans la salle de classe

Tenir compte des particularités des élèves

- Permettre aux élèves différentes façons de montrer ce qu'ils ont appris
- Amener l'élève à travailler de façon autonome par moyen de la responsabilisation graduelle
- Donner à l'élève l'occasion de s'approprier les buts d'apprentissage

Varier les stratégies d'enseignement

- Permettre aux élèves de construire un sens de façon collaborative dans une communauté d'apprentissage positive
- Donner aux élèves des occasions de créer des liens essentiels avec des textes

Différencier le contenu

Pour différencier le contenu, l'enseignant doit évaluer l'élève au départ pour identifier s'il a besoin d'instruction préalable ou s'il maîtrise déjà le concept et peut donc appliquer les stratégies apprises à d'autres situations. Le contenu peut aussi être différencié en permettant à l'élève d'ajuster le rythme de son appropriation de la matière. Il se peut que l'élève ait besoin de plus de temps ou qu'il progresse à un rythme plus rapide, suscitant des possibilités d'enrichissement ou d'étude plus approfondie d'un sujet particulier qui l'intéresse.

L'enseignant devrait considérer les exemples suivants de contenu différencié :

- Rencontrer de petits groupes pour réenseigner un concept ou une habileté, ou pour approfondir la réflexion ou des habiletés;
- Présenter des concepts par des moyens sonores, visuels et tactiles;
- Utiliser des documents à lire comme des romans, des sites Web et d'autres textes de référence de degrés de complexité variés.

Différencier le processus

La différenciation du processus propose une gamme d'activités et de stratégies qui offre à l'élève des méthodes appropriées d'exploration et de compréhension de concepts. Un enseignant peut donner la même tâche à tous les élèves (p. ex., faire un exposé), mais ils peuvent avoir recours à des processus différents pour réaliser la tâche. Certains élèves peuvent travailler en équipes, et d'autres échangeront seuls avec l'enseignant. Les mêmes critères peuvent servir à évaluer tous les élèves.

L'enseignant doit être flexible et regrouper les élèves selon les besoins (l'enseignement en groupe classe, en sous-groupe ou l'enseignement à des individus). Il peut les regrouper selon leurs styles d'apprentissage, leurs niveaux de préparation, leurs domaines d'intérêt et les exigences du contenu ou de la tâche à l'étude. Ces groupes doivent être formés à des fins spécifiques, être souples sur le plan de la composition et de courte durée.

L'enseignant devrait considérer les exemples suivants de différenciation du processus :

- Offrir des activités pratiques à l'élève;
- Proposer des activités et des ressources qui encouragent l'élève à explorer plus à fond un sujet personnel;
- Se servir d'activités qui ont les mêmes résultats d'apprentissage pour tous les apprenants, mais y appliquer différents niveaux de soutien, de difficulté ou de complexité.

Différencier le produit

La différenciation du produit permet à l'enseignant de varier la complexité de la tâche et le type de produit que l'élève doit créer pour démontrer l'atteinte des résultats d'apprentissage visés. L'enseignant propose à l'élève diverses occasions de démontrer ce qu'il a appris.

L'enseignant devrait donner à l'élève des choix quant au mode de démontrer ce qu'il a appris (p. ex., créer un exposé en ligne, rédiger une lettre ou peindre une murale). Ce choix est un moyen d'assurer l'engagement de l'élève dans ce qu'il entreprend et ce qu'il en apprend.

Différencier l'environnement

Le milieu d'apprentissage inclut les éléments suivants: l'atmosphère physique et affective; le niveau de bruit dans la classe; les types d'activités; et la disposition de la classe. Les classes peuvent avoir des bureaux de formes et de tailles diverses, des coins paisibles pour le travail autonome et des aires propices à la collaboration.

L'enseignant peut diviser la classe en sections, créer des centres d'apprentissage ou faire travailler l'élève seul ou en équipes. La structure doit permettre à l'élève de passer d'expériences d'apprentissage en groupe classe à d'autres en sous-groupes, en diades ou en autonomie, et favoriser l'apprentissage par divers processus. L'enseignant doit s'assurer que l'environnement de la classe appuie sa capacité d'interagir avec l'élève.

L'enseignant devrait considérer les exemples suivants de différenciation de l'environnement :

- Créer des routines qui permettent aux élèves de s'entraider lorsque l'enseignant ne peut s'en occuper immédiatement;
- Voir à ce qu'il y ait des coins dans la classe où l'élève peut travailler tranquille et sans distraction, ainsi que des aires qui favorisent la collaboration entre élèves;
- Fixer des directives claires pour adapter le travail autonome aux besoins individuels de chacun;
- Se servir de matériaux qui reflètent la diversité des antécédents, des intérêts et des capacités de l'élève.

Le milieu d'apprentissage physique doit être aménagé de manière à ce que chaque élève puisse accéder à l'information et développer de la confiance et des habiletés.

Répondre aux besoins des élèves ayant des besoins particuliers

Tous les élèves ont leurs propres besoins d'apprentissage. Ceci dit, certains ont des besoins particuliers (définis par le ministère de l'Éducation) qui ont un impact sur leur apprentissage. La plupart des élèves ayant des besoins particuliers suivent la programmation provinciale prescrite. Il y a plus de détails sur les besoins particuliers sur le site www.ed.gov.nl.ca/edu/k12/studentsupportservices/exceptionalities.html, disponible en anglais seulement.

Les soutiens à ces élèves peuvent inclure :

1. des accommodements
2. des cours prescrits modifiés
3. des cours alternatifs
4. des programmes alternatifs
5. un programme fonctionnel alternatif

Pour de plus amples renseignements, consulter le *Modèle de prestation de services aux élèves ayant des besoins particuliers* à l'adresse suivante www.cdli.ca/sdm/.

Pour choisir et élaborer des stratégies qui ciblent des besoins d'apprentissage spécifiques, les chargés de classe devraient collaborer avec les enseignants en adaptation scolaire.

Répondre aux besoins des élèves à haut potentiel

(cette catégorie comprend les élèves doués et talentueux)

Certains élèves commencent un cours ou une matière avec beaucoup d'expérience et de connaissances antérieures. Ils peuvent avoir maîtrisé une bonne partie du matériel avant qu'il soit présenté en classe, ou l'assimiler beaucoup plus vite que leurs camarades de classe. Chaque élève doit marquer un progrès par rapport à son point de départ. L'enseignement différencié offre des éléments utiles pour répondre aux besoins de l'élève à haut potentiel.

L'enseignant peut :

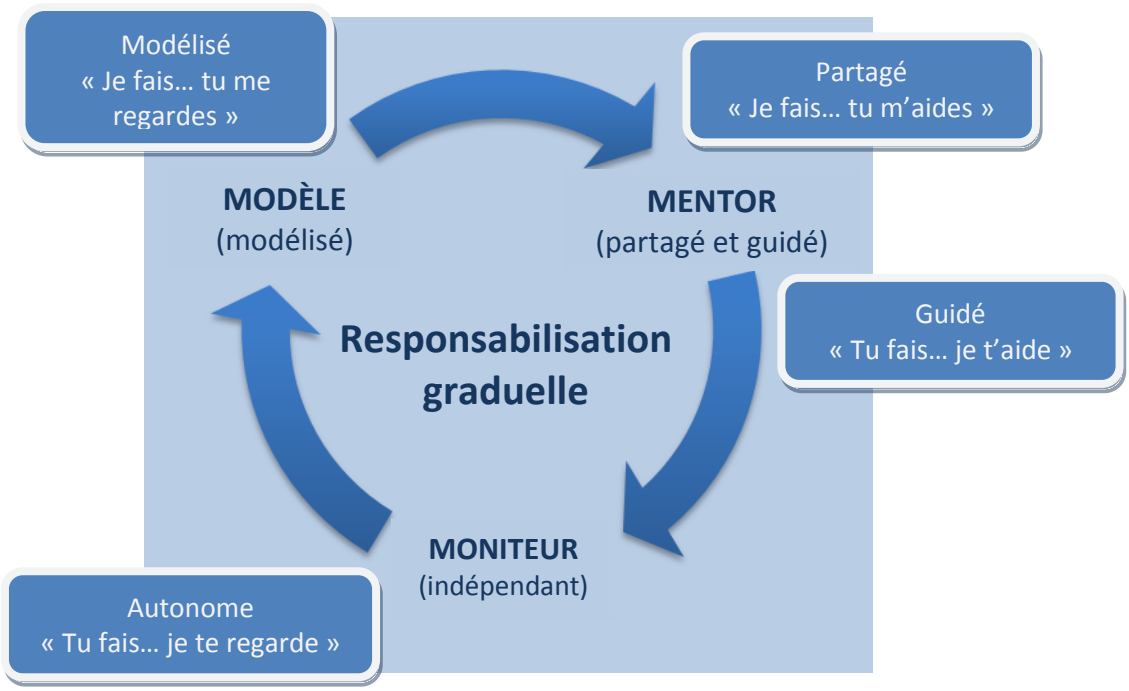
- donner l'étude autonome pour approfondir l'exploration d'un domaine d'intérêt particulier;
- recourir à la compression du programme d'études pour accélérer le rythme de couverture du contenu selon les capacités ou le niveau de connaissances antérieures de l'élève;
- regrouper les élèves aux capacités similaires pour leur permettre de travailler avec des pairs et relever la discussion et la réflexion, ou pour approfondir un sujet;
- échelonner l'enseignement pour approfondir un sujet ou pour établir des rapports entre divers domaines de savoir.

L'élève à haut potentiel doit avoir la possibilité de mener des recherches authentiques et de se familiariser avec les outils et les pratiques du champ d'études. L'authenticité des auditoires et des tâches est vitale pour ce type d'apprenant. Certains apprenants peuvent être très doués et avoir du talent dans un domaine particulier. Ces élèves peuvent aussi avoir besoin d'aide par le biais du *Modèle de prestation de services aux élèves ayant des besoins particuliers*.

La responsabilisation graduelle

L'enseignant doit déterminer quand l'élève est capable de travailler seul et quand il a besoin d'aide. Dans un milieu d'apprentissage efficace, l'enseignant choisit ses activités pédagogiques de manière à modéliser et à étayer une composition, une compréhension et une métacognition juste au-delà du niveau d'autonomie de l'élève. Avec l'approche de la responsabilisation graduelle l'élève passe d'un niveau intense d'aide de l'enseignant à un travail autonome. S'il a besoin d'aide, l'enseignant accroît le niveau de soutien. Ce processus vise à amener l'élève à adopter ses propres stratégies pour prendre le contrôle de son apprentissage, de même qu'à savoir comment, quand et pourquoi les utiliser pour appuyer son développement personnel. Les exercices encadrés favorisent l'indépendance de l'élève. Quand l'élève réussit, l'enseignant doit graduellement diminuer son soutien.

La responsabilisation graduelle



Littératie et alphabétisation

« L'alphabétisme est la capacité d'identifier, de comprendre, d'interpréter, de créer, de communiquer et de calculer en utilisant des matériels imprimés et écrits associés à des contextes variables. Il suppose une continuité de l'apprentissage pour permettre aux individus d'atteindre leurs objectifs, de développer leurs connaissances et leur potentiel et de participer pleinement à la vie de leur communauté et de la société tout entière. » Pour réussir, les élèves ont besoin d'un ensemble de compétences, de stratégies et de connaissances interdépendantes dans une multiplicité de littératies qui facilitent leur aptitude à participer à part entière dans divers rôles et contextes de leurs vies, de manière à explorer et à interpréter le monde et à communiquer du sens.

- La pluralité de l'alphabétisation et ses implications en termes de politiques et programmes, 2004

La littératie est

- un processus de réception d'informations et de compréhension de leur contenu;
  et
- la capacité de reconnaître, de comprendre, d'interpréter, de communiquer, de retenir et de créer des textes, des images et des sons.

L'acquisition de la littératie est un apprentissage de toute une vie qui débute à la naissance et qui suppose plusieurs concepts et notions complexes. La littératie ne se limite pas à la capacité de lire et d'écrire; désormais, l'imprimé n'est pas la seule norme. Elle comporte aussi la capacité d'apprendre à communiquer, à réfléchir, à explorer et à résoudre des problèmes. On utilise les compétences en littératie (sur papier, par ordinateur et en personne) pour une variété d'activités :

- Analyser d'un regard critique et résoudre des problèmes;
- Comprendre et communiquer du sens;
- Rédiger divers textes;
- Établir des rapports personnels et intertextuels;
- Participer aux activités socioculturelles de leur communauté;
- Se plaire à lire et à visualiser;
- Réagir personnellement.

Ces attentes sont décrites dans les programmes d'études des diverses matières, ainsi que dans le document *Cross Curricular Reading Tools* (2006) du *Council of Atlantic Ministers of Education and Training* (CAMET), disponible en anglais seulement.

Par la modélisation, le soutien et l'exercice, la pensée et la compréhension de l'élève s'approfondissent par son contact avec des documents intéressants et sa participation à des conversations dirigées.

La lecture et les matières

L'objet de la lecture dans le cadre des matières vise l'enseignement des stratégies pour comprendre les textes, stratégies profitables à tous les élèves qui acquièrent ainsi des compétences transférables à toutes les matières.

Dans son interaction avec différents textes, l'élève doit lire des mots, visionner et interpréter des éléments de textes et naviguer à travers de l'information, qui peut être présentée sur divers supports, notamment :

articles de revues	exposés	pièces de théâtre
balados	films	poèmes
bases de données en ligne	jeux vidéo	vidéoclips
blogues	livres	
chansons	messages publicitaires	
documentaires	pages Web	

L'élève doit pouvoir traiter et comprendre différents textes de divers niveaux de complexité.

Il y a trois niveaux de compréhension de textes :

- Indépendant (Fort) – L'élève est capable de lire, de percevoir et de comprendre des textes sans aide;
- Instructif (Adéquate) – L'élève est capable de lire, de percevoir et de comprendre la plupart des textes, mais a besoin d'aide pour bien comprendre certains textes;
- Limité (Difficile) – L'élève est incapable de lire ou de percevoir pour comprendre (p. ex., les textes dépassent sa capacité de lecture) (Fountas & Pinnell, 2009).

Dans sa classe, l'enseignant devra composer avec l'élève affichant tous les niveaux de lecture et devra recourir à l'enseignement différencié pour répondre à ses divers besoins. Ainsi, il pourra présenter des textes en version audio, associer des mouvements physiques à la synthèse de nouvelles informations avec des savoirs antérieurs ou créer des repères graphiques pour présenter visuellement de longs textes imprimés.

En abordant de l'information avec laquelle l'élève n'est pas familier, l'enseignant se doit de surveiller à quel degré l'élève réussit à se servir de stratégies pour lire et aborder des textes :

- Analyser l'information et y appliquer une réflexion critique;
- Déterminer l'importance de prioriser les éléments d'information;
- Se poser des questions avant, durant et après une activité liée à une tâche, un texte ou un problème;
- Inférer;
- Prédire;
- Résumer de l'information pour créer de nouveaux sens;
- Visualiser des idées et des concepts.

Aptitudes à l'apprentissage pour la nouvelle génération

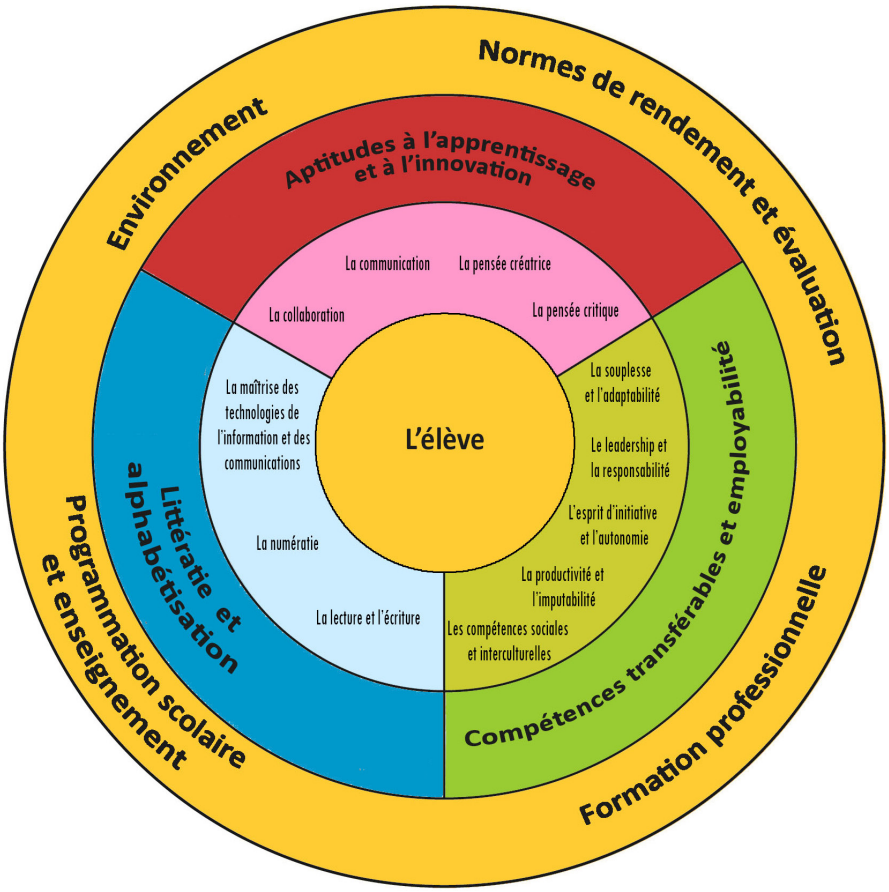
La génération Y est un groupe d'élèves qui n'ont jamais connu un monde sans ordinateurs, sans téléphones cellulaires et sans Internet. Ces élèves ont toujours connu cette technologie. Ils sont des enfants du numérique.

Pour réussir, l'élève a besoin de contenu et d'aptitudes. L'éducation aide à apprendre le contenu et à acquérir les aptitudes requises pour réussir à l'école et pour s'adapter à tous les contextes et à toutes les situations d'apprentissage. Des milieux et de la programmation efficaces mettent les apprenants au défi d'acquérir et d'appliquer des aptitudes clés dans les diverses matières et entre elles.

Les aptitudes à l'apprentissage pour la génération Y couvrent trois grands domaines :

- Les aptitudes à l'apprentissage et à l'innovation rendent les gens plus capables d'apprendre, de créer de nouvelles idées, de résoudre des problèmes et de collaborer;
- Les habiletés transférables et l'employabilité sont des habiletés qui touchent le leadership et les domaines interpersonnels et affectifs;
- La littératie et alphabétisation servent à développer la lecture, l'écriture et la numératie et servent à améliorer l'utilisation des technologies de l'information et des communications.

Le diagramme ci-dessous illustre les relations entre ces domaines. La programmation scolaire du 21e siècle a recours à des méthodes qui intègrent des stratégies innovatrices; à des technologies d'apprentissage modernes; et à des ressources et des contextes pertinents.



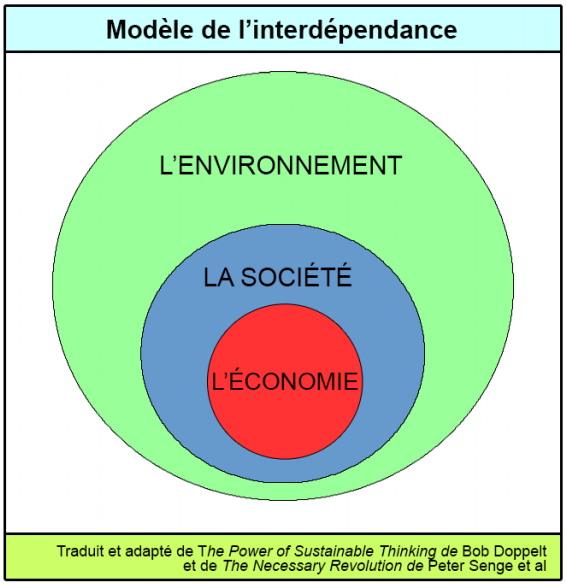
Pour qu'il acquière ces capacités et aptitudes dans les diverses matières de la programmation, il est important d'intégrer le soutien à l'élève dans les stratégies d'enseignement, d'apprentissage et d'évaluation. Il y a lieu de planifier des occasions d'appliquer ces capacités et aptitudes au moyen d'activités intéressantes et expérientielles qui favorisent le transfert progressif de responsabilité de l'enseignant à l'élève. Ainsi, des cours dans diverses matières peuvent s'inspirer des aptitudes à l'apprentissage de la génération Y en recourant à des questions ouvertes, des jeux de rôles, des démarches d'enquête, l'apprentissage autonome, la rotation des rôles et aux technologies de l'information.

L'ensemble de la programmation est responsable d'améliorer les capacités de l'élève dans ces trois domaines.

L'éducation au développement durable

Le développement durable est défini comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs » (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, Rapport Brundtland - Notre avenir à tous)

Le développement durable a trait à trois aspects intégralement liés, soit l'économie, la société et l'environnement.



Selon la conception de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO), l'objectif global de l'éducation au développement durable (EDD) est d'intégrer le savoir, les habiletés, les valeurs et la démarche propres au développement durable à tous les aspects de l'éducation et de l'apprentissage. Ainsi, les changements dans le comportement humain contribueront à créer un avenir davantage durable qui appuiera l'intégrité de l'environnement et la viabilité économique et qui se traduira par une société juste tant pour toutes les générations.

L'EDD ne consiste pas à enseigner ce qu'est le développement durable mais plutôt à enseigner en vue de favoriser le développement durable en aidant l'élève à acquérir les habiletés, les attitudes et les points de vue qui lui permettront de répondre à ses besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures de répondre à leurs besoins.

Le volet savoir d'EDD englobe des éléments qui vont de la compréhension des liens d'interdépendance entre les univers politique, économique, environnemental et social, au rôle de la science et de la technologie dans le développement des sociétés et à leur incidence sur l'environnement. Les habiletés requises sont, entre autres, la capacité d'évaluer les partialités, d'analyser les conséquences de ses choix, de poser les bonnes questions et de résoudre les problèmes. Les valeurs et les points de vue associés à l'EDD incluent une appréciation de l'interdépendance de toute forme de vie et de l'importance de la responsabilité et des actions individuelles. Ils incluent aussi une certaine compréhension des questions mondiales de même que des problèmes locaux dans un contexte mondial. L'élève doit être conscient du fait que chaque problème a un historique et que de nombreuses questions mondiales sont liées entre elles.

Évaluation

L'évaluation

L'évaluation est le processus de recueillir des informations sur l'apprentissage de l'élève.

La façon d'évaluer l'apprentissage et la façon d'en communiquer les résultats envoient des messages clairs à l'élève et au monde sur ce qui est valorisé.

On a recours à des outils d'évaluation pour recueillir les informations nécessaires à l'évaluation, qui aide l'enseignant à déterminer les points forts et les besoins de l'élève et à guider son enseignement futur.

L'enseignant est encouragé à faire preuve de souplesse en mesurant l'apprentissage de l'élève et à varier les façons pour l'élève de démontrer ses connaissances et ses capacités.

L'évaluation mesure les résultats obtenus par l'évaluation contre les normes de rendement pour permettre un jugement sur les réalisations de l'élève.

On peut avoir recours à l'évaluation à diverses fins :

1. l'évaluation *au service de* l'apprentissage guide et appuie l'enseignement;
2. l'évaluation *en tant qu*'apprentissage met l'accent sur ce que l'élève fait bien, sur ce qu'il trouve difficile, sur la nature de ses difficultés et sur les solutions utiles;
3. l'évaluation *de* l'apprentissage se prononce sur le rendement de l'élève en regard des résultats d'apprentissage.

1. L'évaluation formative L'évaluation au service de l'apprentissage

L'évaluation *au service de* l'apprentissage suppose des évaluations interactives fréquentes de ce que l'élève apprend. Ainsi, l'enseignant peut cerner les besoins de l'élève et ajuster son enseignement. Ce n'est pas les scores ou les notes qui sont importants dans l'évaluation *au service de* l'apprentissage. Il s'agit d'un processus continu d'enseignement et d'apprentissage :

- les évaluations préalables renseignent l'enseignant sur ce que l'élève sait et peut faire;
- l'auto-évaluation amène chaque élève à se fixer des buts d'apprentissage personnel;
- l'évaluation *au service de* l'apprentissage fournit à l'élève et aux parents/tuteurs une rétroaction descriptive et spécifique sur le prochain stade d'apprentissage;
- la collecte de données durant le processus d'apprentissage, au moyen d'une gamme d'outils, permet à l'enseignant d'apprendre autant que possible sur les savoirs et les capacités de l'élève.

2. L'évaluation formative L'évaluation en tant qu'apprentissage

L'évaluation *en tant qu*'apprentissage suppose que l'élève réfléchisse à son apprentissage et surveille ses progrès. Elle met l'accent sur le rôle de l'élève pour acquérir et appuyer la métacognition et augmente l'engagement de l'élève à son propre apprentissage. L'élève peut :

- analyser son apprentissage en regard des résultats d'apprentissage visés;
- s'auto-évaluer et comprendre comment améliorer son rendement;
- considérer comment il peut continuer à améliorer son apprentissage;
- utiliser l'information recueillie pour adapter ses processus d'apprentissage et acquérir de nouvelles compréhensions.

3. L'évaluation sommative L'évaluation de l'apprentissage

L'évaluation *de* l'apprentissage comporte des stratégies qui permettent de vérifier ce que l'élève sait déjà en ce qui concerne les résultats d'apprentissage. Elle aide l'enseignant à vérifier la maîtrise d'une matière de la part de l'élève et de prendre des décisions sur ses prochains besoins en matière d'apprentissage. Cette évaluation se fait au terme d'une expérience d'apprentissage et contribue directement aux résultats déclarés. Dans le passé, l'enseignant comptait sur ce type d'évaluation pour se prononcer sur le rendement de l'élève en mesurant son apprentissage après coup et en le signalant ensuite aux autres. Employée de concert avec les autres processus d'évaluation ci-dessus, l'évaluation de l'apprentissage est renforcée. L'enseignant peut :

- confirmer ce que l'élève sait et peut faire;
- informer les parents/tuteurs et autres intervenants des réalisations de l'élève en regard des résultats d'apprentissage visés;
- rendre compte de l'apprentissage de l'élève de façon exacte et équitable, à partir de constatations tirées de contextes et de sources multiples.

Faire participer les élèves au processus d'évaluation

L'élève devrait connaître ce qu'il est censé apprendre, tel que décrit dans les résultats d'apprentissage spécifiques d'un cours, et les critères qui serviront à déterminer la qualité de son apprentissage.

Ainsi, il pourra faire des choix informés sur les façons les plus efficaces de montrer ce qu'il sait et ce qu'il peut faire.

Il est important que l'élève joue un rôle actif dans l'évaluation de son rendement en prenant part à la création des critères et des normes à utiliser pour se prononcer sur son apprentissage. À cette fin, il pourra être utile de lui présenter divers critères de notation, des rubriques et des échantillons de travail d'élèves.

L'élève est plus susceptible de percevoir l'apprentissage comme valable en soi lorsqu'il a la chance d'auto-évaluer son progrès. Au lieu de demander à l'enseignant « Que voulez-vous que je fasse? », l'élève devrait se poser des questions comme :

- Qu'est-ce que j'ai appris?
- Qu'est-ce que je peux faire maintenant que je ne pouvais pas faire avant?
- Qu'est ce que je devrais apprendre maintenant?

L'évaluation doit favoriser chez l'élève des occasions de réfléchir sur son progrès, d'évaluer son apprentissage et de se fixer des objectifs d'apprentissage futur.

Outils d'évaluation

En planifiant une évaluation, l'enseignant doit utiliser une large gamme d'outils pour offrir à l'élève de multiples possibilités de montrer son savoir, ses habiletés et ses attitudes. Les différents niveaux de réussite ou de rendement peuvent être exprimés sous forme de commentaires écrits ou oraux, de notes, de catégorisations, de lettres, de chiffres ou par une combinaison quelconque de ces outils.

L'enseignant choisira les formes d'évaluation en fonction du niveau scolaire et de l'activité évaluée :

audio/vidéoclips	jeux-questionnaires
auto-évaluations	journal de bord
balados	listes de contrôle
débats	observation
démonstrations	portfolios
documentation photographique	profils de littératie
échantillons de travail des élèves	projets
entretiens	questionnement
études de cas	repères graphiques
exposés	rubriques
fiches anecdotiques	tests
jeux de rôles	wikis

Lignes directrices

Les évaluations doivent mesurer ce qu'elles sont censées mesurer. Il est important que l'élève connaît la raison d'être d'une évaluation, le type d'évaluation utilisé et le barème de correction. Les lignes directrices suivantes doivent être considérées :

- recuillir les preuves de l'apprentissage de l'élève au moyen de toute une gamme de méthodes, et non seulement de tests et autres activités crayon-papier;
- préparer une explication pour la tenue ponctuelle d'une évaluation particulière d'un apprentissage;

- donner à l'élève de la rétroaction descriptive et adaptée à ses besoins;
- donner à l'élève l'occasion de montrer l'étendue et la profondeur de son apprentissage;
- établir des cibles claires pour la réussite de l'élève à l'aide des résultats d'apprentissage et des critères d'évaluation;
- mettre l'élève au courant des critères d'évaluation pour qu'il sache ce qu'on attend de lui.

L'évaluation est le processus d'analyse, d'examen et de synthèse de données d'évaluation pour arriver à des jugements ou à des décisions fondées sur les informations recueillies. Une telle évaluation est menée à la lumière des résultats d'apprentissage visés, qui doivent être clairement compris par l'apprenant avant tout enseignement et toute évaluation. L'élève doit comprendre la base sur laquelle il sera évalué et ce que l'enseignant attend de lui.

L'évaluation permet à l'enseignant d'interpréter l'information d'évaluation, de se prononcer sur les progrès de l'élève et de prendre des décisions sur les programmes d'apprentissage de l'élève.

Section 2 : Élaboration du programme

Fondement

Le principe directeur de l'enseignement des sciences à Terre-Neuve-et-Labrador est de développer la culture scientifique.

> *Constituée d'un ensemble évolutif d'attitudes, d'habiletés et de connaissances en sciences, la culture scientifique permet à l'élève d'acquérir des aptitudes de recherche, de résolution de problèmes et de prise de décisions, d'acquérir le goût d'apprendre tout au long de sa vie, et de continuer à s'émerveiller du monde qui l'entoure.*

Pour acquérir une culture scientifique, l'élève doit vivre diverses expériences d'apprentissage lui permettant d'explorer, d'analyser, d'évaluer, de synthétiser, d'apprécier et de comprendre les interactions entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement qui auront une influence sur sa vie, sa carrière et son avenir.

L'enseignement des sciences, qui mène à l'acquisition d'une culture scientifique, doit susciter la participation de l'élève en recherche scientifique, en résolution de problèmes et en prise de décisions.

Enquête scientifique

L'enquête scientifique requiert de poser des questions et d'élaborer une explication concernant un phénomène. On s'entend généralement pour dire qu'il n'existe pas de méthode scientifique unique, mais l'élève doit tout de même posséder certaines habiletés pour participer à l'activité scientifique. Certaines habiletés sont essentielles pour évoluer dans le domaine scientifique, y compris la formulation de questions, l'observation, la déduction, la prévision, la mesure, la formulation d'hypothèses, la classification, la conception d'expériences ainsi que la collecte, l'analyse et l'interprétation de données. Ces habiletés sont souvent représentées sous forme de cycle, ce qui implique de poser des questions, de générer des explications vraisemblables et de recueillir des données pour déterminer laquelle des hypothèses était la plus utile pour expliquer le phénomène sur lequel on se questionne. L'enseignant doit favoriser la participation de l'élève aux activités de recherche scientifique pour qu'il développe ces habiletés.

Résolution de problèmes

La résolution de problèmes comprend la recherche de solutions aux problèmes humains. On peut représenter ce processus sous forme de cycle consistant à proposer, créer et mettre à l'essai des prototypes, des produits et des techniques pour tenter de trouver une solution optimale à un problème donné. Les compétences comprises dans ce cycle favorisent un processus dont les objectifs et les manières de faire diffèrent de la recherche scientifique. L'élève devrait avoir la possibilité de proposer, de mettre en pratique et d'évaluer des solutions à des problèmes ou à des tâches technologiques.

Prise de décisions

La prise de décisions consiste à déterminer ce que nous devrions faire dans un contexte précis ou en réponse à une situation donnée. De plus en plus, les types de problèmes auxquels nous sommes confrontés, individuellement et collectivement, nécessitent de comprendre les processus et les produits des sciences et de la technologie. Le processus de prise de décisions requiert l'identification du problème ou de la situation, l'élaboration de solutions ou d'une marche à suivre précise, l'évaluation des solutions de rechange et la prise d'une décision éclairée à la lumière des renseignements fournis. L'élève devrait participer

activement aux situations de prise de décisions. Si elles sont importantes en elles-mêmes, les situations de prise de décisions offrent également un contexte pertinent pour mettre en pratique des compétences en recherche scientifique et en résolution de problèmes.

Cadre des résultats d'apprentissage

Les fondements du cadre des résultats d'apprentissage sont les résultats d'apprentissage généraux (RAG). Quatre résultats généraux ont été déterminés pour délimiter les quatre aspects critiques de la culture scientifique de l'élève : la science, la technologie, la société et l'environnement (STSE), les habiletés, les connaissances et les attitudes. Ces quatre RAG s'appliquent à tous les cours de sciences.

Résultats d'apprentissage généraux

RAG 1 : Sciences, technologie, société et environnement

L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie, et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

RAG 2 : Habiletés

L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

RAG 3 : Connaissances

L'élève développera des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace. Il appliquera sa compréhension à l'interprétation, l'assimilation et l'élargissement de ses connaissances.

RAG 4 : Attitudes

On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et pour celui de la société et de l'environnement.

Résultats d'apprentissage par cycle

Les résultats d'apprentissage par cycle (RAC) suivent les RAG et résument ce que l'élève doit savoir et être en mesure de faire avant la fin de la 12e année.

RAG 1 : STSE	Avant la fin de la 12e année, l'élève doit pouvoir : • décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques • distinguer les sciences de la technologie en considérant leurs buts, leurs valeurs et leurs produits respectifs, et décrire le développement des théories scientifiques et des technologies au fil du temps • analyser et expliquer comment les sciences et la technologie interagissent et progressent ensemble • décrire des manières selon lesquelles la science et la technologie s'allient pour étudier des questions et des problèmes et pour répondre à des besoins particuliers • analyser comment des individus, la société et l'environnement sont en interdépendance avec des poursuites scientifiques et technologiques • évaluer des questions sociales relatives aux applications et aux limites des sciences et de la technologie et expliquer des décisions en termes d'avantages et d'inconvénients pour la durabilité, en considérant diverses perspectives
RAG 2 : Habiletés	Avant la fin de la 12e année, l'élève doit pouvoir : • poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter des questions, des idées, des problèmes et des enjeux • réaliser des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information • analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour développer et évaluer des explications possibles • travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques pour communiquer des renseignements et des idées et pour évaluer des résultats
RAG 3 : Connaissances	Avant la fin de la 12e année, l'élève doit pouvoir : • identifier et expliquer la diversité des composés organiques et leurs impacts sur l'environnement • démontrer une compréhension des caractéristiques et des interactions des acides et des bases • illustrer et expliquer diverses forces qui maintienent ensemble des structures au niveau moléculaire et établir des liens entre les propriétés de la manière et sa structure • utliser des notions d'oxydoréduction dans divers contextes réliés à l'électrochimie • démontrer une compréhension des solutions et de la stoechiométrie dans divers contextes • prédire et expliquer les tranferts d'énergie dans les réactions chimiques

RAG 4 : Attitudes

Avant la fin de la 12e année, l'élève doit pouvoir :

- valoriser le rôle et les contributions des sciences et de la technologie dans notre compréhension de phénomènes directement observables et ceux qui ne le sont pas
- apprécier que l'application des sciences et de la technologie peut soulever des dilemmes éthiques
- valoriser les contributions de femmes et d'hommes de diverses sociétés et cultures au développement des sciences et de la technologie
- manifester un intérêt et une curiosité continus et plus avisés envers les sciences et des enjeux liés aux sciences
- acquérir, avec intérêt et confiance, des connaissances etdes habiletés scientifiques supplémentaires en faisant appel à diverses ressources et méthodes, y compris la recherche formelle
- envisager des études ultérieures et des carrières liées aux sciences et à la technologie
- évaluer des données avec confiance et envisager d'autres perspectives, idées et explications
- utiliser de l'information factuelle et des explications rationnelles lors de l'analyse et de l'évaluation
- valoriser les démarches qui permettent de tirer des conclusions
- travailler en collaboration en planifiant et en poursuivant des recherches et en suscitant et évaluant des idées
- avoir un sens personnel et partagé de responsabilité par rapport au maintien d'un environnement durable
- voir les conséquences personnelles, sociales et environnementales d'actes proposés
- désirer passer à l'action par rapport au maintien d'un environnement durable
- manifester un souci de sécurité et accepter le besoin de règles et de règlements
- prendre conscience des conséquences directes ou indirectes de ses actes

Résultats d'apprentissage spécifiques

Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) suivent les RAC et décrivent ce que l'élève devrait savoir et être en mesure de faire à la fin de chaque cours. Ils ont pour objet d'orienter la conception des expériences d'apprentissage et des méthodes d'évaluation.

Survol du cours

La vision de la culture scientifique met en évidence le besoin des étudiants acquérir des compétences, des connaissances et des attitudes liées aux sciences, et souligne que cela se fait au mieux par l'étude et l'analyse de les interractions entre les sciences et la technologie, et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

Les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) pour le cours Chimie 3232 sont répartis en cinq modules :

Module i - Les hablités intégrées

Module 1 - De la cinétique à l'équilibre

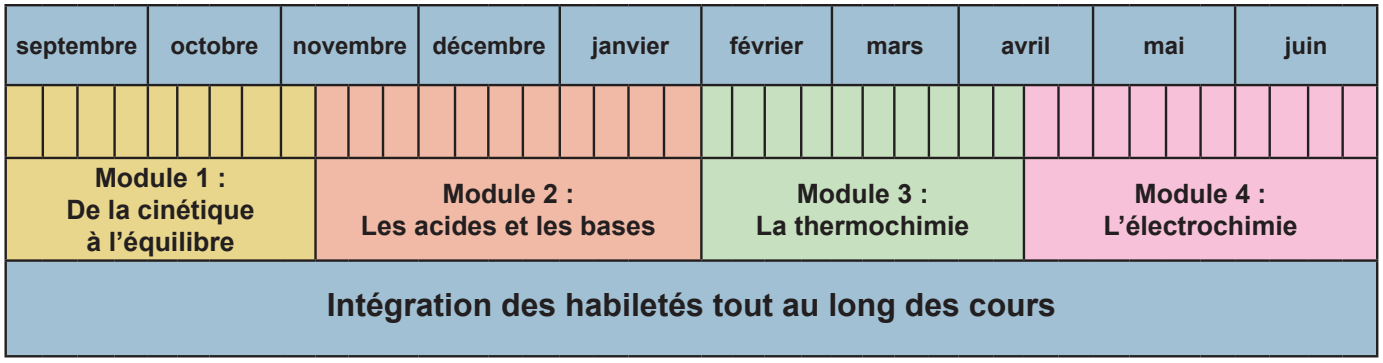
Module 2 - Les acides et les bases

Module 3 - La thermochimie

Module 4 - L'électrochimie

Veuillez noter que le module *Les habiletés intégrées* ne doit pas être enseigné de manière indépendante.

Échéancier suggéré



Présentation du programme en quatre colonnes

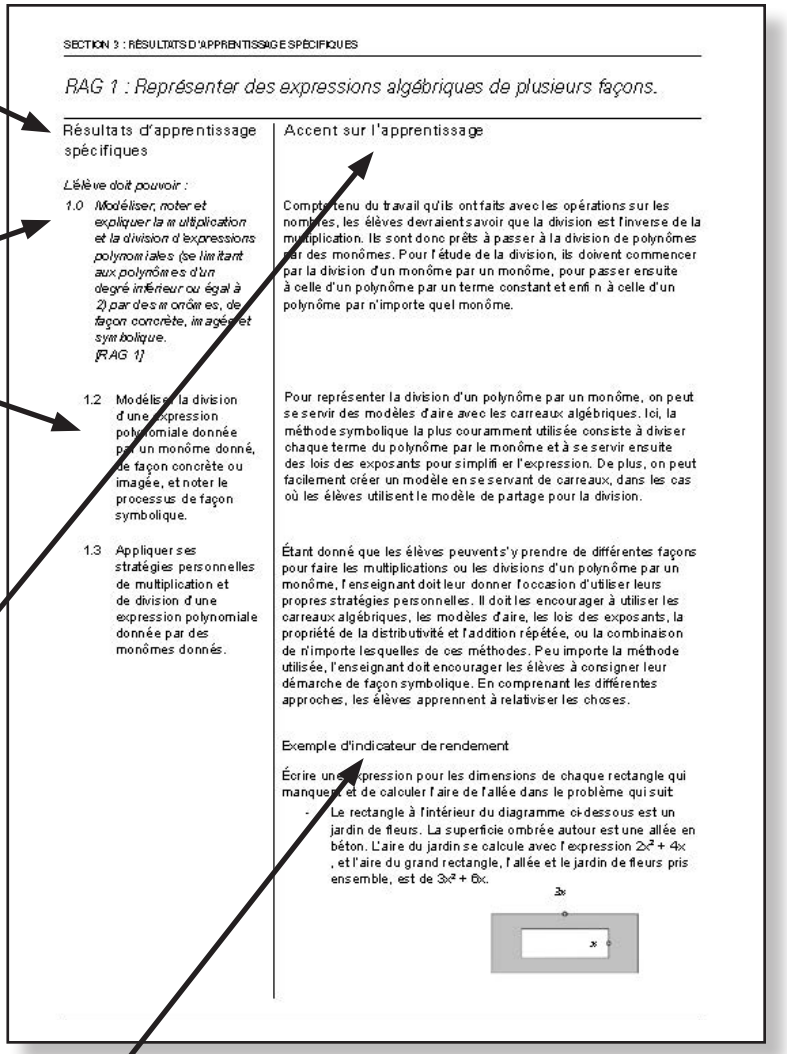
Résultats d'apprentissage spécifiques

La première colonne contient des résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) et, s'il y a lieu, un ensemble de points à l'étude correspondants. Ces points précisent les idées clés.

Les résultats d'apprentissage sont énumérés par ordre croissant.

L'ensemble de points à l'étude correspondant au RAS est énuméré et mis en retrait par rapport au RAS.

Tous les résultats d'apprentissage sont liés aux résultats d'apprentissage généraux (RAG).



SECTION 3 : RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES

RAG 1 : Représenter des expressions algébriques de plusieurs façons.

Résultats d'apprentissage spécifiques	Accent sur l'apprentissage
L'élève doit pouvoir :	
1.0 Modéliser, noter et expliquer la multiplication et la division d'expressions polynomiales (se limitant aux polynômes d'un degré inférieur ou égal à 2) par des monômes, de façon concrète, imagée et symbolique. [RAG 1]	Compte tenu du travail qu'ils ont faits avec les opérations sur les nombres, les élèves devraient savoir que la division est l'inverse de la multiplication. Ils sont donc prêts à passer à la division de polynômes par des monômes. Pour l'étude de la division, ils doivent commencer par la division d'un monôme par un monôme, pour passer ensuite à celle d'un polynôme par un terme constant et enfin à celle d'un polynôme par n'importe quel monôme.
1.2 Modéliser la division d'une expression polynomiale donnée par un monôme donné, de façon concrète ou imagée, et noter le processus de façon symbolique.	Pour représenter la division d'un polynôme par un monôme, on peut se servir des modèles d'aire avec les carreaux algébriques. Ici, la méthode symbolique la plus couramment utilisée consiste à diviser chaque terme du polynôme par le monôme et à se servir ensuite des lois des exposants pour simplifier l'expression. De plus, on peut facilement créer un modèle en se servant de carreaux, dans les cas où les élèves utilisent le modèle de partage pour la division.
1.3 Appliquer ses stratégies personnelles de multiplication et de division d'une expression polynomiale donnée par des monômes donnés.	Étant donné que les élèves peuvent s'y prendre de différentes façons pour faire les multiplications ou les divisions d'un polynôme par un monôme, l'enseignant doit leur donner l'occasion d'utiliser leurs propres stratégies personnelles. Il doit les encourager à utiliser les carreaux algébriques, les modèles d'aire, les lois des exposants, la propriété de la distributivité et l'addition répétée, ou la combinaison de n'importe lesquelles de ces méthodes. Peu importe la méthode utilisée, l'enseignant doit encourager les élèves à consigner leur démarche de façon symbolique. En comprenant les différentes approches, les élèves apprennent à relativiser les choses.

Exemple d'indicateur de rendement

Écrire une expression pour les dimensions de chaque rectangle qui manquent et de calculer l'aire de l'allée dans le problème qui suit :

- Le rectangle à l'intérieur du diagramme ci-dessous est un jardin de fleurs. La superficie ombrée autour est une allée en béton. L'aire du jardin se calcule avec l'expression $2x^2 + 4x$, et l'aire du grand rectangle, l'allée et le jardin de fleurs pris ensemble, est de $3x^2 + 6x$.

Accent sur l'apprentissage

La deuxième colonne aide les enseignants à planifier leur travail pédagogique. Elle fournit le contexte et élabore les idées présentées dans la première colonne et peut inclure:

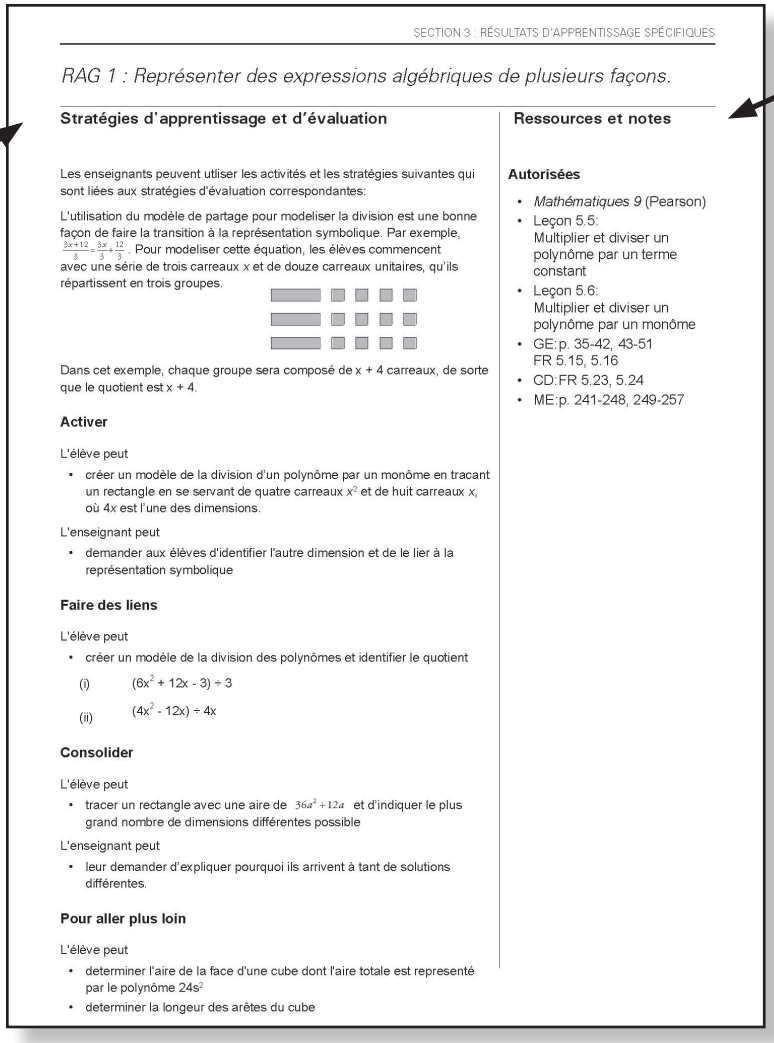
- les références aux connaissances antérieures
- la clarté de la portée des idées
- la profondeur du traitement du contenu
- le traitement des idées préconçues
- des mises en garde
- les connaissances nécessaires pour bâtir le savoir des élèves et soutenir leur apprentissage

Exemple(s) d'indicateur(s) de rendement

Cet élément propose une activité récapitulative d'un ordre supérieur, dont la réponse fournie par l'élève permettra à l'enseignant d'évaluer la mesure dans laquelle l'élève a obtenu le résultat d'apprentissage.

Les indicateurs de rendement sont généralement présentés sous forme d'une tâche qui peut comprendre une introduction en guise de contexte. Cette tache serait proposée à la fin de la période d'enseignement qui traite du résultat d'apprentissage.

Les indicateurs de rendement seraient présentés quand l'élève aura atteint un niveau de compétence. Les stratégies d'apprentissage et d'évaluation sont présentées dans la troisième colonne.



SECTION 3 : RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES

RAG 1 : Représenter des expressions algébriques de plusieurs façons.

Stratégies d'apprentissage et d'évaluation

Les enseignants peuvent utliser les activités et les stratégies suivantes qui sont liées aux stratégies d'évaluation correspondantes:

L'utilisation du modèle de partage pour modeliser la division est une bonne façon de faire la transition à la représentation symbolique. Par exemple, $\frac{3x+12}{3} = \frac{3x}{3} + \frac{12}{3}$. Pour modeliser cette équation, les élèves commencent avec une série de trois carreaux x et de douze carreaux unitaires, qu'ils répartissent en trois groupes.

Dans cet exemple, chaque groupe sera composé de x + 4 carreaux, de sorte que le quotient est x + 4.

Activer

L'élève peut

- créer un modèle de la division d'un polynôme par un monôme en tracant un rectangle en se servant de quatre carreaux x^2 et de huit carreaux x, où $4x$ est l'une des dimensions.

L'enseignant peut

- demander aux élèves d'identifier l'autre dimension et de le lier à la représentation symbolique

Faire des liens

L'élève peut

- créer un modèle de la division des polynômes et identifier le quotient

(i) $(6x^2 + 12x - 3) \div 3$

(ii) $(4x^2 - 12x) \div 4x$

Consolider

L'élève peut

- tracer un rectangle avec une aire de $36a^2 + 12a$ et d'indiquer le plus grand nombre de dimensions différentes possible

L'enseignant peut

- leur demander d'expliquer pourquoi ils arrivent à tant de solutions différentes.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- determiner l'aire de la face d'une cube dont l'aire totale est representé par le polynôme $24s^2$
- determiner la longeur des arêtes du cube

Ressources et notes

Autorisées

- *Mathématiques 9* (Pearson)
- Leçon 5.5: Multiplier et diviser un polynôme par un terme constant
- Leçon 5.6: Multiplier et diviser un polynôme par un monôme
- GE: p. 35-42, 43-51 FR 5.15, 5.16
- CD: FR 5.23, 5.24
- ME: p. 241-248, 249-257

Ressources et notes

La quatrième colonne renvoie à des renseignements supplémentaires et autres ressources dont l'enseignant pourra se servir.

Ces informations fournissent des détails sur les ressources suggérées dans la deuxième et la troisième colonne.

Stratégies d'apprentissage et d'évaluation

Cette colonne contient des exemples de tâches, d'activités et de stratégies spécifiques qui permettent aux élèves d'atteindre le but visé par les RAS et de démontrer leur compréhension au moyen des indicateurs de rendement. Les activités pédagogiques peuvent servir de piste d'évaluation. Il est possible que certaines techniques et instruments d'évaluation soient recommandés.

Les suggestions pour l'enseignement et l'évaluation sont classées par ordre séquentiel :

- Activer - suggestions à utiliser pour rappeler les connaissances antérieures et établir le contexte d'enseignement;
- Faire des liens - faire des liens entre l'information et expériences nouvelles et les connaissances antérieures dans la matière ou dans d'autres matières
- Consolider - synthétiser et acquérir de nouvelles connaissances
- Pour aller plus loin - des suggestions qui vont au-delà du résultat d'apprentissage

Ces suggestions conviennent à l'enseignement différencié et à l'évaluation.

Présentation du survol du volet

Au début de chaque volet se trouve un diagramme qui identifie les résultats d'apprentissage généraux (RAG), les résultats d'apprentissage par cycle (RAC) et les résultats d'apprentissage spécifiques (RAS) qui précise l'intention de chaque volet.

RAG 3 L'élève devrait être capable de démontrer sa compréhension d'une gamme de textes oraux pour satisfaire ses besoins selon la situation de communication.

Résultats d'apprentissage par cycle
- reconstituer le contenu et l'organisation d'un texte
- réagir d'une façon personnelle à une grande variété de textes et évaluer sa réaction
- réagir à une grande variété de textes en évaluant des éléments variés

Résultats d'apprentissage spécifiques
6.0 dégager les idées principales et secondaires, quand elles sont explicites et implicites, d'une variété de textes oraux;
7.0 identifier et discuter de l'intention du locuteur, de son point de vue, du contexte et du public visé dans une variété de textes oraux;
8.0 identifier et distinguer entre les faits, les opinions, les hypothèses et les sentiments d'une variété de textes oraux;
9.0 réagir au contenu du texte, y compris au point de vue du locuteur, aux événements et aux personnages, en faisant référence à ses expériences personnelles, en faisant des inférences et en tirant des conclusions;

RAG 4 L'élève devrait être capable de s'exprimer pour satisfaire ses besoins selon la situation de communication.

Résultats d'apprentissage par cycle
- poser des questions probantes pour acquérir, pour qualifier, pour interpréter, pour analyser et pour évaluer des idées et des informations
- articuler des positions relatives à ses idées, ses sentiments et ses opinions, tout en démontrant une compréhension d'une gamme de points de vue différents
- nuancer et d'approfondir des informations et des situations
- appliquer de façon autonome des conventions de la langue afin de communiquer dans une grande variété de situations traitant d'une gamme de sujets

Résultats d'apprentissage spécifiques
10.0 demander et donner des informations ou renseignements;
11.0 poser des questions pour diverses raisons selon le contexte;
12.0 répondre à des questions pour diverses raisons selon le contexte;
13.0 se préparer à répondre aux questions après une présentation;
14.0 tenir compte des réactions du public et s'ajuster au besoin;
15.0 expliquer l'ordre d'une série d'événements;
16.0 expliquer les résultats ou les conséquences d'après une situation réelle ou imaginée;
17.0 produire des messages oraux pour convaincre quelqu'un de faire quelque chose;
18.0 produire des messages oraux pour expliquer quelque chose;
19.0 produire des messages oraux pour offrir une opinion sur une variété de sujets;

RAG 5 L'élève devrait être capable de planifier et de gérer son écoute et son expression orale en appliquant des stratégies selon ses besoins et selon la situation de communication.

RAG

Résultats d'apprentissage par cycle
- faire appel à son vécu et à ses connaissances et d'analyser son utilization des stratégies pour orienter son écoute et son expression orale
- organiser de l'information et des idées, de façon autonome, en utilisant des stratégies
- justifier le choix de ses propres stratégies
- analyser des ressources imprimées et non imprimées, y inclus la technologie, pour aider son écoute et son expression orale

RAC

Résultats d'apprentissage spécifiques
20.0 utiliser différents moyens pour clarifier ses idées et soutenir sa compréhension;
21.0 adapter la projection de voix, la vitesse, l'intonation, et les gestes selon la situation de communication et évaluer la convenance de ces adaptations (Employer les éléments prosodiques et les comportements appropriés dans diverses situations de communication);
22.0 employer le niveau de langue appropriée à la situation de communication (informelle, formelle);
23.0 employer les conventions de la langue orale et les temps de verbes usuels pour s'exprimer clairement dans diverses situations de communication;
24.0 utiliser une variété de stratégies pour orienter son écoute et pour approfondir sa compréhension;
25.0 utiliser une variété de stratégies langagières pour obtenir une expression orale plus efficace.

RAS

Le tableau suivant représente un continuum des RAS qui donne le contexte pour l'enseignement et l'évaluation pour le niveau scolaire en cours et la matière traitée. Le niveau scolaire est mis en relief.

Niveau précédent | **Niveau courant** | **Prochain niveau**

RAG

RAG 1 : Les élèves devraient examiner l'incidence historique de la religion sur les croyances, les cultures et les traditions.

RAS

4e année	5e année	6e année
1.0 explorer les origines du christianisme, de l'islam et du judaïsme	1.0 explorer les origines du bouddhisme, du christianisme, de l'hindouisme et du sikhisme	1.0 explorer les origines du baha'isme, du christianisme et de l'islam
2.0 expliquer la signification des cérémonies religieuses	2.0 expliquer la signification des signes et symboles sacrés.	2.0 examiner les récits sur la création et l'au-delà dans le christianisme, l'islam et la spiritualité des autochtones
3.0 explorer comment certains enseignements et lois du christianisme, de l'islam et du judaïsme influencent le développement de la moralité et des valeurs	3.0 examiner comment les enseignements et les lois des religions influencent le développement de la moralité et des valeurs	3.0 comparer les enseignements et les lois du christianisme et de l'islam
	4.0 examiner comment les croyances religieuses sont souvent exprimées dans l'architecture des lieux de culte	4.0 examiner comment les croyances religieuses sont souvent exprimées par le biais de l'art, de la musique, du théâtre et de la danse

Section 3 :
Résultats d’apprentissage spécifiques

Module i - Les habiletés intégrées

Survol du volet

Objectif

Les élèves utilisent des habiletés très diverses pour répondre à des questions, résoudre des problèmes et prendre des décisions. Ces habiletés ne sont pas réservées à la science, mais jouent un rôle important dans le développement des connaissances scientifiques et dans l'application de la science et de la technologie à de nouvelles situations.

L'énumération des habiletés ne vise pas à sous-entendre une suite linéaire ou à définir un seul ensemble d'habiletés requis pour chaque recherche scientifique. Chaque recherche scientifique et chaque application de la science présente des caractéristiques particulières qui déterminent l'ensemble des habiletés nécessaires et leur ordre d'utilisation.

Quatre catégories générales d'habiletés sont exposées et développées :

- Identification du problème et planification — il s'agit des habiletés du questionnement, de l'identification des problèmes et du développement des idées et des plans initiaux.
- Réalisation et consignation de renseignements — il s'agit des habiletés en exécution des plans d'action, qui comprennent la collecte de données par observation et, dans la plupart des cas, la manipulation des matériaux et d'instruments.
- Analyse et interprétation — il s'agit des habiletés de l'étude des renseignements et des données, du traitement et de la présentation des données de façon à pouvoir les interpréter, ainsi que de l'interprétation, de l'évaluation et de l'application des résultats.
- Communication et travail d'équipe — en science, à l'instar d'autres domaines, les habiletés de communication sont essentielles à chaque étape de développement, d'expérimentation, d'interprétation, de discussion et d'acceptation des idées. Les habiletés liées au travail d'équipe sont également importantes, puisque le développement et l'application des idées scientifiques sont un processus de collaboration, dans la société et dans la salle de classe.

L'enseignant doit offrir aux élèves la possibilité de développer et d'appliquer leurs habiletés dans des contextes très divers. Ces contextes s'associent à la composante STSE du programme d'études en établissant un lien avec trois processus d'application des habiletés :

- Investigation scientifique — chercher des réponses à des questions grâce à l'expérimentation et à la recherche
- Résolution de problèmes – chercher des solutions à des problèmes scientifiques en mettant au point et à l'essai des prototypes, des produits et des techniques qui répondent à un besoin donné
- Prise de décisions – fournir des renseignements qui facilitent le processus de prise de décisions.

Module i : Les habiletés intégrées

Le module i, *Les habiletés intégrées*, figure au début du présent programme d'études. Les cours de science de la dixième à la douzième année visent quarante-trois habiletés. Or, toutes les habiletés n'apparaissent pas dans chaque programme d'études ou chaque cours. Le cours Chimie 3232 comporte vingt-cinq habiletés, énumérées à cette page.

Cadre des résultats d'apprentissage

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

Identification du problème et planification

1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques
2.0 définir et délimiter les problèmes afin d'en faciliter l'étude
3.0 concevoir une expérience et déterminer et contrôler les variables principales
4.0 proposer des solutions de remplacement à un problème pratique donné, déterminer les forces et les faiblesses potentielles de chacune de ces solutions et en retenir une comme base pour un plan
5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir des données disponibles et des informations contextuelles
6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements
7.0 formuler les définitions opérationnelles des principales variables
8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision

Réalisation et enregistrement de données

9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées
10.0 réaliser des procédures permettant de contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures si nécessaire
11.0 utiliser les instruments de manière efficace et précise pour collecter des données
12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données
13.0 utiliser la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné
14.0 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source
15.0 sélectionner et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
16.0 démontrer une connaissance des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de matériels de laboratoire
17.0 décrire et appliquer des systèmes de classification et des nomenclatures scientifiques
18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

Analyse et interpétation

19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite
20.0 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer des rapports linéaires et non linéaires entre les variables
21.0 appliquer et évaluer des modèles théoriques différentes pour interpréter les connaissances dans un domaine donné
22.0 comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les écarts
23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données
24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous une forme qui tient compte du degré d'incertitude
25.0 construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent
26.0 évaluer un dispositif conçu et construit par l'élève en fonction de critères développés personellement
27.0 formuler de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes qui découlent de ce qui a été appris
28.0 identifier et évaluer des applications possibles des découvertes

Communication et travail d'équipe

29.0 choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats
30.0 identifier les perspectives multiples qui influent sur une décision ou un problème relié à la science
31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent
32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des echerches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

Sciences 7e à 9e année	Sciences 10e à 12e année
• reformuler des questions sous une forme permettant une mise à l'épreuve et définir clairement des problèmes pratiques • identifier des questions à étudier découlant de problèmes	• cerner les questions à étudier découlant de problèmes pratiques et d'enjeux
• définir et délimiter les problèmes pour en faciliter l'étude	• définir et délimiter les problèmes pour en faciliter l'étude
• concevoir une expérience et identifier les variables importantes	• concevoir une expérience en déterminant et en contrôlant les variables importantes • concevoir une expérience pour identifier des variables spécifiques
• énoncer une prédiction ou une hypothèse basée sur des renseignements de fond ou un schéma d'événements observés	• faire une prédiction ou poser une hypothèse fondée sur les éléments probants disponibles et les informations contextuelles • indiquer les bases théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse compatibles avec les fondements théoriques
• formuler des définitions opérationnelles de variables importantes et d'autres aspects de leurs recherches	• formuler des définitions opérationnelles de variables importantes
• choisir des méthodes et des outils qui conviennent à la collecte de données et d'information et à la résolution de problèmes	• évaluer et sélectionner des instruments qui conviennent à la collecte de données, et des démarches qui conviennent à la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décisions • élaborer des procédures d'échantillonnage appropriées
	• appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées
• réaliser des procédures qui contrôlent les variables importantes	• réaliser des procédures en contrôlant les variables importantes et en adaptant ou en poussant plus loin des procédures, au besoin
• utiliser de façon efficace et avec exactitude des instruments de collecte de données	• utiliser les appareils de manière efficace et précise pour collecter des données
• estimer des quantités	• estimer des quantités
• organiser des données dans un format qui convient à la tâche ou à l'expérience	• compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

Sciences 7e à 9e année	Sciences 10e à 12e année
• sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source	• exploiter la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné • sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source
• sélectionner et utiliser des instruments de manière sécuritaire	• choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
• démontrer une connaissance des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de substances ou matériaux de laboratoire	• démontrer une connaissance des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de substances ou matériaux de laboratoire
• utiliser ou élaborer une clé de classification	• décrire et appliquer la nomenclature et les systèmes de classification utilisés en sciences • indiquer les limitations d'un système de classification donné et présenter d'autres moyens de classification pour traiter les anomalies
• compiler et présenter des données et des renseignements, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion	• compiler et présenter des données et des renseignements, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion
• identifier les forces et les faiblesses de diverses méthodes de collecte et de présentation des données	
• prédire la valeur d'une variable en Interpolant ou extrapolant à partir de données graphiques	
• déterminer une droite la mieux ajustée sur un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler selon cette droite	• déterminer une droite la mieux ajustée sur un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler selon cette droite
• interpréter des régularités et des tendances dans les données et expliquer des rapports linéaires et non linéaires entre des variables	• interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer des rapports linéaires et non linéaires entre des variables
	• appliquer et évaluer d'autres modèles théoriques pour interpréter les connaissances dans un domaine précis
• identifier et suggérer des explications pour des divergences dans des données	
• appliquer des critères donnés à l'évaluation des résultats et des sources de renseignements	
• calculer les valeurs théoriques d'une variable	• comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les différences

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

Sciences 7e à 9e année	Sciences 10e à 12e année
	• évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation de données et de méthodes de collecte de données
	• indiquer et appliquer des critères, y compris la présence de biais, pour évaluer les données et les sources d'information
• identifier des sources d'erreurs possibles dans les mesures et en déterminer le degré	• indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous une forme qui tient compte du degré d'incertitude
• énoncer une conclusion fondée sur des données expérimentales et expliquer comment les données recueillies appuient ou réfutent une idée initiale	• formuler un énoncé sur la question ou le problème étudié à la lumière du lien entre les données et la conclusion • expliquer comment les données permettent de confirmer ou d'infirmer une hypothèse ou une prévision
• identifier et corriger des problèmes pratiques dans le fonctionnement d'un prototype ou d'un dispositif fabriqué	• indiquer et corriger les problèmes pratiques dans la façon dont fonctionne un système ou un dispositif technologique
• mettre à l'essai la conception d'un dispositif ou d'un système fabriqué	• construire et mettre à l'essai un prototype de dispositif ou de système et en résoudre les problèmes au fur et à mesure de leur apparition
	• proposer d'autres solutions à un problème pratique donné, distinguer les forces et les faiblesses possibles de chacune et en choisir une comme point de départ pour l'élaboration d'un plan
• évaluer des plans conceptuels et des prototypes par rapport à leur fonction, leur fiabilité, leur sécurité, leur efficacité, leur utilisation des matériaux et leur impact sur l'environnement	• évaluer un dispositif conçu et construit personnellement sur la base de critères qu'ils auront définis eux-mêmes
• identifier de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris	• identifier de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes à étudier découlant de ce qui a été appris
• identifier et évaluer des applications possibles de découvertes	• identifier et évaluer des applications potentielles des découvertes
• recevoir et comprendre les idées d'autrui et les mettre en pratique • communiquer des questions, des idées, des intentions des plans et des résultats par l'entremise de listes, de notes écrites en style télégraphique, de phrases, de tableaux de données, de graphiques, de dessins, de langage oral et d'autres moyens	• communiquer des questions, des idées et des intentions ; recevoir, interpréter, comprendre et soutenir les idées d'autrui, et y réagir • choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats
	• synthétiser l'information provenant de plusieurs sources ou de textes longs et complexes et formuler des inférences à partir de ces renseignements

Continuum des résultats d’apprentissage spécifiques

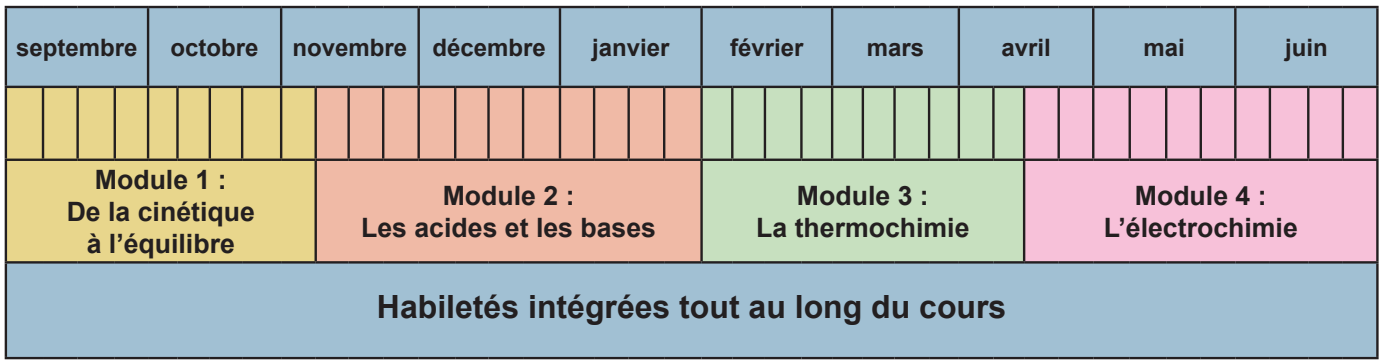
Sciences 7e à 9e année	Sciences 10e à 12e année
	• distinguer les multiples perspectives ayant une incidence sur une décision ou une difficulté d’ordre scientifique
• défendre une position ou une mesure à prendre, en fonction de constatations	• développer, présenter et soutenir une position ou une ligne de conduite basée sur des découvertes
• travailler en coopération avec les membres de l’équipe au développement et à la mise en œuvre d’un plan, en résolvant les problèmes au fur et à mesure qu’ils apparaissent	• travailler en collaboration avec des membres d’une équipe pour élaborer et réaliser un plan et traiter des problèmes au fur et à mesure qu’ils surviennent
• évaluer les processus individuels et de groupe suivis pour la planification, la résolution de problèmes et la prise de décisions, et accomplir une tâche	• évaluer les processus individuels et de groupe suivis pour la planification, la résolution de problèmes et la prise de décisions, et compléter une tâche

Échéancier suggéré

Le module *Les habiletés intégrées* n'est pas prévu pour être enseigné sous la forme d'un module indépendant distinct. Lorsqu'il aborde les résultats d'apprentissage liés aux habiletés (RAG 2) des modules 1 à 4, l'enseignant devrait plutôt consulter l'objectif pour connaître l'élaboration de l'apprentissage ainsi que les suggestions d'enseignement et d'évaluation qui s'y trouvent.

Les résultats d'apprentissage liés aux habiletés ont été intégrés aux modules1 à 4. L'enseignant doit offrir aux élèves la possibilité de développer et d'appliquer leurs habiletés dans divers contextes :

- Investigation scientifique — chercher des réponses à des questions par l'expérimentation et la recherche
- Résolution de problèmes – chercher des solutions à des problèmes scientifiques en mettant au point et à l'essai des prototypes, des produits et des techniques qui répondent à un besoin donné
- Prise de décisions – fournir des renseignements qui facilitent le processus de prise de décisions



Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques [RAG 2]	La base des recherches scientifiques est le questionnement et la recherche de réponses qui s'ensuit. Le questionnement et la pensée critique sont développés et affinés par la pratique et l'utilisation. Il est important que l'élève commence par des problèmes ou des enjeux pratiques (p. ex., les méthodes de prévention de la corrosion par électrochimie), qu'il ait le temps et les occasions d'étudier, de discuter ou de poser des questions et qu'il élabore une hypothèse vérifiable. L'élève doit avoir une connaissance préalable des relations de cause à effet. Par exemple, le brunissement des fruits dû à l'oxydation est une relation de cause à effet. D'autres exemples sont l'utilisation de jus de citron sur des avocats ou des pommes tranchées pour prévenir l'oxydation. L'élève devrait continuer à avoir de multiples occasions de poser des questions fondées sur des discussions, des travaux en classe, des questions et des problèmes pratiques.
2.0 définir et délimiter les problèmes afin d'en faciliter l'étude [RAG 2]	L'une des habiletés scientifiques essentielles consiste à cerner et à définir des sujets ou des problèmes qui doivent être étudiés plus en détail et à en établir les limites. Ce résultat d'apprentissage vise la capacité d'évaluer les questions soulevées et de définir plus précisément le but de la recherche.

(suite)

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- animer une séance de remue-méninges pour cerner les problèmes d'ordre scientifique (p. ex., la façon dont le pH du sol affecte la couleur de certaines espèces de fleurs comme les hortensias, la qualité de l'eau potable, l'aquaculture, les résidus miniers, les crédits de carbone et les taxes sur le carbone);
- montrer une capsule vidéo, un article ou une étude de cas qui met en évidence un problème pertinent (p. ex., l'effet du ruissellement des engrais sur les écosystèmes aquatiques);
- fournir des déclarations, des citations ou des questions. Demander à l'élève de discuter et d'échanger des idées (p. ex., comment les précipitations acides affectent les différents organismes dans les écosystèmes).

L'élève peut

- utiliser un mur de graffitis pour dresser la liste des impacts des milieux acides sur les organismes. Indiquer des façons de modifier le pH ainsi que d'autres questions.

Faire des liens

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur une liste d'acides et de bases qui pourraient être ajoutés au sol pour manipuler la couleur des fleurs d'hortensias;
- faire un remue-méninges sur les facteurs qui auraient un impact sur le pH du sol;
- élaborer un ensemble de critères permettant d'évaluer si les éléments d'une recherche sont vérifiables;
- discuter du procédé Haber (mis au point pour maximiser la production d'ammoniac et maintenant utilisé pour maximiser la production d'engrais);
- recueillir et compiler une liste d'indicateurs pour tester le pH d'un échantillon d'eau; concevoir un processus étape par étape qui explique comment utiliser les indicateurs pour déterminer la valeur approximative du pH;
- cerner et définir un problème, puis énumérer les limites ou les frontières possibles (p. ex., comment prévenir la corrosion d'un pipeline?).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 618-619

Chimie 12 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 5.18-5.19, 5.26-5.29
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Labos Créatifs
- Parlons sciences
- Eastern Newfoundland Science and Technology Fair
- Newfoundland and Labrador Public Libraries

Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques [RAG 2]*	L'élève devrait avoir de l'expérience dans l'identification des problèmes et la création d'un objectif de recherche (p. ex., cerner les facteurs qui doivent être contrôlés pour déterminer la spontanéité des réactions de réduction-oxydation en utilisant diverses combinaisons de métaux et d'ions métalliques). Il devrait pouvoir énoncer le problème et définir des critères de recherche précis puis reconnaître les contraintes et les limites de sa recherche (p. ex., définir un problème et ne pas disposer d'instruments suffisants pour l'étudier). Des exemples de la façon dont les recherches scientifiques sont limitées par l'évolution de la technologie et d'autres contraintes peuvent être abordés à ce stade (p. ex., comment étudier les niveaux de pH dans le sol et l'eau).
2.0 définir et délimiter les problèmes afin d'en faciliter l'étude [RAG 2]	

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- faire des recherches sur la thermodynamique des pompes à chaleur populaires. Prendre en considération les aspects scientifiques de la thermopompe, son efficacité et les utilisations pratiques du chauffage ou de la climatisation des maisons;
- se référer aux questions générées et appliquer des critères pour déterminer si une question peut donner lieu à un essai dans les contraintes et les limites des ressources scolaires. Évaluer chaque question et en sélectionner une pour l'approfondir;
- étudier comment la corrosion naturelle des métaux a conduit à l'élaboration de méthodes pour ralentir ces réactions. Quelles sont les questions auxquelles il faut répondre pour résoudre le problème et comment a-t-il conduit à une évolution technologique?

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 618-619

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.18-5.19, 5.26-5.29
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Labos Créatifs
- Parlons sciences
- Eastern Newfoundland Science and Technology Fair
- Newfoundland and Labrador Public Libraries

Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 3.0 concevoir une expérience et déterminer et contrôler les variables principales [RAG 2]	Pour étudier les problèmes, l'élève devrait être capable d'analyser de façon critique et de concevoir une expérience contrôlée. Il devrait faire un remue-méninges pour dresser une liste de toutes les variables spécifiques dont il devra tenir compte au moment de concevoir une recherche. À partir de là, l'élève devrait tenir compte des exigences de sa recherche. Cela comprend : • le contrôle des variables; • la variable dépendante; • la détermination des matériaux requis; • la variable indépendante; • la taille de l'échantillon (réplication). L'élève devrait également avoir l'occasion d'aborder les limites associées à la conception de son expérience (c.-à-d., l'accès à l'équipement et les autres contraintes possibles). Dans les cours Sciences 1236 et Chimie 2232, l'élève a eu l'occasion de concevoir ses propres recherches. La première fois que cette habileté est introduite, un seul facteur ou variable doit être changé. Il peut y avoir une idée fausse de l'enchaînement de la méthode scientifique. Il est important de noter que les essais et les recherches scientifiques suivent souvent un processus cyclique ou répétitif plutôt qu'un processus séquentiel. Les recherches ne commencent pas toujours par la formulation d'une hypothèse. Par exemple, une observation ou une anomalie peuvent déboucher sur une recherche, même si le « pourquoi » peut faire l'objet d'une discussion.
4.0 proposer des solutions de remplacement à un problème pratique donné, déterminer les forces et les faiblesses potentielles de chacune de ces solutions et en retenir une comme base pour un plan [RAG 2]	L'élève devrait cerner le problème à évaluer, analyser l'information fournie et utiliser diverses techniques de résolution de problèmes pour trouver une solution. Au cours du processus, les forces et les faiblesses du problème devraient être cernées afin de déterminer la meilleure ligne de conduite à adopter. L'élève devrait tenir compte de la fonction, de la fiabilité, de la sécurité, de l'efficacité, de l'utilisation des matériaux et de l'impact environnemental.

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter de l'étude des propriétés physiques en laboratoire de Sciences 1236. À partir des observations des propriétés physiques et chimiques, l'élève peut avoir élaboré des définitions opérationnelles des composés ioniques et moléculaires.

Faire des liens

L'enseignant peut

- discuter d'une recherche qui se concentre sur une question (identifier une variable indépendante) et faire un remue-méninges sur les variables possibles qu'il faudrait contrôler. Par exemple, demander à l'élève de déterminer les variables (indépendantes, dépendantes et de contrôle) nécessaires pour mesurer l'effet de l'aire de la surface sur la vitesse de réaction;
- reviser le processus utilisé par un scientifique pour concevoir une expérience. Discuter de la façon dont ce processus ne suit généralement pas une méthode scientifique établie (un processus artificiel).

L'élève peut

- déterminer les alternatives qu'il pourrait utiliser lors de la conception d'un calorimètre; choisir en fonction des forces et des faiblesses;
- utiliser la calorimétrie pour déterminer la chaleur molaire de fusion, de combustion ou de neutralisation;
- discuter des recherches plus poussées à mener ou non sur les sujets actuels du cours Chimie 3232;
- prédire quel acide faible aura le pH le plus bas d'après les valeurs de K_a.

Consolider

L'élève peut

- concevoir une recherche liée à un enjeu au sein d'une unité scientifique; déterminer les variables et expliquer comment il prévoit contrôler les variables. Une fois que l'enseignant les a approuvés, terminer la recherche. Par exemple, l'enseignant peut fournir à l'élève la formule chimique d'un acide ou d'une base. L'élève conçoit ensuite une étude de titrage pour déterminer la concentration de cet acide ou de cette base. Il peut aussi répertorier tous les matériaux nécessaires et fournir des instructions pour chaque étape de la procédure.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 589-594

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 220-222

Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir de données disponibles et des informations contextuelles [RAG 2]	L'élève aura déjà des connaissances sur le questionnement, la définition de problèmes et la façon de s'y prendre pour étudier ces problèmes. Cette habileté demande à l'élève d'énoncer des prédictions ou des hypothèses basées sur des données disponibles et de l'information contextuelle. De la 7e à la 9e année en sciences, l'élève a énoncé des prédictions ou des hypothèses basées sur des renseignements de fond ou un schéma d'événements observés. Les prédictions ont été formulées relativement à des questions vérifiables. Dans une recherche, l'élève prédit l'incidence qu'aura le changement de la variable indépendante sur la variable dépendante. Les prédictions expérimentales peuvent se rédiger sous la forme d'énoncés « Si..., alors... » On croit souvent à tort que les hypothèses et les prédictions sont de simples suppositions, alors qu'elles sont basées sur des preuves contextuelles. Les données probantes devraient établir la base sur laquelle l'élève formule ses prédictions et ses hypothèses. On appelle hypothèses les prédictions appuyées par un raisonnement détaillé; elles expliquent les prédictions. Les hypothèses peuvent se rédiger sous la forme d'énoncés « Si..., alors..., parce que... ». Une hypothèse comprend une prédiction (c.-à-d., « Si..., alors... ») et une explication (c.-à-d., « parce que... »). Les prédictions et les hypothèses sont confirmées ou rejetées par les preuves obtenues. Dans la réalité, la grande majorité des hypothèses scientifiques échouent. Si une recherche est menée de manière appropriée, on la considère comme réussie, que les résultats confirment ou rejettent l'hypothèse, car on en a appris quelque chose. Par exemple, on peut demander à un élève de prédire quelles substances (à partir d'une liste) présenteraient les propriétés d'un acide ou d'une base. Dans le cours Sciences 1236, l'élève a identifié les acides et les bases à partir de ses formules. Dans le cas d'une espèce amphotère comme le $NaHCO_3$, son hypothèse et sa prédiction seraient incorrectes.
6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements [RAG 2]	Pour développer cette habileté, l'élève devrait avoir l'occasion de s'exercer, avec et sans encadrement. Il devrait posséder des connaissances pratiques sur la rédaction des prédictions et des hypothèses. L'apprentissage par projets peut aider l'élève à formuler des prédictions et des hypothèses et à faire des liens. Les théories sont utilisées pour développer des recherches scientifiques. Il est important que l'élève examine les renseignements théoriques pertinents, puis applique ses connaissances à de nouvelles situations. Selon les renseignements théoriques en jeu, l'élève devrait formuler une prédiction et une hypothèse.

(suite)

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- faire la démonstration d'une activité de recherche. Demander à l'élève de formuler et d'expliquer une prédiction (p. ex., démontrer l'effet de l'ajout d'un acide à un équilibre donné dans lequel il y a un changement de couleur, prédire le changement de couleur qui surviendrait si une base était ajoutée);
- discuter des types de prédictions qui se produisent tous les jours (p. ex., la météo, les niveaux de précipitations, la température);
- discuter (à partir du cours Sciences 9e année) des fondements théoriques de la disposition des éléments dans le tableau périodique de Mendeleïev (c.-à-d., puisque des éléments restaient à découvrir, il a fallu insérer des cases vides dans le tableau original). Il peut être utile de montrer une vidéo décrivant l'évolution du tableau périodique des éléments.

L'élève peut

- remplir une carte d'entrée pour formuler une prédiction et une hypothèse en fonction des renseignements théoriques donnés;
- utiliser ses connaissances préalables pour élaborer des hypothèses et des prédictions sur la façon dont des concentrations changeantes influeraient sur les valeurs du pH.

Faire des liens

L'enseignant peut

- faire part de renseignements de fond sur un sujet actuel ou de données tirées d'une recherche antérieure. Discuter de la prédiction et de l'hypothèse;
- installer des stations où se trouvent différents ensembles de données et renseignements de base. Demander à l'élève de se déplacer d'une station à l'autre, de rédiger des prédictions à partir des données disponibles. D'échanger de l'information en groupe, puis de comparer les prédictions.

L'élève peut

- reconnaître les domaines de la chimie dans lesquels on se fonde sur une théorie pour prédire des résultats (p. ex., théorie des collisions, théorie acido-basique);
- prédire quelle combinaison de métaux et de solutions électrolytiques correspondantes produira le potentiel cellulaire le plus élevé;
- prédire ce qu'il adviendra du pH d'un acide lorsque sa concentration sera modifiée (diluée);
- prédire l'acidité relative de différents agrumes.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- p. 497

Chimie 11 STSE (GE)

- p. 196

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Parlons sciences

Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir de données disponibles et des informations contextuelles [RAG 2]*	L'élève devrait comprendre la différence entre une prédiction et une hypothèse. Par exemple, pour comprendre le principe de Le Châtelier, l'élève devrait être capable de prédire les changements d'équilibre en fonction des changements apportés au système. Les séances de laboratoire pratiques utilisées pour aider l'élève à comprendre la théorie scientifique sont la principale méthode d'acquisition de cette habileté. L'enseignant peut agir à titre de guide au début, mais l'objectif est la découverte complète par l'élève. Le cas échéant, lorsqu'il effectue des recherches, l'élève devrait formuler une prédiction et une hypothèse.
6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements [RAG 2]	

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- utiliser des données et des renseignements de fond pour formuler une prédiction et une hypothèse. Dresser la liste des autres données et renseignements nécessaires pour déterminer si sa prédiction serait plus exacte.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- p. 497

Chimie 11 STSE (GE)

- p. 196

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Parlons sciences

Identification du problème et planification

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 7.0 formuler les définitions opérationnelles des principales variables [RAG 2]	Cette habileté est importante dans l'évolution de la pensée scientifique. Les définitions opérationnelles décrivent le comportement d'un objet ou d'un phénomène. Elles établissent des liens entre la théorie et le monde réel. Il ne s'agit pas de définitions au sens littéral du terme, mais plutôt de définitions propres à une recherche individuelle. Une définition opérationnelle peut aider à établir les paramètres de la recherche et comprend habituellement des propriétés observables. Il s'agit d'une clarification ou d'un ensemble de lignes directrices pour la variable. Par exemple, la définition opérationnelle d'un acide comprendrait des observations comme le goût (acide), la conductivité, la réaction avec les métaux, etc. De même, les cellules électrochimiques peuvent être définies de manière opérationnelle en fonction du potentiel cellulaire produit dans la cellule.
8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision [RAG 2]	Les recherches exigent la sélection d'outils et d'instruments appropriés pour la collecte de données. L'élève effectue souvent des recherches à l'aide d'instruments scientifiques prédéterminés ou assignés. Il est important que l'élève apprenne à évaluer quel instrument convient le mieux en fonction des données à recueillir. Le développement de cette habileté exige que l'élève ait la possibilité de choisir parmi divers instruments pour effectuer une recherche ou recueillir des données. L'élève devrait être en mesure d'expliquer les raisons de son choix et de dire pourquoi il juge que l'instrument est le plus approprié. L'élève peut choisir l'instrument le plus approprié à un devis expérimental donné (p. ex., utiliser une bouteille graduée plutôt qu'une éprouvette pour la collecte d'un gaz). La sélection d'instruments proposés peut être basée sur le degré de précision nécessaire, mais il faut aussi identifier clairement ce qui doit être mesuré. La méthode de collecte des données est également importante, qu'il s'agisse d'essais et d'erreurs, ou de répétitions. Par exemple, l'élève peut déterminer les calculs énergétiques d'une substance en effectuant une étude calorimétrique.

Identification du problème et planification

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- examiner la différence entre les instruments qualitatifs et quantitatifs (p. ex., si le pH d'une solution doit être de 6,3, un pH-mètre numérique peut être nécessaire; toutefois, si une solution doit être basique, du papier pH est suffisant);
- faire la démonstration des capacités des divers instruments et en discuter. Par exemple, discuter de la précision d'une pipette ou d'une burette pour mesurer un volume donné de solution;
- rappeler à l'élève l'expérience en laboratoire qu'il a conçue dans le cadre du cours Chimie 2232 : Pourcentage de rendement d'une réaction de précipitation et du cours Sciences 1236 : Facteurs influant sur les vitesses de réaction. Discuter des variables, de ce qui doit être contrôlé et des autres facteurs impliqués.

Faire des liens

L'élève peut

- fournir une définition opérationnelle de l'anode et de la cathode;
- mener à bien un projet axé sur les activités, comme l'analyse du pH des acides et des bases domestiques. Recueillir des données probantes et décrire les résultats d'une question particulière;
- déceler les sources d'erreur associées aux analyses calorimétriques effectuées en laboratoire à l'aide de calorimètres simples (tasse à café);
- tester l'efficacité de diverses limites poreuses dans la conception des cellules galvaniques;
- concevoir une étude en laboratoire pour prouver que le dioxyde de manganèse est un catalyseur pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène;
- déterminer l'équipement approprié nécessaire pour un laboratoire de titrage. Comparer l'exactitude et la précision des burettes et des pipettes par rapport aux cylindres gradués. Prendre en considération l'effet de l'utilisation d'une trop grande quantité d'indicateurs au cours d'une étude de titrage.

Consolider

L'élève peut

- élaborer la procédure à suivre dans le cadre d'une recherche scientifique. Avant de mener la recherche, justifier le choix des instruments. Par exemple, déterminer si le changement d'enthalpie d'une réaction chimique (ou physique) donnée peut être déterminé à l'aide d'un calorimètre simple (tasse à café).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 634-641, 660-664, 667

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.42-5.43, 5.47

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Parlons sciences

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
L'élève doit pouvoir : 9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées [RAG 2]	Dans l'application de cette habileté, le contexte détermine les procédures appropriées (p. ex., utilisation d'une bouteille graduée plutôt que d'un bécher ou d'une éprouvette pour la collecte d'un gaz afin de mesurer la vitesse de réaction). Un renforcement par apprentissage expérientiel est nécessaire pour développer adéquatement cette habileté.
10.0 réaliser des procédures permettant de contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures si nécessaire [RAG 2]	Lorsqu'on effectue des procédures d'échantillonnage, il est important de respecter des procédures normalisées qui permettent la répétabilité. Selon la nature de la recherche, l'élève devrait veiller à bien choisir l'équipement afin de répondre à des exigences d'échantillonnage précises. Face à des échantillons d'acides ou de bases, l'élève peut utiliser le papier ou les capteurs de pH de son choix pour prélever des échantillons. La connaissance de l'instrument le plus approprié dans certaines conditions peut être développée par l'expérimentation. Pendant la réalisation d'une recherche en laboratoire, l'enseignant doit passer en revue les considérations de sécurité propres à l'activité. Celles-ci doivent comprendre le nettoyage après la séance de laboratoire, ainsi que l'élimination appropriée des produits formés. L'enseignant peut consulter les fiches de données de sécurité (FDS) pour relever tous les risques associés aux substances chimiques utilisées et demander à l'élève de s'y référer.

(suite)

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- discuter des limites des procédures d'échantillonnage (p. ex., il est nécessaire d'effectuer plus d'un essai dans une étude de titrage pour améliorer la précision).

Faire des liens

L'enseignant peut

- demander à l'élève de déterminer les variables d'une activité expérimentale (p. ex., les articles, la vitesse de réaction, l'équilibre, les titrages);
- discuter (dans le cadre d'une activité expérimentale) des raisons pour lesquelles une procédure d'échantillonnage particulière a été utilisée et pourquoi elle était appropriée dans la situation.

L'élève peut

- améliorer la précision d'une recherche grâce à des essais répétés;
- cerner des problèmes en concevant une expérience dans laquelle les variables doivent être manipulées (p. ex., expliquer pourquoi la température et la concentration doivent être contrôlées de façon indépendante pour déterminer leurs effets sur les vitesses de réaction);
- décrire les variables qui doivent être contrôlées lors de la détermination des tensions de variées cellules galvaniques fabriquées à partir de diverses combinaisons d'ions métalliques et métaux.

Consolider

L'enseignant peut

- faire la démonstration des capacités des divers instruments et en discuter. Par exemple, expliquer pourquoi une pipette, plutôt qu'un cylindre gradué, est utilisée pour prélever l'échantillon en vue d'un titrage;
- examiner l'échantillonnage aléatoire et non probabiliste. Discuter de la façon dont le jugement subjectif d'un chercheur est utilisé pour sélectionner un échantillon.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 353, 537, 389, 637, 670-671, 706, 707, 708-711

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.50-3.51,3.52-3.53, 3.56-3.59, 3.60-3.61, 3.70-3.75
- pp. 5.42-5.43, 5.44-5.45, 5.47, 5.50-5.53
- FRO 1, FRO 2, FRO 7, FRO 33
- FRÉ 1, FRÉ 6, FRÉ 7, FRÉ 21, FRÉ 24, FRÉ 25

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées* [RAG 2] *10.0 réaliser des procédures permettant de contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures si nécessaire* [RAG 2]	L'élève devrait être en mesure de déterminer les principales variables de l'hypothèse à vérifier. Il devrait avoir une compréhension préalable des variables expérimentales. L'enseignant doit s'assurer que les variables indépendantes, dépendantes et autres sont contrôlées dans toute recherche (p. ex., contrôle de la température pour toute activité ou de la concentration d'espèces chimiques). L'élève devrait réaliser les procédures en sachant que le fait de ne pas isoler et de ne pas contrôler les variables compromettra la validité d'une recherche, ce qui entraînera des conclusions erronées. Il faudra peut-être modifier les procédures pour s'assurer que les données recueillies tiennent compte du problème et de l'hypothèse à vérifier.

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

L'élève peut

- élaborer la procédure à suivre dans le cadre d'une recherche scientifique. Avant de mener la recherche, justifier son choix d'instruments;
- énumérer les variables d'une recherche;
- prendre en considération la rupture du barrage d'un bassin de résidus miniers acides. En groupe :
  - déterminer les effets environnementaux du drainage acide (mesure du pH en aval du site);
  - élaborer et mettre en œuvre un plan pour la collecte, la présentation et l'analyse de données;
  - décrire les effets des éléments suivants sur la collecte de données : le biais, la langue, l'éthique, les coûts, la durée ou le moment choisi et les aspects relatifs à la dimension culturelle et à la protection de la vie privée;
- prendre en considération des facteurs tels que la méthode de collecte utilisée, la fiabilité et l'utilité des données, ainsi que la possibilité de formuler des généralisations au sujet de la population à partir d'un échantillon.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 434-435, 704-705

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.50-3.51,3.52-3.53, 3.56-3.59, 3.60-3.61, 3.70-3.75
- pp. 5.42-5.43, 5.44-5.45, 5.47, 5.50-5.53
- FRO 1, FRO 2, FRO 7, FRO 33
- FRÉ 1, FRÉ 6, FRÉ 7, FRÉ 21, FRÉ 24, FRÉ 25

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
L'élève doit pouvoir : 11.0 utiliser les instruments de manière efficace et précise pour collecter des données [RAG 2]	Il est important que l'enseignant montre les techniques correctes permettant d'utiliser un instrument ou un appareil avec efficacité. L'élève devrait reconnaître les sources d'erreur potentielles causées par une utilisation incorrecte des instruments et être en mesure de discuter de la manière dont l'exactitude de la collecte des données peut varier en fonction des instruments utilisés. Une fois la collecte des données terminée, il faudrait discuter des écarts dans les résultats de l'élève et revenir sur l'importance d'une utilisation efficace et exacte des instruments. L'élève devra fréquemment utiliser les instruments de laboratoire pour développer adéquatement des habiletés importantes. L'élève devrait avoir de nombreuses occasions de s'exercer à utiliser les instruments appropriés pendant les routines de classe (p. ex., utilisation appropriée des pipettes). L'élève devrait pouvoir appliquer des techniques de pesée appropriées, comme le tarage d'une balance et la pesée par différence. Il devrait être en mesure d'utiliser les deux méthodes et de choisir celle qui convient le mieux à une situation donnée.
12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données [RAG 2]	L'élève doit avoir des connaissances préalables et de l'expérience dans la compilation et l'organisation des données. Il doit avoir utilisé une variété de formats dans les cours de sciences et autres. Les données peuvent être recueillies à l'aide de diverses technologies et organisées sous forme de graphiques, de tableaux, de notes, de registres ou de fichiers numériques. Les appareils mobiles sans fil permettent de recueillir des images, de créer des feuilles de calcul, d'analyser des données et de collaborer entre pairs.

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- faire la démonstration de l'utilisation de tout appareil utilisé pour recueillir des données ou faire des observations (p. ex., décrire et démontrer comment lire correctement le ménisque d'une burette);
- établir la différence entre l'exactitude et la précision d'une recherche.

L'élève peut

- discuter de l'utilisation antérieure des graphiques linéaires, des diagrammes circulaires et des diagrammes de dispersion pour organiser et présenter les données. Discuter de l'utilisation adéquate de chacun de ces formats.

Faire des liens

L'élève peut

- faire la démonstration de l'utilisation correcte d'un appareil pour la collecte de données. Par exemple, montrer comment on pèse la masse d'un échantillon avec exactitude à l'aide d'une balance électronique;
- recueillir les données à l'aide des instruments choisis. Formuler des commentaires au sujet de l'utilisation de l'instrument dans le cadre de la procédure et avancer des recommandations pour rendre une telle utilisation plus efficace;
- compiler et organiser les données d'une analyse des approvisionnements en eau des collectivités, ce qui aidera à déterminer les niveaux de solides dissous;
- recueillir des données et tracer le graphique à partir de la mini-étude sur l'échange d'eau « The Water Exchange » (Chimie : manuel de l'un élève de Terre-Neuve-et-Labrador);
- pratiquer l'utilisation des instruments en ayant recours à la réflexion et à la rétroaction de façon cohérente.

Consolider

L'élève peut

- créer une courbe de titrage correctement étiquetée à l'aide des résultats d'une étude de titrage;
- créer une courbe de titrage à partir des données recueillies (pour permettre le calcul des valeurs de K_a);
- créer un diagramme de dispersion à partir des données sur la vitesse de réaction et la concentration. Interpréter la relation entre les deux.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 353, 388, 532-544, 706, 707, 712-714, 726-727

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.50-3.51, 3.66-3.69
- FRO 1, FRO 2, FRO 33
- FRÉ 1, FRÉ 9, FRÉ 21, FRÉ 23, FRÉ 26

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

13.0 utiliser la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné
[RAG 2]

14.0 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source
[RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Ce résultat d'apprentissage est l'utilisation des techniques d'interrogation et de recherche appropriées pour recueillir des renseignements. L'élève aura également développé ces habiletés dans d'autres domaines du programme.

L'enseignant devrait passer en revue l'utilisation acceptable et pertinente de la bibliothèque et des outils et pratiques de recherche électronique, et les politiques connexes. L'élève continuera à développer les habiletés pratiques nécessaires pour évaluer le degré de validité, de fiabilité et de biais d'une source. Il devrait pouvoir déterminer l'origine du matériel et vérifier les sources pour confirmer si le matériel est approprié, si les liens sont bien organisés et si les renseignements sont accessibles. Il devrait aussi pouvoir utiliser des techniques et des mots clés de recherche avancés.

(suite)

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter des manières les plus efficaces d'organiser les données (y compris les chiffres significatifs et les unités de mesure);
- reviser le protocole de recherche et de mention des sources;
- inviter un représentant des bibliothèques publiques de Terre-Neuve-et-Labrador à présenter un survol des services et des bases de données des bibliothèques. Demander une carte de bibliothèque pour les élèves.

L'élève peut

- discuter des sujets des cours de science précédents sur lesquels lui-même ou ses camarades de classe ont mené une recherche;
- discuter de l'importance d'avoir des sources fiables et valides lorsqu'on effectue une recherche (une source fiable n'est pas forcément valide).

Faire des liens

L'enseignant peut

- lancer une discussion en classe sur les raisons pour lesquelles certains sites en ligne ne sont pas considérés comme des sources fiables. Discuter de l'importance de la vérification des faits en ce qui concerne l'information fondée sur les médias sociaux ainsi que des avantages de l'utilisation de sources évaluées par des pairs pour la recherche.

L'élève peut

- organiser les renseignements recueillis pendant la recherche. Par exemple, il peut catégoriser la variété des sources d'énergie (nucléaire, chimique et physique) ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune;
- effectuer une recherche pour savoir quelle quantité de chaleur peut être légalement rejetée dans un lac ou une rivière ou quelle est la meilleure façon (économique) de produire de l'électricité dans sa propre communauté ou région.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- Annexe A : Conventions scientifiques

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 340, 378

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Newfoundland and Labrador Public Libraries

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

13.0 utiliser la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné [RAG 2]

14.0 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Il peut être nécessaire que l'enseignant revoie les règles et les lignes directrices associées aux éléments suivants :

- renseignements et sources acceptables;
- citations et références;
- plagiat.

L'élève devrait continuer à élaborer des stratégies liées à la sélection, à l'organisation et à l'intégration des renseignements recueillis au moyen de la recherche.

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- choisir un aspect d'une recherche en laboratoire. Effectuer une recherche sur un élément qui a suscité des questions;
- effectuer des recherches sur un sujet choisi dans le cours. Par exemple, il peut effectuer des recherches sur la Station spatiale internationale en tant que système isolé;
- créer une présentation avec chaque diapositive énumérant le titre d'un sujet scientifique, technologique, social ou environnemental (STSE). Individuellement ou en groupes, faire des recherches sur l'un des sujets, puis remplir la diapositive correspondante. La présenter en classe;
- effectuer des recherches sur une tendance en matière de santé (p. ex., eau alcaline, bracelet Q-Ray) du point de vue de la chimie acido-basique. Utiliser au moins trois sources pour évaluer la validité des allégations relatives aux avantages pour la santé.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- Annexe A : Conventions scientifiques

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 340, 378

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Newfoundland and Labrador Public Libraries

Réalisation et enregistrement de données

Résultats d'apprentissage spécifiques	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
L'élève doit pouvoir : 15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]	Lorsqu'il mène une recherche en laboratoire, l'enseignant doit passer en revue les éléments de sécurité applicables et faire la démonstration des techniques de manipulation et d'utilisation appropriées de l'équipement. L'élève devrait être en mesure de choisir et d'utiliser le matériel de façon sécuritaire. L'élève doit bien connaître l'utilisation sécuritaire et appropriée de la balance électronique, des plaques chauffantes, de la verrerie, de l'entonnoir et du papier-filtre, ainsi que du thermomètre. L'élève devrait également être en mesure de nettoyer et de sécher correctement l'équipement. L'enseignant devrait évaluer si l'élève utilise l'appareil et les matériaux de manière sécuritaire. Les types d'évaluation sont les listes de vérification, les observations, les évaluations par les pairs, etc. Pour être en mesure de faire des choix appropriés, les étudiants auront besoin d'une expérience pratique. Une récapitulation des politiques de sécurité et des procédures correctes dans les environnements de laboratoire est nécessaire avant que l'élève ne participe à une activité ou à une recherche. Cela devrait faire partie du plan de sécurité de l'école et devrait être revu une fois l'an.
16.0 démontrer une connaissance des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de matériels de laboratoire [RAG 2]	L'élève aura déjà vu le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT). Cependant, en raison de son importance, une évaluation déterminera le niveau de compétence de l'élève dans ce domaine. L'enseignant devrait respecter les normes et les techniques appropriées du SIMDUT lorsqu'il manipule et élimine des matériaux. Une récapitulation des procédures propres au SIMDUT et des procédures de sécurité devrait être effectuée avant qu'une recherche n'ait lieu. Par exemple, avant que l'étudiant manipule des acides ou utilise une plaque chauffante, il devra passer en revue les mesures de sécurité. L'enseignant devrait évaluer la capacité de l'élève à faire preuve de connaissances en manipulation conforme au SIMDUT pendant les recherches en laboratoire.
17.0 décrire et appliquer des systèmes de classification et des nomenclatures scientifiques [RAG 2]	Des systèmes de classification sont utilisés tout au long du cours. Les systèmes de classification du cours Chimie 3232 comprennent par exemples les réactions endothermiques ou exothermiques, les réactions d'oxydoréduction, les acides forts et les bases fortes, ainsi que les acides faibles et les bases faibles.

Réalisation et enregistrement de données

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- montrer qu'il utilise l'équipement et les matériaux de laboratoire de manière sécuritaire en respectant les normes du SIMDUT en vigueur (2015). Cela peut se faire selon les besoins ou englober une série d'équipement à utiliser tout au long de l'année. Dans ce cas, il faut aussi évaluer le niveau de compréhension de l'élève;
- créer un guide d'étude composé d'un tableau en deux volets à l'aide d'exemples de systèmes de classification (p. ex., endothermique ou exothermique);
- discuter de la façon dont le tableau périodique montre que les éléments sont organisés en fonction de leurs propriétés.

L'élève peut

- mettre en place une recherche et faire la démonstration des procédures de sécurité appropriées, ce qui comprend l'élimination et l'entreposage corrects;
- créer une solution acido-basique et une station de verre brisé.

Faire des liens

L'élève peut

- créer les affiches de sécurité pour le laboratoire en mettant l'accent sur un contenu propre au cours Chimie 3232;
- créer des fiches d'information pour énumérer les règlements sécuritaires concernant l'équipement et le matériel de laboratoire;
- présenter les recommandations du SIMDUT sur des affiches ou des infographies. Afficher le tout dans le laboratoire.

Consolider

L'élève peut

- effectuer une recherche sur la vitesse de réaction au cours de laquelle il recueille le matériel approprié et manipule toutes les substances en utilisant le protocole approprié du SIMDUT;
- manipuler et éliminer les acides et les bases d'une manière sécuritaire et appropriée;
- élaborer une activité de mélange et d'appariement avec les symboles du SIMDUT et leur signification;
- présenter les recommandations du SIMDUT à un groupe d'élèves en science plus jeunes.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 495-497

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.48

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]	La communication doit rendre compte des idées, des plans et des résultats avec fidélité et sans biais. L'élève a déjà représenté des données de diverses manières et devrait continuer à développer les habiletés associées à la représentation de données. Cela peut comprendre l'utilisation de diagrammes, de modèles, de tableaux, de graphiques et de diverses figures statistiques. L'enseignant devrait mettre l'accent sur l'utilisation de modes de représentation clairs et concis qui rendent compte de façon appropriée et précise des résultats d'une recherche menée par l'élève. L'utilisation des chiffres, des symboles, des graphiques et de la langue est omniprésente dans toutes les sciences; par conséquent, il est nécessaire de donner à l'élève l'occasion de montrer sa compétence dans ce domaine. On utilise souvent des tableaux pour compiler des données, alors que les graphiques et les diagrammes servent à les interpréter et à les présenter. Les tableaux devraient comprendre des rangées et des colonnes et porter les en-têtes appropriés. Un titre descriptif qui comprend un numéro (p. ex., Tableau 1 : Titre) devrait se situer en haut. Les diagrammes et les graphiques permettent de présenter les tendances qui se dégagent des données recueillies. On les considère comme des figures qui doivent être numérotées et porter un titre descriptif placé en bas (p. ex., Figure 1 : Titre ou description). En outre, l'abscisse (x) et l'ordonnée (y) d'un graphique doivent être clairement identifiées et porter les unités appropriées. L'abscisse doit contenir la variable indépendante.
19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite [RAG 2]	L'élève a travaillé avec des diagrammes de dispersion, la droite la mieux ajustée, l'interpolation et l'extrapolation dans le cadre du cours Sciences 9e année. Il devrait continuer à travailler avec des données tracées à partir d'activités ou de recherches et tracer ensuite une droite la mieux ajustée. L'examen des données à l'intérieur de la droite (interpoler) et la prédiction des données au-delà de la plage de données tracée (extrapoler) sont des compétences essentielles. L'enseignant devrait préciser quand une courbe la mieux ajustée est plus appropriée, comme dans le cas des courbes de pH. L'interprétation et l'inférence sont deux sous-ensembles importants de la pensée critique. L'élève devrait être en mesure de faire le lien entre l'importance d'une ligne ou d'une courbe qui s'ajuste le mieux lorsqu'il interprète des données.
20.0 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer les rapports linéaires et non linéaires	L'élève devrait également reconnaître les régularités et déterminer les relations entre les variables (p. ex., les relations linéaires comprennent des ensembles de données qui augmentent ou diminuent par intervalles constants selon les variations de la variable indépendante; les relations non linéaires comprennent des augmentations ou des diminutions de quantités variables et quantifiables).

(suite)

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter à l'élève des graphiques qui comprennent des données tracées. Lui demander d'utiliser l'extrapolation et l'interpolation pour obtenir des informations;
- fournir des ensembles d'échantillons de données qui montrent des relations linéaires et non linéaires (p. ex., la vitesse de réaction, la concentration en température);
- discuter de l'utilisation antérieure des graphiques linéaires, des diagrammes circulaires et des diagrammes de dispersion pour organiser et présenter les données.

L'élève peut

- créer sa propre droite ou courbe la mieux ajustée à partir d'ensembles de données. Envisager d'utiliser du papier quadrillé avant d'utiliser des dispositifs technologiques pour obtenir une représentation graphique des données;
- faire un remue-méninges concernant les situations dans lesquelles il est approprié d'utiliser des graphiques linéaires, des diagrammes circulaires et des diagrammes de dispersion (tiré du cours Mathématiques 9e année).

Faire des liens

L'enseignant peut

- guider l'élève dans la représentation graphique des données des recherches antérieures.

L'élève peut

- prédire, à partir d'une courbe de titrage, le pH d'un point d'équivalence;
- justifier l'utilisation d'un format de données particulier et le présenter dans le cadre d'une activité expérimentale. Indiquer pourquoi ce format est approprié et comment il a facilité l'interprétation des données;
- utiliser les données sur la vitesse de réaction et la concentration pour créer une droite ou une courbe la mieux ajustée. Interpoler ou extrapoler les données selon cette droite;
- créer un graphique pour déterminer la vitesse d'une réaction chimique.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 353, 357, 388, 532-544, 708-711, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.50-3.51, 3.60-3.61, 3.66-3.69, 4.50-4.51, 4.58-4.59
- FRO 14, FRO 15, FRO 18
- FRÉ 7

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]*	L'élève devrait être en mesure d'examiner les données d'une recherche pour déterminer les relations (linéaires et non linéaires), les corrélations, les tendances, les valeurs prévues et les équations linéaires. Des inférences appropriées peuvent être faites à partir des données recueillies au cours des recherches. L'enseignant devrait mettre en garde contre l'interprétation de modèles basés sur des échantillons de petite taille (en particulier lorsqu'il s'agit de systèmes vivants). Dans de nombreuses recherches, un grand échantillon est nécessaire pour bien évaluer et déterminer les relations appropriées.
19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite [RAG 2]	
20.0 interpréter des régularité et d*es tendances dans les données et inférer ou calculer les rapports linéaires et non linéaires*	

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- interpréter les régularités et les tendances qui se dégagent des données et formuler des inférences concernant les relations entre elles, au moyen d'une représentation visuelle, comme un graphique linéaire;
- utiliser des courbes de titrage pour déterminer un point virage et un point d'équivalence;
- utiliser un diagramme de dispersion pour représenter graphiquement les données d'un laboratoire de vitesse de réaction (par exemple, la vitesse de production de $CO_2(g)$ dans le temps). Utiliser le graphique résultant pour déterminer la vitesse de réaction et extrapoler pour déterminer le volume de $CO_2(g)$ produit à un moment donné (non mesuré auparavant);
- utiliser une sonde pH ou du papier pH pour recueillir les données du pH tout au long d'un titrage. Tracer un graphique des données à l'aide d'un diagramme de dispersion. Utiliser le graphique résultant pour identifier le point d'équivalence, le pH au point d'équivalence, le type de réactif de titrage (acide fort ou acide faible, base forte ou base faible) et le type d'inconnues (acide fort ou acide faible, base forte ou base faible).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 353, 357, 388, 532-544, 708-711, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.50-3.51, 3.60-3.61, 3.66-3.69, 4.50-4.51, 4.58-4.59
- FRO 14, FRO 15, FRO 18
- FRÉ 7

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 21.0 appliquer et évaluer des modèles théoriques différentes pour interpréter les connaissances dans un domaine donné [RAG 2]	D'autres modèles théoriques sont nécessaires car les connaissances scientifiques sont fondées sur les données disponibles à un moment donné et doivent donc être constamment réévaluées. Les connaissances scientifiques peuvent évoluer au fil du temps en fonction des nouvelles données probantes issues de la mise au point de nouvelles technologies. Les connaissances scientifiques sont souvent soumises à différentes interprétations, en fonction des connaissances fournies et, par conséquent, différents modèles théoriques sont possibles. L'élève aura l'expérience (à partir de la science intermédiaire) de l'analyse des différents modèles théoriques de l'atome tels que proposés par Dalton, Thomson, Rutherford et Bohr. La nécessité de réviser et de modifier les modèles en fonction des nouvelles données probantes a également été abordée. Le processus de prise en compte des écarts permettra à l'élève de réfléchir de façon critique à ses propres capacités.
22.0 comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les écarts [RAG 2]	Les valeurs empiriques sont des mesures recueillies à partir de recherches et d'observations. Les valeurs théoriques sont des valeurs acceptées qui ont été déterminées par des expériences approfondies et répétées (par exemple, la valeur acceptée pour l'enthalpie molaire de combustion de la paraffine, $C_{25}H_{52}(s)$, est 18 000 kJ/mol). Lorsque l'élève étudie un problème, il peut dégager des tendances, faire des prédictions ou calculer des valeurs. L'élève devrait comparer ses résultats à des valeurs théoriques connues au moyen du pourcentage d'écart ou d'erreur. L'élève peut ainsi déterminer la validité de sa recherche et réfléchir au processus utilisé. L'élève devrait identifier les raisons pour lesquelles de telles divergences existent et suggérer des façons de modifier l'expérimentation pour les limiter. Par exemple, il peut déterminer expérimentalement l'enthalpie molaire de combustion de la paraffine, $C_{25}H_{52}(s)$, calculer l'erreur en pourcentage ou l'erreur, puis suggérer les raisons expliquant les différences. De même, l'élève peut déterminer expérimentalement la tension d'une variété de combinaisons de demi-cellules et la comparer aux valeurs tabulées acceptées dans le tableau des potentiels de réduction standard. Les recherches devraient être axées sur l'étude, la résolution de problèmes ou la vérification d'hypothèses. Un écart important n'est pas synonyme d'échec. Il s'agit d'une occasion d'apprentissage qui permet de réfléchir sur les pratiques et les compétences utilisées tout au long de l'expérimentation.

(suite)

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter d'une variété de modèles théoriques qui ont évolué au fil du temps. Les nouvelles technologies émergeantes produisent de nouveaux outils de collecte de données. Ces nouvelles données pourraient donner lieu à la production d'autres théories et modèles. Par exemple, dans le cours Sciences 9e année, l'élève a étudié l'évolution des modèles de l'atome dans le temps.

L'élève peut

- réfléchir aux différences entre la théorie et la pratique et en discuter. Dans le cadre de la discussion, commencer à rédiger un commentaire sur l'exactitude des instruments et des hypothèses qui sous-tendent la théorie.

Faire des liens

L'enseignant peut

- discuter de l'élaboration de théories acido-basiques, y compris la théorie d'Arrhenius, d'Arrhenius modifiée (moderne) et de Brønsted-Lowry.

L'élève peut

- observer ou réaliser une activité axée sur la capacité calorifique d'un métal. Tenir compte de la direction de l'erreur causée par les limites de la procédure (p. ex., la capacité calorifique mesurée ne devrait jamais être supérieure à la valeur généralement acceptée);
- mesurer des quantités connues dans les activités d'échantillonnage (p. ex., mesurer la tension des batteries et comparer ces valeurs à la valeur théorique de la tension : quelle est la tension d'une pile 9 V? Est-ce vraiment 9 V?);
- déterminer d'autres quantités connues qui ont des équivalents théoriques dans la vie quotidienne. Énumérer les raisons pour lesquelles les données observées peuvent être différentes des quantités connues (p. ex., la vitesse d'une voiture);
- comparer (lors de la mesure de tensions de réactions de demi-cellules) les données de mesure avec les valeurs théoriques acceptées;
- discuter des hypothèses de la calorimétrie et comparer ensuite les valeurs expérimentales et acceptées de l'enthalpie.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 649-659, 670

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.44-5.45, 5.50-5.53
- FR 10-1
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *21.0 appliquer et évaluer des modèles théoriques différentes pour interpréter les connaissances dans un domaine donné [RAG 2]*	L'élève a de l'expérience antérieure (du cours intermédiaire de mathématiques) dans la discussion des probabilités théoriques par rapport aux probabilités expérimentales. Une connexion devrait être établie pour aider à comparer les valeurs et à expliquer les divergences.
22.0 comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les écarts [RAG 2]	

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- proposer des théories alternatives aux théories énoncées dans une activité. Justifier les théories à partir d'observations et d'autres données;
- comparer les tensions des cellules dans une étude galvanique à celles calculées à l'aide du tableau des potentiels de réduction standard.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 649-659, 670

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.44-5.45, 5.50-5.53
- FR 10-1
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données [RAG 2]	L'élève devrait être en mesure d'examiner les méthodes de recherche et les progrès réalisés au cours des processus de recherche; les recherches scientifiques exigent des changements et des modifications constants. L'élève devrait examiner les données recueillies et en évaluer la qualité en termes de • précision; • pertinence par rapport à l'étude en question; • taille de l'échantillon; • techniques d'échantillonnage. L'élève devrait également discuter du fait que les recherches peuvent être mal préparées et qu'elles peuvent donc produire des résultats qui ne répondent pas adéquatement à une question ou à une hypothèse de recherche (p. ex., lorsqu'on recueille des données pour observer les forces des agents oxydants et réducteurs, il faut utiliser des concentrations molaires uniformes de nitrates; les métaux doivent être nettoyés à l'aide de papier sablé). De même, pour assurer la fiabilité des données, les outils utilisés pour la collecte des données devraient être exempts de tout type de biais. Les concepts d'exactitude et de précision peuvent être présentés ici. Cela peut également être lié à l'utilisation de chiffres significatifs. Quelles sont les implications de l'estimation de la mesure pour les résultats d'une recherche?
24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous forme qui tient compte du degré d'incertitude [RAG 2]	Les chiffres significatifs devraient former une partie importante de cette discussion, ainsi que les différents types d'erreurs (p. ex., les erreurs aléatoires et les erreurs systématiques). L'un des aspects les plus difficiles de la conception d'une recherche consiste à contrôler ou à prendre en compte tous les facteurs possibles, à l'exception de la variable indépendante à l'étude. L'enseignant devrait montrer la variabilité du processus de mesure due aux erreurs découlant des instruments et des procédures. La défaillance d'un instrument et l'erreur humaine (p. ex., la technique) sont des exemples courants.

(suite)

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter des types de dispositifs de chronométrage (p. ex., chronomètres, montres-bracelets, applications de téléphone cellulaire) utilisés pour recueillir des données dans les laboratoires, comme ceux qui permettent de mesurer la vitesse de réaction. Demander à différents élèves de noter le temps produit par différents essais. Discuter des raisons qui expliquent la différence entre les durées et de la façon dont on peut la réduire au minimum;
- démontrer comment l'utilisation d'un thermomètre de laboratoire peut être à l'origine d'erreurs. Par exemple, la température d'un liquide peut être mesurée simultanément avec plusieurs thermomètres et les résultats peuvent être comparés. Après le chauffage ou le refroidissement, les températures peuvent être à nouveau mesurées. L'élève peut comparer les changements de température enregistrés par chaque thermomètre et dresser une liste des erreurs potentielles. L'utilisation d'un microscope, d'échelles, d'un bâtonnet de mesure et de cylindres gradués peut produire aussi les erreurs.

Faire des liens

L'enseignant peut

- proposer de réfléchir à la qualité des données et d'évaluer les méthodes de collecte des données au moyen d'études de la biologie de populations. Combien de poissons faut-il échantillonner pour obtenir un modèle de l'ensemble de la population? Où et quand l'échantillonnage doit-il avoir lieu? L'échantillon est-il représentatif de la population? Les méthodes utilisées ont-elles été normalisées et acceptées? L'étude des vitesses de réaction et la datation avec des radio-isotopes en sont d'autres exemples;
- discuter de la raison d'être de la règle de 500 pour les approximations des calculs d'équilibre. Cette règle est appropriée parce que K_a et K_b ne sont généralement pas connus au-delà de deux chiffres significatifs.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- Annexe A : Conventions scientifiques

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 618-619

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.18-5.19, 5.26-5.29
- FR 9-2
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données [RAG 2]*	Une fois les activités terminées, l'enseignant devrait tenir une brève discussion (soit en petits groupes, soit avec la classe au complet) pour rendre compte des écarts de résultat entre les différents groupes d'élèves. Un remue-méninges sur les raisons possibles des écarts, les sources d'erreur et l'incertitude des mesures peut aider l'élève à réfléchir de manière critique à ses pratiques et à prendre des notes en vue de s'améliorer au cours des activités ultérieures.
24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous forme qui tient compte du degré d'incertitude [RAG 2]	

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

L'élève peut

- indiquer et expliquer des moyens de réduire les erreurs pendant une expérience. Appliquer des méthodes appropriées pour accroître la fiabilité de ses propres méthodes de collecte de données;
- photographier ses instruments de mesure (index sur une balance à triple fléau, ménisque en burette ou fiole jaugée, etc.). Présenter les résultats et discuter de la façon dont les lectures peuvent et doivent être interprétées;
- mesurer la masse d'un volume de solution à l'aide d'un cylindre gradué, d'une pipette ou d'un petit bécher. Comparer les résultats. Discuter de la précision et de la fiabilité des mesures.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- Annexe A : Conventions scientifiques

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 618-619

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.18-5.19, 5.26-5.29
- FR 9-2
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

25.0 construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

26.0 évaluer un dispositif conçu et construit par l'élève en fonction de critères développés personellement [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

La résolution de problèmes est une partie importante de la méthode scientifique. Documenter les améliorations et les modifications du début à la fin aide à démontrer l'importance de la résolution de problèmes en science. Au cours du développement du prototype, il devrait y avoir une évaluation, des modifications et des changements continus. Par exemple, l'élève peut mettre à l'essai plusieurs conceptions différentes d'une cellule galvanique en observant l'utilisation de solutions électrolytiques spécifiques ou l'effet de l'utilisation d'un pont de sel par rapport à son absence.

L'élaboration de critères d'évaluation d'un dispositif construit exige une réflexion critique. L'élève peut utiliser la technologie, des tests ou des mesures appropriés pour évaluer sa conception. Une fois évalués, les critères peuvent devoir être modifiés dans le cadre du processus de résolution de problèmes. Par exemple, en utilisant ses connaissances des composants requis, l'élève peut concevoir son propre calorimètre ou essayer de construire une cellule électrochimique. Il peut tenir compte des problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent et faire les ajustements nécessaires.

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- revoir l'expérience précédante de l'élève (Sciences 7e année, module *La chaleur)* avec :
  - le choix de méthodes et d'outils appropriés pour construire et tester un thermomètre;
  - la collecte de données pendant les essais de conception.
- passer en revue le processus de conception avec l'élève. Il a fait l'expérience de ce processus dans des cours de science précédents ainsi que dans des cours de technologie intermédiaires;
- élaborer un défi de conception de groupe lié à un sujet d'actualité du cours Chimie 3232. Animer le défi avec un autre groupe.

Consolider

L'élève peut

- élaborer et examiner un dispositif technologique utilisé dans les activités scientifiques. Évaluer ce dispositif, suggérer des changements de conception possibles, mettre en œuvre les changements et évaluer les résultats. Par exemple, l'élève peut concevoir son propre calorimètre simple;
- construire une cellule électrochimique destinée à fournir une tension donnée. Utiliser les matériaux fournis (p. ex., choix des électrodes, des électrolytes, des conducteurs);
- réparer ou optimiser la cellule électrochimique construite par un autre élève.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 649-659, 670

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.44-5.45, 5.50-5.53
- FR 10-1
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens.html

- Parlons sciences

Analyse et interprétation

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 27.0 formuler de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris [RAG 2]	L'élève devrait analyser les connaissances actuelles pour cerner les problèmes. Il devrait développer, par le biais de la pensée critique, des questions pertinentes et applicables. De bonnes questions démontreront une appréciation du sujet et encourageront la pensée créative nécessaire pour résoudre le problème. Bien que les pensées originales soient considérées comme l'objet de découvertes scientifiques, il est également important de s'appuyer sur le travail des autres. La pensée créative est nécessaire pour cerner les questions tandis que la pensée critique est importante pour découvrir les problèmes. Pour acquérir d'importantes habiletés scientifiques, l'élève devrait avoir l'occasion de s'interroger continuellement sur son environnement et sur tout ce à quoi il est exposé. Il devrait également avoir l'occasion d'examiner comment les scientifiques utilisent les résultats de leurs recherches pour mettre au point de nouvelles applications (p. ex., l'élaboration et la modification de théories acido-basiques).
28.0 identifier et évaluer des applications possibles des découvertes [RAG 2]	Un grand nombre de programmes axés sur l'innovation et les compétences ont des applications possibles. L'élève devrait savoir qu'une idée n'est qu'une idée jusqu'à ce que quelqu'un trouve une façon utile de l'utiliser; ce développement nécessite des habiletés de pensée créative. L'évaluation de ces applications aide à développer la pensée critique de chaque élève. L'enseignant peut envisager une approche du type Dans l'œil du dragon[MC] pour le développement de cette habileté. Il est important de ne pas limiter l'élève aux entreprises commerciales, mais plutôt de mettre l'accent sur les entreprises sociales, mondiales, écologiques et environnementales. Cela permettra à l'élève de développer sa conscience sociale en même temps que ses habiletés.

Analyse et interprétation

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- utiliser une ligne du temps ou une toile pour démontrer comment une théorie scientifique a été élaborée à partir d'autres théories. Par exemple, utiliser une ligne du temps pour retracer l'évolution des théories traitant des acides et des bases;
- décrire les conséquences involontaires de certaines découvertes scientifiques. Celles-ci ont été à la fois positives et négatives; par conséquent, les exemples doivent en tenir compte. Par exemple, l'oxyde nitreux et l'éther ont d'abord été utilisés comme drogues récréatives avant que leur utilisation plus acceptée ne soit développée.

Faire des liens

L'élève peut

- effectuer des recherches sur le développement de la pile au lithium-ion;
- effectuer des recherches sur l'histoire de produits autrefois courants comme le DDT, les BPC ou l'essence au plomb. Déterminer les applications de ces produits ainsi que la raison ultime pour laquelle ils ont été abandonnés. Présenter ses conclusions à la classe;
- déterminer les répercussions pratiques possibles des réactions de réduction-oxydation spontanées (p. ex., choix des contenants de stockage pour les solutions et des méthodes utilisées pour prévenir la corrosion).

Consolider

L'élève peut

- préparer une présentation du type Dans l'œil du dragon[MC] pour l'un des produits recherchés ci-dessus. En fonction de ses avantages potentiels, présenter le produit à la classe.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- participer à une expo-sciences. Lors de l'élaboration du projet, tenir compte des applications du concept recherché. Intégrer les demandes dans le rapport de projet.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 492-497

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.48

Communication et travail d'équipe

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

29.0 choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant doit offrir des occasions à l'élève de consigner des données de diverses façons. L'élève développera ses compétences en déterminant la forme appropriée pour représenter les données et en utilisant des diagrammes, des modèles, des tableaux, des graphiques et divers données statistiques. L'enseignant devrait mettre l'accent sur l'utilisation de modes de représentation clairs et concis qui rendent compte de façon précise des résultats d'une recherche menée par l'élève.

Cela s'applique particulièrement à la science au niveau secondaire, car l'exactitude dans les chiffres significatifs, les unités, la nomenclature et la terminologie est importante pour la compréhension de nombreux concepts.

L'élève devrait pouvoir expliquer comment l'utilisation des nombres, des symboles, des graphiques et du vocabulaire spécialisé permet aux scientifiques de communiquer à l'aide d'un système normalisé d'organisation, de regroupement et de nomenclature. L'enseignant peut donner des exemples qui montrent comment le vocabulaire partagé facilite la collaboration et la compréhension. Par exemple, les chimistes utilisent une nomenclature commune pour identifier et désigner les composés chimiques.

L'enseignant devrait s'assurer que l'élève a l'occasion d'utiliser de tels systèmes de classification et une telle nomenclature, en particulier au cours d'une recherche. Ces connaissances et ces habiletés seront perfectionnées au moyen de l'activité. Par exemple, l'élève peut discuter de la manière opérationnelle de reconnaître un acide ou une base qu'il ne connaît pas.

Communication et travail d'équipe

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- expliquer pourquoi, pour les résultats d'un titrage, un graphique des valeurs pH est une meilleure représentation qu'un tableau des valeurs pH;
- expliquer pourquoi et comment les gens utilisent des noms différents pour de mêmes choses (p. ex., acide acétique et acide éthanoïque ou courant conventionnel et flux électronique).

Faire des liens

L'élève peut

- recueillir les données d'une recherche précédente effectuée en laboratoire (ou se les faire remettre). En groupe, décider de la façon de présenter les résultats. Dans chaque cas, justifier l'utilisation des modes de communication numérique, symbolique, graphique et linguistique. Tenir compte des résultats présentés et utiliser un ensemble complètement différent de chiffres, de symboles, de graphiques et de termes pour décrire les données. Comparer les deux méthodes pour déterminer laquelle est la plus efficace et pourquoi;
- recueillir, analyser et présenter les résultats obtenus par chaque groupe de laboratoire. Par exemple, discuter de la façon de représenter et d'expliquer la variabilité observée lorsque différents groupes mesurent les mêmes matériaux ou éléments.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- Annexe A : Conventions scientifiques

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 532-544, 708-711, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.50-4.51, 4.58-4.59
- FRO 14, FRO 15, FRO 18
- FRÉ 7

Communication et travail d'équipe

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 30.0 identifier les perspectives multiples qui influent sur une décision ou un problème relié à la science [RAG 2]	L'élève doit comprendre que, selon leur vision du monde, leur sexe, leur statut socioéconomique, leur religion, leur niveau d'éducation, leur accès aux ressources, leurs droits prévus par la loi, etc., les gens peuvent avoir des opinions différentes sur une situation ou un sujet. L'acceptation et le respect des différents points de vue sont nécessaires si l'on veut que la communication soit efficace. L'élève devrait également discuter du caractère essentiel d'une planification minutieuse tenant compte de points de vue multiples afin de prendre des décisions éclairées en matière de sciences. Il devrait avoir l'occasion d'identifier les parties concernées potentielles et d'examiner la position de chacune d'elles sur des questions spécifiques. L'élève devrait également avoir l'occasion d'étudier comment la science a pu changer en raison des différences de perspectives entre les périodes historiques et les temps modernes. L'enseignant trouvera peut-être utile de présenter et de discuter de l'histoire de Galilée. Le refus des dirigeants de l'époque d'accepter des perspectives multiples a conduit au confinement de Galilée dans sa maison et, par conséquent, à la réduction de l'impact que son travail aurait pu avoir sur la science.
31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]	L'élève devrait mettre l'accent sur la collaboration en tant qu'habileté importante en sciences. Contrairement à l'opinion populaire, les scientifiques ne travaillent pas de manière isolée et ne savent pas tout sur une discipline donnée. Par exemple, la chimie comprend de nombreuses branches telles que la chimie organique, inorganique, physique, médicale et biochimique. Il est donc très difficile pour une personne de tout savoir dans toutes les branches. Et dans une même branche de la chimie, les scientifiques se spécialisent dans un sujet précis et ne sont pas des experts dans tous les domaines. L'élève devrait avoir toute une gamme d'occasions, grâce au travail d'équipe et à l'apprentissage coopératif, d'acquérir des aptitudes à la collaboration. On s'attend à ce que l'élève développe des attributs clés de la collaboration et du travail d'équipe tels que suivre des directives, négocier, écouter, donner aux autres l'occasion de s'exprimer, accepter d'être en désaccord, travailler à des objectifs communs, critiquer de façon constructive, accepter la rétroaction et intégrer adéquatement cette rétroaction. Le travail en groupes de deux et en petits groupes dans le cadre des recherches en laboratoire et d'autres activités aidera l'élève à acquérir les habiletés nécessaires à toutes les expériences de la vie.
32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche [RAG 2]	L'élève devrait comprendre que la communication scientifique fait partie intégrante de la vie d'un scientifique. Les scientifiques doivent travailler avec de nombreuses personnes pour accomplir n'importe quelle tâche. Pour être efficace, la communication entre les membres de l'équipe est essentielle. L'autoévaluation et l'évaluation par les pairs sont importantes lors de la planification, de la résolution de problèmes, de la prise de décision et de la réalisation d'une tâche. Les problèmes doivent être considérés sous autant de perspectives que possible.

(suite)

Communication et travail d'équipe

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- introduire le sujet des cellules électrochimiques en discutant des différentes perspectives de Galvani et de Volta;
- discuter de la question du méthylmercure et des réservoirs requis pour les barrages hydroélectriques. Évaluer les avantages de la production d'énergie renouvelable par rapport aux inconvénients des changements environnementaux et aux effets sur la collecte des aliments.

Faire des liens

L'enseignant peut

- mettre en place une étude de titrage en laboratoire où la moitié de la classe apprend d'abord à utiliser une pipette tandis que les autres apprennent à utiliser une burette. Au cours de l'étude, jumeler des élèves ayant des compétences complémentaires pour qu'ils puissent s'enseigner mutuellement;
- élaborer, avec les élèves, un ensemble de lignes directrices pour le travail de groupe. Demander aux élèves de parler de leurs expériences passées : qu'est-ce qui a fonctionné? Qu'est-ce qui n'a pas fonctionné? Quelles améliorations pourraient être apportées?
- proposer un sujet (p. ex., la construction d'une route d'accès aux ressources pour accéder à un site minier éloigné). L'élève peut choisir une perspective (p. ex., scientifique, sociale, technologique, environnementale, économique, juridique, éthique) et présenter le pour et le contre à la classe.

L'élève peut

- participer à une recherche qui comprend la collecte de données. En groupe, analyser les données des autres groupes. Discuter de l'importance de consigner avec précision et de communiquer clairement les observations;
- examiner les perspectives sur la mise en valeur des pipelines au Canada. Énumérer les arguments des détracteurs et des partisans. Examiner comment différentes perspectives ont mené à certaines des décisions prises.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 328-334

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.17, 3.31-3.33

Communication et travail d'équipe

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : *30.0 identifier les perspectives multiples qui influent sur une décision ou un problème relié à la science [RAG 2]*	L'élève devrait effectuer une autoévaluation et participer à l'évaluation par les pairs pendant et après les projets de groupe et les autres activités applicables. Il devrait être capable de réfléchir de façon critique sur l'ensemble des processus de planification, de prise de décision et de mise en œuvre. La détermination des forces et des faiblesses est cruciale pour affiner et répéter le processus.
31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]	
32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche [RAG 2]	

Communication et travail d'équipe

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- restructurer ou critiquer une recherche en laboratoire déjà terminée. Déterminer les procédures qui peuvent être rationalisées ou améliorées. Créer une courte capsule vidéo pour mettre en évidence les difficultés rencontrées dans le laboratoire;
- élaborer, en groupe, un guide d'étude sur un sujet ou un module;
- évaluer les pairs sur la collaboration qui s'établit dans la classe de sciences. Utiliser un cadre convenu;
- relever le défi des indicateurs à l'aide de trois solutions, chacune ayant un pH différent (p. ex., 3,5, 7,2, 9,8). Tester chacun d'eux avec plusieurs indicateurs acido-basiques (> 6). En groupe, interpréter les couleurs de chaque solution dans chaque indicateur. Compiler et afficher les données pour que le groupe puisse estimer le pH de chaque solution.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 328-334

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.17, 3.31-3.33

Section 3 :
Résultats d’apprentissage spécifiques

Module 1 : De la cinétique à l’équilibre

Objectif

De nombreux facteurs influencent la vitesse des réactions chimiques. L'élève étudie la théorie des collisions et les facteurs qui influent sur la vitesse de réaction, interprète des diagrammes d'énergie potentielle et examine le rôle d'un catalyseur dans les réactions chimiques.

L'objet de ce module est de comprendre que les réactions peuvent être décrites comme des systèmes dynamiques en équilibre au moyen de critères, d'équations, de calculs, de concentrations et d'expériences dans le contexte de phénomènes quotidiens. Le concept d'équilibre et le rôle de la preuve dans le principe de Le Châtelier seront également abordés.

Des activités de résolution de problèmes, de pensée critique et d'acquisition de compétences sont intégrées à l'ensemble de ce module. Des études en laboratoire pour tester les vitesses de réaction et utiliser le principe de Le Châtelier sont utiles pour comprendre ce module. De plus, les liens avec le volet STSE comprennent des technologies qui ont été développées et révisées en fonction des connaissances scientifiques. Dans le cours Sciences 1236, l'élève a interprété et équilibré des équations chimiques. Dans le cours Chimie 2232, l'élève a appris ce que sont les ions, les composés ioniques, la structure moléculaire et la mesure de quantités en moles.

Cadre des résultats d'apprentissage

RAG 1 (STSE) : L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie, ainsi que le contexte social et environnemental des sciences et de la technologie.

37.0 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique
38.0 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie
39.0 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie
43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements
9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées
12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données
15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite
23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données
24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous une forme qui tient compte du degré d'incertitude

RAG 3 (Connaissances) : L'élève développera des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace. Il appliquera sa compréhension à l'interprétation, l'assimilation et l'élargissement de ses connaissances.

33.0 décrire la théorie des collisions et son lien avec les facteurs qui influencent le changement de la vitesse des réactions
34.0 déterminer et discuter les propriétés et les facteurs qui modifient la vitesse de réaction
35.0 tracer et interpréter des diagrammes d'énergie potentielle pour les réactions chimiques
36.0 décrire un mécanisme de réaction et le rôle des catalyseurs dans une réaction chimique
40.0 définir le concept d'équilibre dynamique dans le cas des réactions chimiques réversibles
41.0 définir le concept de constante d'équilibre dans le cas d'un système chimique
42.0 expliquer comment l'équilibre chimique est affecté par différents facteurs

RAG 4 (Attitudes) : On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et pour celui de la société et de l'environnement.

L'élève est encouragé à :

- évaluer les preuves avec confiance et à tenir compte des autres perspectives, idées et explications possibles
- avoir un sens des responsabilités personnelles et partagées pour le maintien d'un environnement durable
- manifester une curiosité et un intérêt continu et éclairé pour les sciences et les questions scientifiques

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

RAG 3 : Connaissances

Sciences 1236	Chimie 2232	Chimie 3232
• nommer et écrire des formules pour certains composés ioniques et moléculaires communs, en utilisant le tableau périodique et une liste d'ions • représenter les réactions chimiques et la conservation de la masse à l'aide de modèles moléculaires et d'équations symboliques équilibrées • montrer comment les facteurs peuvent influer sur les réactions chimiques	• écrire et nommer les formules des composés ioniques et moléculaires, en suivant les règles simples de l'UICPA • définir la masse molaire et effectuer des conversions réciproques entre mole et masse pour les substances pures • expliquer la solubilité au moyen du concept de l'équilibre • définir le concept d'équilibre dans le cas des solutions • utiliser les généralisations de la solubilité pour prédire la formation de précipités • déterminer les rapports molaires des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées • prédire comment on peut maximiser le rendement d'un processus chimique donné • indiquer et décrire les propriétés des substances moléculaires • nommer et décrire les propriétés des substances ioniques	• décrire la théorie des collisions et son lien avec les facteurs qui influencent le changement de la vitesse des réactions • déterminer et discuter les propriétés et les situations qui modifient la vitesse de réaction • tracer et interpréter des diagrammes d'énergie potentielle pour les réactions chimiques • décrire un mécanisme de réaction et le rôle des catalyseurs dans une réaction chimique • définir le concept d'équilibre dynamique dans le cas des réactions chimiques réversibles • définir le concept de « constante d'équilibre » dans le cas d'un système chimique • expliquer comment l'équilibre chimique est affecté par différents facteurs

Échéancier suggéré

Il est recommandé que le module, *De la cinétique à l'équilibre* soit enseigné en tant que premier module du cours Chimie 3232.

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Module 1 : De la cinétique à l'équilibre		**Module 2 : Les acides et les bases**			**Module 3 : La thermochimie**		**Module 4 : L'électrochimie**		
Habiletés intégrées tout au long du cours									

Les facteurs qui influent les vitesses de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées [RAG 2]

12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite [RAG 2]

23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données [RAG 2]

24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous une forme qui tient compte du degré d'incertitude [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans le cours Sciences 1236, l'élève a conçu une étude en laboratoire sur les vitesses de réaction. Dans le cours Chimie 3232, l'élève devrait participer à une étude en laboratoire sur les vitesses de réaction. Cette étude servira de base aux discussions sur la théorie cinétique moléculaire et la théorie des collisions. L'élève devrait intégrer des analyses quantitatives et qualitatives, y compris l'identification et l'explication des sources d'erreur. Il devrait également présenter des preuves dans divers formats.

L'étude en laboratoire devrait également comprendre les éléments suivants :

La surface de contact :

- Par exemple, comparer la poudre de carbonate de calcium par rapport aux copeaux de carbonate de calcium (TUMS^{MC}) dans l'acide. Ici, la température, la masse de carbonate de calcium, le volume d'acide, la concentration d'acide et la masse de poudre ou de copeaux seront maintenus constants et les deux valeurs des vitesses seront comparées.

La température :

- Par exemple, effectuer divers essais à différentes températures sur la réaction du carbonate de sodium et de l'acide. La surface de contact de carbonate de calcium et la concentration/volume d'acide seront maintenus constants. Les données sur les vitesses en fonction de la température doivent être recueillies, présentées sous forme de graphique et analysées, y compris l'utilisation d'une droite ou d'une courbe la mieux ajustée.

La concentration :

- Par exemple, effectuer divers essais en utilisant différentes concentrations d'acide (par dilution) avec du carbonate de sodium. La surface de contact, la température et le volume de l'acide seront maintenus constants. Les données sur les vitesses en fonction de la concentration doivent être recueillies, comparées et présentées sous forme de graphique, y compris l'utilisation d'une droite ou d'une courbe la mieux ajustée.

(suite)

Les facteurs qui influent les vitesses de réaction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter de l'importance de la sécurité en laboratoire. Demander à l'élève de donner des exemples de ce qu'il devrait et ne devrait pas faire dans un laboratoire.

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur les exigences d'une recherche en laboratoire et sur l'importance des variables de contrôle.

Faire des liens

L'élève peut

- écrire des équations chimiques équilibrées pour les produits chimiques fournis au cours d'une activité en laboratoire qui porte sur les vitesses de réaction;
- créer un graphique des vitesses de réaction moyennes de sa recherche;
- déterminer et évaluer la présence de valeurs aberrantes dans les données quantifiées;
- étudier l'impact d'une augmentation de 10 °C de la température d'une réaction.

Consolider

L'élève peut

- déterminer l'effet de chaque facteur sur la vitesse d'une réaction chimique;
- comparer les résultats de laboratoire individuels et de la classe pour analyser les erreurs et les incertitudes;
- concevoir et mener une étude pour recueillir des données sur la vitesse d'une réaction simple (p. ex., métal avec un acide, antiacide avec de l'eau). Utiliser un graphique pour les données;
- examiner les pièces d'équipement de laboratoire et déterminer comment chacune d'elles pourrait être utilisée pour mesurer la vitesse de réaction (p. ex., capteur de pH, échelle numérique, thermomètre, équipement Vernier[MC]).

Pour aller plus loin

L'élève peut

- proposer d'autres méthodes de mesure de la vitesse de réaction pour chaque laboratoire;
- proposer d'autres produits chimiques pour réaliser une expérience similaire.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 353, 354-357, 361-363, 389

Chimie 12 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 3.46-3.49, 3.50-3.51, 3.56-3.59 3.60-3.61, 3.66-3.69
- FRO 1, FRO 2, FRO 33
- FRÉ 1, FRÉ 9, FRÉ 23, FRÉ 26

Notes

L'icône représentant une loupe est utilisée partout dans le module pour indiquer les recherches.

Les facteurs qui influent les vitesses de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

9.0 appliquer des procédures d'échantillonnage appropriées [RAG 2]

12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

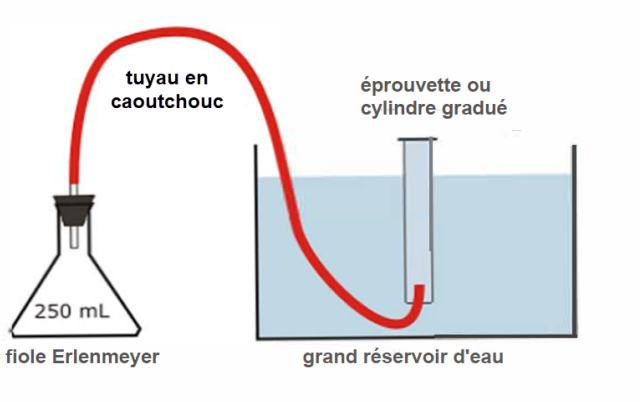
19.0 déterminer la droite la mieux ajustée d'un diagramme de dispersion et interpoler ou extrapoler à partir de cette droite [RAG 2]

23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données [RAG 2]

24.0 indiquer et expliquer les sources d'erreur et d'incertitude dans les mesures et exprimer les résultats sous une forme qui tient compte du degré d'incertitude [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

La vitesse de réaction (mL/s) peut être mesurée par la collecte du CO_2(g) dans le temps, à l'aide d'un cylindre gradué inversé dans un bain-marie (pneumatique). Certains fournisseurs de produits chimiques offrent également des tubes collecteurs de gaz qui peuvent être utilisés sans avoir besoin d'auges pneumatiques (un grand réservoir d'eau ou un réservoir de stockage peut être utilisé). Si les deux appareils sont disponibles, l'élève peut choisir celui qu'il juge le plus approprié.



Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus de détails sur les RAS dans la colonne 1. Cette recherche offre également l'occasion de se pencher sur d'autres compétences en matière de recherche (p. ex., 3.0, 5.0, 16.0, 32.0).

Attitudes

Encourager l'élève à évaluer avec confiance les preuves et à tenir compte des autres points de vue, idées et explications possibles. [RAG 4]

Les facteurs qui influent les vitesses de réaction

Stratégies d'évaluation

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 353, 354-357, 361-363, 388-389

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.46-3.49, 3.50-3.51, 3.56-3.59 3.60-3.61, 3.66-3.69
- FRO 1, FRO 2, FRO 33
- FRÉ 1, FRÉ 9, FRÉ 23, FRÉ 26

La théorie des collisions

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

33.0 décrire la théorie des collisions et son lien avec les facteurs qui influencent le changement de la vitesse des réactions [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans le cours Sciences 7e année, l'élève a été initié à la théorie des particules (c.-à-d., les principes fondamentaux de la théorie cinétique moléculaire) ainsi qu'aux propriétés simples des gaz, notamment les relations entre le volume, la température et la pression.

Dans le cours Chimie 3232, l'élève devrait être capable de décrire la théorie cinétique moléculaire de la matière qui indique que les particules de matière, à savoir les atomes, les ions ou les molécules, sont dans un état de mouvement constant et aléatoire. Cela a tendance à entraîner de nombreuses collisions. L'énergie cinétique associée à chaque collision est conservée.

L'élève devrait également être en mesure de décrire deux preuves qui appuient la théorie cinétique moléculaire :

1. La pression – la collision des molécules de gaz exerce une force sur les parois d'un récipient, créant ainsi une pression.
2. La diffusion – les particules de gaz sont en mouvement constant et s'éloignent le plus possible, remplissant complètement l'espace qu'elles occupent.

L'élève devrait être en mesure d'expliquer que la théorie des collisions est une extension de la théorie cinétique moléculaire. Il devrait également être capable d'identifier et d'expliquer les principes suivants de la théorie :

- Les réactions sont le résultat de collisions efficaces entre des particules réactives (les collisions ne sont pas toutes efficaces).
- Pour que la collision soit efficace, les particules en réaction doivent entrer en collision avec une énergie cinétique suffisante (E_C) et selon la bonne orientation.

L'enseignant devrait établir qu'il existe une relation directe entre la vitesse de réaction et le nombre de collisions efficaces entre les particules en réaction : pour augmenter la vitesse d'une réaction, il faut augmenter la fréquence des collisions efficaces.

L'élève devrait être capable de décrire comment, compte tenu d'une réaction chimique, les vitesses de réaction peuvent être mesurées en surveillant une variété de propriétés macroscopiques changeantes, notamment la masse, la couleur, la pression, la concentration, le volume et le pH.

(suite)

La théorie des collisions

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- faire des démonstrations (démonstrations en classe, vidéos, simulations, etc.) sur :
  - l'orientation correcte des particules réactives, en utilisant l'analogie des pièces de casse-tête s'emboîtant les unes dans les autres;
  - le mouvement des particules pour la théorie cinétique moléculaire (p. ex., utiliser un ballon gonflé ou un colorant alimentaire dans l'eau);
  - la vitesse de diverses réactions (p. ex., décomposition du peroxyde d'hydrogène, Alka-seltzer[MC] dans l'eau chaude et dans l'eau froide).

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur ses connaissances préalables de la théorie cinétique moléculaire et des propriétés cinétiques des gaz. Partager ses connaissances et poser des questions à d'autres élèves.

Faire des liens

L'élève peut

- donner des exemples de diffusion de gaz (p. ex., les arômes de cuisson remplissent la maison, les parfums remplissent une pièce) et des vitesses de réaction (p. ex., le lait se gâte à la température ambiante);
- faire un jeu de rôle représentant les molécules en mouvement. Une collision efficace est une collision face à face, tandis qu'une collision non efficace serait toute autre combinaison où les molécules rebondiraient les unes sur les autres. Enregistrer le nombre de collisions efficaces comparé au nombre de collisions non efficaces.

Consolider

L'élève peut

- expliquer comment l'augmentation de la pression dans une réaction impliquant des gaz peut affecter la vitesse de la réaction;
- déterminer les différentes d'unités de mesure de vitesse de réaction possibles (p. ex., g/s, mL/min);
- expliquer l'observation qui appuie le mieux la théorie cinétique moléculaire:
  - l'odeur d'acide acétique est détectée de l'autre coin de la pièce;
  - la combustion du butane produit de la chaleur;
  - l'eau liquide gèle à 0 °C dans des conditions normales;
  - le dioxyde d'azote gazeux est de couleur brun foncé.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 365-376

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.46-3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- La théorie des collisions

La théorie des collisions

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

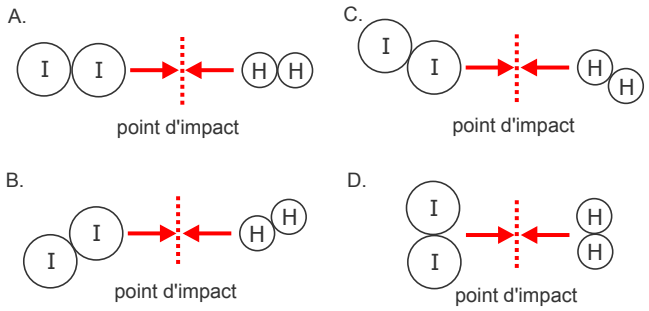
33.0 décrire la théorie des collisions et son lien avec les facteurs qui influencent le changement de la vitesse des réactions [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Utiliser la théorie cinétique moléculaire pour expliquer pourquoi un ballon de basket reste gonflé.
2. Quelles sont les deux collisions de particules les plus susceptibles d'aboutir à une réaction réussie?

$$H_2 + I_2 \rightarrow 2\ HI$$



La théorie des collisions

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- établir et partager des liens entre le mouvement brownien et la théorie cinétique moléculaire;
- faire la démonstration du mouvement des particules pour la théorie cinétique moléculaire (p. ex., utiliser un ballon gonflé placé dans un réfrigérateur ou un colorant alimentaire dans l'eau);
- faire la démonstration du mouvement des particules pour les différents états de la matière. Remplir complètement une boîte de Pétri de haricots ou de billes (pour représenter un solide) et l'agiter de gauche à droite (les particules bougent à peine). Retirer la moitié des haricots ou des billes (pour représenter un liquide) et agiter de nouveau de gauche à droite (le mouvement est plus grand et plus varié). Enlever tous les haricots ou billes, sauf quatre, et répéter l'opération pour représenter un gaz.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 365-376

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.46-3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- La théorie des collisions

Les facteurs influant sur les vitesses de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

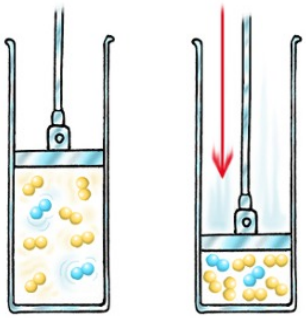
L'élève doit pouvoir :

34.0 déterminer et discuter les propriétés et les facteurs qui modifient la vitesse de réaction
[RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

À l'aide de la théorie appropriée (théorie des collisions ou théorie moléculaire cinétique), l'élève devrait déterminer et expliquer comment les changements de température, de concentration, de volume, de pression, de surface de contact et la présence d'un catalyseur affectent la vitesse de réaction.

1. Les changements de température affectent l'énergie cinétique de toutes les particules d'une substance. La température est définie comme l'énergie cinétique moyenne de toutes les particules d'une substance.
2. Les changements de concentration affectent le nombre de particules par unité de volume.
3. Les changements dans le volume d'un gaz, comme indiqué ci-dessous, entraînent un changement de pression qui modifie le nombre de particules par unité de volume.



4. Tout changement de surface de contact affecte la surface exposée (le nombre de particules exposées) d'une substance solide.
5. Un catalyseur fournit une voie alternative pour la réaction, une dont l'énergie d'activation est plus faible.

Le fonctionnement d'un catalyseur sera discuté plus en détail avec les mécanismes.

(suite)

Les facteurs influant sur les vitesses de réaction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- utiliser des analogies pour décrire comment les collisions se produisent dans diverses conditions. Par exemple, le fait de modifier les concentrations s'apparente au fait de modifier le nombre de personnes dans une zone fermée;
- partager des exemples de la théorie des collisions comme les explosions de poussière (p. ex., catastrophe à la mine Westray, explosion à la scierie en Colombie-Britannique en 2012). En discuter.

L'élève peut

- discuter du moment où il est souhaitable d'accélérer ou de ralentir une réaction chimique et de la raison pour laquelle il est plus facile d'enflammer le bois d'allumage qu'une bûche;
- déterminer dans quelle tasse le sucre se dissoudrait plus rapidement : les deux tasses de café ont le même volume, la même forme et la même température. Un morceau de sucre est placé dans une des tassse. Un deuxième morceau de sucre est coupé en deux et les deux moitiés sont placées dans la deuxième tasse.

Faire des liens

L'élève peut

- partager des exemples de la façon dont différents facteurs influent sur les vitesses de réaction. Prédire les vitesses de réaction dans diverses circonstances;
- discuter d'exemples de la théorie des collisions (p. ex., les réservoirs d'oxygène pour les maladies respiratoires);
- calculer l'aire de la surface d'un objet solide. Le diviser en deux et calculer l'aire de la surface de chacune des moitiés. Le volume et l'aire de la surface ont-ils augmenté, diminué ou sont-ils restés les mêmes? Après la division, y a-t-il eu une augmentation ou une diminution du nombre de particules exposées? Comment cela affecterait-il la vitesse d'une réaction?

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 372-376

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.46-3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Les facteurs qui influencent la vitesse de réaction

Les facteurs influant sur les vitesses de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

34.0 déterminer et discuter les propriétés et les facteurs qui modifient la vitesse de réaction [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. En se basant sur les facteurs qui affectent les vitesses de réaction et en utilisant la théorie des collisions, expliquer ce qui suit :
   - La poussière de charbon réagit plus vite qu'un morceau de charbon.
   - Il est conseillé de vérifier si son véhicule est rouillé.
   - Le lait se gâte plus rapidement lorsqu'il n'est pas conservé au réfrigérateur.
   - Les poussières de zinc et d'aluminium sont plus inflammables que les feuilles de ces métaux.
2. Considérer la réaction suivante :

   $Zn(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow H_2(g) + ZnCl_2(aq)$
   - Décrire quatre façons d'augmenter la vitesse de réaction.
   - Énumérer au moins trois façons de mesurer la vitesse de la réaction chimique.

Les facteurs influant sur les vitesses de réaction

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'enseignant peut

- discuter des réactions chimiques lentes et rapides et des raisons pour lesquelles il est important de contrôler la vitesse des réactions (p. ex., la nécessité de réactions rapides et lentes comme la réaction d'un sac gonflable et la prévention de la rouille).

L'élève peut

- répondre aux questions : Pourquoi est-il préférable d'utiliser un catalyseur pour accélérer une réaction plutôt que d'augmenter la température? Pourquoi les usines qui produisent des produits chimiques veulent-elles être en mesure de contrôler les vitesses de réaction?

Pour aller plus loin

L'élève peut

- présenter l'une des raisons expliquant les différences de vitesse de réaction suivantes : $H_2(g)$ réagit plus rapidement avec $F_2(g)$ qu'avec $Cl_2(g)$;
- rechercher l'utilisation d'inhibiteurs pour réduire la vitesse de réaction (p. ex., le sel).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 372-376

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.46-3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Les facteurs qui influencent la vitesse de réaction

L'énergie potentielle

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

35.0 tracer et interpréter des diagrammes d'énergie potentielle pour les réactions chimiques [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être en mesure de démontrer que des diagrammes d'énergie potentielle (énergie stockée) sont utilisés pour illustrer les changements dans l'énergie potentielle au fur et à mesure qu'une réaction se produit. Il devrait également s'assurer de ce qui suit :

1. Dans l'ensemble, les réactions endothermiques absorbent de l'énergie pour former des produits. Les réactions endothermiques ont la forme générale suivante :

   Réactifs + Énergie → Produits

   Réactifs → Produits ΔH = Valeur positive

2. Dans l'ensemble, les réactions exothermiques libèrent de l'énergie lorsqu'elles forment des produits. Les réactions exothermiques ont la forme générale suivante :

   Réactifs → Produits + Énergie

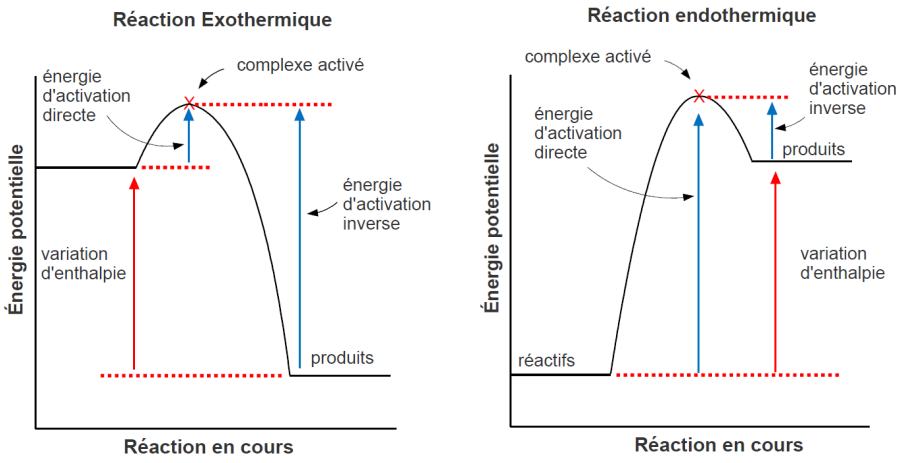
   Réactifs → Produits ΔH = Valeur négative

Les réactions endothermiques et exothermiques, ainsi que l'enthalpie (ΔH) seront traitées plus en détail dans le module *La thermochimie*. Les réactions d'équilibre et les réactions inversées seront abordées plus en détail plus loin dans ce module.

L'élève doit pouvoir dessiner, interpréter et étiqueter des diagrammes d'énergie potentielle pour les réactions exothermiques et endothermiques. Les diagrammes devraient comprendre les éléments suivants :

- l'emplacement du complexe activé;
- l'énergie d'activation (directe et inverse);
- la chaleur de réaction / l'enthalpie (ΔH);
- l'abscisse et l'ordonnée identifiées (abscisse – Progression de la réaction ou Réaction en cours – Énergie potentielle ou Ep);
- les réactifs et les produits spécifiques pour la réaction utilisée.

Deux diagrammes types de réaction et d'énergie potentielle sont présentés ci-dessous :



(suite)

L'énergie potentielle

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- montrer une vidéo d'une réaction de combustion et demander si la substance en cours de combustion ou les produits qui en résultent contiennent plus d'énergie potentielle. En discuter en classe.

L'élève peut

- discuter d'exemples courants de réactions exothermiques et endothermiques comme la combustion du charbon, le métabolisme des sucres dans l'organisme, la production de chaux à partir du calcaire et les poches chaudes et froides.

Faire des liens

L'élève peut

- utiliser la respiration cellulaire sur les diagrammes d'énergie potentielle pour montrer le gain d'énergie complémentaire par photosynthèse et la perte d'énergie.

Consolider

L'enseignant peut

- donner à l'élève un diagramme E_p qui montre les changements d'énergie impliqués dans une réaction réversible non catalysée et une réaction réversible catalysée. Demander à l'élève de faire correspondre les descriptions ci-dessous aux valeurs du graphique (certaines valeurs ne correspondent pas aux descriptions) :
  - l'énergie d'activation de la première étape de la réaction catalysée directe;
  - l'énergie d'activation de la réaction non catalysée directe;
  - l'énergie d'activation de la réaction non catalysée inverse;
  - le changement global de l'énergie de la réaction;
  - l'état de transition et emplacement du complexe activé.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 282-287, 366-369, 372-373, 374

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.14-3.16, 3.47

L'énergie potentielle

Résultats d'apprentissage spécifiques

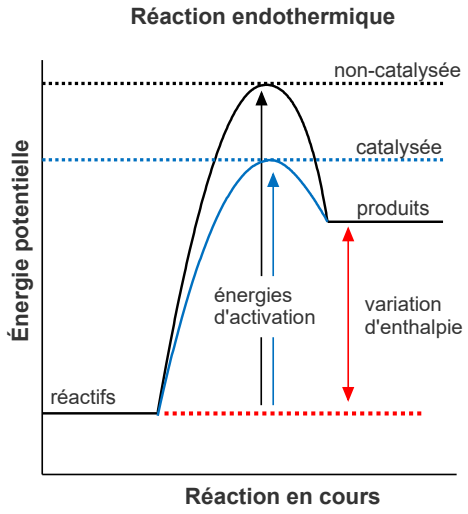
L'élève doit pouvoir :

35.0 tracer et interpréter des diagrammes d'énergie potentielle pour les réactions chimiques [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait noter que le sujet du complexe activé devrait se limiter à sa définition, à son emplacement sur le graphique et à l'énergie. Sa structure possible ne devrait pas être abordée.

L'élève devrait être en mesure de comparer les énergies d'activation des réactions catalysées et non catalysées et de les relier aux vitesses de réaction.



Exemple d'indicateur de rendement

Une réaction a une chaleur de réaction de -45 kJ/mol et une énergie d'activation directe de +35 kJ/mol. Suivre les étapes ci-dessous :

1. Dessiner et étiqueter un diagramme d'énergie potentielle.
2. Calculer l'énergie d'activation de la réaction inverse.

L'énergie potentielle

Stratégies d'évaluation

L'élève peut

- utiliser la réaction suivante :
  D + E $\rightarrow$ F + G, et que $\Delta H = -56$ kJ/mol et $E_{a(inv)} = 120$ kJ/mol
  Effectuer ce qui suit :
  - Déterminer si la réaction est endothermique ou exothermique.
  - Dessiner un diagramme d'énergie potentielle.
  - Déterminer $E_{a(dir)}$ pour la réaction (ajouter au diagramme).
  - Un catalyseur accélère cette réaction en fournissant un mécanisme alternatif en trois étapes. Sur le diagramme, tracer une courbe pour représenter l'effet du catalyseur sur la réaction.
- dessiner et étiqueter un diagramme d'énergie potentielle pour la réaction exothermique suivante :
  $2\ ClO(g) \rightarrow Cl_2(g) + O_2(g)$

Pour aller plus loin

L'élève peut

- proposer une structure pour un complexe activé d'une réaction chimique.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 282-287, 366-369, 372-373, 374

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.14-3.16, 3.47

Les mécanismes de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

36.0 décrire un mécanisme de réaction et le rôle des catalyseurs dans une réaction chimique *[RAG 3]*

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait expliquer que la plupart des équations chimiques sont un résumé de tous les processus qui se produisent lorsque les réactifs deviennent des produits. L'élève devrait indiquer que, dans certains cas, les réactions comportent plus d'une étape, chaque étape représentant la rupture et la formation de liens à mesure que les collisions se produisent. Souvent, ces changements sont trop compliqués pour se produire en une seule étape. Au lieu de cela, la réaction implique une série de petits changements.

Par exemple,

$HBr(g) + O_2(g)$	→	$HOOBr(g)$	Lente
$HOOBr(g) + HBr(g)$	→	$2\ HOBr(g)$	Rapide
$HOBr(g) + HBr(g)$	→	$H_2O(g) + Br_2(g)$	Rapide
$HOBr(g) + HBr(g)$	→	$H_2O(g) + Br_2(g)$	Rapide
$4\ HBr(g) + O_2(g)$	→	$2\ H_2O(g) + 2\ Br_2(g)$	

Lorsqu'on lui présente un mécanisme de réaction, l'élève devrait être en mesure de déterminer :

- un mécanisme de réaction comme étant une série de réactions élémentaires (étapes) qui s'additionnent pour donner lieu à une équation globale équilibrée;
- un processus élémentaire (c.-à-d., une réaction ou une étape élémentaire) comme étant une réaction en une seule étape dans un mécanisme de réaction à plusieurs étapes;
- un intermédiaire de réaction comme une substance qui est produite par une étape, mais consommée dans une étape ultérieure;
- un catalyseur (réactif consommé au cours d'une étape et régénéré au cours d'une étape ultérieure) en tant qu'espèce qui accélère la vitesse de réaction globale en fournissant une voie alternative à une énergie d'activation plus faible;
- l'étape déterminante de la vitesse comme étant l'étape la plus lente du mécanisme de réaction (l'étape déterminante de la vitesse a toujours la plus grande énergie d'activation, mais peut ne pas correspondre au complexe activé ayant la plus grande énergie potentielle; l'étape déterminante de la vitesse sera toujours la courbe ayant le changement d'énergie le plus élevé entre son intermédiaire de réaction et le sommet).

(suite)

Les mécanismes de réaction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- utiliser une analogie pour analyser les processus élémentaires et l'étape déterminante de la vitesse (p. ex., laver une voiture, faire du pain, attacher ses lacets).

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur d'autres exemples de processus qui nécessitent plusieurs étapes. Donner des exemples de cas où des efforts ont été faits pour accélérer ces processus à plusieurs étapes.

Faire des liens

L'enseignant peut

- faire les démonstrations suivantes :
  - la décomposition du peroxyde d'hydrogène : catalyseur – oxyde de manganèse(IV);
  - la réaction de l'ion oxalate avec une solution acidifiée de permanganate de potassium : catalyseur – Mn^{2+}.

L'élève peut

- présenter des exemples de catalyseurs utilisés dans l'industrie et la médecine;
- décrire l'effet d'un catalyseur sur un certain nombre de réactions telles que la décomposition de l'eau de Javel : catalyseurs – chlorure de cobalt(II), foie cru, pomme de terre crue.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 383-386

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47-3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Les mécanismes des réactions

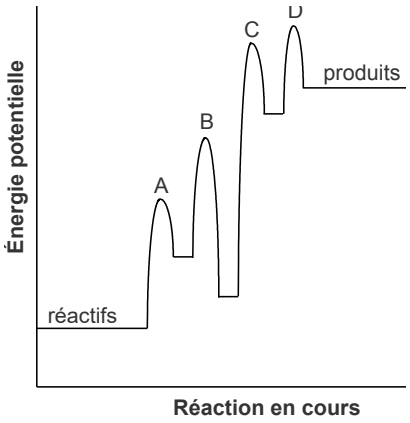
Les mécanismes de réaction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

36.0 décrire un mécanisme de réaction et le rôle des catalyseurs dans une réaction chimique [RAG 3]

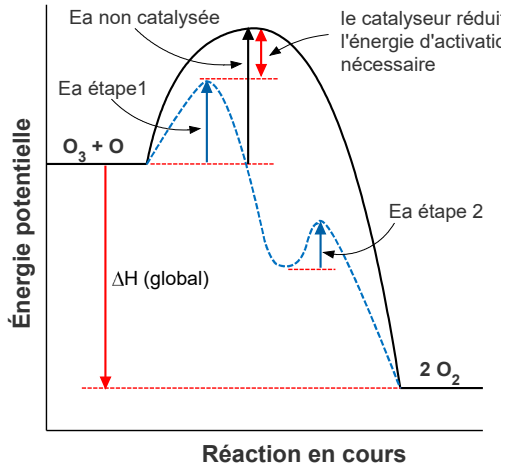
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage



Pour le mécanisme à quatre étapes illustré, l'étape déterminante de la vitesse est l'étape C. Bien que l'étape D ait un complexe activé avec l'énergie potentielle absolue la plus élevée, l'énergie d'activation de l'étape C (à partir du début de l'élévation de sa barrière énergétique jusqu'au sommet de sa crête) est supérieure à celle de l'étape D.

Étant donné le mécanisme de réaction, l'élève devrait être capable d'écrire l'ensemble de la réaction chimique. L'élève devrait également être capable de dessiner et de libeller un diagramme d'énergie potentielle pour des mécanismes à plusieurs étapes (avec ou sans catalyseur). Par exemple :

Étape 1 :	$O_3(g) + NO(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$	exothermique, lente
Étape 2 :	$NO_2(g) + O(g) \rightarrow NO(g) + O_2(g)$	exothermique, rapide
Réaction globale :	$O_3(g) + O(g) \rightarrow O_2(g)$	exothermique



L'élève devrait décrire l'impact d'un catalyseur sur une réaction et être capable de l'illustrer sur un diagramme d'énergie potentielle (en une ou plusieurs étapes, comme l'illustre le diagramme ci-dessus). L'enseignant devrait informer l'élève que le nombre de complexes activés dépend du nombre d'étapes du mécanisme catalysé.

Étape 1 :	A + B	→ C	endothermique, lente
Étape 2 :	C + D	→ E	exothermique, rapide
Étape 3 :	E + A	→ 2 F	exothermique, très lente
Réaction globale	2A + B + D	→ 2 F	ΔH = -200 kJ/mol

(suite)

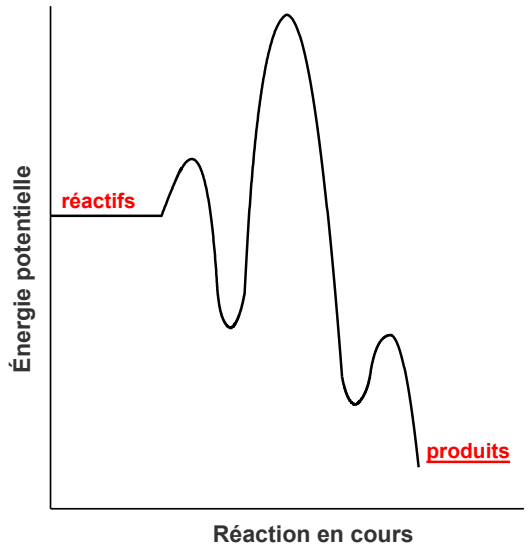
Les mécanismes de réaction

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- expliquer comment vérifier si une espèce est un catalyseur ou un intermédiaire de réaction;
- montrer où un complexe activé et où un intermédiaire de réaction apparaissent sur un diagramme E_P;
- effectuer un essai en laboratoire pour déterminer les facteurs qui influent sur les vitesses, les vitesses de surveillance (production de gaz), les catalyseurs et les produits intermédiaires;
- utiliser le graphique ci-dessous pour déterminer l'étape déterminante de la vitesse:



Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 366-369, 383-385

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47, 3.49

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Les mécanismes des réactions

Les mécanismes de réaction

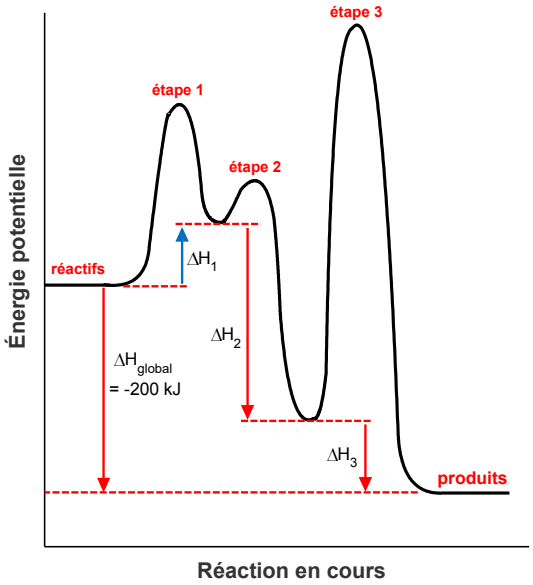
Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

36.0 décrire un mécanisme de réaction et le rôle des catalyseurs dans une réaction chimique [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être capable de dessiner un mécanisme possible pour un ensemble donné d'étapes de réaction. Cela devrait être fait en fonction de la vitesse relative de chaque étape qui serait fournie. L'enseignant peut indiquer si chaque étape élémentaire est endothermique ou exothermique; la magnitude de ΔH pour chaque étape n'est pas nécessaire. Seule la magnitude globale de ΔH est nécessaire (voir le schéma à la page suivante – 108).



Exemple d'indicateur de rendement

Considérer le mécanisme de réaction en trois étapes :

Étape 1 :	$CH_3OH + HI$	$\rightarrow CH_3I + H_2O$	rapide
Étape 2 :	$CH_3I + CO$	$\rightarrow CH_3COI$	lent
Étape 3 :	$CH_3COI + H_2O$	$\rightarrow CH_3COOH + HI$	rapide

- Pour le mécanisme ci-dessus, identifier tous les intermédiaires de réaction, les catalyseurs et l'étape déterminante de la vitesse. Écrire la réaction globale non catalysée.
- Pour le mécanisme exothermique ci-dessus, tracer un diagramme d'énergie potentielle pour (i) le mécanisme global non catalysé et (ii) le mécanisme catalysé en trois étapes.
- Quel serait l'effet d'une augmentation de la concentration accrue de CO sur la vitesse de réaction globale?
- Quel serait l'effet d'une augmentation de la concentration accrue de CH_3OH sur la réaction globale?

Les mécanismes de réaction

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- discuter de l'ordre des réactions par rapport aux mécanismes de réaction;
- effectuer des recherches sur :
  - un processus industriel (déterminer l'étape déterminante de la vitesse et ce qui est fait pour augmenter la vitesse de réaction globale);
  - divers catalyseurs utilisés dans l'industrie.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 374-378, 381-382

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47, 3.49

Les applications de la cinétique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

37.0 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique [RAG 1]

38.0 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie [RAG 1]

39.0 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait faire des recherches sur la façon dont les connaissances sur la cinétique et les mécanismes de réaction peuvent être utilisées dans des applications environnementales, industrielles et biochimiques. Il peut aussi étudier le rôle des professionnels de la chimie (p. ex., ingénieur chimiste, chimiste industriel, boulanger) dans la résolution de ces problèmes. Des exemples de sujets sont présentés ci-dessous.

L'aire de la surface et la vitesse de réaction

- Certains médicaments doivent être absorbés rapidement dans la circulation sanguine et d'autres doivent être absorbés lentement. Les capsules solides de médicament peuvent être avalées entières afin qu'elles ne soient pas libérées trop rapidement dans la circulation sanguine et d'autres médicaments sont consommés sous forme de petits granules dans des capsules de gel qui se dissolvent rapidement après ingestion.
- Le grain est un mélange de poudres organiques inflammables. Le volume élevé de poudre a une grande aire de surface. Toute source d'étincelles est interdite autour des aires de stockage de grains (élévateurs à grains), car les grandes surfaces de grains peuvent s'enflammer rapidement.
- Le convertisseur catalytique d'une voiture change les gaz d'échappement toxiques pour l'environnement tels que le NO(g) et le CO(g) en émissions moins nocives. Le convertisseur catalytique réagit rapidement avec les gaz qui passent dans le système d'échappement. Il utilise une grande aire de surface pour le catalyseur (p. ex., en forme de perles ou de nid d'abeilles) afin de permettre une collision maximale avec les gaz d'échappement et la vitesse de réaction la plus rapide possible (pour convertir les gaz d'échappement en gaz moins nocifs).

La température et la vitesse de réaction

- Certains produits doivent être entreposés à des températures plus fraîches pour éviter qu'ils ne se décomposent plus rapidement. Par exemple, les solutions de peroxyde d'hydrogène se décomposent et doivent être conservées dans un environnement frais pour éviter leur décomposition en eau et en oxygène gazeux.

Les collisions et la vitesse de réaction

- Une égratignure dans la peinture d'une voiture expose la surface métallique à l'air, laissant le métal rouiller. Si la rayure est réparée et peinte, le métal n'est pas exposé et ne peut plus entrer en contact avec l'oxygène de l'air aussi facilement; il ne rouille donc pas.

Les mécanismes et la chimie de l'environnement

- L'ozone troposphérique est nocif pour les humains et résulte de la pollution par le NO(g) et le CO(g). L'élimination du catalyseur NO(g) de l'environnement signifie que le mécanisme de l'ozone, O_3(g), de la production d'oxygène, O_2(g), ne peut se produire.

(suite)

Les applications de la cinétique

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter l'utilisation de catalyseurs dans la vie quotidienne (p. ex., convertisseurs catalytiques, traitement de l'eau, enzymes dans les détergents à lessive).

Faire des liens

L'élève peut

- discuter du lien entre le smog et les pluies acides;
- discuter des raisons pour lesquelles il est important que les journalistes aient une compréhension de base des vitesses de réaction lorsqu'ils couvrent des sujets environnementaux;
- prendre en considération ce qui suit : un mécanisme possible pour la production d'ozone troposphérique à partir des gaz d'échappement des moteurs automobiles est présenté ci-dessous. Identifier les catalyseurs et les intermédiaires de réaction et écrire la réaction globale.

  - Étape 1 : $2\ NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ NO_2(g)$ rapide
  - Étape 2 : $2\ NO_2(g) \rightarrow 2\ NO(g) + 2\ O(g)$ lente
  - Étape 3 : $2\ O(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow 2\ O_3(g)$ rapide

  ---

  - Réaction globale

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 365-369

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47-3.48

Les applications de la cinétique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

37.0 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique [RAG 1]

38.0 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie [RAG 1]

39.0 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Les catalyseurs et la vitesse de réaction

- Les enzymes sont des catalyseurs biologiques qui accélèrent certains processus naturels, fournissant une voie de réaction efficace pour le processus. Prenons l'exemple des personnes intolérantes au lactose, qui ont de la difficulté à digérer le lactose; nombre d'entre elles ont une carence grave en lactase (une enzyme qui sépare le lactose du sucre du lait pour produire les sucres glucose et galactose).

Compte tenu d'un mécanisme chimique et de renseignements généraux sur la façon dont ce mécanisme fait partie d'un problème environnemental, industriel ou biochimique, l'élève devrait être en mesure d'analyser le mécanisme en termes de catalyseurs, de produits intermédiaires et d'équation globale puis de déterminer comment le mécanisme est utilisé pour expliquer le problème. Par exemple, étant donné le mécanisme de formation du smog à partir de l'oxygène, on peut demander à l'élève d'évaluer un certain nombre de changements à ce mécanisme ainsi que les impacts environnementaux possibles.

De nombreuses réactions d'une grande importance commerciale peuvent se dérouler selon plus d'un processus réactionnel. La connaissance des mécanismes de réaction en jeu peut permettre de choisir des conditions de réaction favorisant une voie plutôt qu'une autre, ce qui permet d'obtenir des quantités maximales de produits souhaités et des quantités minimales de produits non désirés.

De cette façon, l'élève devrait apprendre que ces réactions suscitent un grand intérêt parce qu'il s'agit de réactions par lesquelles des matériaux précieux comme les plastiques, les colorants, les fibres synthétiques et les agents médicinaux sont préparés et parce que la plupart des réactions biochimiques des systèmes vivants sont de ce type.

Attitudes

Encourager l'élève à :

- avoir un sens des responsabilités personnelles et partagées pour le maintien d'un environnement durable,
- manifester une curiosité et un intérêt continu et éclairé pour les sciences et les questions scientifiques. [RAG 4]

(suite)

Les applications de la cinétique

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- préparer une présentation multimédia sur la recherche associée au rôle des professionnels de la chimie dans la résolution des problèmes liés aux mécanismes de réaction;
- rechercher diverses enzymes biologiques pour étudier la relation enzyme(E)–substrats(S) et leurs produits(P) dans le contexte des catalyseurs et des intermédiaires de réaction :
  - Étape 1 : $E + S \rightarrow ES$
  - Étape 2 : $ES \rightarrow EP$
  - Étape 3 : $EP \rightarrow E + P$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 365-369

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47-3.48

Les applications de la cinétique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

37.0 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique [RAG 1]

38.0 analyser et décrire des exemples où la compréhension scientifique a été améliorée ou révisée en raison de l'invention d'une technologie [RAG 1]

39.0 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateur de rendement

Discuter du fait qu'une solution possible au problème de la production d'ozone troposphérique consiste à éliminer le NO(g) et que les scientifiques et les ingénieurs ont résolu ce problème en mettant au point un convertisseur catalytique qui utilise un catalyseur métallique selon le mécanisme suggéré :

- Étape 1 : $CO(g) \rightarrow CO(ad)$ (répété 2 fois)
- Étape 2 : $NO(g) \rightarrow N(ad) + O(ad)$
- Étape 3 : $N(ad) + NO(g) \rightarrow N_2(g) + O(ad)$
- Étape 4 : $CO(ad) + O(ad) \rightarrow CO_2(g)$ (répété 2 fois)

Réaction globale : $CO(g) + 2\,NO(g) \rightarrow N_2(g) + 2\,CO_2(g)$

Les applications de la cinétique

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- effectuer une recherche sur :
  - d'autres formes de technologie automobile qui permettraient de réduire davantage la production de smog (p. ex., véhicules électriques, à hydrogène et hybrides);
  - l'utilisation de mécanismes pour résoudre d'autres problèmes rencontrés dans la science, la technologie et la société.

L'élève peut

- effectuer une recherche sur :
  - la conception des convertisseurs catalytiques.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 365-369

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.47-3.48

L'équilibre

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

40.0 définir le concept d'équilibre dynamique dans le cas des réactions chimiques réversibles [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait expliquer qu'une réaction réversible est une réaction qui a le format général : Produits ⇌ réactifs, où les réactions directe et inverse se produisent simultanément.

L'élève devrait être capable de définir le concept d'équilibre dynamique en ce qui concerne les réactions réversibles et d'expliquer que tout équilibre dynamique décrit des processus réversibles. Dans le cas d'un équilibre chimique, il s'agit de réactions chimiques directe et inverse.

L'élève devrait énoncer les critères d'un équilibre à établir comme suit :

- système fermé avec température et pression constantes;
- propriétés macroscopiques constantes;
- vitesses égaux pour les processus directs et inversés;
- réaction réversible.

L'élève devrait être en mesure de décrire les changements dans les vitesses de réaction des réactions directe et inverse lorsqu'un système chimique atteint l'équilibre dynamique.

Des réactifs seulement :

1. Au départ, la vitesse de réaction est très élevée. Elle diminue à mesure que la concentration des réactifs diminue.
2. La vitesse de la réaction inverse est nulle à l'origine et elle augmente à mesure que la concentration des produits augmente.
3. Le système atteint un équilibre (les vitesses de réaction des réactions directe et inverse deviennent égales).

Il est important de reconnaître qu'il n'est pas nécessaire que les équilibres chimiques commencent avec les réactifs seulement, mais qu'ils peuvent commencer avec n'importe quelle combinaison de réactifs ou de produits.

L'enseignant devrait renforcer cette notion : à l'équilibre, ce sont les vitesses de réactions qui deviennent égales et non les quantités de produits et de réactifs.

L'élève devrait écrire et interpréter les équations chimiques pour des systèmes chimiques à l'équilibre, lorsque les états de la matière sont fournis. L'élève doit indiquer un équilibre en faisant figurer une double flèche (⇌) entre les deux membres de l'équation, contrairement à l'utilisation d'une flèche simple (→) pour une réaction qui est complète et irréversible. L'enseignant devrait inclure les états de la matière lorsqu'il discute des réactions chimiques.

(suite)

L'équilibre

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter de divers exemples visuels de systèmes en équilibre (p. ex., solution saturée, ballon fermée ou ballon ouverte d'eau gazeuse);
- utiliser des analogies pour établir l'équilibre chimique.

L'élève peut

- discuter de la façon de déduire que les quantités de réactifs et de produits demeurent constantes à l'équilibre.

Faire des liens

L'enseignant peut

- comparer les réactions endothermiques et exothermiques (p. ex., si l'énergie est absorbée dans une direction, elle est libérée dans la direction opposée).

L'élève peut

- discuter de l'évolution des vitesses de réaction directes et inversées en référence à la théorie des collisions;
- examiner ce qui se passe lorsque l'on fait de l'eau gazeuse (p. ex., ouvrir une bouteille de boisson gazeuse et expliquer ce qu'il voit);
- déterminer quelle équation chimique a lieu dans un contenant ouvert et laquelle se trouve dans un contenant fermé. Expliquer.

$$5\ CH_3OH(aq) + 18\ H^+(aq) + 6\ MnO_4^-(aq) \rightleftharpoons 6\ Mn^{2+}(aq) + 5\ CO_2(g) + 9\ H_2O(l)$$

$$5\ CH_3OH(aq) + 18\ H^+(aq) + 6\ MnO_4^-(aq) \rightarrow 6\ Mn^{2+}(aq) + 5\ CO_2(g) + 9\ H_2O(l)$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 420-422

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.16-4.18

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- L'équilibre

L'équilibre

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

40.0 définir le concept d'équilibre dynamique dans le cas des réactions chimiques réversibles [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateur de rendement

Le chlore gazeux, $Cl_2(g)$, est un gaz vert jaunâtre qui peut être produit par réaction du chlorure d'hydrogène, HCl(g) et de l'oxygène, $O_2(g)$; les deux étant incolores.

$$4\ HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ H_2O(g) + Cl_2(g) + \text{énergie}$$

Les réactifs sont ajoutés dans un réacteur clair et vide. Décrire un élément de preuve qui peut servir à déterminer quand l'équilibre a été atteint.

L'équilibre

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- dessiner des graphiques présentant la concentration en fonction du temps pour démontrer la nature de la façon dont les équilibres chimiques sont établis.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 420-422

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.16-4.18

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- L'équilibre

La constante d'équilibre

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

41.0 définir le concept de constante d'équilibre dans le cas d'un système chimique [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être capable d'écrire des expressions de la constante d'équilibre, K, pour les systèmes chimiques et reconnaître que les solides et les liquides ne sont pas inclus dans l'expression du fait que leur concentration ne change pas.

Écriture d'expressions de la constante d'équilibre	
Pour aA + bB ⇌ cC + dD, l'expression de la constante d'équilibre est :	$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$ ou les états de A, B, C, and D sont (g) ou (aq) et non (s) ou (l)
Pour la réaction $2\ N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4\ NO_2(g) + O_2(g)$, l'expression de la constante d'équilibre est :	$K = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_5]^2}$
Pour la réaction suivante, l'expression de la constante d'équilibre est : $Sb^{3+}(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons SbOCl(s) + 2\ H^+(aq)$ $K = \frac{[H^+]^2}{[Sb^{3+}]\ [Cl^-]}$	

L'enseignant devrait informer l'élève que K dépend de la température.

L'élève devrait prédire si les réactifs ou les produits entraînent une réaction réversible en se basant sur l'ampleur de la constante d'équilibre, en appliquant ce qui suit :

- si K est beaucoup plus grand que 1, cela signifie que le numérateur (produits) est plus grand que le dénominateur (réactifs). Ainsi, les produits sont favorisés;
- si K est très inférieur à 1, le numérateur (produits) est inférieur au dénominateur (réactifs). Ainsi, les réactifs sont favorisés;
- si K est égal à 1, ni les réactifs ni les produits ne sont favorisés.

L'élève devrait être en mesure d'effectuer ce qui suit :

1. Calculer *K*
   - en fonction des concentrations à l'équilibre pour toutes les espèces;
   - en fonction des concentrations initiales et d'une concentration à l'équilibre (concentration initiale, changement de concentration, concentration à l'équilibre, tableau IVE);
   - en fonction des concentrations initiales et du pourcentage de réaction (tableau IVE).
2. Calculer une concentration à l'équilibre lorsque K et toutes les autres concentrations à l'équilibre sont données.
3. Calculer le pourcentage de réaction en fonction de la concentration initiale et de la concentration à l'équilibre.

(suite)

La constante d'équilibre

Stratégies d'évaluation

Faire des liens

L'enseignant peut

- parler de concentrations initiales variables (p. ex., tous les réactifs pour commencer, tous les produits pour commencer, une certaine combinaison de réactifs et de produits, et les concentrations à l'équilibre résultantes). Discuter du fait que le rapport de réactifs et de produits, quelle que soit la concentration initiale, reste le même une fois que le système atteint l'équilibre.

L'élève peut

- utiliser l'équipement de colorimétrie Vernier[MC] pour calculer les concentrations des réactions réversibles, avant et après l'établissement de l'équilibre. Calculer *K* avec les données.

Consolider

L'élève peut

- répondre aux questions suivantes et en discuter :
  1. On met 0,777 mole de $SO_3C(g)$ dans un récipient fermé de 1,00 L à 827 °C et on laisse l'équilibre s'établir. Si la concentration à l'équilibre du $SO_3(g)$ est de 0,520 mol/L, calculer *K*.

     $$2\ SO_3(g) \rightleftharpoons 2\ SO_2(g) + O_2(g)$$
  2. Les concentrations à l'équilibre X, Y, W et Z étaient respectivement de 7,0 mol/L, 6,0 mol/L, 5,0 mol/L et 7,0 mol/L à 25 °C.

     $$3\ X(g) + Y(g) \rightleftharpoons 2\ W(g) + Z(g).$$

     Quand on augmente la température à 40 °C, la nouvelle concentration à l'équilibre de Z est de 6,0 mol/L. Calculer les nouvelles concentrations à l'équilibre et le nouveau *K*.
  3. Lorsque 0,250 mole de NO(g) est placée dans un contenant scellé de 1,00 L à une température donnée, 40 % de cette quantité se décompose. Calculer la constante d'équilibre à cette température.

     $$2\ NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + O_2(g)$$
  4. L'équilibre ci-dessous se produit lorsque 1,00 mole de $NH_3(g)$ est placée dans un récipient scellé de 2,00 L. Quel est le pourcentage de réaction si le $[NH_3]$ est de 0,20 mol/L à l'équilibre?

     $$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g) + \text{énergie}$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 422-429

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.16-4.18

Remarque :

Le calcul de la concentration à l'équilibre lorsque K et les concentrations initiales sont données est abordé dans le module *Les acides et les bases* lors du calcul du pH d'un acide faible (base).

La constante d'équilibre

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

41.0 définir le concept de constante d'équilibre dans le cas d'un système chimique
[RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Écrire une expression de constante d'équilibre pour les équations ci-dessous :

   $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + CO(g)$

   $2\ BN(s) + 3\ Cl_2(g) \rightleftharpoons 2\ BCl_3(g) + N_2(g)$

2. Si $[F_2] = 1{,}0 \times 10^{-2}$ mol/L et $[F] = 3{,}0 \times 10^{-4}$ mol/L à l'équilibre ci-dessous, quelle est la valeur de la constante d'équilibre?

   $F_2(g) \rightleftharpoons 2\ F(g)$

3. A une température donnée, 0,40 mole de $SO_2(g)$ et 0,40 mole de $O_2(g)$ sont introduites dans un réacteur scellé de 2,0L. Si, à l'équilibre, il reste 0,25 mole d'$O_2(g)$, quelle est la constante d'équilibre à cette température?

   $2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g)$

La constante d'équilibre

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- déterminer (compte tenu des concentrations initiales et de *K*) si la réaction est à l'équilibre et si non, dans quelle direction elle devrait se déplacer pour atteindre l'équilibre?
- en fonction des concentrations de réactifs et de produits, et de la valeur de *K* pour l'équilibre, déterminer si un système est à l'équilibre;
- en fonction des constantes d'équilibre de solubilité, K_{sp}, calculer les concentrations d'ions dans les solutions aqueuses;
- À 25 °C, la valeur de *K* est de $1{,}6 \times 10^{-6}$ tandis qu'à 827 °C, la valeur de *K* est de 10,0. Déterminer si la réaction est endothermique ou exothermique.

$$C(s) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2(g)$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 422-429

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.16-4.18

Remarque :

Le calcul de la concentration à l'équilibre lorsque K et les concentrations initiales sont données est abordé dans le module *Les acides et les bases* lors du calcul du pH d'un acide faible (base).

Le principe de Le Châtelier

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

42.0 expliquer comment l'équilibre chimique est affecté par différents facteurs [RAG 3]

43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques [RAG 1]

6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements [RAG 2]

12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être capable d'appliquer le principe de Le Châtelier (qualitativement et avec des graphiques de concentration en fonction du temps) :

1. Prédire les changements de position d'équilibre causés par des changements de température, de pression, de volume ou de concentration.
2. Déterminer comment la concentration d'un réactif ou d'un produit change si on impose une modification à un système en équilibre.
3. Expliquer pourquoi l'ajout d'un catalyseur ou la modification de la surface d'une espèce solide n'entraîne pas un changement d'équilibre, mais a un effet sur le temps qu'il faut à un système pour atteindre l'équilibre.
4. Expliquer pourquoi la modification de la quantité d'une espèce solide ou liquide ne perturbe pas l'équilibre.

L'effet de l'ajout de gaz inertes n'est pas une attente de ce cours.

L'élève devrait faire une recherche en laboratoire sur le principe de Le Châtelier afin de prédire et d'observer comment chaque stress affecte l'équilibre. L'élève devrait appliquer le principe de Le Châtelier en apportant diverses modifications à un système en équilibre (qualitatif).

Il doit notamment posséder les compétences suivantes :

- suivre des instructions détaillées et spécifiques;
- manipuler les produits chimiques en toute sécurité;
- sélectionner de la verrerie de laboratoire appropriée;
- faire des observations qualitatives appropriées;
- afficher des observations dans des tableaux appropriés.

L'étude en laboratoire devrait comprendre les éléments suivants :

La pression et le volume :

- par exemple, un petit échantillon de club soda est versé dans une grande seringue scellée avec un bouchon en caoutchouc. Compte tenu de l'équilibre mentionné ci-dessous, l'élève peut prédire et expliquer les observations à l'aide du principe de Le Châtelier lorsque le volume est changé lorsqu'on enfonce ou qu'on retire le piston.

  $H_2CO_3(aq) + \text{énergie} \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_2(g)$

La température :

- Par exemple, prédire si la réaction est endothermique ou exothermique et expliquer les observations à l'aide du principe de Le Châtelier lorsqu'une solution de chlorure de cobalt(II) dans l'alcool est ajoutée à un bain d'eau chaude et un bain de glace.

  $Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4\ Cl^-(aq) \rightleftharpoons CoCl_4^{2-}(aq) + 6\ H_2O(l)$
  rose bleu

(suite)

Le principe de Le Châtelier

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter le principe de Le Châtelier à l'aide d'un graphique présentant la concentration en fonction du temps et montrer ce qui se passe lorsqu'une perturbation se produit dans le système.

  Par exemple : $CO(g) + 2\ H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$

  - Le système ci-dessus est à l'équilibre quand le CO est ajouté à temps t. Demander à l'élève de dessiner et d'expliquer un graphique de concentration en fonction du temps pour les trois espèces chimiques montrant avant, pendant et après le temps t.

Faire des liens

L'enseignant peut

- montrer une vidéo sur les changements de concentration et leur effet sur l'équilibre. Par exemple, préparer une solution de chromate de potassium, $K_2CrO_4(aq)$. Prédire et expliquer les observations à l'aide du principe de Le Châtelier quand $H^+(aq)$ est ajouté et quand $OH^-(aq)$ est ajouté.

  $$H^+(aq) + 2\ CrO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}(aq) + OH^-(aq)$$

  jaune orange

L'élève peut

- utiliser le principe de Le Châtelier pour prédire comment la valeur de K change dans une réaction endothermique et exothermique avec un changement de température;
- étudier et discuter des raisons pour lesquelles l'élimination d'un produit provenant d'un système en équilibre contribuerait à produire un rendement maximal de ce produit dans la synthèse de Fritz Haber.

  $$N_2(g) + 3\ H_2(g) \rightleftharpoons 2\ NH_3(g) + \text{chaleur}$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 432-437, 439, 474-475, 700-703, 704-705, 708

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.17-4.19, 4. 20-4.21,4.22-4.23, 4.26-4.27, 4.36-4.39
- FR0 11, FRO 45
- FRÉ 3, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 20, FRÉ 23, FRÉ 24, FRÉ 25, FRÉ 26

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Le principe de Le Châtelier

Le principe de Le Châtelier

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

42.0 expliquer comment l'équilibre chimique est affecté par différents facteurs [RAG 3]

43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques [RAG 1]

6.0 indiquer les fondements théoriques d'une recherche et formuler une prédiction et une hypothèse qui sont compatibles avec ces fondements [RAG 2]

12.0 compiler et organiser des données selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

La concentration

- Par exemple, préparer une solution de $Fe(NO_3)_3$ acidifié et de KSCN. Prédire et expliquer les observations à l'aide du principe de Le Châtelier lorsqu'une seule goutte de NaOH est ajoutée et lorsque cinq gouttes de KSCN sont ajoutées.

$$\underset{\text{jaune}}{Fe^{3+}(aq)} + \underset{\text{incolore}}{SCN^{-}(aq)} \rightleftharpoons \underset{\text{rouge}}{FeSCN^{2+}}$$

Cette étude offre l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 2.0,19.0, 23.0, 31.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude. Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour en savoir davantage.

Attitudes

Encourager l'élève à manifester une curiosité et un intérêt continu et éclairé pour les sciences et les questions scientifiques. [RAG 4]

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Se référer aux trois systèmes en équilibre ci-dessous :

$$2\ CO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ CO_2(g) + \text{chaleur}$$

$$2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g) + \text{chaleur}$$

$$N_2(g) + O_2(g) + \text{chaleur} \rightleftharpoons 2\ NO(g)$$

Pour chaque système en équilibre, prédire dans quelle direction l'équilibre se déplacerait par une augmentation de chacun des éléments suivants :

- la concentration de O_2
- la pression
- la température

2. L'équilibre ci-dessous a été établi dans des conditions de température constante.

$$\underset{\text{rose}}{Co(H_2O)_6^{2+}(aq)} + 4\ Cl^{-}(aq) \rightleftharpoons \underset{\text{bleu}}{CoCl_4^{2-}(aq)} + 6\ H_2O(l)$$

- Prédire le changement de couleur qui se produirait si $AgNO_3(aq)$ était ajouté au système, et quel précipité serait produit.

3. Appliquer le principe de Le Châtelier pour prédire la façon d'augmenter la production de NO(g).

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ NO(g) \qquad \Delta H = +\ 43{,}2\ kJ/mol$$

Le principe de Le Châtelier

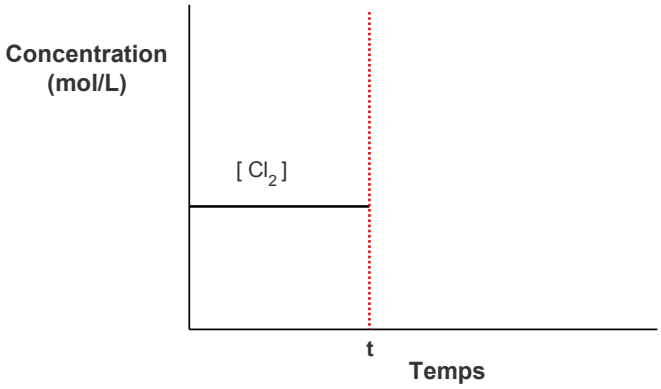
Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- expliquer les effets perturbateurs du changement de température, de pression ou de volume, ou de concentration sur les vitesses des réactions antagonistes (d'un des réactifs ou d'un des produits), d'un équilibre chimique;
- examiner ce qui se passe quand on fabrique de l'eau gazéifiée. Écrire une équation chimique lorsque l'équilibre est atteint entre $CO_2(aq)$ et $H_2O(l)$ pour former $H_2CO_3(aq)$ lorsque le contenant est ouvert. Écrire l'équation pour l'équilibre physique du $CO_2(g)$ et du $H_2O(l)$ lorsque le contenant est fermé;
- Le système ci-dessous is allowed to reach equilibrium à 400 °C.
  $4\ HCl(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ H_2O(g) + 2\ Cl_2(g) \qquad \Delta H = -114\ kJ/mol$

  La concentration à l'équilibre du Cl_2 est représentée graphiquement ci-dessous. Au temps t, on chauffe le contenant et on laisse la réaction rétablir l'équilibre. Prolonger la droite pour indiquer l'effet sur la concentration de Cl_2.



Pour aller plus loin

L'élève peut

- chercher les expériences d'Henri Le Châtelier qui lui ont permis de comprendre les systèmes d'équilibre chimique;
- effectuer des recherches sur l'utilisation des principes de solubilité et d'équilibre pour éliminer des polluants comme Pb^{2+}, Cl^-, PO_4^{3-}, or SO_4^{2-}, des eaux usées;
- concevoir un adoucisseur d'eau et expliquer comment il fonctionne;
- faire des recherches sur le procédé Haber. Présenter les points saillants avec la classe;
- expliquer le processus de transport de l'oxygène dans le corps par l'hémoglobine (Hb).
  $Hb + O_2 \rightleftharpoons Hb - O_2$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 432-437, 439, 474-475, 700-703, 704-705, 708

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.17-4.19, 4.20-4.21,4.22-4.23, 4.26-4.27, 4.36-4.39
- FR0 11, FRO 45
- FRÉ 3, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 20, FRÉ 23, FRÉ 24, FRÉ 25, FRÉ 26

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/cinetique.html

- Le principe de Le Châtelier

Section 3 :
Résultats d’apprentissage spécifiques

Module 2 : Les acides et les bases

Objectif

L'élève utilise régulièrement des solutions contenant des acides et des bases. Il devrait être en mesure de prouver sa compréhension en choisissant les acides ou les bases appropriés pour des tâches spécifiques. L'élève devrait également connaître les effets potentiels de ces produits chimiques et comprendre la relation entre les théories et les réactions acido-basiques.

L'élève étudiera l'élaboration de la théorie acido-basique, montrera comment les théories évoluent à la lumière de nouvelles données probantes et formulera des définitions opérationnelles fondées sur des observations en laboratoire. L'élève sera encouragé à valoriser le rôle d'une observation précise et d'une expérimentation rigoureuse tout en pratiquant la manipulation, le stockage et l'élimination des produits chimiques de façon sécuritaire. Des activités de résolution de problèmes, de pensée critique et d'acquisition de compétences sont intégrées à l'ensemble de ce module. Les études en laboratoire pour tester le pH et utiliser une solution étalon pour déterminer la concentration d'une substance inconnue sont utiles pour comprendre ce module. Les liens avec le volet STSE comprennent l'évolution des connaissances scientifiques, les données probantes et les rôles ainsi que la justification de chacun.

Dans le cours Sciences 1236, l'élève a étudié la rédaction de formules et d'équations d'équilibrage et a été initié aux concepts opérationnels acido-basiques. Dans le cours Chimie 2232, l'élève a étudié la dénomination des acides, les moles, les calculs stœchiométriques, la nature des solutions et l'expression des concentrations des solutions.

Cadre des résultats d'apprentissage

RAG 1 (STSE) : L'élève comprendra mieux la nature de la science et de la technologie, la relation entre la science et la technologie, ainsi que les contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie.

43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques
44.0 expliquer comment les connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles preuves et au fur et à mesure que des lois et des théories sont mises à l'essai puis restreintes, révisées ou remplacées
47.0 composer des arguments pour appuyer une décision ou un jugement à l'aide d'exemples et de preuves, sous différentes perspectives
48.0 analyser l'influence de la société sur les activités scientifiques et technologiques au moyen d'exemples de la chimie des acides-bases
49.0 identifier et décrire les carrières fondées sur la science et les technologies relatives à la chimie des acides et des bases
57.0 expliquer l'importance de la communication des résultats des activités scientifiques et technologiques, au moyen du langage approprié et des conventions
58.0 analyser et décrire des exemples d'invention d'une technologie qui ont entraîné l'amélioration ou la révision de la compréhension scientifique

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir des données disponibles et des informations contextuelles
8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision
11.0 utiliser les instruments de manière efficace et précise pour collecter des données
15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
16.0 démontrer des connaissances des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de matériels de laboratoire
17.0 décrire et appliquer des systèmes de classification et des nomenclatures scientifiques
18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion
20.0 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer les rapports linéaires et non linéaires entre les variables
27.0 formuler de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris
29.0 choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats
31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent
32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche

RAG 3 (Connaissances) : L'élève construira des connaissances et une compréhension des concepts en sciences de la vie, en sciences physiques, en sciences de la Terre et de l'espace, et mettra cette compréhension en pratique afin d'analyser, d'intégrer et d'étendre ses connaissances.

45.0 décrire les différentes définitions des acides-bases jusqu'à la définition de Brønsted-Lowry
50.0 comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (théorique)
51.0 prédire les produits des réactions acido-basiques
52.0 calculer le pH d'un acide ou d'une base si on donne la concentration et vice versa
53.0 comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (mathématique)
54.0 expliquer comment fonctionnent les indicateurs acido-basiques
55.0 décrire les interactions entre des ions H+ et OH- en se servant du principe de Le Châtelier
56.0 déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie

RAG 4 (Attitudes) : On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et pour celui de la société et de l'environnement.

Les élèves sont encouragés à :

- envisager des études et une carrière dans des domaines liés aux sciences et à la technologie
- travailler en collaboration pour planifier et réaliser des recherches et formuler et évaluer des idées
- se préoccuper de la sécurité et accepter le besoin de règles et de règlements
- utiliser des renseignements précis et des explications rationnelles dans les tâches d'analyse et d'évaluation

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

RAG 3: Connaissances

Sciences 1236	Chimie 2232	Chimie 3232
• nommer et écrire des formules pour certains composés ioniques et moléculaires communs, en utilisant le tableau périodique et une liste d'ions • représenter les réactions chimiques et la conservation de la masse à l'aide de modèles moléculaires et d'équations symboliques équilibrées • classer les réactions chimiques selon leur type • classifier des substances en tant qu'acides, bases ou sels selon leurs caractéristiques, leur nom et leur formule • décrire comment la neutralisation consiste à atténuer les effets d'un acide avec une base, et vice versa	• écrire et nommer les formules des composés ioniques et moléculaires, en suivant les règles simples de l'UICPA • définir la masse molaire et effectuer des conversions réciproques entre mole et masse pour les substances pures • expliquer la solubilité au moyen du concept de l'équilibre • définir le concept d'équilibre dans le cas des solutions • utiliser les généralisations de la solubilité pour prédire la formation de précipités • déterminer les rapports molaires des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées • effectuer des calculs stœchiométriques liés à des équations chimiques • énumérer les diverses applications de la stœchiométrie • illustrer et expliquer la formation des liaisons covalentes • illustrer et expliquer la formation des liaisons ioniques • indiquer et décrire les propriétés des substances moléculaires • nommer et décrire les propriétés des substances ioniques • décrire comment la liaison ionique explique les propriétés des composés ioniques • établir un lien entre les propriétés d'une substance et son modèle structural des composés ioniques • classifier les divers composés organiques en déterminant à quelle famille ils appartiennent, d'après leur nom ou structure • écrire la formule et donner le nom UICPA d'une variété de dérivés • écrire et équilibrer des équations chimiques pour prédire les réactions de certains composés organiques	• décrire les différentes définitions des acidesbases jusqu'à la définition de Brønsted-Lowry • comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (théorique) • prédire les produits des réactions acido-basiques • calculer le pH d'un acide ou d'une base si la concentration est donnée, et vice versa • comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (mathématique) • expliquer comment fonctionnent les indicateurs acido-basiques • décrire les interactions entre les ions H_3O^+ et OH^- en se servant du principe de Le Châtelier • déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie

Échéancier suggéré

Il est recommandé que le module *Les acides et les bases*, soit enseigné en tant que deuxième module du cours Chimie 3232.

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Module 1 : De la cinétique à l'équilibre		**Module 2 : Les acides et les bases**			**Module 3 : La thermochimie**		**Module 4 : L'électrochimie**		
Habiletés intégrées tout au long du cours									

L'application des définitions opérationnelles

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

44.0 expliquer comment les connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles preuves et au fur et à mesure que des lois et des théories sont mises à l'essai puis restreintes, révisées ou remplacées [RAG 1]

5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir des données disponibles et des informations contextuelles [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élaboration d'une théorie acido-basique illustre l'évolution des connaissances scientifiques au fil du temps. Dans le cours Sciences 1236, on s'attend à ce que les élèves classent les acides et les bases de façon opérationnelle à l'aide de tests diagnostiques.

L'enseignant devrait passer en revue les acides et les bases en comparant certaines de leurs propriétés utilisées dans la définition opérationnelle des acides et des bases. Voir le tableau ci-dessous :

Propriété	Acide	Base
Goût (les élèves ne doivent jamais goûter les produits chimiques de laboratoire)	Goût aigre (p. ex., citrons, boissons gazeuses, vinaigre)	Goût amer (p. ex., bicarbonate de soude, dentifrice, TUMS[MC])
Toucher (les élèves ne doivent jamais toucher les produits chimiques de laboratoire)	Bon nombre sont corrosifs	Glissant au toucher ; bon nombre sont corrosifs
Tests d'indicateurs	Le papier tournesol bleu vire au rouge	Le papier tournesol rouge vire au bleu
Réactvité	Forment du $H_2(g)$ avec certains métaux	Forment du savon avec des huiles et des graisses
	Forment du $CO_2(g)$ avec des carbonates	Forment des carbonates avec du $CO_2(g)$
Réactions de neutralisation	Les acides neutralisent (ou neutralisent partiellement) les bases	Les bases neutralisent (ou neutralisent partiellement) les acides
Conductivité électrique	Conducteur	Conducteur
pH	Moins de 7,0	Plus de 7,0

L'enseignant devrait insister auprès des élèves sur le fait que les acides et les bases sont tous deux des matières corrosives. Cependant, l'incompréhension la plus courante est que les acides brûlent la peau au contact et que les bases ne sont pas corrosives.

(suite)

L'application des définitions opérationnelles

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter et démontrer les différents tests diagnostiques qui peuvent être utilisés pour identifier une substance comme étant acide, comme étant une base ou comme étant neutre.

L'élève peut

- créer une carte conceptuelle pour identifier les acides et bases communs (p. ex., en général, la plupart des aliments sont acides et la plupart des nettoyants sont basiques).

Faire des liens

L'élève peut

- prédire les résultats de démonstrations simples d'expériences chimiques faisant appel à des acides et à des bases (p. ex., réaction du bicarbonate de soude et du vinaigre);
- discuter de l'importance de savoir comment identifier un échantillon inconnu;
- discuter de ce qui doit être présent pour qu'une solution puisse conduire l'électricité;
- utiliser du papier pH universel pour analyser le pH d'une variété d'échantillons (p. ex., agrumes, shampooings, savons).

Consolider

L'élève peut

- déterminer laquelle des substances ci-dessous fera virer le papier tournesol du rouge au bleu. Expliquer.

  a. $HNO_2(aq)$ b. $H_2SO_4(aq)$ c. $NaOH(aq)$ d. $NaCl(aq)$
- étudier l'acidité relative de différentes marques de jus de fruits ou de shampooing. Faire part des constatations à la classe;
- utiliser des échantillons inconnus (c.-à-d., des produits chimiques ménagers ou de laboratoire). Identifier chacun d'eux comme acide ou base à l'aide des tests diagnostiques mentionnés ci-dessus. Pour des raisons de sécurité, le goût ne devrait pas être inclus dans les essais.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 454-455

Chimie 11 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 304-306

Chimie 12 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 492-493

Chimie 12 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 4.47-4.48

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- L'application des définitions operationnelles

L'application des définitions opérationnelles

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

44.0 expliquer comment les connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles preuves et au fur et à mesure que des lois et des théories sont mises à l'essai puis restreintes, révisées ou remplacées [RAG 1]

5.0 formuler une prédiction ou une hypothèse à partir des données disponibles et des informations contextuelles [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait également préciser que les définitions opérationnelles ne tentent pas d'expliquer les observations. Les définitions opérationnelles classent une substance comme acide ou basique en complétant un test de diagnostic; c'est ce qui a conduit à l'élaboration des premières définitions théoriques des acides et des bases.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus d'informations sur le RAS 5.0.

Exemple d'indicateur de rendement

Prédire si chacun des éléments suivants est acide, basique ou neutre, en utilisant des définitions opérationnelles ou en généralisant que la plupart des aliments sont acides et que la plupart des nettoyants sont basiques :

- eau de javel
- jus de citron
- Sprite[MC]
- soda tonique
- CLR[MC]
- savon
- sucre
- vinaigre

Confirmer les prédictions à l'aide de tests diagnostiques (p. ex., papier tournesol).

L'application des définitions opérationnelles

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches sur les effets nocifs du mélange des mauvais produits chimiques ménagers.
- expliquer pourquoi les carottes miniatures peuvent souvent être lisses.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 454-455

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 304-306

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 492-493

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 172-173

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- L'application des définitions operationnelles

Les théories acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques [RAG 1]

44.0 expliquer comment les connaissances scientifiques évoluent à la lumière de nouvelles preuves et au fur et à mesure que des lois et des théories sont mises à l'essai puis restreintes, révisées ou remplacées [RAG 1]

45.0 décrire les différentes définitions des acides-bases jusqu'à la définition de Brønsted-Lowry [RAG 3]

17.0 décrire et appliquer des systèmes de classification et des nomenclatures scientifiques [RAG 2]

27.0 formuler de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait retracer l'évolution des théories acido-basiques depuis la théorie d'Arrhenius, la théorie d'Arrhenius modifiée et jusqu'à la théorie de Brønsted-Lowry.

L'élève devrait être en mesure de classer une substance comme étant un acide ou une base d'Arrhenius, d'Arrhenius modifié ou de Brønsted-Lowry.

L'élève devrait être capable d'énoncer les définitions ci-dessous, de trouver des exemples et de discuter de l'utilité et des limites de chaque théorie. Les limites doivent être soulignées comme étant la source de nouvelles questions et la raison pour laquelle une autre théorie a émergé; cependant, certains aspects de chaque théorie demeurent valables et continuent d'être utilisés.

1. Théorie d'Arrhenius : Un acide est une substance qui, une fois dissoute dans l'eau, s'ionise pour produire des ions hydrogène (H^+) et une base se dissocie pour produire des ions hydroxyde (OH^-). Voir les exemples ci-dessous :

$$HBr(aq) \rightarrow H^+(aq) + Br^-(aq)$$

$$NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

Limites : La théorie n'aborde pas le manque de preuves de l'existence d'un ion H+ libre (c.-à-d. l'instabilité d'un ion H^+ libre). Elle ne peut pas non plus expliquer pourquoi le NH_3 a des propriétés basiques, ni pourquoi le CO_2 et le SO_2 ont des propriétés acides. Les réactions acido-basiques ne se produisent pas toujours en solution aqueuse.

Utilité : C'est une explication simple et utile des acides. C'est la meilleure théorie pour expliquer la dissociation des bases qui sont de la forme hydroxyde métallique, MOH(aq); elles sont définies plus loin dans le module en tant que bases fortes.

2. Théorie d'Arrhenius modifiée : Un acide est une substance qui réagit avec l'eau pour produire des ions hydronium (H_3O+) et une base est une substance qui réagit avec l'eau pour produire des ions hydroxyde (OH-). Voir les exemples ci-dessous :

$$HBr(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Br^-(aq)$$

$$NH_3(l) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

Limites : La théorie ne prédit pas si l'ion hydrogénocarbonate agira comme une base ou un acide en solution aqueuse. Des tests diagnostiques ont montré que l'ion agit comme une base dans l'eau, comme le montre la Réaction 1 ci-dessous. Cependant, il est également possible d'écrire l'ion agissant comme un acide dans l'eau, comme le montre la Réaction 2 ci-dessous.

Réaction 1 : $HCO_3^-(aq) + HOH(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$

Réaction 2 : $HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$

(suite)

Les théories acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- démontrer les limites de la théorie d'Arrhenius en utilisant du bicarbonate de sodium (bicarbonate de soude) dans l'eau.

L'élève peut

- faire un remue-méninges pour lister les acides et les bases qui sont utilisés quotidiennement ou hebdomadairement.

Faire des liens

L'enseignant peut

- démontrer la nature amphotère du bicarbonate de sodium lorsqu'il est utilisé pour nettoyer les déversements d'acide et de base en laboratoire.

L'élève peut

- écrire des équations pour la dissociation de $Ba(OH)_2(aq)$;
- écrire une équation d'ionisation pour l'ionisation de composés tels que $HClO_3(aq)$;
- générer une liste d'acides conjugués et de bases conjuguées à partir d'une liste d'espèces amphotères;
- construire une ligne du temps décrivant les théories acido-basiques;
- prédire et discuter des problèmes environnementaux qui peuvent survenir lorsque l'on tente de neutraliser un déversement d'acide.

Consolider

L'élève peut

- faire des recherches sur la façon dont les acides et les bases sont utilisés pour régler des problèmes comme les brûlures d'estomac, le nettoyage des déversements et les problèmes d'érosion causés par les pluies acides;
- utiliser différentes cartes conceptuelles pour organiser les définitions de la théorie d'Arrhenius et de celle de Brønsted-Lowry;
- expliquer pourquoi les acides et les bases ne devraient pas être placés l'un à côté de l'autre dans un local de stockage de produits chimiques (par rapport à l'idée que les réactions acido-basiques ne se produisent pas toujours dans les solutions aqueuses).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME]

- p. 464

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307

Chimie 12 STSE (ME]

- pp. 492-493

Chimie 12 STSE (GE]

- pp. 4.47-4.48

Les théories acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

43.0 expliquer le rôle des preuves, des théories et des paradigmes dans l'évolution des connaissances scientifiques [RAG 1]

45.0 décrire les différentes définitions des acides-bases jusqu'à la définition de Brønsted-Lowry [RAG 3]

17.0 décrire et appliquer des systèmes de classification et des nomenclatures scientifiques [RAG 2]

27.0 formuler de nouvelles questions ou de nouveaux problèmes découlant de ce qui a été appris [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Utilité : La théorie modifié a développé l'idée de l'ion hydronium, H_3O^+. Elle reconnaît la formation de l'ion hydronium plus stable sur l'ion hydrogène.

3. La théorie de Brønsted-Lowry définit un acide comme un donneur de protons (H+) et une base comme un accepteur de protons (H+). Voir les exemples ci-dessous :

$$HBr(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + Br^-(aq)$$

$$NH_3(aq) + CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + NH_4^+(aq)$$

L'élève devrait identifier l'acide et la base de Brønsted-Lowry ainsi que l'acide conjugué et la base conjuguée dans une équation acido-basique de Brønsted-Lowry.

$$\underset{\text{Acide}}{CH_3COOH(aq)} + \underset{\text{Base}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{Acide conjugué}}{H_3O^+(aq)} + \underset{\text{Base conjuguée}}{CH_3COO^-(aq)}$$

$$\underset{\text{Base}}{NH_3(aq)} + \underset{\text{Acide}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{Acide conjugué}}{NH_4^+(aq)} + \underset{\text{Base conjuguée}}{OH^-(aq)}$$

Limites : La théorie n'explique pas comment certaines substances déficientes en protons se comportent encore comme des acides (p. ex., SO_3).

Utilité : Elle peut être utilisée pour écrire les réactions acido-basiques de pratiquement n'importe quel acide ou base.

L'élève devrait indiquer que les substances amphotères sont des exemples d'espèces qui peuvent accepter ou donner un proton. Il devrait être capable d'identifier les espèces amphotères et d'écrire des équations où elles agissent comme un acide lorsqu'elles sont combinées avec une base plus forte et où elles agissent comme une base lorsqu'elles sont combinées avec un acide plus fort.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 17.0 et 27.0.

Attitude

Encourager l'élève à envisager des études et une carrière dans des domaines liés à la science et à la technologie. [RAG 4]

Exemple d'indicateur de rendement

Montrer que $HS^-(aq)$ est amphotère en écrivant deux équations distinces de neutralisation de Brønsted-Lowry. Écrire une équation chimique de $HS^-(aq)$ réagissant avec :

- un acide fort, $H_3O^+(aq)$, et
- une base forte, $OH^-(aq)$.

Les théories acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- déterminer laquelle des équations ci-dessous correspond à la définition d'une base selon Arrhenius.

  $HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

  $HSO_4^-(aq) + HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

  $H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$

  $Sr(OH)_2(s) \rightarrow Sr^{2+}(aq) + 2\ OH^-(aq)$
- classifier chaque substance ci-dessous comme un acide ou une base :
  - ammoniac, NH_3
  - hydroxyde de calcium, $Ca(OH)_2$
  - acide chlorhydrique (HCl)
  - hydroxyde de potassium (KOH)
  - carbonate de sodium, Na_2CO_3
  - acide sulfurique, H_2SO_4
- identifier les paires acides-bases conjuguées. Expliquer le raisonnement :

  $HSO_4^-(aq) + HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
- expliquer comment HCO_3^- peut agir comme un acide et comment il peut agir comme une base;
- déterminer quelle substance est amphotère

  (a) H_2S (b) HS^- (c) CN^- (d) HCN
- classifier $HCO_3^-(aq)$ comme un acide ou une base dans chacune des réactions suivantes :
  - $HCO_3^-(aq) + HNO_2(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + NO_2^-(aq)$
  - $HCO_3^-(aq) + HPO_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons CO_3^{2-}(aq) + H_2PO_4^-(aq)$

Pour aller plus loin

L'élève peut

- rechercher et parler des théories avancées (p. ex., le modèle de Lewis) pour de très grosses molécules qui agissent comme des acides.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME]

- p. 464

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307

Chimie 12 STSE (ME]

- pp. 492-493

Chimie 12 STSE (GE]

- pp. 4.47-4.48

Les applications des théories sur les acides et les bases

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

47.0 composer des arguments pour appuyer une décision ou un jugement à l'aide d'exemples et de preuves, sous différentes perspectives [RAG 1]

48.0 analyser l'influence de la société sur les activités scientifiques et technologiques au moyen d'exemples de la chimie des acides-bases [RAG 1]

49.0 identifier et décrire les carrières fondées sur la science et les technologies relatives à la chimie des acides et des bases [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait avoir l'occasion d'utiliser des données probantes pour justifier une décision, tout en tenant compte de divers points de vue.

Voici quelques exemples :

- évaluations environnementales de projets de construction ou de projets industriels;
- produits d'origine naturelle par opposition aux produits synthétiques (p. ex., suppléments de calcium corallien par opposition aux suppléments de calcium synthétique);
- progrès technologiques en matière de réduction des pluies acides (p. ex., convertisseur catalytique, pâtes et papiers).

L'élève devrait avoir l'occasion d'analyser l'influence de la société sur les activités scientifiques et technologiques. Il peut faire des recherches sur les remèdes naturels basés sur la chimie acido-basique.

Voici quelques exemples :

- mâcher de l'écorce de saule (source originale de l'Aspirin[MC]) pour soulager la douleur dentaire;
- utiliser une base pour neutraliser une piqûre d'ortie dioïque;
- utiliser du bicarbonate de soude (base douce) pour neutraliser une piqûre d'abeille (acide) par opposition à l'utilisation du jus de lime (acide doux) pour neutraliser une piqûre de guêpe (basique);
- utiliser du jus de citron (acide) pour neutraliser les odeurs de poisson (généralement basiques).

L'élève devrait explorer des carrières en chimie acido-basique.

En voici des exemples :

- artistes (p. ex., l'utilisation de pigments naturels et de teintures qui peuvent dépendre du pH, en utilisant de l'acide fluorhydrique HF(aq) pour graver le verre);
- chefs cuisiniers (p. ex., réactions de cuisson acido-basiques, vinaigre et bicarbonate de soude ou poudre à pâte pour le levain, jus de citron pour aider à acidifier le lait);
- carrières en santé (p. ex., les infirmiers qui réglementent le pH sanguin des patients, les compagnies pharmaceutiques qui fabriquent des produits pharmaceutiques qui sont des acides ou des bases, la mise au point de produits pharmaceutiques, puis les essais cliniques dans le cadre d'une étude approfondie des propriétés acido-basiques);
- travailleurs de l'industrie minière (p. ex., analyse des minerais métalliques, des eaux de ruissellement acides ou basiques résultant des résidus de certains minerais);
- travailleurs municipaux (p. ex., traitement de l'eau).

Les applications des théories sur les acides et les bases

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter à l'élève un scénario hypothétique de déversement d'acide et lui demander de trouver une solution de nettoyage;
- discuter des liens avec les secrets de grand-mères (p. ex., l'écorce de saule pour soulager la douleur).

Faire des liens

L'enseignant peut

- discuter de la façon dont le convertisseur catalytique réduit les oxydes d'azote qui contribuent aux pluies acides.

Consolider

L'élève peut

- faire des recherches sur une carrière qui comporte l'utilisation des acides et des bases. Présenter les résultats dans un format multimédia;
- débattre des avantages des produits d'origine naturelle par rapport aux produits d'origine synthétique;
- créer une infographie qui décrit les avantages et les inconvénients d'une augmentation des évaluations environnementales (en utilisant l'industrie de son choix).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME]

- p. 569

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- Les applications des théories sur les acides et les bases

Les réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 50.0 comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (théorique) [RAG 3]	L'élève devrait reconnaître l'organisation du tableau des forces relatives de 0,10 mol/L d'acides et de bases à 298,15 K [25 °], (tableau acide-base). Il devrait utiliser ce tableau pour déterminer la force relative de l'acide d'une espèce par rapport à une autre et la force relative de la base d'une espèce par rapport à une autre. Par exemple, quel acide est le plus fort : HCN ou HF? Quelle base est la plus forte : HS^- ou NH_3?
51.0 prédire les produits des réactions acido-basiques [RAG 3]	L'enseignant doit indiquer que les espèces amphotères se trouvent dans les deux colonnes du tableau acido-basique. L'élève devrait suivre les règles de rédaction des réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry. Il devrait prédire la réaction acido-basique ionique nette prédominante à l'aide du tableau acide-base. Il devrait prédire si ce sont les réactifs ou les produits qui sont favorisés dans un équilibre acido-basique, le cas échéant. Le procédé suivant peut être utilisé: 1. Énumérer toutes les espèces telles qu'elles existent dans un environnement aqueux. • Les acides forts sont écrits comme étant complètement dissociés de H_3O^+ et de la base conjuguée de l'acide. • Les composés ioniques sont écrits comme étant complètement dissociés. • Les formules chimiques des acides faibles sont écrites telles quelles (non ionisées), car elles ont un faible pourcentage d'ionisation. • Comme tous les produits chimiques seront dans des solutions aqueuses (à base d'eau) et que l'eau peut être un acide ou une base possible (voir le tableau des concentrations), l'eau, H_2O, est toujours incluse dans cette liste des produits chimiques qui peuvent réagir. L'enseignant devrait souligner que les ions des composés ioniques peuvent agir comme des acides ou des bases en solution. Autrement, l'élève pourrait simplement effectuer une réaction de déplacement double entre les composés ioniques. Cela ne serait pas approprié. 2. Déterminer toutes les bases et tous les acides possibles selon la définition de Brønsted-Lowry. • Les acides possibles ont un « H » dans la formule à donner; les bases, en général, ont une charge « – » (pour pouvoir accepter H+ d'un acide). • L'eau, H_2O, est une substance amphotère (même si elle est neutre). 3. En utilisant le tableau acide-base, identifier l'acide le plus fort (AF) et la base la plus forte (BF). 4. Faire réagir l'acide le plus fort avec la base la plus forte selon la théorie de Brønsted-Lowry. • Toutes les autres espèces en solution ne sont que des spectateurs.

(suite)

Les réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- passer en revue les dissociations et ionisations d'Arrhenius pour déterminer les espèces présentes.

L'élève peut

- écrire les équations ioniques totales et les équations ioniques nettes particulières aux réactions acido-basiques.

Faire des liens

L'élève peut

- énumérer quatre bases différentes sur le tableau acido-basique qui vont réagir avec HSO_3^-;
- discuter de ce qui suit : trois bouteilles non étiquetées contiennent trois solutions non identifiées, claires et incolores qui ont la même concentration. On sait que les solutions sont HCl(aq), HCN(aq), et NaOH(aq), mais on ne sait pas quel flacon contient quelle solution. Décrire une série de tests qui pourraient être effectués pour identifier correctement chaque solution.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 494-496

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.48

Les réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

51.0 prédire les produits des réactions acido-basiques [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

- On doit utiliser une flèche simple seulement lorsque la réaction met en jeu un acide fort (H_3O^+) ou une base forte (OH^-) et qu'elle est quantitative.

Un exemple de problème est fourni ci-dessous.

Écrire la réaction acido-basique qui se produit entre les solutions d'hydrogénosulfite de sodium, $NaHSO_3(aq)$, et l'acide méthanoïque, HCOOH(aq).

Liste:	$Na^+(aq)$	$HSO_3^-(aq)$	HCOOH(aq)	$H_2O(l)$
		A, B	A	A, B
		Base la plus forte	Acide le plus fort	

Réaction entre l'acide le plus fort et la base la plus forte :

$$HSO_3^-(aq) + HCOOH(aq) \rightleftharpoons H_2SO_3(aq) + HCOO^-(aq)$$

Base la plus forte	Acide le plus fort	Acide conjugué	Base conjuguée

Dans la solution ci-dessus, les produits (conjugués) peuvent être dérivés du tableau acide-base. De plus, la notation à double flèche est utilisée puisque ni des acides forts (H_3O^+) ni des bases fortes (OH^-) ne réagissent. Divers scénarios concernant le choix de la flèche sont abordés ci-dessous.

L'élève devrait interpréter le tableau acide-base. Si l'acide le plus fort est au-dessus de la base la plus forte sur le tableau acide-base, alors les produits sont favorisés. Si la base la plus forte est au-dessus de l'acide le plus fort, les réactifs sont favorisés (la réaction favorise le côté qui a l'acide et la base les plus faibles).

Il est important pour l'élève de noter qu'une flèche simple doit être utilisée lorsque la réaction implique un acide fort (H_3O^+) ou une base forte (OH^-). Les types de réactions acido-basiques sont énumérés ci-dessous :

- un acide fort avec une base forte (→);
- un acide fort avec une base faible (→);
- un acide faible avec une base forte (→);
- un acide faible avec une base faible (⇌)

Exemple d'indicateurs de rendement

Des solutions aqueuses de carbonate d'hydrogène de potassium, $KHCO_3(aq)$ et d'acide nitreux, $HNO_2(aq)$, sont mélangées ensemble.

1. Écrire une équation ionique nette pour la réaction acido-basique de Brønsted-Lowry.
2. Identifier les paires acides-bases conjuguées.
3. Déterminer la position de l'équilibre (c.-à-d., si les réactifs ou les produits sont privilégiés).

Les réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- utiliser le tableau acide-base pour identifier l'acide le plus fort ou la base la plus forte dans chaque paire :
  - HClO, HF;
  - hydrogénoborate, hydrogénocarbonate;
  - sulfate d'hydrogène, acide éthanoïque;
  - SO_3^{2-}, CO_3^{2-}
- prédire les produits des réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry suivantes :
  - HCl et NaOH;
  - HI et NH_3 ;
  - HF et $Ca(OH)_2$;
  - H_2CO_3 et K_2HBO_3

Pour aller plus loin

L'élève peut

- prédire les produits d'une réaction acido-basique entre HBO_3^{2-} et SO_3^{2-} (dans cet exemple, HBO_3^{2-} agirait à la fois comme l'acide et la base puisque c'est une base plus forte que SO_3^{2-});
- étudier l'utilisation des tampons dans diverses industries scientifiques commerciales (p. ex., boissons gazeuses, tampons Aspirin™, aliments transformés, yogourts, procédés chimiques industriels comme la peinture au latex).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 494-496, 504-507

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.48

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- Les réactions acido-basique de Brønsted-Lowry

Le laboratoire de solutions pH

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

52.0 calculer le pH d'un acide ou d'une base si on donne la concentration et vice versa [RAG 3]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

16.0 démontrer une connaissance des normes SIMDUT en choisissant et en appliquant des techniques adéquates pour la manipulation et l'élimination de matériels de laboratoire [RAG 2]

31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait effectuer une étude autodirigée en laboratoire afin d'explorer la différence de pH entre deux solutions et leurs concentrations comparatives d'hydronium ou d'hydroxyde.

L'élève devrait recevoir successivement des solutions diluées d'acides forts et de bases fortes par un facteur de 10 et observer le pH à l'aide d'un pH-mètre ou d'un papier pH.

D'après les résultats de cette étude, l'élève devrait conclure qu'une différence de 2 dans le pH équivaut à un facteur de 100 (10 x 10 ou 10^2) dans la concentration en ions hydronium. C'est-à-dire qu'une différence de 1 dans le pH est un facteur de 10 dans [H_3O^+(aq)].

Au cours de cette étude, l'élève travaillera avec des solutions diluées d'acides et de bases forts. L'enseignant devrait appliquer ou marquer les symboles appropriés du SIMDUT sur les contenants de HCl(aq) et de NaOH(aq). Ainsi, l'élève devrait avoir une connaissance pratique des dangers potentiels liés à l'utilisation de ces solutions et être en mesure de manipuler et d'éliminer le matériel de façon appropriée.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus de détails sur les RAS 15.0, 16.0, 31.0 et 32.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 9.0,10.0, 28.0, 29.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

Attitudes

Encourager l'élève à :

- travailler en collaboration pour planifier et réaliser des recherches ou formuler et évaluer des idées;
- se préoccuper de la sécurité et accepter le besoin de règles et de règlements. [RAG 4]

Le laboratoire de solutions pH

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter du pH des différents acides ménagers courants et de leur niveau de danger relatif. C'est-à-dire que l'acide sulfurique a un pH de 1, tandis que le jus d'orange (acide citrique) a un pH de 3,5;
- poser la question suivante :
  - Comment la dilution d'un acide fort ou d'une base forte affectera-t-elle les valeurs du $[OH^-]$ et le $[H_3O^+]$?

Faire des liens

L'enseignant peut

- discuter de l'échelle de Richter comme échelle logarithmique utilisée en science.

Consolider

L'élève peut

- comparer la réactivité d'acides ayant des pH différents (avant et après dilution) en ajoutant un échantillon de métal réactif (c.-à-d. Mg) et en observant les vitesses de réaction relatifs;
- comparer, à l'aide d'un conductimètre, la conductivité d'acides ayant des valeurs de pH différentes (avant et après dilution).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 383-388

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 725-727

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- Les réactions acido-basiques de Brønsted-Lowry

Les calculs acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

52.0 calculer le pH d'un acide ou d'une base si on donne la concentration et vice versa [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être en mesure d'affirmer que l'eau s'auto-ionise pour produire du H_3O^+ et OH^- . Cela peut être observé en utilisant un conductimètre très sensible pour mesurer la conductivité de l'eau désionisée. Il devrait déterminer que l'eau pure, un composé moléculaire, conduit l'électricité à un très faible degré; cela est dû au fait qu'environ deux molécules d'eau sur chaque milliard seront présentes sous la forme ionique.

L'élève devrait être capable d'écrire la constante d'équilibre pour l'eau, K_{eau}, en notant la valeur et son effet sur la position d'équilibre (K_e est une constante d'équilibre et est fonction de la température).

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_e = [H_3O^+]\,[OH^-]$$

L'élève devrait expliquer que, parce que l'équation chimique ci-dessus montre que les ions hydronium et hydroxyde se forment dans un rapport de un pour un, les concentrations molaires de ces espèces sont égales. Les mesures mettent la concentration des ions hydronium dans l'eau pure à $1{,}0 \times 10^{-7}$ à 25 °C. Par substitution, la valeur de la constante d'équilibre de l'eau peut être calculée comme suit :

$$K_e = [H_3O^+]\,[OH^-] = (1{,}0 \times 10^{-7})(1{,}0 \times 10^{-7}) = 1{,}0 \times 10^{-14}$$

Comme les valeurs de K dépendent de la température, il est important que l'élève comprenne que cette valeur ne s'applique qu'à l'eau à 25,0 °C. Dans la pratique, cette valeur pour K_e est souvent utilisée sans spécifier la température, à condition qu'elle soit raisonnablement proche de 25,0 °C.

Le pH et le pOH sont définis comme suit :

$$pH = -\log[H_3O^+] \quad \text{et} \quad pOH = -\log[OH^-]$$

L'élève devrait également être en mesure d'utiliser la relation pH + pOH = 14. Cette relation peut être dérivée des expressions K_e comme indiqué ci-dessous. L'élève n'est pas tenu de reproduire cette dérivation. L'élève trouvera peut-être utile que l'enseignant démontre la progression mathématique ci-dessous, mais on ne s'attend pas à ce que l'élève soit en mesure de l'énoncer.

$$K_e = [H_3O^+]\,[OH^-]$$

$$1{,}0 \times 10^{-14} = [H_3O^+]\,[OH^-]$$

$$-\log(1{,}0 \times 10^{-14}) = -\log([H_3O^+]\,[OH^-])$$

$$14 = (-\log[H_3O^+]) + (-\log[OH^-])$$

À partir de ce qui précède, l'enseignant peut illustrer les raisons pour lesquelles l'échelle de pH varie de 0 à 14 (pour le cours Chimie 3232), ainsi que l'origine des formules logarithmiques pH et pOH. Remarque : Pour des concentrations élevées, l'échelle de pH peut être inférieure à 0 ou supérieure à 14.

(suite)

Les calculs acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Activer

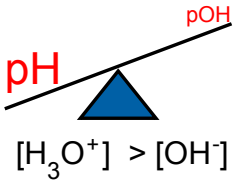
L'enseignant peut

- poser les questions suivantes :
  - L'eau pure est-elle conductrice d'électricité? Comment la dilution d'un acide fort ou d'une base forte affectera-t-elle les valeurs du pH, pOH, $[OH^-]$ et du $[H_3O^+]$?
  - À quel type de substance l'eau correspond-elle?

Faire des liens

L'enseignant peut

- utiliser le visuel ci-dessous pour discuter des énoncés qui l'accompagnent :



1. Il existe des relations entre pH, pOH, $[H_3O^+]$ et $[OH^-]$.
2. Dans une solution neutre, $[H_3O^+] = [OH^-]$.
3. Chaque solution aqueuse contient à la fois du H_3O^+ et du OH^-, comme l'exige l'auto-ionisation de l'eau et de K_e.
4. Des changements de pH (ou de pOH) de 1 représentent en fait des changements de concentration d'un facteur 10.

L'élève peut

- montrer le lien entre $[H_3O^+]$, $[OH^-]$, pOH, et pH d'une solution en remplissant les tableaux suivants.

$[H_3O^+]$ (mol/L)	pH
1,0	
0,10	
0,010	
0,001 0	

$[OH^-]$ (mol/L)	pOH	pH
1,0		14,00
0,10	1,00	
	2,00	
		11,00

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- *Annexe A : Conventions scientifiques*

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 456-457

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 304-306

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 499-501

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.46-4.47

Les calculs acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

52.0 calculer le pH d'un acide ou d'une base si on donne la concentration et vice versa [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève doit effectuer des calculs qui impliquent de réarranger K_e pour le $[H_3O^+]$ ou le $[OH^-]$. Il devrait être en mesure de comparer le pH (ou pOH) de deux solutions différentes et d'établir une différence de 1 dans le pH (ou pOH) d'un facteur 10 dans le $[H_3O^+(aq)]$ ou le $[OH^-(aq)]$.

L'enseignant devrait passer en revue les conventions scientifiques pour trouver des chiffres significatifs en logarithmes.

L'élève devrait être en mesure d'expliquer ce qui suit :

- Une diminution du pH de *x* signifie que le $[H_3O^+]$ augmente de 10^x.
- Une augmentation du pH de *x* signifie que le $[H_3O^+]$ diminue de10^x.
- Lorsqu'une solution devient moins basique, son pH diminue.
- Lorsqu'une solution devient plus basique, son pH augmente.
- Lorsque les concentrations de deux ou plusieurs acides (ou bases) sont égales, leur pH permettra de déterminer lequel est le plus fort.

L'enseignant devrait insister sur ce qui suit :

- Les relations qui existent entre le pH, le pOH, le $[H_3O^+]$, et le $[OH^-]$;
- Dans une solution neutre, $[H_3O^+] = [OH^-]$;
- Chaque solution aqueuse contient à la fois du H_3O^+ et du OH^- comme l'exige l'auto-ionisation de l'eau et de K_e.
- Des changements de pH (ou de pOH) de 1 représentent en fait des changements de concentration de 10.

L'élève devrait être en mesure de calculer le $[H_3O^+]$, le $[OH^-]$, le pH, ou le pOH, compte tenu de ce qui suit :

- au moins une des quatre quantités indiquées;
- la concentration d'un acide monoprotique fort ou d'une base forte;
- la masse d'un acide monoprotique fort ou d'une base forte dans un volume donné de solution.

L'enseignant doit noter que les calculs impliquant une dilution ne sont pas une attente.

Exemple d'indicateurs de rendement

La solution A a une concentration de $H_3O^+(aq)$ de 0,010 mol/L. La solution B a une concentration de $H_3O^+(aq)$ de 0,000 10 mol/L. Suivre les étapes ci-dessous :

1. Calculer la concentration d'ions $OH^-(aq)$ dans chaque solution.
2. Calculer le pH et le pOH de chaque solution.
3. Déterminer quelle solution est la plus acide entre la solution A ou la solution B.
4. Déterminer la différence de pH entre la solution A et la solution B.
5. Déterminer quelle solution (A ou B) a une concentration plus élevée de $H_3O^+(aq)$. Combien de fois la concentration de $H_3O^+(aq)$ dans cette solution est-elle supérieure à celle de l'autre?
6. Déterminer le pOH, $[H_3O^+]$ $[OH^-]$ d'une solution de $CH_3COOH(aq)$ avec un pH de 5.20.

Les calculs acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- calculer le pH de la solution formée lorsque 5,25 g de $Ba(OH)_2$ sont dissous dans 100,0 mL d'eau;
- répondre aux questions suivantes :
  - Un échantillon de sang a un pH de 7,34. Quelle est la concentration en ions hydronium? Comment les ions hydronium peuvent-ils exister dans cette solution basique?
  - Quelqu'un laisse tomber une bouteille ouverte de nettoyant puissant dans un petit étang à grenouilles situé dans sa cour arrière. Le pH de l'étang passe de 6,8 à 8,8 cet après-midi-là. Quelle est l'ampleur du changement de pH? Est-ce préoccupant? Pourquoi? Proposer une méthode pour rétablir le pH d'origine.
  - En raison de fortes pluies, le pH de l'eau dans un trou de tourbière est passé de 3,8 à 5,8. Qu'en est-il de l'eau des tourbières après la pluie? Le $[H_3O^+]$ est-il deux fois plus grand, deux fois plus petit, 100 fois plus grand ou 100 fois plus petit? Expliquer.
- effectuer une étude en laboratoire pour mesurer le pH d'une variété de solutions acides fortes et calculer $[H_3O^+]$, $[OH^-]$, et pOH à partir des données;
- calculer le pH d'une solution de nettoyage des vitres ayant une concentration en ions hydroxyde de $7,9 \times 10^{-4}$ mol/L;
- remplir le tableau ci-dessous.

$[H_3O^+]$	pH	$[OH^-]$	pOH
	3,00		
0,125			
		0,550	
			5,00

Pour aller plus loin

L'élève peut

- chercher la valeur de K_e à 0 °C et à 50 °C. Déterminer ce qu'il résulte de la valeur du pH à ces températures;
- expliquer comment le pH d'une solution neutre dépend de la température.

$$2\ H_2O(l) + \text{chaleur} \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

- utiliser des calculs pour montrer que l'échelle de pH n'est pas limitée à la plage traditionnelle de 0 à 14.

Ressources et notes

Autorisées

Annexes

- *Annexe A : Conventions scientifiques*

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 456-457

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 304-306

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 499-501

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.46-4.47

Les calculs d'équilibre acido-basique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

53.0 comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (mathématique) [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait insister sur le fait que, jusqu'à présent, les calculs du pH n'ont porté que sur les acides ou les bases forts. L'élève devrait faire le lien suivant : pour les acides et les bases faibles, qui ne s'ionisent pas à 100 %, un équilibre est établi dans l'eau. L'enseignant doit ensuite définir qualitativement K_a et K_b et écrire l'expression de la constante d'équilibre à partir de l'équation de la réaction avec l'eau.

L'enseignant doit souligner que la première étape du calcul du pH ou du pOH des acides faibles ou des bases faibles consiste à écrire des équations d'équilibre pour montrer l'ionisation. Ces équations conduisent à la formule de la constante d'équilibre :

$$HCOOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCOO^-(aq)$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$$

$$NH_3O(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons OH^-(aq) + NH_4^+(aq)$$

$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]}$$

L'enseignant devrait insister sur le fait que les valeurs du pourcentage d'ionisation dépendent de la concentration. L'élève doit noter que les valeurs de pourcentage d'ionisation sur le tableau acide-base sont pour des solutions à 0,10 mol/L à 298,15 K ou 25 °C seulement. C'est pourquoi K_a (ou K_b) sont utilisés pour les équilibres acido-basiques.

On pense souvent à tort que les termes force et concentration peuvent être utilisés indifféremment. L'enseignant devrait faire la différence entre la force et la concentration sur le plan opérationnel (p. ex., pH, conductivité électrique). L'élève devrait indiquer que la concentration fait référence à la quantité de soluté présent par volume et la force à la quantité d'ionisation ou de dissociation en H_3O^+ ou OH^-.

L'élève devrait comparer la force relative d'un acide ou d'une base en termes de pourcentage d'ionisation.

L'élève devrait également noter que les valeurs de K_a sont indiquées dans le tableau des forces et qu'elles devraient être reliées à K_a et à la force d'un acide. La même relation existe entre K_b et la force de base.

L'élève devrait faire des calculs pour déterminer ce qui suit :

- la valeur d'un des K_a (ou K_b), pour toutes les concentrations à l'équilibre;
- une concentration à l'équilibre, étant donné K_a (ou K_b) et toutes les autres concentrations à l'équilibre;
- la valeur de K_a (ou K_b), étant donné la concentration initiale d'un acide faible ou d'une base faible et le pH (ou pOH);

(suite)

Les calculs d'équilibre acido-basique

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- tester le pH d'une variété d'acides (forts et faibles) de concentration égale et comparer leurs valeurs de pH;
- discuter de la force des acides dans la vie quotidienne :
  - Pourquoi peut-on boire des boissons gazeuses qui contiennent de l'acide carbonique et non l'acide d'une batterie qui contien de l'acide sulfurique?
- classer les éléments suivants en termes de concentration et de force :

Échantillon	Force (fort / faible)	Concentration (concentré / dilué)
0,10 mol/L HCl		
0,10 mol/L HF		
0,10 mol/L NH_3		
6,0 mol/L NaOH		

Faire des liens

L'élève peut

- calculer le pH de solutions de HCl(aq) et de CH_3COOH(aq) à 0,10 mol/L, puis mesurer avec une sonde pH. Expliquer l'écart observé;
- ajouter des morceaux de grosseur semblable de magnésium métal à des volumes égaux de solutions à 0,10 mol/L de HCl(aq) et de CH_3COOH(aq) afin de comparer la vitesse de réaction et de production de H_2(g). Expliquer pourquoi il y a une différence de vitesse;
- effectuer ce qui suit :
  - Utiliser K_a pour calculer le pH et le pourcentage d'ionisation de l'acide acétique 0,10 mol/L;
  - Utiliser K_a pour calculer le pH et le pourcentage d'ionisation de l'acide acétique 0,20 mol/L;
  - Sachant que K_a est indépendant de la concentration, expliquer pourquoi l'utilisation du pourcentage d'ionisation pour calculer le pH pourrait être problématique.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 501-502, 504-516, 519-522, 525-526

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49

Les calculs d'équilibre acido-basique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

53.0 comparer les acides et les bases forts et faibles à l'aide du concept d'équilibre (mathématique) [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

- le pH (ou pOH), étant donné la concentration initiale d'un acide faible ou d'une base faible et K_a (ou K_b); inclure des exemples impliquant l'utilisation de la formule quadratique; l'élève recevra K_b quand on lui demandera de trouver le pH d'une base faible.

On ne s'attend pas à ce que les élèves calculent le pH d'une substance amphotère.

La méthode suggérée pour organiser les données connues et inconnues concernant les concentrations initiales consiste à utiliser un tableau, souvent appelé tableau des concentrations initiales, des changements de concentration et des concentrations à l'équilibre (tableau IVE). Toutes les concentrations indiquées dans le tableau sont exprimées en mol/L et peuvent être représentées par [ ].

L'élève devrait résoudre des problèmes tels que le suivant : calculer le K_a pour une solution d'acide formique à 0,10 mol/L, étant donné que son pH est de 2,09.

L'enseignant devrait noter que, lorsqu'on calcule le pH (ou le pOH), compte tenu de K_a (ou de K_b), l'ampleur de K_a (ou de K_b) a un impact majeur sur la façon dont ces problèmes sont résolus. Si K_a (ou K_b) est faible par rapport à la concentration initiale de l'acide (ou de la base), on peut émettre une hypothèse simple. Pour les besoins du cours Chimie 3232, l'hypothèse simplificatrice exige que K_a (ou K_b) soit au moins cinq cents fois plus petit que la concentration initiale de l'acide ou de la base (qui équivaut à moins de 5 % de l'acide ou de la base réagissant avec l'eau).

$\frac{[HA]_{initial}}{K_{acid}} < 500$	La formule quadratique doit être utilisée.
$\frac{[HA]_{initial}}{K_{acid}} > 500$	L'hypothèse simple doit être énoncée [c.-à-d., que la quantité dissociée (x) est négligeable par rapport à la concentration initiale de l'acide ou par exemple : $0{,}025 - x = 0{,}025$].

L'enseignant doit fournir la formule quadratique (voir la référence de la colonne 4).

On ne s'attend pas à ce que les élèves calculent K_b partir d'un K_a donné.

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Calculer le pH d'une solution à 0,35 mol/L de méthylamine $CH_3NH_2(aq)$ qui a un K_b de $4{,}38 \times 10^{-4}$.

   $CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$.
2. Calculer le pH d'une solution d'acide nitreux à 0,15 mol/L, étant donné que K_a est $7{,}2 \times 10^{-4}$.

Les calculs d'équilibre acido-basique

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- calculer le pH d'une solution d'aspirine, compte tenu que K_a pour Aspirin™ ($HC_9H_7O_4$) est 3,3 x 10^{-4}. La concentration initiale est de 0,022 mol/L;
- mesurer et comparer le pH de solutions de HCl(aq) et de CH_3COOH(aq) à 0,10 mol/L. Expliquer pourquoi elles sont différentes;
- répondre aux questions suivantes :
  - Calculer le pH d'une solution d'acide éthanoïque à 0,50 mol/L, avec K_a = 1,8 x 10^{-5}.
  - Une solution acide inconnue a une concentration initiale de 0,285 mol/L et un pH de 3,265. L'acide est-il fort ou faible?
  - Une solution à 0,100 mol/L d'un acide inconnu a un pH de 3,678. Déterminer l'identité de cet acide;
- examiner les solutions ci-dessous et répondre aux questions qui suivent :

Solution A	Solution B
0,10 mol/L	0,10 mol/L
pH = 1,00	pH = 2,00

  - Quelle solution est un acide fort? Expliquer votre choix.
  - Quelle solution devrait avoir une plus grande conductivité électrique? Expliquer.
  - Quelle solution a la vitesse de réaction la plus lente avec le zinc métal, Zn(s)? Expliquer.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- explorer la relation entre K_a d'un acide faible et K_b de sa base conjuguée. (K_a x K_b = K_e).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 510, 513

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49

Les indicateurs acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques	**Stratégies d'enseignement et d'apprentissage**
L'élève doit pouvoir : 54.0 expliquer comment fonctionnent les indicateurs acido-basiques [RAG 3]	L'élève devrait être capable de définir un indicateur acido-basique. Il devrait également être en mesure de prédire et d'interpréter les résultats à l'aide d'indicateurs. L'élève devrait comprendre qu'un indicateur donné est composé d'un acide faible (HIn) et d'une base conjuguée (In). La couleur observée de l'indicateur dépend de la forme qui est prédominante dans la solution. L'équilibre général ci-dessous peut donc être appliqué à tout indicateur. $HIn(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons In^-(aq) + H_3O^+(aq)$ Couleur A Couleur B L'élève doit résoudre des problèmes dans lesquels on utilise plusieurs indicateurs pour différentier des solutions ayant différentes valeurs de pH.
55.0 décrire les interactions entre des ions H+ et OH- en se servant du principe de Le Châtelier [RAG 3]	L'élève devrait utiliser le principe de Le Châtelier pour prédire quelle forme d'indicateur est privilégiée dans des conditions précises, comme l'ajout de l'indicateur à un acide ou à une base.

(suite)

Les indicateurs acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- montrer une variété d'indicateurs;
- présenter une variété d'indicateurs naturels tels que ceux que l'on trouve dans le chou rouge et d'autres colorants naturels.

L'élève peut

- utiliser des indicateurs pour déterminer le pH de divers acides et bases.

Faire des liens

L'élève peut

- déterminer la couleur de l'indicateur de bleu de thymol dans une solution qui a $[H_3O^+] = 5{,}6 \times 10^{-5}$ mol/L;
- rappeler qu'il faut tester le pH des piscines, des spas et des aquariums et ajouter des produits chimiques appropriés pour maintenir un pH approprié et en discuter;
- estimer le pH de chaque solution lorsque des échantillons de solutions ayant trois pH différents sont testés à l'aide de divers indicateurs;
- identifier une solution dont le pH est de 2,0 par rapport à une solution dont le pH est le 4,0, à l'aide d'indicateurs appropriés;
- déterminer la plage de pH d'une solution, compte tenu du comportement de deux indicateurs appropriés;
- identifier la couleur d'un indicateur, compte tenu du pH d'une solution;
- répondre à la question suivante : une forme de l'indicateur chimique, HIn^-, est jaune. Si de l'acide est ajouté et que l'indicateur devient rouge, laquelle est correcte?

	Rouge	Jaune
A	In^{2-}	H_2In
B	In^{2-}	HIn^-
C	HIn^-	H_2In
D	H_2In	HIn^-

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49

Les indicateurs acido-basiques

Résultats d'apprentissage spécifiques	Stratégies d'enseignement et d'apprentissage
L'élève doit pouvoir : *54.0 expliquer comment fonctionnent les indicateurs acido-basiques [RAG 3]* *55.0 décrire les interactions entre des ions H+ et OH- en se servant du principe de Le Châtelier [RAG 3]*	**Exemple d'indicateurs de rendement** 1. L'indicateur jaune d'alizarine R est ajouté à une solution dont le pH n'est pas connu. La couleur observée est jaune. Lorsqu'un autre échantillon de la solution est analysé avec du rouge de chlorophénol, il devient rouge. Lorsqu'un échantillon est analysé avec un indicateur de thymolphtaléine, il devient bleu. Quel est le pH approximatif de la solution? Expliquer. 2. L'indicateur jaune d'alizarine R (abrégé H*Aj*) a un pH approximatif de 10,1 à 12,0. La forme acide faible est jaune et la forme de base conjuguée est rouge. • Écrire l'équation pour la réaction de l'indicateur jaune d'alizarine R avec de l'eau. • Quelle forme de l'indicateur jaune d'alizarine R a une concentration plus élevée dans une solution de NaOH à 1,00 x 10^{-5} mol/L? Expliquer. • Deux gouttes de jaune d'alizarine R ont été ajoutées à une solution de NaOH à 0,100 mol/L. Nommer un composé qui peut être ajouté au mélange pour faire passer la couleur de l'indicateur du rouge au jaune. Expliquer votre choix en vous référant au principe de Le Châtelier.

Les indicateurs acido-basiques

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- élaborer un plan, à l'aide d'indicateurs et d'instruments appropriés, pour déterminer le pH d'une variété de solutions inconnues. Si l'enseignant l'approuve, le test peut être effectué.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- effectuer des recherches et parler de la façon dont le pH de l'eau de la piscine est déterminé et sur la façon dont la couleur des hortensias peut être modifiée.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49

Les titrages

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

56.0 déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie
[RAG 3]

57.0 expliquer l'importance de la communication des résultats des activités scientifiques et technologiques, au moyen du langage approprié et des conventions
[RAG 1]

58.0 analyser et décrire des exemples d'invention d'une technologie qui ont entraîné l'amélioration ou la révision de la compréhension scientifique
[RAG 1]

8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision
[RAG 2]

11.0 utiliser les instruments de manière efficace et précise pour collecter des données
[RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant doit insister sur l'utilisation correcte des équations chimiques pour résoudre les problèmes de titrage. La réaction de neutralisation acide-base d'un titrage est écrite dans le même format qu'une réaction de déplacement double (Chimie 2232). L'élève devrait écrire une équation chimique équilibrée pour le titrage acide-base donné. Les processus de titrage impliquent toujours des réactions quantitatives. Les calculs de titrage stœchiométrique ne doivent pas être limités à des rapports molaires de 1:1. Au moins un réactif doit être un acide fort ou une base forte.

L'enseignant doit modéliser l'ensemble du processus de titrage et démontrer l'utilisation correcte de l'équipement.

L'élève devrait être capable d'identifier l'appareil et de définir la terminologie suivante qui s'applique aux titrages : pipette, burette, titrant, point de virage, point d'équivalence et indicateur. Il devrait également être en mesure d'établir une distinction claire entre le point d'équivalence et le point final de l'indicateur.

L'élève devrait effectuer en laboratoire l'étude d'une expérience de titrage et des calculs connexes pour déterminer la concentration d'une solution acide ou basique. Il n'est pas tenu de normaliser le réactif de titrage; un réactif de titrage normalisé devrait être fourni à l'élève.

L'enseignant devrait discuter de l'omission des valeurs aberrantes (pas nécessairement le premier essai) dans les titrages. Il doit notamment posséder les compétences suivantes :

- choisir un indicateur acido-basique approprié pour effectuer un titrage;
- manipuler des burettes et autres instruments utilisés pour les titrages;
- lire un volume de burette, en millilitres, à deux décimales près;
- effectuer une estimation correcte de la deuxième décimale;
- effectuer une moyenne des données de deux ou plusieurs essais de titrage dont les couleurs finales sont acceptables et qui se situent à ± 0,1 mL près du réactif de titrage administré;
- présenter un rapport expérimental détaillé selon des normes spécifiques;
- travailler en coopération tout en effectuant des titrages.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 8.0 et 11.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 3.0, 9.0, 10.0, 22.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

(suite)

Les titrages

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- réviser, à partir du cours Chimie 2232, l'équilibrage des équations chimiques et de la stœchiométrie.

L'élève peut

- discuter de la façon dont il se débarrasserait sans danger des acides et des bases;
- partager ses connaissances sur le processus de titrage.

Faire des liens

L'enseignant peut

- demander pourquoi on utilise une burette pour effectuer un titrage et non pas un cylindre gradué.

L'élève peut

- examiner les diagrammes des appareils utilisés pour les titrages et décrire l'utilisation correcte de chacun (p. ex., burette et fiole d'Erlenmeyer);
- utiliser 2,00 g d'hydrogénophtalate de potassium solide pour titrer avec une solution de NaOH(aq). Calculer la molarité de la solution de NaOH(aq);
- utiliser les compte-gouttes Vernier[MC] pour effectuer un titrage goutte à goutte;
- voir un appareil qui pourrait être utilisé dans une expérience future de titrage acide-base. Discuter de son utilisation sûre et appropriée;
- créer un dépliant pour illustrer l'équipement de titrage et l'usage auquel il est destiné.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 466-469

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307, 312-313, 319-320

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47, 4.49, 4.52-4.53, 4.62-4.65
- FRO 18
- FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles :

https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- Les titrages

Les titrages

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

56.0 déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie [RAG 3]

57.0 expliquer l'importance de la communication des résultats des activités scientifiques et technologiques, au moyen du langage approprié et des conventions [RAG 1]

58.0 analyser et décrire des exemples d'invention d'une technologie qui ont entraîné l'amélioration ou la révision de la compréhension scientifique [RAG 1]

8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision [RAG 2]

11.0 utiliser les instruments de manière efficace et précise pour collecter des données [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Attitude

Encourager l'élève à utiliser des renseignements précis et des explications rationnelles dans les tâches d'analyse et d'évaluation. [RAG 4]

Les titrages

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- utiliser une solution de NaOH(aq) avec un pH de 10,50. Calculer le volume de HCl(aq) à 0,010 mol/L qui serait nécessaire pour titrer cette solution au point d'équivalence. Avant de commencer, déterminer quels sont les renseignements supplémentaires nécessaires pour résoudre ce problème;
- utiliser les données du tableau pour calculer la concentration molaire de la solution de HCOOH(aq). Remarque : Quatre échantillons de 10,0 mL d'une solution de HCOOH(aq) ont été titrés avec 0,25 mol/L de NaOH(aq).

Essai (en mL)	1	2	3	4
Lecture finale de la burette	9,5	17,60	25,40	33,25
Lecture initiale de la burette	0,05	9,75	17,60	25,40
Volume du titrant utilisé				

Pour aller plus loin

L'élève peut

- étudier l'utilisation du titrage dans un appareil d'analyse de l'haleine ou la façon dont d'autres types de titrages sont utilisés en chimie analytique (p. ex., déterminer la concentration des ions chlorure dans l'eau du robinet).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 466-469

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307, 312-313, 319-320

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47, 4.49, 4.52-4.53, 4.62-4.65
- FRO 18
- FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles :

https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/les-acides-et-les-bases.html

- Les titrages

Les titrages

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

56.0 déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie [RAG 3]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

20.0 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer les rapports linéaires et non linéaires entre les variables [RAG 2]

29.0 choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait effectuer une étude en laboratoire au cours de laquelle il utilise une solution étalon pour déterminer la concentration d'un acide faible inconnu, établir une courbe de pH et déterminer le K_a d'un acide faible.

L'élève devrait être capable d'interpréter ce que signifie une courbe de titrage en terme de neutralisation. Il doit être capable de tracer une courbe de titrage (courbe de pH) et de déterminer :

- le point d'équivalence;
- le pH au point d'équivalence;
- le type de réactif de titrage (acide fort ou acide faible, base forte ou base faible);
- le type d'inconnue (acide fort ou acide faible, base forte ou base faible).

Les courbes de titrage qui doivent être incluses sont les suivantes :

- un acide fort avec une base forte;
- un acide fort avec une base faible;
- une base forte avec un acide faible.

Les courbes de titrage doivent être limitées à un point d'équivalence (c.-à-d., que les solutions d'échantillon monoprotiques ou monobasiques sont titrées).

L'élève devrait déterminer qualitativement le choix approprié de l'indicateur pour ajuster la valeur du pH au point d'équivalence stœchiométrique pour un titrage acido-basique.

L'élève devrait choisir des indicateurs acido-basiques appropriés à l'aide d'un tableau d'indicateurs acido-basiques,compte tenu du pH au point d'équivalence ou de la courbe de titrage pour la neutralisation.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 18.0, 20.0 et 29.0. Cette recherche offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 12.0,13.0, 16.0, 24.0, 27.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

(suite)

Les titrages

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- discuter de la représentation graphique comme moyen de communication. Examiner les composantes des différents types de graphiques. Rappeler à l'élève que toutes les données graphiques ne sont pas linéaires;
- aider les élèves à générer une courbe de titrage à partir d'un ensemble de données.

Faire des liens

L'élève peut

- discuter de ce qui est essentiel au choix d'un indicateur pour un titrage précis. Pour un titrage acido-basique donné, quel changement de couleur sera observé pour un indicateur donné?
- participer à une expérience en laboratoire pour calculer K_a (ou K_b), compte tenu de la concentration initiale et du pH;
- effectuer un titrage dans lequel la concentration déclarée sur un produit ménager est vérifiée (p. ex., du vinaigre de marinage avec de l'hydroxyde de sodium ou de l'Aspirin^{MC} avec de l'hydroxyde de potassium);
- discuter du point d'équivalence et du point de virage. Pourquoi est-il important que les deux se produisent à peu près au même pH dans un titrage?

Consolider

L'élève peut

- effectuer une expérience en laboratoire pour établir une courbe de pH et déterminer le K_a d'un acide faible;
- utiliser les interfaces Vernier^{MC} (logiciel Logger Pro^{MC} par exemple) pour produire une courbe de titrage. Analyser la courbe et comparer l'utilisation de la technologie au tracé manuel des données;
- tracer et nommer les courbes de titrage pour chaque titrage et proposer un indicateur permettant de détecter le point d'équivalence.
  - 0,10 mol/L de HF(aq) titré avec 0,10 mol/L de NaOH(aq)
  - 0,10 mol/L de NaCN(aq) titré avec 0,10 mol/L de HCl(aq)
- expliquer quels sont les indicateurs qu'il pourrait utiliser lorsqu'une solution de HCl(aq), un acide fort, est ajoutée à une solution de NaF(aq), une base faible.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 474-475

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49, 4.52-4.53
- FRO 18
- FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24

Les titrages

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

56.0 déterminer la concentration d'une solution acide ou basique à l'aide de la stœchiométrie [RAG 3]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

20.0 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer les rapports linéaires et non linéaires entre les variables [RAG 2]

29.0 choisir et utiliser les modes de représentation numériques, symboliques, graphiques et linguistiques appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateur de rendement

Un échantillon d'acide hypochloreux, HOCl(aq), est titré avec une solution d'hydroxyde de lithium en excès, LiOH(aq). Suivre les étapes ci-dessous :

1. Identifier les axes et tracer une courbe indiquant les changements de pH qui se produisent lorsque du LiOH est ajouté.
2. Marquer le point d'équivalence sur le graphique. Prédire le pH approximatif au point d'équivalence et proposer un indicateur approprié pour ce titrage.
3. Définir le point d'équivalence.

Les titrages

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- réaliser une expérience mettant l'accent sur un équilibre acide-base et les indicateurs acido-basiques au moyen du principe de Le Châtelier et rédiger un rapport de ses résultats.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 11 STSE (ME)

- pp. 474-475

Chimie 11 STSE (GE)

- pp. 305, 307

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 528-544

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 4.47-4.49, 4.52-4.53
- FRO 18
- FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24

Section 3 :
Résultats d’apprentissage spécifiques

Module 3 : La thermochimie

Objectif

La thermochimie comprend l'étude des modifications énergétiques accompagnant les processus physiques ou chimiques. L'élève étudiera les concepts et les enjeux liés à la production d'énergie. Il sera encouragé à s'intéresser aux questions énergétiques mondiales et à envisager des solutions aux problèmes connexes. L'élève comparera différentes façons de produire de l'énergie en étudiant les systèmes ouverts, fermés et intégrés, la différence entre la chaleur et la température, les changements enthalpiques et la calorimétrie. Il prédira la quantité de chaleur générée dans diverses réactions de combustion au moyen de l'énergie de liaison, des chaleurs de formation et de la loi de Hess.

La planification, l'enregistrement, l'analyse et l'évaluation des activités de renforcement des compétences sont intégrés à l'ensemble de ce module. Les études en laboratoire visant à déterminer la chaleur massique et à utiliser des courbes de chauffage et de refroidissement sont utiles à l'apprentissage des élèves. Les liens avec le volet STSE comprennent le développement de technologies basées sur des concepts thermochimiques.

Dans le cours Sciences 1236, on a traité de l'équilibrage des équations chimiques. La chaleur et la température ont été traitées dans le module *Les dynamiques des phénomènes météorologiques*. Parmi les résultats d'apprentissage de Chimie 2232 utiles pour le présent module, citons les mesures de quantités en mole, ainsi que les modifications énergétiques associées à la rupture ou à la formation de liaisons.

Cadre des résultats d'apprentissage

RAG 1 (STSE) : L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie, et les contextes sociaux et environnementaux de la science et de la technologie.

66.0 analyser et donner des exemples de développement de technologies basées sur la compréhension scientifique
67.0 analyser sous divers angles les risques et les bénéfices pour la société et l'environnement de l'application des connaissances scientifiques ou de l'introduction d'une technologie en particulier
68.0 proposer des mesures à suivre pour résoudre des problèmes sociaux reliés aux sciences et à la technologie, en tenant compte de diverses perspectives, y compris celle de la durabilité
71.0 faire la distinction entre les problèmes qui peuvent être résolus par la science et ceux qui ne peuvent pas l'être, puis entre les problèmes qui peuvent être résolus par la technologie et ceux qui ne peuvent pas l'être
72.0 analyser les connaissances et les aptitudes acquises lors de leur étude dans ce domaine afin d'identifier de nouveaux domaines d'étude reliés aux sciences et à la technologie
75.0 analyser pourquoi les activités scientifiques et technologiques se déroulent dans une variété de contextes individuels ou de groupe
76.0 décrire l'importance de l'examen par des pairs lors du développement de la connaissance scientifique

RAG 2 (Habiletés) : L'élève developpera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

3.0 concevoir une expérience et déterminer et contrôler les principales variables
4.0 proposer des solutions de remplacement à un problème pratique donné, déterminer les forces et les faiblesses potentielles de chacune de ces solutions et en retenir une comme base pour un plan
8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision
13.0 utiliser la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné
14.0 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source
15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion
21.0 appliquer et évaluer des modèles théoriques différentes pour interpréter les connaissances dans un domaine donné
30.0 identifier les perspectives multiples qui influent sur une décision ou un problème relié à la science
31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent

RAG 3 (Connaissances) : L'élève développera des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace. Il appliquera sa compréhension à l'interprétation, l'assimilation et l'élargissement de ses connaissances.

59.0 expliquer la température et la chaleur au moyen du concept de l'énergie cinétique et du modèle particulaire de la matière
60.0 faire la distinction entre un système et son environnement et la relation de chacun d'eux avec l'univers
61.0 définir la chaleur massique
62.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements de température
63.0 définir une réaction endothermique, une réaction exothermique, l'enthalpie, l'énergie de liaison, la chaleur de réaction et l'enthalpie molaire
64.0 illustrer les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de diagrammes d'énergie potentielle
65.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température
69.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de réactions chimiques
70.0 déterminer expérimentalement les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques
73.0 comparer les enthalpies molaires de plusieurs réactions de combustion mettant en jeu des composés organiques
74.0 écrire et équilibrer des équations thermochimiques dont la réaction de combustion des alcanes
77.0 calculer les changements de niveaux d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de l'énergie de liaison, des chaleurs de formation et de la loi de Hess

RAG 4 (Attitudes) : On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et pour celui de la société et de l'environnement.

L'élève est encouragé à :

- acquérir, avec intérêt et confiance, des connaissances scientifiques et des compétences supplémentaires, au moyen de différentes ressources et méthodes, y compris la recherche formelle
- comprendre la valeur des processus permettant de tirer des conclusions
- comprendre que les applications de la science et de la technologie peuvent soulever des dilemmes éthiques
- respecter le rôle et de la contribution de la science et de la technologie dans notre compréhension des phénomènes qui sont directement observables et de ceux qui ne le sont pas
- être conscient des conséquences directes et indirectes de ses actes

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

RAG 3 : Connaissances

Sciences 1236	Chimie 2232	Chimie 3232
• identifier et écrire des formules pour certains composés ioniques et moléculaires communs, en utilisant le tableau périodique et une liste d'ions • représenter des réactions chimiques et la conservation de la masse au moyen de modèles moléculaires et d'équations symboliques équilibrées • classer des réactions chimiques en fonction de leur type	• écrire et nommer les formules des composés ioniques et moléculaires, en suivant les règles simples de l'UICPA • définir la masse molaire et effectuer des conversions réciproques entre mole et masse pour les substances pures • déterminer les rapports molaires des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées • effectuer des calculs stoechiométriques liés à des équations chimiques • décrire comment les forces intermoléculaires expliquent les propriétés des composés moléculaires • établir un lien entre les propriétés d'une substance et le modèle structural • décrire le processus de dissolution en utilisant les concepts de forces intramoléculaires et intermoléculaires • classifier les substances ioniques, moléculaires et métalliques selon leurs propriétés • expliquer le grand nombre et la diversité des composés organiques en relation avec la nature remarquable de l'atome de carbone • classifier les divers composés organiques en déterminant à quelle famille ils appartiennent, d'après leur nom ou structure • écrire la formule et indiquer le nom UICPA pour une variété de composés aliphatiques • écrire et équilibrer des équations chimiques pour prédire les réactions de certains composés organiques	• expliquer la température et la chaleur au moyen du concept de l'énergie cinétique et du modèle particulaire de la matière • faire la distinction entre un système et son environnement et la relation de chacun d'eux avec l'Univers • définir la chaleur massique • calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements de température • définir une réaction endothermique, une réaction exothermique, l'enthalpie, l'énergie de liaison, la chaleur de réaction et l'enthalpie molaire • illustrer les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de diagrammes d'énergie potentielle • calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température • calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de réactions chimiques • déterminer expérimentalement les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques • comparer les enthalpies molaires de plusieurs réactions de combustion mettant en jeu des composés organiques • écrire et équilibrer des équations thermochimiques dont la réaction de combustion des alcanes • calculer les changements de niveaux d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de l'énergie de liaison, des chaleurs de formation et de la loi de Hess

Échéancier suggéré

Il est recommandé que le module *La thermochimie*, soit enseigné en tant que troisième module du cours Chimie 3232.

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Module 1 : De la cinétique à l'équilibre		**Module 2 : Les acides et les bases**			**Module 3 : La thermochimie**			**Module 4 : L'électrochimie**	
Habiletés intégrées tout au long du cours									

La chaleur et la température

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

59.0 expliquer la température et la chaleur au moyen du concept de l'énergie cinétique et du modèle particulaire de la matière [RAG 3]

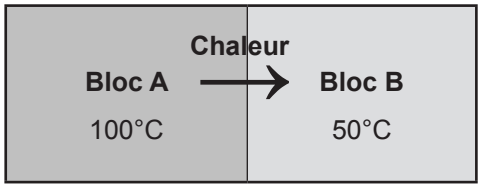
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait revoir les concepts de température, de chaleur et d'énergie cinétique abordés dans le module, *De la cinétique à l'équilibre*. L'élève a été initié à ce sujet dans le cours Sciences 7e année et l'a abordé de nouveau dans le cours Sciences 1236; toutefois, il est recommandé d'en faire une révision.

L'élève devrait définir la température en tant que mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules d'une substance.

Il devrait être capable de déterminer et de décrire la relation entre un changement de température et le mouvement des particules. Une augmentation de la température est directement proportionnelle à une augmentation du mouvement des particules et vice versa.

L'élève devrait décrire la chaleur comme un transfert d'énergie thermique. Un des exemples de flux de chaleur implique un changement de température. La chaleur circule de la matière ayant une énergie cinétique moyenne plus élevée (E_c), dont la température est plus élevée, à la matière ayant une énergie cinétique moyenne inférieure, dont la température est plus basse. Lorsque deux échantillons sont en contact thermique, l'énergie est transférée jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.



Exemple d'indicateurs de rendement

Deux faisceaux de fils de cuivre ont la même masse, mais des températures différentes.

1. Que pouvez-vous dire au sujet de l'énergie cinétique moyenne des atomes de cuivre de chaque faisceau?
2. Que se passe-t-il lorsque les deux faisceaux sont en contact thermique?
3. Que se passerait-il si les deux faisceaux avaient la même température?

La chaleur et la température

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- discuter du résultat lorsqu'on place des glaçons dans des boissons;
- tenir compte de ce qui arrive à un glaçon placé dans la paume de la main :
  - pourquoi fond-il?
  - vers où l'énergie est-elle transférée?

Faire des liens

L'élève peut

- explorer l'utilisation des chauffe-mains et des blocs réfrigérants. Utiliser ces objets pour déterminer qualitativement le transfert de chaleur.

Consolider

L'élève peut

- effectuer des recherches sur les utilisations médicales de l'azote liquide. Les sujets d'intérêt pour la recherche peuvent inclure la cryoconservation et l'élimination des verrues.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- effectuer des recherches et présenter de l'information sur un ou plusieurs des sujets suivants :
  - Les premières théories de la chaleur (p. ex., la chaleur était considérée comme un fluide appelé calorique);
  - Les sources de chauffage domestique et les réfrigérateurs;
  - Les initiatives dans le domaine du chauffage et de la climatisation résidentiels en ce qui a trait à l'isolation.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 278-281

Chimie 12 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- La température et la chaleur

La première loi de la thermodynamique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

60.0 faire la distinction entre un système et son environnement et la relation de chacun d'eux avec l'univers [RAG 3]

13.0 utiliser la bibliothèque et des outils de recherche électroniques pour colliger de l'information sur un sujet donné [RAG 2]

14.0 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou de différentes parties d'une même source [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être capable d'énoncer et d'appliquer la première loi de la thermodynamique (c.-à-d. que l'énergie ne peut être créée ou détruite), laquelle se résume ainsi :

$$q_{univers} = 0$$

$$q_{univers} = q_{système} + q_{milieu\ extérieur}$$

donc $$q_{système} = -q_{milieu\ extérieur}$$

Un système est une substance ou un groupe de substances qui subit un changement thermique, physique ou chimique. L'environnement comprend tout ce qui est en contact thermique avec le système. Ensemble, un système et son environnement forment l'univers.

L'étudiant doit déterminer que l'énergie peut être échangée par un système et son environnement par la perte ou le gain de chaleur d'un système :

$$q_{système} = -q_{milieu\ extérieur}$$

L'élève devrait faire la distinction entre les systèmes ouverts, fermés et isolés. Il devrait rechercher des exemples qui aident à expliquer chacun d'eux et à intégrer cette information en faisant la distinction entre les trois.

1. Un système ouvert au flux d'énergie, mais fermé au flux de matière, est appelé un système fermé (p. ex., une canette de soda non ouverte, un ballon gonflé).
2. Un système ouvert au flux d'énergie et de matière est appelé un système ouvert (p. ex., une canette de soda ouverte, un bécher sur un banc).
3. Un système fermé au flux d'énergie et de matière est un système isolé (p. ex., Thermos^{MC}, refroidisseur, bombe calorimétrique).

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 13.0 et 14.0.

Attitudes

Encourager l'élève à acquérir, avec intérêt et confiance, des connaissances scientifiques et des compétences supplémentaires au moyen de différentes ressources et méthodes, y compris la recherche formelle. [RAG 4]

Exemple d'indicateurs de rendement

Pour chaque description, déterminer le système et son environnement. Classez chaque système comme étant ouvert, fermé ou isolé. Expliquer ses choix.

1. Le gaz remplit un ballon.
2. Une guimauve brûle dans l'air.
3. Un thermos garde le chocolat chaud au chaud.
4. Un glaçon fond dans la paume de la main.

La première loi de la thermodynamique

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter et discuter des situations où les élèves font l'expérience d'un échange de chaleur (p. ex., la chaleur lorsqu'ils sont assis autour d'un feu de camp).

L'élève peut

- expliquer ce qu'on entend par conservation d'énergie;
- donner des exemples pour illustrer comment l'énergie peut être convertie d'une forme à une autre. Par exemple, énumérer les formes d'énergie qui proviennent de l'énergie chimique potentielle de la substance explosive lorsqu'une explosion se produit. Ou, encore, prendre en considération l'énergie de la poudre contenue dans une balle lorsque l'énergie chimique stockée est convertie en énergie cinétique de la balle (vitesse et momentum), du son, de la chaleur, de la lumière et du recul de l'arme.

Connection

L'élève peut

- discuter de l'énoncé suivant : si une poêle à frire est placée sur un poêle à bois, la chaleur gagnée par la poêle (211 kJ de chaleur) est égale à la quantité de chaleur perdue par le poêle à bois (-211 kJ de chaleur);
- discuter de l'utilisation de sacs de glace pour réduire l'enflure causée par une blessure;
- comparer l'énergie perdue dans l'environnement lorsque divers types d'ampoules (p. ex., incandescentes, DEL, LFC) sont utilisés.

Consolidation

L'élève peut

- faire des recherches (individuellement ou en groupe) et contribuer à un blogue de classe sur un ou plusieurs des sujets énumérés ci-dessous :
  - les aspects du réchauffement de la planète liés à la circulation de la chaleur;
  - la réfrigération, les systèmes de chauffage domestique et la conception d'ustensiles de cuisine;
  - la valeur gagnée à isoler une maison.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 279, 282-283

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- La première loi de la thermodynamique

Le calcul de la chaleur

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

61.0 définir la chaleur massique [RAG 3]

62.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements de température [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève a été initié à la capacité calorifique (*C*), à la chaleur massique (*c*) et au joule (J) dans les cours de sciences précédents. Il a également comparé qualitativement les chaleurs massiques des matériaux courants.

L'enseignant devrait illustrer les changements de température à l'aide des concepts de capacité calorifique (*C*) et de chaleur massique (*c*). L'enseignant devrait discuter de diverses substances ayant des chaleurs massiques différentes et de leur capacité d'absorber ou de libérer de la chaleur. L'élève devrait expliquer que le changement de température dépend du type de matériau, de la masse du matériau et de la quantité de transfert de chaleur (il faut plus d'énergie thermique pour élever la température des substances ayant une chaleur massique élevée).

La chaleur massique (*c*) d'une matière est la quantité d'énergie thermique nécessaire pour élever de 1 °C. la température de 1 g de cette matière. La capacité calorifique (*C*) est la quantité d'énergie thermique nécessaire pour élever la température d'un objet particulier de 1 °C.

L'élève doit effectuer les calculs à l'aide de : $q = mc\Delta T$, $q = C\Delta T$, substituer ces équations dans le $q_{système} = -q_{milieu\ extérieur}$. Plus précisément, l'élève devrait être en mesure de résoudre chaque variable lorsqu'on lui fournit les autres (y compris T_i et T_f).

Dans le cours Sciences 8e année, l'élève a calculé la densité à l'aide de $d = m/V$. Pour simplifier les calculs, supposons qu'un gramme d'eau équivaut à un millilitre d'eau à 25 °C.

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Placer 175 g de fer et 175 g d'aluminium dans un bain-marie et chauffer chacun de ces échantillons métalliques jusqu'à une température de 85,0 °C. Ils sont ensuite retirés du bain et refroidis à 21,5 °C. Quel échantillon subit le plus grand changement de chaleur : le fer ou l'aluminium (c_{Fe} = 0,444 J/g.°C et c_{Al} = 0,900 J/g.°C)?
2. Calculer la chaleur massique d'un alliage si un échantillon de 15,4 g subit un changement thermique de 393 J lorsqu'on le fait chauffer de 0,0 °C à 37,6 °C.

Le calcul de la chaleur

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- observer l'effet de glaçons de taille équivalente placés sur différents solides (p. ex., sur une poêle à frire par rapport à sur une planche à découper).

Faire des liens

L'élève peut

- comparer la décongélation d'un type particulier d'aliment congelé sur une plaque à biscuits en métal qui est en contact avec un évier en métal par rapport à une planche à découper en bois, une plaque en mousse ou une plaque en céramique;
- discuter de l'influence des masses d'eau sur le climat.

Consolider

L'élève peut

- résourdre ces programmes :
  - Un étudiant doit utiliser 225 mL d'eau chaude dans une procédure de laboratoire. Calculer le changement de chaleur nécessaire pour faire passer la température de 225 mL d'eau de 20,0 °C à 100,0 °C;
  - Une poêle à frire d'une capacité thermique de 1,20 kJ/°C est chauffée de 22 °C à 198 °C. Calculer le changement de chaleur;
  - Comparer la chaleur nécessaire pour augmenter la température de 250 g d'eau de 50 °C à la chaleur nécessaire pour augmenter la température de 2 000 g d'eau de 50 °C;
  - Comparer la chaleur nécessaire pour augmenter la température d'une poêle en aluminium de 1 kg de 200 °C et d'une poêle en fer de 1 kg de 200 °C (c_{Fe} = 0,444 J/g·°C et c_{Al} = 0,900 J/g·°C).

Pour aller plus loin

L'élève peut

- effectuer des recherches sur l'application des puits de chaleur.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 299-309

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

63.0 définir une réaction endothermique, une réaction exothermique, l'enthalpie, l'énergie de liaison, la chaleur de réaction et l'enthalpie molaire
[RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être en mesure de définir ce qui suit :

- réaction endothermique
- enthalpie
- changement d'enthalpie
- notation enthalpique
- réaction exothermique
- chaleur de réaction
- enthalpie molaire

L'élève devrait expliquer que le changement d'enthalpie ($\Delta_r H$) est l'énergie perdue ou gagnée pendant une réaction chimique ou un changement de phase à pression constante.

L'élève devrait établir un lien entre les réactions chimiques endothermiques et exothermiques et le transfert d'énergie en utilisant les termes « système » et « milieu extérieur ». Il a été initié au concept des réactions endothermiques et exothermiques dans le module *De la cinétique à l'équilibre*. Pour les réactions endothermiques, un système absorbe l'énergie thermique de son milieu extérieur. Pour les réactions exothermiques, un système libère de l'énergie thermique dans son milieu extérieur. Les réactions endothermiques ou exothermiques doivent s'écrire avec un $\Delta_r H$ positif ou négatif, ou avec le terme énergie comme réactif ou produit.

Par exemple : $H_2(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta_r H = -286\ kJ/mol$

et

$H_2(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + 286\ kJ/mol$

L'enseignant peut se référer aux concepts de liaison abordés dans le cours Chimie 2232 pour prédire le signe de $\Delta_r H$ pour les changements physiques et chimiques courants. L'élève doit savoir que pour tout changement thermochimique, la valeur de $\Delta_r H$ du processus inverse est égale en ampleur, mais de signe opposé à celle du processus direct (p. ex., $\Delta_{cond}H = -\Delta_{vap}H$).

L'enseignant devrait indiquer que les changements physiques impliquent un changement d'état. Par exemple, considérer ces exemples de changement de phase pour H_2O et déterminer en quoi ils sont similaires et différents.

Fusion : $H_2O(s) + 6{,}02\ kJ/mol \rightarrow H_2O(l)$	Solidification ou congélation : $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s) + 6{,}02\ kJ/mol$
Évaporation : $H_2O(l) + 40{,}7\ kJ/mol \rightarrow H_2O(g)$	Condensation: $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l) + 40{,}7\ kJ/mol$
Sublimation : $H_2O(s) + 46{,}7\ kJ/mol \rightarrow H_2O(g)$	Dépôt : $H_2O(g) \rightarrow H_2O(s) + 46{,}7\ kJ/mol$

Dans chaque exemple ci-dessus, le terme énergie est inclus dans l'équation thermochimique. Cependant, chaque changement peut également être représenté par enthalpie ($\Delta_r H$).

$$H_2O(s) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta_{fus}H = +6{,}02\ kJ/mol$$

(suite)

Les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- donner des exemples de réactions et de processus chimiques qui libèrent de l'énergie (p. ex., feu de camp) ou qui absorbent de l'énergie (p. ex., faire des glaçons, observer le dissolvant de vernis à ongles qui est froid lorsqu'il s'évapore des doigts);
- classer chacun de ces changements comme étant endothermiques ou exothermiques :
  - combustion du charbon
  - décomposition du minerai de fer
  - congélation de l'eau
  - fonte du sucre
  - alcool vaporisé

Faire des liens

L'élève peut

- décrire la sensation d'avoir très froid, surtout par temps venteux, lorsque l'on sort tout juste de l'eau après avoir nagé;
- examiner pourquoi le désinfectant pour les mains est froid sur ses mains;
- relier les mots « endothermique » et « exothermique » à d'autres mots pour mieux se souvenir du sens et du contexte. Par exemple, le mot « sortie » peut être utilisé pour rappeler que les réactions exothermiques libèrent de l'énergie.

Consolider

L'élève peut

- participer à une activité où divers produits chimiques (p. ex., chlorure d'ammonium, chlorure de calcium, hydroxyde de sodium) sont dissous dans l'eau. À l'aide de cette activité, communiquer la différence entre les réactions exothermiques et endothermiques.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 282-290, 292-299

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

63.0 définir une réaction endothermique, une réaction exothermique, l'enthalpie, l'énergie de liaison, la chaleur de réaction et l'enthalpie molaire [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

ΔH indique un changement d'enthalpie qui survient durant le processus chimique ou physique. Par exemple, certaines quantités d'éléments se combinent pour former des composés, ou la glace fond et devient de l'eau liquide.

Par conséquent, chaque valeur de ΔH devrait être écrite avec un indice et devrait être mesurée en kJ/mol. L'unité kJ/mol décrit la quantité d'enthalpie (kJ) qui change par mole d'espèce ou de réactif qui change.

Les coefficients stœchiométriques d'une réaction chimique équilibrée ne sont pas unitaires, mais sont souvent utilisés pour exprimer les moles des substances qui réagissent.

Remarque : Lorsqu'une valeur d'énergie est donnée sous forme de terme dans une réaction chimique, elle doit être écrite en unités kJ/mol, comme indiqué ci-dessous.

$$2\ C_3H_6(g) + 9\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(g) + 4\ 119\ \text{kJ/mol}$$

La réaction par mol indique la réaction équlibrée. La réaction ci-dessus pourrait s'écrire ainsi :

$$C_3H_6(g) + \tfrac{9}{2}\ O_2(g) \rightarrow 3\ CO_2(g) + 3\ H_2O(g) \quad \Delta H = 2\ 059{,}5\ \text{kJ/mol}$$

L'élève a prédit les produits et les réactions de combustion équilibrées de l'hydrogène dans le cours Chimie 2232. Dans le cours Chimie 3232, des réactions équilibrées de combustion de l'hydrogène doivent être fournies.

L'élève devrait déterminer les changements d'enthalpie molaire à partir d'une équation thermochimique donnée.

Exemple d'indicateurs de rendement

Étudier l'équation ci-dessous pour l'acide propionique et répondre à la question qui suit:

$$2\ C_3H_6\ O_2(aq) + 7\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(g) + 3\ 056\ \text{kJ/mol}$$

1. Quelle est l'enthalpie molaire pour la combustion de $C_3H_6\ O_2(aq)$?
2. Quelle est l'enthalpie molaire pour la production de $CO_2(g)$?
3. Quelle est l'enthalpie molaire pour la production de $H_2O(g)$?

Les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches et créer une vidéo pour communiquer de l'information sur les sujets suivants :
  - la protection des cultures à l'aide de vapeur d'eau pendant les gelées printanières (p. ex., fraises, oranges);
  - le maintien de la chaleur dans une serre pendant la nuit, alors que la vapeur d'eau emprisonnée à l'intérieur se condense et libère de l'énergie ($\Delta_{cond}H = -\Delta_{vap}H$).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 292-299

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Les changements d'enthalpie (chimiques)

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

64.0 illustrer les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de diagrammes d'énergie potentielle [RAG 3]

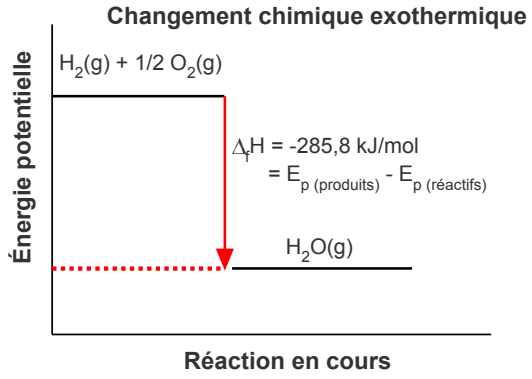
Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait utiliser et interpréter le changement de notation de l'enthalpie ($\Delta_r H$) pour donner les changements d'énergie. Ceci inclut la discussion suivante sur la rupture et la formation des liaisons :

- Montrer et expliquer que les modifications chimiques et les changements de phase ne mettent en jeu que des changements d'énergie potentielle.
- L'énergie est nécessaire pour rompre les liaisons et l'énergie est libérée lorsque les liaisons se forment.

L'élève devrait illustrer la différence entre les changements endothermiques et exothermiques, tant chimiques que physiques, en dessinant des diagrammes d'énergie potentielle.

Compte tenu de l'équation thermochimique, l'élève devrait être capable de dessiner un diagramme d'énergie potentielle et vice versa.

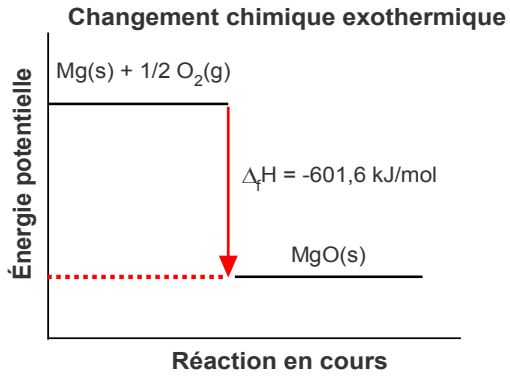


Exemple d'indicateurs de rendement

1. Pour la réaction ci-dessous, dessiner et étiqueter un diagramme d'énergie potentielle.

$$CO(g) + 2\ NO(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) + N_2(g) + 747\ kJ/mol$$

2. Écrire l'équation thermochimique équilibrée pour la réaction représentée par le diagramme d'énergie potentielle ci-dessous.



Les changements d'enthalpie (chimiques)

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- examiner la réaction chimique au niveau moléculaire et discuter de ce qui se produit pendant un changement chimique. Une recherche en ligne sur « ourson en gélatine et chlorate de potassium » offrira des options de vidéos pour illustrer ce sujet.

Consolidation

L'élève peut

- effectuer une activité dans laquelle 2 g de $CuSO_4$ anhydre sont ajoutés à 100 mL d'eau. Enregistrer la température initiale de l'eau et la température la plus élevée atteinte par la solution lors de l'addition du $CuSO_4$ anhydre.
  Répondre aux questions ci-dessous :
  - Cette réaction absorbe-t-elle ou libère-t-elle de la chaleur? Comment pouvons-nous le savoir?
  - Selon vous, quel aurait été le changement de température de cette réaction si seulement la moitié de la quantité de $CuSO_4(s)$ anhydre avait été ajoutée dans le même volume d'eau?

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches sur le réacteur CANDU et discuter des avantages et des inconvénients de l'énergie nucléaire comme source d'énergie.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 292-296

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les changements d'enthalpie

Les courbes de chauffage et de refroidissement

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

65.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température [RAG 3]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans le cours Sciences 1236, l'élève a travaillé avec des courbes de chauffage et de refroidissement. Il a utilisé des données pour générer une courbe de chauffe ou de refroidissement (p. ex., chauffer de la glace d'un état solide à un état bouillant). L'élève devrait construire une courbe de chauffe ou de refroidissement pour une substance donnée, au moyen des données appropriées (point de fusion et point d'ébullition). Il devrait tracer et interpréter les courbes de chauffage et de refroidissement qui incluent les changements de phase.

L'élève devrait appliquer les concepts d'énergie cinétique et d'énergie potentielle à la courbe de chauffage et de refroidissement (p. ex., l'énergie cinétique du méthanol solide augmente lorsque la température augmente, tandis que l'énergie potentielle augmente pendant le changement de phase lorsque de l'énergie est ajoutée). L'élève devrait se souvenir (d'après le cours Chimie 2232) des forces intermoléculaires (liaison hydrogène, forces dipôle-dipôle et forces de dispersion de London). L'enseignant devrait limiter la discussion sur les forces intermoléculaires : la rupture de la liaison est endothermique et la formation de la liaison est exothermique. L'interprétation des diagrammes connexes devrait être axée sur l'identification des régions où l'énergie cinétique ou potentielle augmente ou diminue.

L'enseignant devrait mettre l'accent sur les points suivants :

- Les changements de phase impliquent un changement d'énergie potentielle (E_P). Comme il n'y a pas de changement de température du système, la formule $q = mc\Delta T$ ne peut pas être utilisée pour calculer l'énergie perdue ou gagnée (le changement d'énergie est calculé avec $q = n\Delta_r H$).
- Les changements de température impliquent toujours une modification de l'énergie cinétique (E_K). La formule $q = mc\Delta T$ permet de calculer la perte ou le gain d'énergie.

L'élève devrait être en mesure d'effectuer ce qui suit :

- Résoudre pour chaque variable dans $q = mc\Delta T$ et $q = n\Delta_r H$. Les quantités de substances doivent être limitées aux masses ou aux quantités en moles.
- Tracer et utiliser des courbes de chauffage et de refroidissement pour représenter et expliquer des changements d'énergie potentielle et d'énergie cinétique dans un système. Déterminer les régions des courbes de chauffage et de refroidissement où des changements dans l'énergie cinétique et potentielle se produisent (p. ex., tracer et interpréter un graphique pour la conversion du méthanol à −120 °C en vapeur à 120 °C; les points de fusion et d'ébullition du méthanol sont −97.7 °C et 64.0 °C).
- Calculer la chaleur totale de la courbe de chauffage ou de refroidissement d'un processus en plusieurs étapes qui met en jeu un changement de température et de phase.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus d'informations sur le RAS 18.0.

(suite)

Les courbes de chauffage et de refroidissement

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- poser une série de questions pour passer en revue les forces intermoléculaires (forces de dispersion de London, forces dipôle-dipôle et liaison hydrogène) étudiées dans le cours Chimie 2232.

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur une liste de facteurs qui influent sur la quantité de chaleur qui sera absorbée ou libérée pendant un changement de phase ou une réaction chimique. En discuter en classe.

Faire des liens

L'élève peut

- travailler en petits groupes pour discuter des questions ci-dessous. Communiquer les réponses du groupe à la classe.
  - Pourquoi la vapeur à 100 °C provoque-t-elle des brûlures plus graves qu'une masse égale d'eau à 100 °C?
  - Utiliser le transfert d'énergie pour expliquer le scénario suivant : si vous étiez perdu dans les bois en hiver, afin de prévenir l'hypothermie, vous boiriez l'eau d'un ruisseau plutôt que de manger de la neige ou de la glace.

Consolider

L'élève peut

- calculer l'énergie nécessaire pour faire fondre 54,06 g de glace;
- concevoir une activité où un morceau de glace (ou autre matériau) de masse connue est chauffé dans un volume d'eau connu. Calculer l'énergie totale absorbée par la glace;
- discuter de la façon de faire de la crème glacée maison en utilisant du sel et de la glace;
- déterminer la chaleur de condensation pour 25,0 moles de gaz ammoniac qui se liquéfie ($\Delta_{vap}H$ = 23.3 kJ/mol).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 284-287

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les courbes de chauffage et de refroidissement

Les courbes de chauffage et de refroidissement

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

65.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température [RAG 3]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateur de rendement

Un jour d'hiver, à −15,0 °C , un campeur place 750,2 g de neige dans un pot au-dessus d'un feu ouvert et chauffe l'eau à 37,0 °C.

- Dessiner une courbe de chauffage pour le système et indiquer la phase ou le changement de phase pour chaque section du graphique.
- Décrire théoriquement chaque partie de la courbe de chauffage en identifiant chaque section comme un changement dans l'énergie cinétique ou potentielle.
- Étiqueter chaque section avec les formules qui seraient utilisées pour calculer la variation totale de l'énergie du système.
- Calculer l'énergie totale requise.

Les courbes de chauffage et de refroidissement

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- étudier le rôle du CO_2 dans les extincteurs d'incendie.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 284-287

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les courbes de chauffage et de refroidissement

Les applications de la technologie thermique

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

66.0 analyser et donner des exemples de développement de technologies basées sur la compréhension scientifique [RAG 1]

67.0 analyser sous divers angles les risques et les bénéfices pour la société et l'environnement de l'application des connaissances scientifiques ou de l'introduction d'une technologie en particulier [RAG 1]

68.0 proposer des mesures à suivre pour résoudre des problèmes sociaux reliés aux sciences et à la technologie, en tenant compte de diverses perspectives, y compris celle de la durabilité [RAG 1]

72.0 analyser les connaissances et les aptitudes acquises lors de leur étude dans ce domaine afin d'identifier de nouveaux domaines d'étude reliés aux sciences et à la technologie [RAG 1]

30.0 identifier les perspectives multiples qui influent sur une décision ou un problème relié à la science [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait décrire des exemples montrant comment les technologies ont été mises au point à partir d'une compréhension scientifique des concepts thermochimiques. Il doit tenir compte de perspectives multiples, poser des questions et suggérer des solutions aux problèmes qui se posent.

En voici des exemples :

- Puits géothermiques ou refroidissement en eau profonde : discuter des risques et des avantages pour la société et l'environnement, y compris la durabilité de l'utilisation de ces technologies.
- Pompes à chaleur : discuter des avantages et des inconvénients de l'utilisation dans les maisons.
- Utilisation de charbon ou d'autres matières combustibles pour produire de l'électricité : analyser les risques et les avantages.
- Émissions de gaz à effet de serre : comparer diverses sources et proposer des pistes d'action pour les réduire.
- Dissipateurs thermiques : discuter de leur développement et de leur utilisation (matériaux à haute capacité thermique; céramiques ou alliages métalliques) en vue de dissiper la chaleur pour l'électronique.
- Matériaux pouvant être utilisés comme plaquettes de frein : discuter de la mise au point de matériaux qui permettent de gérer l'énorme quantité de chaleur générée lorsque les freins sont serrés (les matériaux à base d'amiante ne peuvent plus être utilisés en raison des risques sanitaires associés).
- Fluides frigorigènes pour remplacer les CFC (chlorofluorocarbures) : étudier la mise au point de matériaux de remplacement qui pourraient être utilisés depuis qu'on a découvert que les CFC jouaient un rôle de catalyseur dans l'appauvrissement de la couche d'ozone.
- Procédé de fabrication du papier thermique : analyser la conversion d'une production acido-basique de papier à partir de pâte de bois en un procédé thermique plus efficace et plus écologique (p. ex., Corner Brook Pulp and Paper).

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus d'informations sur le RAS 30.0.

Attitudes

Encourager l'élève à :

- comprendre que les applications de la science et de la technologie peuvent soulever des dilemmes éthiques;
- être conscient des conséquences directes et indirectes de ses actes;
- comprendre la valeur des processus utilisé pour tirer des conclusions. [RAG 4]

Les applications de la technologie thermique

Stratégies d'évaluation

Faire des liens

L'élève peut

- discuter et calculer : l'énergie géothermique est obtenue en pompant l'eau jusqu'à la roche chaude du manteau terrestre. La chaleur dans la roche fait bouillir l'eau et la vapeur qui en résulte est recueillie. Calculer le changement d'énergie pour la condensation de 100 kg de vapeur obtenue à partir de puits géothermiques.

Consolidation

L'élève peut

- faire les recherches suivantes :
  - Certaines régions du Canada utilisent soit des puits géothermiques pour la chaleur, soit le refroidissement en eau profonde pour la climatisation.
  - Le refroidissement en eau profonde est une énergie alternative à la climatisation.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 278-280, 328-330, 333

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les courbes de chauffage et de refroidissement

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

65.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température [RAG 3]

8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision [RAG 2]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait être en mesure d'effectuer divers calculs calorimétriques. Par exemple, l'élève peut déterminer la masse (p. ex., 30 à 50 g) d'un objet métallique et le placer dans de l'eau bouillante (T_i = 100 °C). On donne à la masse suffisamment de temps pour atteindre l'équilibre thermique. Elle est ensuite placée dans une tasse isolée à température ambiante avec 50,0 mL d'eau, où on la laisse atteindre à nouveau l'équilibre thermique (T_f). À l'aide des données recueillies, l'élève peut ensuite calculer la chaleur massique de l'objet métallique inconnu.

L'élève devrait effectuer une étude calorimétrique en laboratoire pour déterminer la chaleur massique d'un métal en mesurant les changements de température et une première loi de la thermodynamique.

L'enseignant devrait discuter des bases de la calorimétrie simple. Le changement d'énergie du système s'explique entièrement par le changement de température de l'eau du calorimètre.

L'enseignant devrait insister sur le fait qu'il existe des hypothèses importantes associées aux calorimètres simples de type tasse à café :

- Seule l'eau du calorimètre absorbe ou libère de l'énergie.
- On peut supposer qu'un millilitre d'une solution diluée a une masse d'un gramme.
- La chaleur massique de la solution est la même que celle de l'eau.
- Si un soluté est ajouté à l'eau dans le calorimètre, la masse du soluté ne doit pas être combinée avec la masse de l'eau.
- La masse du soluté n'est pas ajoutée à la masse de l'eau parce que nous supposons que seule l'eau absorbe ou libère de l'énergie.

L'enseignant doit faire remarquer que lors de la dissolution de composés ioniques dans l'eau, la masse du soluté est négligeable. Par conséquent, la masse de la solution aqueuse est égale à la masse d'eau seulement. Ne pas combiner les masses.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 8.0, 18.0 et 31.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 4.0, 7.0, 9.0, 10.0, 22.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

(suite)

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- expliquer ce qu'est un calorimètre, comment il permet de mesurer le transfert de chaleur et comment il fonctionne.

Faire des liens

L'élève peut

- faire un remue-méninges et discuter des limites d'une activité calorimétrique;
- déterminer les sources d'erreur associées aux expériences calorimétriques.

Consolider

L'élève peut

- effectuer une expérience avec un calorimètre. Mesurer la quantité de chaleur transférée lorsqu'un métal froid est placé dans le calorimètre;
- calculer la chaleur de la solution lorsque 4,00 g de chlorure de calcium, $CaCl_2(s)$, sont dissous dans 100,0 g d'eau dans un calorimètre simple. Avant l'ajout du $CaCl_2(s)$ la température de l'eau était de 22,0 °C. Après la dissolution du $CaCl_2(s)$, la température de l'eau était de 24,2 °C.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 280, 300-309, 706-707, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.19, 3.28-3.3
- FRO 12, FRO 23
- FRÉ 1, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24, FRÉ 25

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

65.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de changements d'état et de température [RAG 3]

8.0 évaluer et sélectionner des appareils appropriés pour recueillir des preuves et choisir une méthode appropriée pour la résolution de problèmes, la recherche et la prise de décision [RAG 2]

18.0 compiler et afficher des données et des informations, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des histogrammes, des graphiques linéaires et des diagrammes de dispersion [RAG 2]

31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Un échantillon de céramique de 2,00 g a été chauffé à 200,00 °C et ajouté à un calorimètre simple avec 50,0 mL d'eau. La température dans le calorimètre est passée de 24,87 °C à 27,15 °C. Calculer la chaleur massique du matériau en céramique.
2. La masse de 7,25 g de KOH(s) sont dissous dans 225 mL d'eau dans un calorimètre de type tasse à café. Si la température de l'eau a augmenté de 3,4 °C, calculer la chaleur molaire de la solution pour le KOH(s).

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- effectuer des recherches sur :
  - les emplois dans le domaine des sciences alimentaires qui utilisent la calorimétrie;
  - le rôle de la calorimétrie et des capacités calorimétriques dans l'ingénierie et les applications dans les matériaux de pointe (p. ex., les boucliers thermiques des véhicules spatiaux, les applications électriques comme les conducteurs, les isolateurs ou les matériaux dissipateurs de chaleur pour les systèmes de freinage des avions et des voitures).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 280, 300-309, 706-707, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.19, 3.28-3.3
- FRO 12, FRO 23
- FRÉ 1, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24, FRÉ 25

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

69.0 calculer et comparer l'énergie mise en jeu lors de réactions chimiques [RAG 3]

70.0 déterminer expérimentalement les changements d'énergie lors de diverses réactions chimiques [RAG 3]

71.0 faire la distinction entre les problèmes qui peuvent être résolus par la science et ceux qui ne peuvent pas l'être, puis entre les problèmes qui peuvent être résolus par la technologie et ceux qui ne peuvent pas l'être [RAG 1]

3.0 concevoir une expérience et déterminer et contrôler les principales variables [RAG 2]

4.0 proposer des solutions de remplacement à un problème pratique donné, déterminer les forces et les faiblesses potentielles de chacune de ces solutions et en retenir une comme base pour un plan [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

À l'aide d'une réaction thermochimique, l'élève devrait être capable de résoudre toutes les variables de la formule $q = n\Delta_r H$. Par exemple, quelle quantité de chaleur est dégagée lors de la combustion de 5,0 g d'hydrogène?

$$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(g) + 570\ kJ$$

Les chaleurs de réaction peuvent être déterminées expérimentalement.

L'élève devrait concevoir et effectuer une étude en laboratoire qui démontre la première loi de la thermodynamique. Par l'observation, l'élève devrait comparer les changements énergétiques associés aux changements endothermiques et exothermiques. L'élève peut dissoudre du NaOH(s) avec du $NH_4Cl(s)$ et enregistrer des observations qualitatives de température.

L'élève devrait choisir un contenant approprié pour préparer ses solutions et observer, au toucher, les changements d'énergie associés à chaque réaction.

L'élève devrait tenir compte de la capacité calorifique du matériau des appareils qui pourraient servir de calorimètre (p. ex., une boîte de conserve en fer, un bécher en verre ou un gobelet de polystyrène).

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 3.0, 4.0 et 15.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 6.0,17.0, 26.0, 28.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- demander à l'élève de comparer les changements d'énergie en fonction des changements physiques et chimiques courants qu'il a subis. Par exemple, un enseignant peut demander à l'élève de déterminer le procédé qui dégage le plus de chaleur : la condensation de l'eau ou la combustion du propane.

Faire des liens

L'élève peut

- concevoir une poche chaude ou froide pour le traitement des blessures. Voici certains des produits chimiques qu'il est suggéré d'utiliser au cours de l'étude :
  - chlorure d'ammonium;
  - chlorure de calcium;
  - chlorure de lithium.
- dresser une liste des produits chimiques qui seraient les mieux adaptés à la préparation des poches chaudes ou froides. Expliquer ses choix.

Consolider

L'élève peut

- résoudre le problème suivant : un échantillon de 1,23 g d'éthyne, $C_2H_2(g)$, subit une combustion complète dans une bombe calorimétrique à oxygène, entraînant une augmentation de température de 9,50 °C. La capacité calorifique du calorimètre est de 6,49 kJ/°C. Calculer la chaleur molaire de combustion de l'éthyne.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- utiliser la calorimétrie simple pour déterminer l'enthalpie molaire de neutralisation d'un acide et d'une base.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 280, 300-309, 336-337, 706-707, 718-719

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 220-222, 3.15-3.17, 3.20-3.21, 3.34-3.38
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 10, FRO 21, FRO 45
- FRÉ 1, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 23, FRÉ 24, FRÉ 25

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

73.0 comparer les enthalpies molaires de plusieurs réactions de combustion mettant en jeu des composés organiques [RAG 3]

74.0 écrire et équilibrer des équations thermochimiques dont la réaction de combustion des alcanes [RAG 3]

75.0 analyser pourquoi les activités scientifiques et technologiques se déroulent dans une variété de contextes individuels ou de groupe [RAG 1]

76.0 décrire l'importance de l'examen par des pairs lors du développement de la connaissance scientifique [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Dans la continuation de la première loi de la thermodynamique, l'élève devrait effectuer des calculs en utilisant les réactions de combustion des bombes calorimétriques.

Les bombes calorimétriques sont utilisées pour étudier et mesurer avec précision la chaleur dégagée lors des réactions de combustion, la capacité thermique (C) et le changement de température du calorimètre étant utilisés pour calculer la chaleur.

L'élève devrait avoir de l'expérience dans la rédaction de formules pour les hydrocarbures et dans l'écriture et l'équilibrage des réactions de combustion complète. Il devrait être capable d'écrire des réactions de combustion complète et d'inclure les valeurs $\Delta_c H$.

Par exemple :

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(l) + 880\ kJ/mol$$

$$2\ C_3H_6(g) + 9\ O_2(g) \rightarrow 6\ CO_2(g) + 6\ H_2O(l) + 4\ 116\ kJ/mol$$

L'enseignant devrait faire comprendre l'importance de l'utilisation de l'analyse critique dans la recherche scientifique. Lorsqu'ils travaillent en groupe, les scientifiques peuvent mettre en commun leur expertise et acquérir une variété de points de vue qui feront progresser les connaissances scientifiques. Lorsqu'ils travaillent individuellement, les scientifiques peuvent se sentir plus productifs et mieux à même de favoriser l'ingéniosité. Par exemple, l'élève peut analyser le nombre de technologues, de scientifiques et d'organismes qui partagent leurs travaux sur la détermination de choses comme les carburants de remplacement et les explosifs. Il peut également mener des recherches sur des personnes qui ont une perspective et une motivation personnelles qui ont mené à des découvertes et des innovations passionnantes (comme la découverte de la dynamite par Nobel, qui a fait don de sa fortune pour créer les prix Nobel).

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Un échantillon de sucrose de 0,910 g, $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$, est brûlé dans une bombe calorimétrique et la température du calorimètre et de son contenu a augmenté de 22,5 °C à 27,5 °C. Si la capacité calorifique du calorimètre et de son contenu était de 4,50 kJ/°C, calculer la chaleur molaire de combustion du sucrose.
2. Dans des essais distincts, plusieurs échantillons de benzène de 2,00 g, $C_6H_6(l)$ ont été brûlés dans une bombe calorimétrique. Un changement de température moyen de 9,62 °C a été enregistré. Étant donné que la chaleur molaire de combustion du benzène est de -3 268 kJ/mol, calculer la capacité calorifique de la bombe calorimétrique.

L'utilisation de la calorimétrie pour calculer les changements d'enthalpie

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- faire un remue-méninges et dresser la liste des différents types de combustibles. Discuter des raisons pour lesquelles différents combustibles sont utilisés pour différentes applications.

Faire des liens

L'élève peut

- expliquer comment les utilisations courantes des divers combustibles dépendent, en partie, de la quantité d'énergie qu'ils produisent;
- faire une conjecture sur les valeurs des enthalpies molaires de combustion des hydrocarbures en fonction du type de liaison (c.-à-d., liaisons covalentes simple, double et triple).

Consolider

L'élève peut

- participer à une activité liée à l'enthalpie de combustion d'une bougie. Comparer les valeurs documentaires de divers hydrocarbures à la valeur expérimentale trouvée pour la cire de bougie;
- étudier comment les technologues, les scientifiques et les agences déterminent le contenu calorifique des aliments, des combustibles et des explosifs;
- calculer combien de moles de méthanol doivent brûler pour augmenter la température de 120,0 g d'aluminium de 92,0 °C, en supposant que toute la chaleur est absorbée par l'aluminium, c_{Al} = 0,900 J/g·°C, et que la chaleur molaire de combustion du méthanol, $CH_3OH(l)$, est de −239 kJ/mol.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches sur le rôle de l'Agence canadienne d'inspection des aliments dans la détermination de l'étiquetage des aliments. Communiquer l'information trouvée.
- analyser une étiquette nutritionnelle pour déterminer :
  - la quantité de nourriture nécessaire pour faire du jogging pendant une heure;
  - le nombre de calories consommées en mangeant une portion;
  - le nombre de kilojoules convertis en calories;
  - la valeur du carburant dans une portion.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 280, 300-309

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.16

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les applications de la technologie thermique

Les applications de la loi de Hess

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

77.0 calculer les changements de niveaux d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de l'énergie de liaison, des chaleurs de formation et de la loi de Hess [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait insister sur le fait qu'il existe de nombreuses réactions chimiques dont les changements d'énergie ne peuvent être mesurés en toute sécurité par calorimétrie. Le changement d'enthalpie est déterminé par simple déduction arithmétique et logique. La loi de Hess sur l'additivité des chaleurs contaste que : l'enthalpie dépend uniquement de l'état initial et final des réactifs ou des produits et non de la voie empruntée pour passer des réactifs aux produits. L'élève devrait déterminer l'enthalpie en utilisant trois applications de la loi de Hess (par opposition à la calorimétrie). L'enseignant devrait discuter avec l'élève des mérites relatifs (p. ex., positifs, négatifs, exactitude, précision, commodité) de chaque méthode.

La loi de l'additivité des chaleurs de Hess

1. Méthode algébrique

L'élève devrait utiliser l'addition d'équations chimiques et des changements d'enthalpie correspondants pour calculer le changement d'enthalpie de la réaction globale. L'enseignant devrait limiter le nombre d'équations à quatre maximum.

2. Enthalpie molaire standard de formation

L'élève devrait calculer les changements dans l'énergie de diverses réactions chimiques à l'aide de chaleur de formation, $\Delta_f H°$. Il devrait utiliser l'équation de la loi de Hess pour calculer l'enthalpie d'une réaction chimique.

$$\Delta_r H° = \sum v\Delta_f H°_{\text{produits}} - \sum v\Delta_f H°_{\text{réactifs}}$$

Il convient de noter que v dans la formule d'enthalpie de formation fait référence aux coefficients d'équilibrage selon le livre vert de l'IUCPA.

En utilisant un tableau des enthalpies molaires standard de formation, l'élève peut faire une substitution dans l'expression et calculer un changement d'enthalpie pour une réaction. Cela est plus efficace que d'avoir à manipuler et à ajouter deux ou plusieurs équations thermochimiques.

L'élève devrait définir l'enthalpie molaire standard de formation (chaleur molaire) $\Delta_f H°$ pour un composé comme le changement d'enthalpie qui se produit lorsque le composé est formé à partir de ses éléments dans leur état standard. L'enthalpie molaire de formation d'un élément dans son état standard est de 0 kJ/mol.

Une erreur fréquente pour les élèves est d'inverser les produits et les réactifs dans les chaleurs de la formule de formation.

L'élève devrait faire une étude calorimétrique en laboratoire pour démontrer la loi de Hess. Par exemple, l'élève peut calculer la variation de l'enthalpie molaire pour la décomposition du bicarbonate de sodium :

$$2\ NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

(suite)

Les applications de la loi de Hess

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- introduire une analogie en utilisant le niveau de la mer (zéro mètre) comme point de référence pour discuter de l'enthalpie molaire de formation d'un élément dans son état standard. Toute autre mesure de l'énergie peut être supérieure (+) ou inférieure (-) au point de référence.

L'élève peut

- évaluer la phrase suivante et en discuter : « il y a plusieurs façons d'atteindre le sommet d'une montagne, mais la vue du sommet est toujours la même. » Faire un remue-méninges sur les différentes façons dont un résultat peut ne pas dépendre du chemin parcouru (fonction d'état). Par exemple, on peut s'attendre à ce que la classe entière se réunisse à un endroit précis plus tard dans la journée. Chaque personne peut prendre un itinéraire différent, mais la destination (résultat) sera la même.

Faire des liens

L'enseignant peut

- présenter un exemple de formation de dioxyde de carbone à partir de graphite et d'oxygène gazeux puis en discuter. Cette réaction entraîne la libération de 393,5 kJ d'énergie par mole de dioxyde de carbone formé. C(graphite) et O_2(g) sont les états standard du carbone et de l'oxygène dans des conditions standard.

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393{,}5 \text{ kJ/mol}$$

L'élève peut

- chercher des exemples de recherche dans d'autres domaines du programme de sciences où la loi de Hess peut s'appliquer;
- effectuer des recherches sur le processus de production d'ATP à partir du métabolisme du glucose.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 312-324

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.17

Les applications de la loi de Hess

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

77.0 calculer les changements de niveaux d'énergie lors de diverses réactions chimiques au moyen de l'énergie de liaison, des chaleurs de formation et de la loi de Hess [RAG 3]

4.0 proposer des solutions de remplacement à un problème pratique donné, déterminer les forces et les faiblesses potentielles de chacune de ces solutions et en retenir une comme base pour un plan [RAG 2]

21.0 appliquer et évaluer des modèles théoriques différentes pour interpréter les connaissances dans un domaine donné [RAG 2]

31.0 travailler en collaboration avec les membres d'une équipe pour élaborer et réaliser un plan, et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

En effectuant des mesures calorimétriques pour chaque réaction ci-dessous, puis en manipulant et en ajoutant les enthalpies de ces équations :

$NaHCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$ $\Delta_rH=?$

$Na_2CO_3(s) + 2\ HCl(aq) \rightarrow 2\ NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$ $\Delta_rH=?$

3. Énergies de liaison moyennes

L'élève devrait :

- Calculer les changements dans l'énergie de diverses réactions chimiques à l'aide des énergies de liaison moyennes; Δ_rH calculé par cette méthode est considéré comme une approximation car les énergies de liaison des tableaux de données sont basées sur les énergies de liaison moyennes.
- Se rappeler que la rupture de la liaison est un processus endothermique. Ainsi, toutes les énergies de liaison sont positives.
- Utiliser l'équation de sommation des énergies de liaison pour calculer l'enthalpie estimée d'une réaction chimique.

$$\Delta_rH = \sum\text{énergies de liaison}_{\text{réactifs}} - \sum\text{énergies de liaison}_{\text{produits}}$$

L'enseignant devrait souligner que l'ordre des termes dans la formule de l'énergie de liaison est inverse à celui utilisé dans les calculs de la somme des températures. L'enseignant devrait également revoir le concept des liaisons simples, doubles et triples du module *Les acides et les bases* du cours Chimie 2232.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus de renseignements sur les RAS 4.0, 21.0 et 31.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 11.0,12.0, 16.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

Attitudes

Encourager les élèves à apprécier la valeur du rôle et de la contribution de la science et de la technologie dans notre compréhension des phénomènes qui sont directement observables et ceux qui ne le sont pas. [RAG 4]

Exemple d'indicateur de rendement

Déterminer l'enthalpie de réaction pour

CH4(g) + 2 O2(g) → 2 H2O(g) + CO2(g), en utilisant les réactions ci-dessous :

$H_2(g) + ½\ O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ $\Delta_rH = -241{,}8$ kJ/mol

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta_rH = -393{,}5$ kJ/mol

$C(s) + 2\ H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ $\Delta_rH = -74{,}6$ kJ/mol

Les applications de la loi de Hess

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- comparer les deux façons d'énoncer la loi de Hess:
  1. La chaleur dégagée ou absorbée dans un processus chimique est la même, que le processus se déroule en une seule étape ou en plusieurs étapes.
  2. Si deux ou plusieurs équations thermochimiques peuvent être additionnées pour produire une équation globale, la somme des termes d'enthalpie des équations thermochimiques correspond au changement d'enthalpie de l'équation globale.
- considérer que de petites quantités d'oxygène gazeux peuvent être produites dans un laboratoire en chauffant du chlorate de potassium, $KClO_3$. Calculer le changement d'enthalpie de cette réaction à l'aide des enthalpies de formation.

$$2\ KClO_3(s) \rightarrow 2\ KCl(s) + 3\ O_2(g)$$

- utiliser les énergies de liaison moyennes pour calculer le changement d'enthalpie pour la combustion de l'éthanol;
- calculer l'enthalpie de la réaction ci-dessous en utilisant les énergies de liaison.

$$CH_3OH(l) + \tfrac{3}{2}\ O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(l)$$

- effectuer une étude en laboratoire qui se rapporte à la loi de Hess et à l'enthalpie de combustion du magnésium;
- se référer aux équations thermochimiques ci-dessous :

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \qquad \Delta_r H° = -393{,}5\text{kJ/mol}$$

$$2\ CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g) \qquad \Delta_r H° = -566{,}0\text{kJ/mol}$$

Utiliser la loi de l'additvité des chaleurs de Hess.
Calculer l'enthalpie molaire de la combustion incomplète du graphite :

$$C(s) + \tfrac{1}{2}\ O_2(g) \rightarrow CO(g)$$

Pour aller plus loin

L'élève peut

- rechercher les énergies de liaison possibles pour la liaison C-H et proposer les raisons pour lesquelles elles varient comme elles le font;
- rechercher et identifier une réaction chimique qui est trop dangereuse pour être effectuée dans le laboratoire de son école. En utilisant la loi de Hess, déterminer le changement d'enthalpie de la réaction.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 338-339

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 3.15-3.17, 3.20-3.21, 3.39-3.44
- FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 5, FRÉ 6, FRÉ 9, FRÉ 24, FRÉ 25

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/la-thermochimie.html

- Les applications de la technologie thermique

Section 3 :
Résultats d’apprentissage spécifiques

Module 4 : L’électrochimie

Objectif

L'élève utilise les applications électrochimiques dans sa vie quotidienne. En étudiant la conception et le fonctionnement de diverses technologies électrochimiques, l'élève comprendra mieux les progrès, l'évolution et les utilisations de la technologie des cellules électrochimiques.

L'élève fera des recherches sur les technologies liées à l'électrochimie avant d'étudier les réactions d'oxydation-réduction. Il sera capable d'identifier les réactions d'oxydation-réduction, d'utiliser les nombres d'oxydation et d'équilibrer les réactions d'oxydation-réduction. Il étudiera les applications de la technologie, y compris les processus associés aux différentes cellules électrochimiques, et comparera également les structures internes des batteries. L'élève étudiera, comprendra et comparera les processus associés aux cellules électrochimiques et expliquera la production d'énergie électrique dans une pile à combustible à hydrogène.

Les compétences en résolution de problèmes et en prise de décision aideront à susciter l'intérêt pour l'application de la technologie. Les recherches en laboratoire liées à l'écriture et à l'essai des réactions d'oxydation-réduction et à la mesure de la tension des cellules galvaniques sont utiles pour l'apprentissage des élèves. Les liens avec le volet STSE incluent la description, la conception et l'évaluation des problèmes scientifiques et des solutions associées à l'électrochimie.

L'élève a déjà étudié les notions de mole et d'électronégativité dans le cours Chimie 2232. Ce module permettra d'étudier plus en profondeur les réactions chimiques impliquant un transfert d'électrons. Les concepts de solutions, d'ionisation et d'équilibre chimique du cours Chimie 3232 devraient être terminés avant de commencer le présent module sur l'électrochimie.

Cadre des résultats d'apprentissage

RAG 1 (STSE) : L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie ainsi que les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

78.0 faire la distinction entre les questions scientifiques et les problèmes technologiques
79.0 décrire et évaluer la conception de solutions technologiques et la façon dont elles fonctionnent à l'aide de principes scientifiques
80.0 analyser des systèmes naturels ou technologiques afin d'expliquer leur structure et leur dynamique
81.0 évaluer la conception d'une technologie et son mode de fonctionnement en se basant sur divers critères que l'élève aura lui-même déterminés
89.0 analyser pourquoi et comment une technologie particulière a été développée et améliorée au fil du temps

RAG 2 (Habiletés) : L'élève développera les habiletés nécessaires pour mener des recherches scientifiques et technologiques, résoudre des problèmes, communiquer des idées scientifiques et des résultats, collaborer et prendre des décisions éclairées.

1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques
2.0 définir et délimiter les problèmes afin d'en faciliter l'étude
7.0 donner des définitions opérationnelles des principales variables
10.0 réaliser des procédures permettant de contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures si nécessaire
15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire
22.0 comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les écarts
23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données
25.0 construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent
26.0 évaluer un dispositif conçu et construit par l'élève d'après des critères en fonction de critères développés personellement
28.0 identifier et évaluer des applications possibles des découvertes
32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche

RAG 3 (Connaissances) : L'élève développera des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace. Il appliquera sa compréhension à l'interprétation, l'assimilation et l'élargissement de ses connaissances.

82.0 définir l'oxydation et la réduction de manière expérimentale et théorique
83.0 comparer des réactions d'oxydoréduction à d'autres sortes de réactions
84.0 écrire et équilibrer des demi-réactions et des réactions complètes pour les réactions d'oxydoréduction
85.0 faire un dessin avec légende des parties des cellules électrochimiques et expliquer comment elles fonctionnent
86.0 comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique
87.0 prédire si des réactions d'oxydoréduction sont spontanées en se basant sur leurs potentiels de réduction
88.0 prédire la différence de potentiel de diverses cellules électrochimiques
90.0 expliquer les processus d'électrolyse et d'électroplacage
91.0 expliquer comment l'énergie électrique est produite dans une pile à combustible à hydrogène

RAG 4 (Attitudes) : On encouragera l'élève à adopter des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour son propre bien et pour celui de la société et de l'environnement.

L'élève est encouragé à :

- extrapoler les conséquences personnelles, sociales et environnementales des actions proposées
- estimer la valeur des contributions au développement scientifique et technologique réalisées par des femmes et des hommes provenant d'un grand nombre de sociétés et de milieux culturels différents
- prendre des mesures pour maintenir un environnement durable

Continuum des résultats d'apprentissage spécifiques

RAG 3 : Connaissances

Science 1236	Chimie 2232	Chimie 3232
• nommer et écrire les formules de certains composés ioniques et composés moléculaires communs, en utilisant le tableau périodique et une liste d'ions • représenter les réactions chimiques et la conservation de la masse à l'aide de modèles moléculaires et d'équations symboliques équilibrées • classer les réactions chimiques selon leur type • classer les substances en acide, base ou sel, à partir de leurs caractéristiques, leur nom et leur formule	• écrire et nommer les formules des composés ioniques et moléculaires, en suivant les règles simples de l'UICPA • définir la masse molaire et effectuer des conversions réciproques entre mole et masse pour les substances pures • expliquer les variations de la solubilité de diverses substances pures, dans un même solvant • utiliser les généralisations de la solubilité pour prédire la formation de précipités • déterminer les rapports molaires des réactifs et des produits à partir d'équations chimiques équilibrées • effectuer des calculs stœchiométriques liés à des équations chimiques • prédire comment on peut maximiser le rendement d'un processus chimique donné • énumérer les diverses applications de la stœchiométrie • indiquer et décrire les propriétés des substances moléculaires, ioniques et métalliques • décrire comment les forces intermoléculaires expliquent les propriétés des composés moléculaires • illustrer et expliquer la formation des liaisons ioniques et métalliques • expliquer le modèle structural d'une substance ionique en fonction des diverses liaisons qui la définissent • décrire comment la liaison ionique explique les propriétés des composés ioniques • établir un lien entre les propriétés d'une substance et son modèle structural des composés ioniques • décrire comment les liaisons métalliques contribuent aux propriétés des métaux • établir un lien entre les propriétés d'une substance et le modèle structural • décrire le processus de dissolution en utilisant les concepts de forces intramoléculaires et intermoléculaires • classifier les substances ioniques, moléculaires et métalliques selon leurs propriétés	• définir l'oxydation-réduction de manière expérimentale et théorique • comparer des réactions d'oxydation-réduction à d'autres sortes de réactions • écrire et équilibrer des demi-réactions et des réactions complètes pour les réactions d'oxydation-réduction • faire un dessin avec légende des parties des cellules électrochimiques et expliquer comment elles fonctionnent • comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique • prédire si des réactions d'oxydation-réduction sont spontanées en se basant sur leurs potentiels de réduction • prédire la différence de potentiel de diverses cellules électrochimiques • expliquer les processus d'électrolyse et d'électroplacage • expliquer comment l'énergie électrique est produite dans une pile à combustible à hydrogène

Échéancier suggéré

Il est recommandé que le module *L'électrochimie*, soit enseigné en tant que dernier module du cours Chimie 3232.

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin
Module 1 : De la cinétique à l'équilibre		**Module 2 : Les acides et les bases**			**Module 3 : La thermochimie**		**Module 4 : L'électrochimie**		
Habiletés intégrées tout au long du cours									

Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques
[RAG 2]

32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche
[RAG 2]

78.0 faire la distinction entre les questions scientifiques et les problèmes technologiques
[RAG 1]

79.0 décrire et évaluer la conception de solutions technologiques et la façon dont elles fonctionnent, à l'aide de principes scientifiques
[RAG 1]

80.0 analyser des systèmes naturels ou technologiques afin d'expliquer leur structure et leur dynamique
[RAG 1]

81.0 évaluer la conception d'une technologie et son mode de fonctionnement en se basant sur divers critères que l'élève aura lui-même déterminés
[RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait faire des recherches sur les technologies et les questions liées à l'électrochimie qui sont pertinentes dans sa vie. Il devrait avoir la possibilité d'analyser et d'interpréter l'information, de poser des questions et d'y répondre, d'évaluer les systèmes et les conceptions, puis de proposer des solutions aux problèmes.

Bien que certains sujets et questions puissent être traités comme des tâches indépendantes (p. ex., recherche ou projet), il faut tenter d'intégrer les résultats en matière de compétences dans l'ensemble du module sous forme de discussion, d'étude de cas ou de recherche, selon les sujets particuliers qui se présentent.

Les sujets pour aborder ces résultats peuvent inclure, sans toutefois s'y limiter, ceux qui sont énumérés ci-dessous :

- la technologie de l'alcootest;
- les réactions de combustion;
- la corrosion et comment la prévenir;
- le développement des piles et batteries électriques;
- la découverte des éléments, l'électroplacage, l'électro-extraction et l'électro-raffinage;
- les automobiles électriques et hybrides;
- les radicaux libres et antioxydants;
- les piles à combustible;
- la purification et le traitement des métaux (p. ex., hydrométallurgie et pyrométallurgie);
- l'oxydation des fruits;
- les réactions dans la respiration cellulaire;
- les problèmes de sécurité associés à l'utilisation de batteries au lithium-ion;
- la teneur en vitamine C des aliments;
- l'analyse de la qualité de l'eau.

L'élève devrait pouvoir utiliser un exemple pour expliquer l'importance des progrès de l'électrochimie. Par exemple, le développement de la cellule électrochimique a conduit à la découverte de l'électrolyse étant donné que l'énergie électrique produite pouvait être utilisée pour provoquer des réactions non spontanées.

L'élève devrait expliquer la différence entre la recherche scientifique et le développement technologique. Il devrait également pouvoir discuter à partir d'exemples.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 1.0 et 32.0.

(suite)

Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur des exemples pratiques et naturels d'électrochimie.

Faire des liens

L'élève peut

- discuter des réponses aux questions suivantes :
  - Pourquoi les automobiles rouillent-elles plus rapidement à certains endroits que dans d'autres?
  - Pourquoi les fruits deviennent-ils bruns?
  - Pourquoi les piles au lithium explosent-elles?

Consolider

L'élève peut

- effectuer des recherches, en petits groupes, sur les effets environnementaux de différents types de piles. Analyser à la fois les coûts de production et les coûts des déchets, puis communiquer les processus et les résultats de la recherche à la classe;
- effectuer des recherches sur les travaux de la Chaire de recherche sur les matériels de piles et de cellules électrochimiques (Jeffrey Dahn) de l'Université Dalhousie. Faire part des constatations;
- effectuer des recherches et présenter des résultats sur la prévention de la corrosion à l'aide d'une anode sacrificielle comme le zinc sur un métal (p. ex., la coque d'un bateau de pêche) ou d'une protection cathodique.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (Manuel de l'élève [ME])

- pp. 622, 667

Chimie 12 STSE (Guide d'enseignement [GE])

- pp. 5.20-5.21, 5.34-5.37
- FR 9-9
- FRO 25-FRO 27
- FRÉ 29, FRÉ 31

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

1.0 déterminer des questions à étudier découlant de problèmes et d'enjeux pratiques [RAG 2]

32.0 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche [RAG 2]

78.0 faire la distinction entre les questions scientifiques et les problèmes technologiques [RAG 1]

79.0 décrire et évaluer la conception de solutions technologiques et la façon dont elles fonctionnent, à l'aide de principes scientifiques [RAG 1]

80.0 analyser des systèmes naturels ou technologiques afin d'expliquer leur structure et leur dynamique [RAG 1]

81.0 évaluer la conception d'une technologie et son mode de fonctionnement en se basant sur divers critères que l'élève aura lui-même déterminés [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Attitudes

Encourager l'élève à :

- extrapoler les conséquences personnelles, sociales et environnementales des actions proposées;
- estimer la valeur des contributions au développement scientifique et technologique réalisées par des femmes et des hommes provenant d'un grand nombre de sociétés et de milieux culturels différents. [RAG 4]

Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- chercher une carrière dans les domaines de la métallurgie, du génie chimique ou de l'électrochimie industrielle.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 622, 667

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.20-5.21, 5.34-5.37
- FR 9-9
- FRO 25-FRO 27
- FRÉ 29, FRÉ 31

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les applications des réactions d'oxydoréduction et des cellules électrochimiques

Les réactions d'oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

82.0 définir l'oxydation et la réduction de manière expérimentale et théorique [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Les structures de Lewis ont été traités dans le module *Des structures aux propriétés* du cours Chimie 2232.

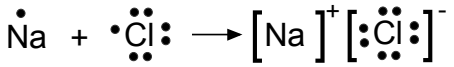
L'élève devrait définir l'électrochimie comme étant l'étude de la relation entre l'électricité et les changements chimiques.

L'élève devrait définir les réactions d'oxydoréduction comme étant celles qui impliquent un transfert d'électrons. Les équations pour les réactions d'oxydoréduction sont des combinaisons d'une demi-réaction d'oxydation et d'une demi-réaction de réduction. Certaines de ces réactions transforment l'énergie chimique en énergie électrique tandis que d'autres transforment l'énergie électrique en énergie chimique.

L'élève devrait être en mesure de comparer l'oxydation et la réduction en termes de perte ou de gain d'électrons. À l'aide d'une équation, il devrait également être en mesure d'identifier la substance à oxyder et la substance à réduire, l'agent réducteur et l'agent oxydant. Étant donné l'équation ionique nette pour une réaction d'oxydoréduction, l'élève devrait être capable d'écrire des demi-réactions d'oxydation et de réduction.

L'enseignant doit faire la démonstration d'une réaction électrochimique simple (p. ex., placer une bande de zinc métallique dans une solution de $CuSO_4$).

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un résultat du cours Chimie 3232, l'enseignant devrait revoir, à partir du cours Chimie 2232, le transfert des électrons. Ceci peut être illustré à l'aide de structures de Lewis pour montrer la formation de composés ioniques tels que le NaCl.



Exemple d'indicateurs de rendement

1. Les changements suivants se sont produits. Identifier chaque changement comme étant de l'oxydation ou de la réduction :
   - Co est devenu Co^{2+}
   - Cl_2 est devenu 2 Cl^-
   - Pb^{4+} est devenu Pb^{2+}
2. Considérer la réaction ci-dessous :

   $Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$
   - Écrire les demi-réactions d'oxydation et de réduction.
   - Identifier l'agent oxydant et l'agent réducteur.

Les réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- présenter le sujet de l'oxydation et de la réduction en questionnant l'élève sur ses connaissances au sujet de la corrosion et de l'anticorrosion (ou d'autres exemples pertinents);
- lier le sens historique de la réduction et de l'oxydation au domaine de la métallurgie;
- démontrer la corrosion du fer (rouille) et les facteurs qui l'affectent. Utiliser une série d'éprouvettes contenant des clous en acier et des clous galvanisés dans différentes conditions (p. ex., eau et air, agent de séchage, eau et huile, eau de mer).

L'élève peut

- discuter de la façon dont, lorsqu'une solution de cuivre (II) réagit avec du zinc solide, du cuivre métallique se forme à la surface du zinc, le zinc métallique disparaît et la couleur bleue des ions Cu^{2+} se change.

Faire des liens

L'élève peut

- créer des moyens pour se rappeler les processus de l'oxydation et de la réduction;
- mener une étude pour tester les facteurs qui influent sur la corrosion.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- étudier comment les oxydants et les antioxydants affectent la santé humaine (p. ex., le vieillissement et la prévention des maladies).

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 642-646

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.40

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les réactions d'oxydoréduction

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

83.0 comparer des réactions d'oxydoréduction à d'autres sortes de réaction [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

À partir d'un composé donné, l'élève devrait :

- définir et attribuer des nombres d'oxydation pour les éléments et les ions monatomiques;
- utiliser les règles sur le nombre d'oxydation pour déterminer les nombres d'oxydation des atomes dans les molécules ou les ions polyatomiques;
- identifier les changements des nombres d'oxydation dans des demi-réactions et dans des équations d'oxydoréduction.

À partir d'une réaction donnée, l'élève devrait :

- définir et attribuer des nombres d'oxydation;
- déterminer si une réaction est une réaction d'oxydoréduction;
- identifier les agents oxydants et réducteurs;
- identifier l'espèce oxydée et l'espèce réduite.

L'élève devrait être capable d'identifier une réaction d'oxydoréduction comme une réaction qui implique des changements dans le nombre d'oxydation.

$$\underset{(+1)(-1)}{NaCl(aq)} + \underset{(+1)(+5)(-2)}{AgNO_3(aq)} \rightarrow \underset{(+1)(+5)(-2)}{NaNO_3(aq)} + \underset{(+1)(-1)}{AgCl(aq)}$$

- aucun changement du nombre d'oxydation de l'un ou l'autre des éléments; il ne s'agit donc pas d'une réaction d'oxydoréduction.

$$\underset{(0)}{Cu(s)} + 2\,\underset{(+1)(+5)(-2)}{AgNO_3(aq)} \rightarrow 2\,\underset{(0)}{Ag(s)} + \underset{(+2)(+5)(-2)}{Cu(NO_3)_2(aq)}$$

- changement du nombre d'oxydation du cuivre et de l'argent; par conséquent; il s'agit donc d'une réaction d'oxydoréduction.

Dans la réaction ci-dessus, les ions Ag+ (nombre d'oxydation = +1) ont été réduits en atomes de métal Ag (nombre d'oxydation = 0), les atomes de Cu métal (nombre d'oxydation = 0) ont été oxydés en ions Cu^{2+} (nombre d'oxydation = +2). Dans cette réaction, le Cu(s) est l'agent réducteur et $AgNO_3$ est l'agent oxydant.

(suite)

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- animer une activité de remue-méninges pour identifier les différents types de réactions chimiques (effectuée dans le module, *La chimie* du cours Sciences 1236). Demander aux élèves : Comment savons-nous qu'il s'agit d'une réaction?
- discuter de combien de réactions déjà étudiées sont des réactions d'oxydoréduction.

Faire des liens

L'élève peut

- discuter des raisons pour lesquelles les réactions de déplacement double ne sont pas des réactions d'oxydoréduction;
- remplir des fiches de fin de leçon pour indiquer sa compréhension de ce qu'est une réaction d'oxydoréduction et de ce qui n'est pas.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 584-588, 603-606

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.15-5.17

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

83.0 comparer des réactions d'oxydoréduction à d'autres sortes de réaction [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Déterminer le nombre d'oxydation de l'atome spécifié dans chaque exemple : carbone en $C_6H_{12}O_6$; soufre en SO_4^{2-} ; chrome en $K_2Cr_2O_7$.
2. Identifier les réactions d'oxydoréduction ci-dessous. Pour chaque réaction d'oxydoréduction, identifier l'espèce oxydée et l'espèce réduite.

$K(s) + ½ Br_2(l) \rightarrow KBr(s)$

$KOH(aq) + HBr(aq) \rightarrow KBr(aq) + H_2O(l)$

$3 Sn(NO_3)_2(aq) + 2 Al(s) \rightarrow 3 Sn(s) + 2 Al(NO_3)_3(aq)$

$CH_4(g) + 2 O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(g)$

$ZnI_2(aq) \rightarrow Zn(s) + I_2(aq)$

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- élaborer une bande dessinée ou une affiche sur PowerPoint[MC] ou Prezi[MC] expliquant comment identifier une réaction d'oxydoréduction;
- examiner chacune des équations déséquilibrées suivantes. Utiliser les nombres d'oxydation pour chaque espèce afin d'indiquer l'espèce qui est oxydée et l'espèce qui est réduite. Dans chaque équation non équilibrée ci-dessous, identifier l'agent oxydant, l'agent réducteur, le nombre d'oxydation de chaque espèce et les électrons transférés :

$$Fe^{2+} + MnO_4^- + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+} + H_2O$$

$$Cu + NO_3^- + H^+ \rightarrow Cu^{2+} + NO + H_2O$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 584-588, 603-606

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.15-5.17

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

83.0 comparer des réactions d'oxydoréduction à d'autres sortes de réaction [RAG 3]

2.0 définir et délimiter les problèmes afin d'en faciliter l'étude [RAG 2]

15.0 choisir et utiliser des appareils et des matériaux de manière sécuritaire [RAG 2]

23.0 évaluer la pertinence, la fiabilité et l'adéquation des données et des méthodes de collecte des données [RAG 2]

28.0 identifier et évaluer des applications possibles des découvertes [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait faire une recherche en laboratoire pour tester la spontanéité des réactions d'oxydoréduction. Il devrait utiliser une variété d'agents oxydants et réducteurs. L'élève devrait dresser une liste des réactions spontanées et des réactions non spontanées après avoir réalisé des essais chimiques sur divers métaux avec des solutions contenant des ions métalliques.

L'élève devrait choisir au moins trois métaux et les nitrates correspondants. Pour des raisons de sécurité, il doit être limité aux matériaux ci-dessous :

- Al
- Cu
- Fe
- Mg
- Ni
- Sn
- Zn
- 0,1 mol/L des solutions des nitrates correspondants

Une fois que l'élève a compilé ses données, il devrait classer les ions métalliques dans l'ordre des agents oxydants du plus fort au plus faible.

Une organisation efficace des résultats est nécessaire pour analyser les données obtenues dans le cadre de cette étude. Une fois l'analyse terminée, l'élève devrait être en mesure de généraliser la relation entre la force de l'agent oxydant et la spontanéité d'une réaction.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 2.0, 15.0, 23.0 et 28.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 1.0, 9.0, 10.0, 27.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

L'identification des réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- examiner et discuter des exemples de réactions d'oxydoréduction spontanées, comme les pommes qui deviennent brunes lorsqu'elles sont exposées à l'air;
- demander à l'élève :
  - Qu'est-ce qu'un clou galvanisé? Pourquoi les clous sont-ils galvanisés?
  - De quelle couleur était le toit de l'hôtel du Parlement lorsqu'il était neuf? Pourquoi est-il vert maintenant?
  - Pourquoi la Statue de la Liberté n'est-elle plus de couleur cuivre?

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur les preuves de réactions chimiques (p. ex., changement de couleur, bulles).

Faire des liens

L'élève peut

- étudier et discuter des avantages et des inconvénients de la sélection de différents métaux pour des applications spécifiques (p. ex., matériaux pour une statue extérieure);
- étudier comment la corrosion affecte les structures en béton (p. ex., les ponts).

Consolider

L'élève peut

- prédire si les réactions suivantes sont possibles :
  - oxydation des ions du brome par du chlore;
  - oxydation du fer par des ions de l'argent;
  - réduction de l'iode par des ions du fluorure.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 618-619

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.18-5.19, 5.26-5.29
- FR 9-2
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11, FRO 21
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- L'identification des réactions d'oxydoréduction

L'équilibrage des réactions d'oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

84.0 écrire et équilibrer des demi-réactions et des réactions complètes pour les réactions d'oxydoréduction [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

En utilisant des demi-réactions, l'élève devrait équilibrer les réactions d'oxydoréduction dans des conditions neutres et acides. On ne s'attend pas à ce que l'élève équilibre ces réactions dans des conditions de base.

À partir d'une équation déséquilibrée, ionique nette ou non ionique donnée, l'élève devrait être en mesure d'accomplir ce qui suit :

1. Écrire des demi-réactions identifiant la demi-réaction de réduction et la demi-réaction d'oxydation ainsi que l'agent oxydant et l'agent réducteur.
2. Équilibrer la réaction d'oxydoréduction.

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Une bande de cuivre est placée dans une solution de nitrate de zinc.
   - Écrire les équations non-ioniques, ioniques totales et ioniques nettes.
   - Écrire les demi-réactions d'oxydation et de réduction.
   - Indiquer ce qui est oxydé et réduit.
   - Identifier l'agent réducteur et l'agent oxydant.
2. Dans des conditions acides, équilibrer la réaction d'oxydoréduction ci-dessous.

$$Ag_2O + Si \rightarrow Ag + SiO_3^{2-}$$

(suite)

L'équilibrage des réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- introduire des équations non ioniques, ioniques totales et ioniques nettes en ce qui concerne les réactions d'oxydoréduction.

L'élève peut

- comparer les équations ioniques non ioniques, ioniques totales et ioniques nettes avec l'écriture des réactions acidobasiques de Brønsted-Lowry du module *Les acides et les bases*;
- visionner une démonstration de la réaction d'oxydoréduction entre les ions d'argent (provenant de l'$AgNO_3$) et le fil de cuivre (c.-à-d., le fil de cuivre nettoyé peut être formé en forme d'arbre de Noël et immergé dans une solution d'$AgNO_3$(aq); des « flocons » métalliques en argent se forment sur le fil, donnant l'aspect de neige sur l'arbre).

Faire des liens

L'élève peut

- donner des exemples de réactions d'oxydoréduction qui pourraient se produire dans sa maison;
- discuter de la construction de cellules électrochimiques à l'aide de citrons pour illustrer que le transfert d'électrons se produit fréquemment dans des environnements acides. Faire un remue-méninges sur d'autres environnements acides dans lesquels le transfert d'électrons se produit (p. ex., batterie de voiture);
- effectuer un titrage d'une réaction d'oxydoréduction afin de quantifier la concentration d'un ion dissous dans un échantillon d'eau.

Consolider

L'élève peut

- équilibrer les équations d'oxydoréduction suivantes en utilisant des demi-réactions :
  - $Co^{3+}(aq) + Au(s) \rightarrow Co^{2+}(aq) + Au^{3+}(aq)$
  - $Mg(s) + Cu(NO_3)_2(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + Cu(s)$
  - une bande de plomb est placée dans une solution de nitrate d'argent

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 590-598

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.15-5.17

L’équilibrage des réactions d’oxydoréduction

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

84.0 écrire et équilibrer des demi-réactions et des réactions complètes pour les réactions d’oxydoréduction *[RAG 3]*

Stratégies d’enseignement et d’apprentissage

3. Considérer l’équation ionique nette déséquilibrée suivante :

$$Co^{3+}(aq) + Cd(s) \rightarrow Co^{2+}(aq) + Cd^{2+}(aq)$$

- Écrire les demi-réactions d’oxydation et de réduction.
- Identifier les agents oxydants et réducteurs.
- Équilibrer l’équation d’oxydoréduction.

L'équilibrage des réactions d'oxydoréduction

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- trouver et visionner une vidéo de la réaction aluminothermique entre l'oxyde de fer(III) et la poudre d'aluminium pour former du fer en fusion

$$Fe_2O_3(s) + 2\ Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2\ Fe(l)$$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 584-588, 603-606

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.15-5.17

Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

79.0 décrire et évaluer la conception de solutions technologiques et la façon dont elles fonctionnent, à l'aide de principes scientifiques [RAG 1]

85.0 faire un dessin avec légende des parties des cellules électrochimiques et expliquer comment elles fonctionnent [RAG 3]

86.0 comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique [RAG 3]

7.0 donner des définitions opérationnelles des principales variables [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Les piles électrochimiques comprennent les piles galvaniques (voltaïques), les piles électrolytiques et les piles à combustible. Les élèves doivent être capables de définir les piles galvaniques (voltaïques) et les piles électrolytiques et d'expliquer leur fonctionnement.

L'élève devrait pouvoir :

- Illustrer et étiqueter un diagramme d'une cellule pour chaque demi-cellules lorsqu'on lui donne soit l'équation d'oxydoréduction, soit la notation de la cellule.
- Écrire des équations d'oxydoréduction équilibrées et la notation des cellules à partir du diagramme cellulaire.
- Expliquer le fonctionnement de la cellule (c.-à-d., expliquer, en termes de transfert d'électrons et de migration ionique, ce qui se passe dans chaque demi-cellule).

L'illustration de la cellule devrait comprendre les éléments suivants :

- l'anode
- la cathode
- la direction du flux d'électrons
- les electrodes
- les demi-réactions se produisant à l'anode et à la cathode
- le circuit interne et externe
- la migration de tous les ions
- l'alimentation électrique (au besoin)
- le pont salin ou la tasse poreuse (au besoin)
- le voltmètre (au besoin)

L'élève devrait utiliser la notation des cellules comme méthode abrégée pour résumer les demi-réactions d'oxydation et de réduction dans une cellule électrochimique.

Pour la notation des cellules, les composants de l'anode sont indiqués à gauche et les composants de la cathode sont indiqués à droite. Les lignes doubles représentent un pont salin, une ligne simple indique que les composants sont dans des phases différentes. Une virgule indique qu'ils sont dans la même phase. L'élève devrait inclure une électrode inerte (Pt ou C) si nécessaire.

anode | électrolyte || électrolyte | cathode

$Zn(s) \mid Zn^{2+}(aq) \;\|\; Ni^{2+}(aq) \mid Ni(s)$

Dans le cas où l'on n'utilise pas de barrière physique telle qu'un pont salin, la notation a le format suivant où la double ligne, représentant la barrière, est enlevée :

anode | électrolyte, électrolyte | cathode

$Cu(s) \mid Cu^{2+}(aq), NO_3^-(aq) \mid NO_2(g) \mid Pt(s)$

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour plus d'informations sur le RAS 70.

(suite)

Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- démontrer l'utilisation d'un fruit ou d'un légume pour fournir l'électrolyte d'une cellule galvanique (p. ex., horloge à pomme de terre);
- introduire les cellules galvaniques par une démonstration en plaçant un morceau de zinc métallique dans une solution de $CuSO_4$. Discuter de l'histoire du développement des cellules et piles galvaniques.

Faire des liens

L'élève peut

- expliquer dans un journal comment le flux d'électrons dans une lampe de poche produit de la lumière;
- déterminer si les trombones recouverts de plastique peuvent servir d'électrodes.

Consolider

L'élève peut

- dessiner une carte conceptuelle pour les mots suivants : anode, cathode, anion, cation, pont salin, circuit interne, circuit externe, alimentation;
- visionner en ligne des laboratoires virtuels et des simulations qui fournissent les résultats de nombreuses combinaisons différentes d'anodes et de cathodes;
- mener une étude portant sur la construction de cellules (pour tester différentes conceptions de cellules);
- Partager un rapport sur un dispositif électrochimique de conception personnelle. incluant les critères, procédures, variables et matériaux utilisés;
- utiliser des matériaux domestiques pour construire une cellule galvanique (p. ex., des fruits ou des légumes comme électrolytes et du papier d'aluminium, des clous, du plomb ou du graphite comme électrodes possibles). Évaluer.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 634-641, 660-664, 667, 636 (exemple d'une pile galvanique)

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.41

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

79.0 décrire et évaluer la conception de solutions technologiques et la façon dont elles fonctionnent, à l'aide de principes scientifiques [RAG 1]

85.0 faire un dessin avec légende des parties des cellules électrochimiques et expliquer comment elles fonctionnent [RAG 3]

86.0 comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique [RAG 3]

7.0 donner des définitions opérationnelles des principales variables [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateur de rendement

Dessiner un diagramme entièrement étiqueté pour chacune des cellules galvaniques suivantes :

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

$$Ag(s) \mid Ag^{+}(aq) \parallel Ni^{3+}(aq), Ni^{2+}(aq) \mid Pt(s)$$

Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches sur l'histoire du développement de la cellule électrochimique. Étudier les contributions de Luigi Galvani et Alessandro Volta ainsi que celles de Sir Humphrey Davy et Michael Faraday;
- faire des recherches sur l'histoire du développement de la voiture électrique;
- identifier, évaluer et discuter d'autres applications pour les piles existantes, comme l'utilisation de batteries de voiture pour alimenter les fauteuils roulants.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 634-641, 660-664, 667, 636 (exemple d'une pile galvanique)

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.41

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Les cellules électrochimiques : le potentiel standard

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

86.0 comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique [RAG 3]

87.0 prédire si des réactions d'oxydoréduction sont spontanées en se basant sur leur potentiel de réduction [RAG 3]

88.0 prédire la différence de potentiel de diverses cellules électrochimiques [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait identifier la demi-cellule d'hydrogène standard et expliquer son importance dans le classement des agents oxydants et réducteurs. L'enseignant devrait insister sur le fait que la multiplication des demi-réactions pour équilibrer les électrons n'a aucun effet sur E^o. L'élève devrait être en mesure de calculer E^o globale de la cellule à l'aide des valeurs du tableau des potentiels de réduction standard des demi-cellules. Par exemple, considérons la notation suivante : $Cd \mid Cd^{2+} \parallel Ag^+ \mid Ag$

L'enseignant devrait insister sur le fait qu'écrire une équation d'oxydoréduction équilibrée nécessiterait de multiplier la demi-réaction de réduction par 2 pour équilibrer les électrons. Cela n'aurait aucune incidence sur le potentiel de réduction standard de cette demi-cellule ou $E°_{pile.}$ Comme la demi-réaction d'oxydation est inversée, le signe de son E^o d'oxydation doit être changé.

$$Cd(s) + 2\,Ag^+(aq) \rightarrow Cd^{2+}(aq) + 2\,Ag(s)$$

Réduction:	$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	$E^o = 0{,}80V$
Oxydation:	$Cd(s) \rightarrow Cd^{2+}(aq) + 2e^-$	$E^o = 0{,}40V$
		$E^o_{cellule} = 1{,}20\ V$

L'élève devrait identifier une réaction donnée comme étant spontanée (E^o_{pile} positive) ou non spontanée (E^o_{pile} négative). Il doit déterminer le type de cellule électrochimique à partir du signe du potentiel de la cellule (E^o_{pile} positive = cellule galvanique ou E^o_{pile} négative = cellule électrolytique).

(suite)

Les cellules électrochimiques : le potentiel standard

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- répondre à la question : Quelle tension doit être appliquée pour charger une batterie de voiture de 12 V? Expliquer sa réponse en se basant sur l'efficacité.

Faire des liens

L'élève peut

- faire un remue-méninges sur les applications pratiques possibles des piles électrochimiques.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 642-648, 664-667

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.41

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Les cellules électrochimiques : le potentiel standard

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

86.0 comparer des cellules galvaniques et électrolytiques en termes d'efficacité énergétique, de transfert et de flux d'électrons et de changement chimique [RAG 3]

87.0 prédire si des réactions d'oxydoréduction *sont spontanées en se basant sur leur potentiel de réduction [RAG 3]*

88.0 prédire la différence de potentiel de diverses cellules électrochimiques [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait comparer les cellules galvaniques et électrolytiques selon :

- la conversion d'énergie;
- la direction du mouvement des ions;
- le flux des électrons;
- la réaction se produisant à l'anode;
- la réaction se produisant à la cathode;
- la nécessité d'un pont salin;
- la spontanéité de la réaction.

L'élève devrait noter que chaque fois que l'énergie est changée d'une forme à l'autre, une partie de l'énergie est perdue sous forme de chaleur. Pour inverser la réaction dans une cellule galvanique, il faut appliquer une tension de polarité opposée et de plus grande amplitude que la tension produite par la réaction spontanée afin de surmonter la perte d'énergie. Par exemple, la cellule $Zn \mid Zn^{2+} \parallel Cu^{2+} \mid Cu$ produit 1,10 V. Si une tension supérieure à 1,10 V (tension minimale) est appliquée à cette cellule, la réaction spontanée s'inverse.

Exemple d'indicateur de rendement

Calculer le potentiel standard de la pile, $E°_{pile}$, pour les réactions suivantes et indiquer si la réaction est spontanée ou non spontanée :

$$Sn^{2+}(aq) + 2\,Ag(s) \rightarrow Sn(s) + 2\,Ag^{+}(aq)$$

$$Sn(s) \mid Sn^{2+}(aq) \parallel Br_2(aq) \mid 2\,Br^{-}(aq)$$

Les cellules électrochimiques : le potentiel standard

Stratégies d'évaluation

Consolider

L'élève peut

- dresser un tableau décrivant les similitudes et les différences entre les cellules galvaniques et électrolytiques. Les comparaisons peuvent être fondées sur l'efficacité énergétique, la direction du flux d'électrons, la direction du mouvement des ions, les conversions d'énergie et la spontanéité;
- déterminer la tension minimale requise pour produire chacune des réactions chimiques suivantes :
  1. $Zn^{2+} + 2\ Ag \rightarrow Zn + 2\ Ag^{+}$
  2. $Co^{2+} + Cd^{2+} \rightarrow Co^{3+} + Cd$
  3. $Al^{3+} + Cu \rightarrow Cu^{2+} + Al$

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 642-648, 664-667

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.41

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les cellules électrochimiques : les parties et les fonctions

Les cellules électrochimiques : les réactions

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

87.0 prédire si des réactions d'oxydoréduction *sont spontanées en se basant sur leur potentiel de réduction [RAG 3]*

88.0 prédire la différence de potentiel de diverses cellules électrochimiques [RAG 3]

10.0 réaliser des procédures permettant de contrôler les principales variables et adapter ou étendre les procédures si nécessaire [RAG 2]

22.0 comparer les valeurs théoriques et empiriques et expliquer les écarts [RAG 2]

25.0 construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système et résoudre les problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent [RAG 2]

26.0 évaluer un dispositif conçu et construit par l'élève en fonction de critères développés personellement [RAG 2]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'élève devrait effectuer une étude en laboratoire sur les piles galvaniques, y compris la mesure des tensions de diverses combinaisons de demi-cellules. L'élève peut comparer les résultats obtenus en laboratoire avec les valeurs tabulées acceptées dans le tableau des potentiels de réduction standard.

L'élève devrait travailler en groupes pour construire des combinaisons possibles de piles. Voici quelques suggestions de matériaux à utiliser :

- Al
- Cu
- Fe
- Mg
- Ni
- Sn
- Zn
- 0,1 mol/L des solutions des nitrates correspondants

Les mesures de tension doivent être partagées avec la classe et comparées aux tensions théoriques calculées.

L'élève devrait être en mesure d'utiliser un tableau des potentiels de réduction standard pour :

- calculer la tension de la cellule;
- classer selon la force des agents oxydants et réducteurs;
- écrire et équilibrer des équations pour les réactions d'oxydoréduction.

L'élève devrait être en mesure d'expliquer :

- la tension à demi-cellule;
- la demi-cellule standard;
- la tension de la pile, E°;
- la réaction spontanée;
- la réaction non spontanée.

Consulter le module *Les habiletés intégrées* pour obtenir davantage de renseignements sur les RAS 10.0, 22.0, 25.0 et 26.0. Cette étude offre également l'occasion de se pencher sur d'autres résultats du module *Les habiletés intégrées* (p. ex., 7.0, 8.0, 21.0, 23.0) en ce qui concerne les compétences liées à l'étude.

Les cellules électrochimiques : les réactions

Stratégies d'évaluation

Faire des liens

L'élève peut

- discuter de la différence entre une pile et une cellule;
- expliquer les différences entre les valeurs théoriques et les valeurs mesurées;
- comparer (théoriquement) la réaction du cuivre avec l'acide nitrique à la réaction du cuivre avec de l'acide chlorhydrique pour déterminer quelle réaction est spontanée;
- discuter de la façon dont les positions relatives de l'agent oxydant le plus fort et de l'agent réducteur le plus fort peuvent être utilisées pour créer une cellule avec la tension la plus élevée.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- chercher pourquoi certaines réactions sont spontanées et d'autres non (entropie et enthalpie);
- étudier les facteurs qui influent sur la corrosion du fer.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 670-671

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.44-5.45, 5.50-5.53
- FR 10-1
- FRO 1, FRO 2, FRO 9, FRO 11
- FRÉ 1, FRÉ 3, FRÉ 9, FRÉ 24

Les cellules électrochimiques : la comparaison

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

89.0 analyser pourquoi et comment une technologie particulière a été développée et améliorée au fil du temps [RAG 1]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait rappeler à l'élève que les changements ou les progrès technologiques sont le résultat de nouvelles demandes. Cela est vrai dans le domaine du développement de nouvelles batteries, qui s'est produit en réponse aux exigences des nouvelles technologies telles que les appareils mobiles et les automobiles. L'élève devrait identifier différents types de piles en tant que piles primaires ou secondaires et être capable d'identifier des exemples communs de chacune d'elles, y compris ceux qui suivent :

- alcalines
- bouton
- cellule nue
- accumulateurs au plomb
- Li-ion
- Li-ion polymère
- Ni-Cd

L'élève n'a pas besoin de connaître les réactions des demi-réactions pour chaque type de pile.

Attitudes

Encourager les élèves à prendre des mesures pour maintenir un environnement durable. [RAG 4]

Les cellules électrochimiques : la comparaison

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- faire un remue-méninges pour dresser une liste des appareils qui utilisent des piles alcalines par rapport à ceux qui utilisent des piles rechargeables.

Faire des liens

L'élève peut

- créer et administrer une étude pour déterminer les types de piles que l'on trouve dans les appareils électroniques, les outils et les véhicules ménagers;
- enregistrer (pour une période de temps précise) de tous les articles qu'il utilise qui sont alimentés par des piles. Noter le nom du dispositif ainsi que le nombre et le type des piles. Partager avec la classe et en discuter.

Consolider

L'élève peut

- effectuer des recherches sur les effets environnementaux de différents types de piles. Analyser à la fois les coûts de production et les coûts des déchets. Faire part de son processus de recherche et de ses résultats à la classe. Cette tâche peut être élargie pour inclure les déchets électroniques en général.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- faire des recherches et présenter un aperçu de la technologie actuelle des batteries, comme celles utilisées dans les automobiles hybrides.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 649-655

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.40

Les cellules électrochimiques : les processus

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

90.0 expliquer les processus d'électrolyse et d'électroplacage [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

En se référant à l'électrolyse de l'eau, des sels fondus et des solutions aqueuses, l'élève devrait être en mesure d'expliquer comment fonctionne le processus de l'électrolyse. Il devrait pouvoir prédire les demi-réactions les plus probables à l'anode et à la cathode d'une cellule électrolytique. Les étapes pour prédire les réactions d'oxydoréduction les plus probables sont décrites ci-dessous :

- Dresser la liste des espèces présentes.
- Identifier l'agent oxydant le plus fort et écrire sa demi-réaction.
- Identifier l'agent réducteur le plus fort et écrire sa demi-réaction.
- Écrire la réaction globale équilibrée.
- Déterminer la tension.

Pour déterminer les produits de l'électrolyse du bromure de sodium aqueux, suivre les étapes suivantes :

1. Dresser la liste de toutes les espèces présentes : $Na^+(aq)$, $Br^-(aq)$, $H_2O(l)$.
2. Identifier toutes les anodes possibles (agents réducteurs) : $Br^-(aq)$ et $H_20(l)$.
3. Identifier toutes les cathodes possibles (agents oxydants) : $Na^+(aq)$ et $H_2O(l)$.
4. Utiliser le tableau des potentiels de réduction standard pour choisir l'agent réducteur le plus puissant, $Br^-(aq)$ et l'agent oxydant le plus puissant, $H_2(l)$

Anode (ox): $2\,Br^- \rightarrow Br_2 + 2\,e^-$ $\quad E^o = -1{,}07$ V
Cathode (réd): $2\,H_2O + 2\,e^- \rightarrow H_2 + 2\,OH^-$ $\quad E^o = -0{,}83$ V

À partir de cet exemple, la réaction globale serait

$$\begin{array}{lll} 2\,Br^- & \rightarrow Br_2 + 2\,e^- & E^o = -1{,}07\text{ V} \\ 2\,H_2O + 2\,e^- & \rightarrow H_2 + 2\,OH^- & E^o = -0{,}83\text{ V} \\ \hline 2\,H_2O + 2\,Br^- & \rightarrow H_2 + 2\,OH^- + Br_2 & E^o = -1{,}90\text{ V} \end{array}$$

Les valeurs de E^o pour les demi-réactions sont extraites du tableau des potentiels de réduction standard.

L'élève devrait effectuer des calculs stœchiométriques relatifs à l'électroplacage en utilisant la loi de l'électroplacage de Faraday, $Q = n_eF$, et $Q = It$.

$$n = \text{moles électrons } (e^-) = \frac{\text{courant x temps}}{\text{constante de Faraday}} = \frac{I \times t}{F}$$

L'élève devrait utiliser la stœchiométrie et la demi-réaction appropriée pour calculer l'un des éléments suivants : la quantité molaire de produit, la masse de produit ou le courant requis, ou le temps écoulé pendant l'électroplacage.

(suite)

Les cellules électrochimiques : les processus

Stratégies d'évaluation

Activer

L'enseignant peut

- démontrer à la fois l'électrolyse et l'électroplacage;
- revoir le concept des rapports molaires. Discuter la relation entre le nombre de moles d'électrons transférés et le nombre de moles de métal réduit à la cathode.

Faire des liens

L'élève peut

- faire un remue-méninges ou rechercher des applications industrielles de la loi de Faraday (p. ex., la peinture des voitures, la galvanisation des clous, le placage à l'argent et le placage au chrome). En discuter.

Consolider

L'élève peut

- déterminer le courant nécessaire pour produire 109 g de magnésium solide à partir d'une solution de chlorure de magnésium (en 4 heures);
- utiliser un courant de 1,55 A. Déterminer le nombre de minutes nécessaires pour déposer 0,925 g d'argent sur la cathode d'une cellule électrolytique;
- calculer la charge de l'ion iridium si un courant de 0,200 A passe dans une solution de bromure d'iridium pendant une 1,00 h, conduisant au dépôt de 0,478 g d'iridium à la cathode;
- calculer le nombre de moles de Mg produit quand un courant de 60,0 A passe dans une solution de chlorure de magnésium pendant 4,00 heures.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 660-664, 667, 670-671

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.50-5.53

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- Les cellules électrochimiques : le processus

Les cellules électrochimiques : les processus

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

90.0 expliquer les processus d'électrolyse et d'électroplacage [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

Exemple d'indicateurs de rendement

1. Prédire les produits pour l'électrolyse d'une solution de 1,0 mol/L d'iodure de lithium. Inclure les demi-réactions de l'anode et de la cathode et calculer le potentiel minimal de la cellule.
2. Calculer la masse de zinc plaqué sur la cathode d'une cellule électrolytique par un courant de 750 mA en 3,25 h.

Les cellules électrochimiques : les processus

Stratégies d'évaluation

Pour aller plus loin

L'élève peut

- étudier l'utilisation de l'électrolyse dans l'assainissement des sols;
- effectuer des recherches sur le développement de la cellule électrolytique et sur la façon dont cela a conduit :
  - à la découverte de plusieurs éléments (Davy);
  - au développement de l'électroplacage (Faraday);
  - à la purification des métaux impurs (Voisey's Bay);
  - à l'électro-extraction;
  - à l'électroaffinage.

Ressources et notes

Autorisées

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 660-664, 667, 670-671

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.50-5.53

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- La pile à combustible

La pile à combustible

Résultats d'apprentissage spécifiques

L'élève doit pouvoir :

91.0 expliquer comment l'énergie électrique est produite dans une pile à combustible à hydrogène [RAG 3]

Stratégies d'enseignement et d'apprentissage

L'enseignant devrait expliquer que les piles à combustible sont des cellules électrochimiques dans lesquelles la réaction de la pile est identique à la combustion de l'hydrogène, où l'énergie chimique du combustible est convertie en électricité plutôt qu'en énergie thermique.

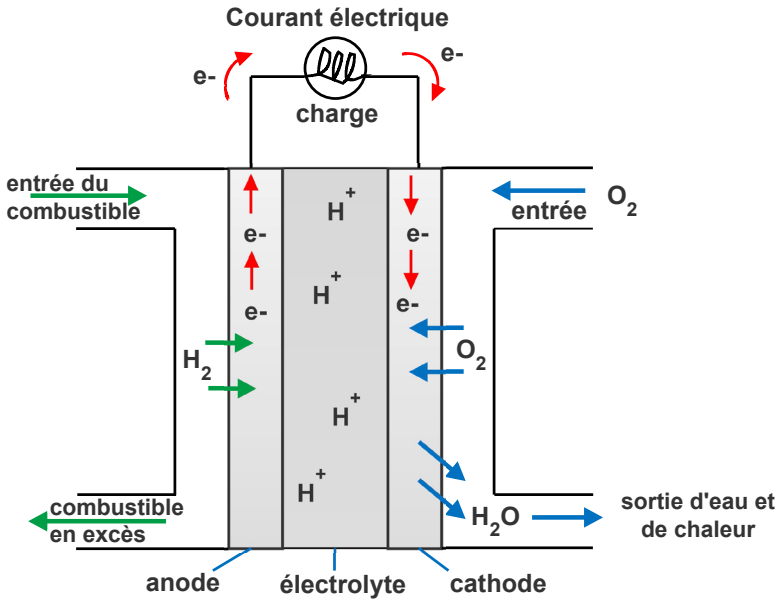
L'élève devrait être capable d'écrire les demi-réactions et la réaction globale d'une pile à combustible à hydrogène. L'élève devrait faire des recherches sur les avantages et les inconvénients des piles à combustible à l'hydrogène, notamment sur les points suivants :

Avantages

- Le produit d'émission (H_2O) n'est pas nocif pour l'environnement.
- En termes d'efficacité, une pile à combustible à hydrogène convertit environ 65 % à 80 % de son énergie chimique en énergie cinétique de la voiture, alors qu'un moteur à combustion type en convertit seulement 25 %.
- C'est une source de carburant légère.

Inconvénients

- $H_2(g)$ n'existe pas à l'état naturel sur terre et est normalement produit par l'oxydation des hydrocarbures (ce processus nécessite une source d'énergie).
- $H_2(g)$ est très explosif et est donc difficile à stocker et à transporter en grandes quantités.



Exemple d'indicateur de rendement

Tracer le diagramme d'une pile à combustible à hydrogène. Écrire les deux demi-réactions se produisant à l'anode et à la cathode, donner la réaction globale et calculer le potentiel standard de la pile E°.

La pile à combustible

Stratégies d'évaluation

Activer

L'élève peut

- discuter des sources possibles d'énergie propre.

Faire des liens

L'élève peut

- comparer l'utilisation de différentes sources de carburant pour le transport;
- effectuer des recherches et discuter de l'utilisation de la technologie des piles à combustible à hydrogène dans la construction automobile.

Consolider

L'élève peut

- effectuer des recherches sur :
  - d'autres types de piles à combustible;
  - l'utilisation de l'hydrogène par la NASA comme carburant;
- décrire comment l'énergie électrique est produite dans une pile à combustible à hydrogène.

Pour aller plus loin

L'élève peut

- étudier des exemples locaux de la technologie des piles à combustible à hydrogène (p. ex., le système énergétique éolien-hydrogène-diesel-électrique de Ramea).

Ressources et notes

Chimie 12 STSE (ME)

- pp. 653-655

Chimie 12 STSE (GE)

- pp. 5.39-5.41

Suggérées

Liens utiles : https://www.k12pl.nl.ca/curr/fr/mat/sec/sciences/cours/c3232/liens/electrochimie.html

- La pile à combustible

Annexe A

Conventions scientifiques

Conventions scientifiques

L'information scientifique doit être communiquée selon les conventions scientifiques reconnues. Ces conventions comprennent les chiffres significatifs, les formules, les unités et les données (graphiques, diagrammes, tableaux). Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve-et-Labrador respecte les conventions mentionnées ci-dessous pour les examens du ministère.

Chiffres significatifs

Pour éviter de gaspiller du temps et des efforts, les nombres utilisés dans les calculs doivent uniquement comporter des chiffres qui sont reconnus fiables. Ces chiffres fiables sont appelés les chiffres significatifs. Dans les calculs scientifiques, on utilise généralement des nombres qui représentent des mesures réelles et les chiffres significatifs de ces nombres sont composés de :

chiffres connus + un chiffre estimé

Ils sont souvent exprimés comme étant : « tous les chiffres connus avec certitude plus un chiffre incertain. »

Règles des chiffres significatifs

1. Tous les chiffres non nuls sont significatifs.
2. Règles du zéro
   - Le zéro à droite d'une mesure peut être ou ne pas être significatif.
     - S'il représente une quantité mesurée, il est significatif. Par exemple : 25,0 cm - le zéro est significatif (la décimale est clairement indiquée).
     - S'il est situé juste à gauche de la virgule, il n'est pas significatif. Par exemple : 250 cm ou 2500 cm - le zéro n'est pas significatif (il n'est pas certain que ces zéros sont des valeurs mesurées).
     - Si les zéros dans 250 cm et 2 500 cm sont significatifs, il faut alors les écrire avec la notation scientifiques. Par exemple : $2{,}50 \times 10^2$ cm ou $2{,}500 \times 10^3$ cm - les zéros sont significatifs. Remarque : La notation scientifique ne fait pas partie du programme de Mathématiques de la maternelle à la 12e année.
   - Dans une mesure, si un zéro est compris entre deux chiffres non nuls, il est significatifs (p. ex., 9,04 cm - le zéro est significatif).
   - Les zéros de gauche ne sont jamais significatifs (ils ne représentent pas de quantité mesurée), ils servent à localiser la virgule (p. ex., 0,46 cm et 0,07 kg - les zéros ne sont pas significatifs).
3. Arrondir avec des chiffres significatifs

   Il est important de noter une valeur mesurée en l'arrondissant à un nombre correct de chiffres significantifs si on veut que la mesure calculée ait un sens. Les règles pour arrondir sont les suivantes :
   - Si le chiffre à éliminer est inférieur à 5, il faut le supprimer :
     - si on arrondit 39,949 L à trois chiffres significatifs on obtiendra 39,9 L
     - si on arrondit 40,0 g à deux chiffres significatifs on obtiendra $4{,}0 \times 10^1$ g
   - Si le chiffre à éliminer est égal ou supérieur à 5, on le supprime et on ajoute une unité au chiffre qui précède :
     - si on arrondit 39,949 L à quatre chiffres significatifs on obtiendra 39,95 L
     - si on arrondit 39,949 L à deux chiffres significatifs donne $4{,}0 \times 10^1$ L

4. Multiplier et diviser avec des chiffres significatifs

   Pour déterminer le nombre de chiffres significatifs d'une mesure qui est calculée en multipliant ou en divisant, il faut déterminer la mesure qui comprend le plus petit nombre de chiffres significatifs. La mesure finale calculée doit comprendre le même nombre de chiffres significatifs que la mesure avec le plus petit nombre de chiffres significatifs.

   $$2{,}1\ \text{cm} \times 3{,}24\ \text{cm} = 6{,}8\ \text{cm}^2$$

   Puisque la mesure de 2,1 cm comprend deux chiffres significatifs et la mesure de 3,24 cm comprend trois chiffres significatifs, la mesure calculée (6,8 cm^2) ne doit pas comprendre plus de deux chiffres significatifs.

5. Additionner et soustraire avec des chiffres significatifs

   Pour déterminer le nombre de chiffres significatis lors de l'addition ou de la soustraction, le calcul final doit être arrondi à la même précision que la mesure la moins précise.

   $$42{,}56\ \text{g} + 39{,}460\ \text{g} + 4{,}1\ \text{g} = 86{,}1\ \text{g}$$

   Puisque la mesure de 4,1 g comprend seulement une décimale, la mesure calculée doit être arrondie à une décimale.

6. Effectuer une série de calculs avec différentes opérations

   Quand on effectue une série de calculs, il faut se rappeler que les opérations (multiplication/division et addition/soustraction) sont régies par des règles distinctes. On arrondit seulement à la dernière étape.

   Quand on calcule avec ces deux types d'opérations, il faut suivre les règles dans l'ordre des opérations. On arrondit à la dernière étape des calculs.

   $$\frac{0{,}428 \div 0{,}080\ 4}{0{,}009\ 800}$$

   On effectue l'addition premièrement : 0,428 + 0,080 4. Selon les règles de l'addition/soustraction, la réponse devrait comporter trois chiffres significatifs, mais on arrondit seulement à la dernière étape. Donc, il faut utiliser 0,508 4 à l'étape suivante : 0,508 4/0,009 800 = 51,877 55. Selon les règles de la multiplication/division, la réponse devrait comporter quatre chiffres significatifs (mais on arrondit seulement à la dernière étape). La somme au numérateur comporte trois chiffres significatifs, le dénominateur en a quatre, la réponse finale est donc arrondie à trois chiffres significatifs : 51,9.
   Pour les problèmes nécessitant des calculs multiples (p. ex., calculer la vecteur vitesse finale, puis utiliser cette valeur pour calculer le temps), il est recommendé qu'on arrondit seulement à la dernière étape. De plus, pour améliorer la précision et la cohérence, un chiffre supplémentaire devrait être ajouté dans tous les étapes intermédiaires. L'élève trouvera peut-être utile d'écrire le chiffre supplémentaire sous forme d'indice (p.ex., $39{,}5_4$ [3 chiffres significatifs + 1 chiffre supplémentaire]).

7. Calculer avec des nombres exacts

   Il arrive qu'on utilise des nombres exacts dans les calculs, par exemple des quantités définies, y compris les facteurs de conversion et des nombres purs. Les nombres purs ou définis n'ont aucune incidence sur l'exactitude du calcul, on peut les considérer comme ayant un nombre infini de chiffres significatifs. Le calcul avec des nombres exacts est important lorsqu'il s'agit de conversions ou de calculs de rapports molaires en chimie.

8. Constantes scientifiques

   Traiter les constantes scientifiques comme des chiffres significatifs parce qu'il s'agit de valeurs arrondies (c.-à-d., que les valeurs mesurées ou définies ont plusieurs décimales [p. ex., la constante de vitesse de la lumière, $3{,}00 \times 10^8$ m/s, est une valeur arrondie basée sur la valeur définie, 299 792 458 m/s]).

9. Chiffres significatifs dans les logarithmes

   Pour déterminer le nombre de chiffres significatifs dans un logarithme, il faut seulement considérer les chiffres à droite de la virgule comme étant des chiffres significatifs.

   - Quel est le pH d'un échantillon de jus d'orange avec $2,5 \times 10^{-4}$ mol/L d'ions hydronium?

     La mesure de $2,5 \times 10^{-4}$ mol/L possède deux chiffres significatifs. La puissance de dix indique l'emplacement de la virgule (0,000 25). Le pH de l'échantillon est égal à - log ($2,5 \times 10^{-4}$) = 3,602 059. Le chiffre à gauche de la virgule est dérivé de la puissance dix. Il n'est donc pas significatif. Seuls les deux chiffres à droite de la virgule sont significatifs. La réponse doit être enregistrée comme étant 3,60.
   - Quelle est la concentration des ions hydronium d'un jus d'orange de pH = 2,25?

     Le pH 2,25 a deux chiffres significatifs. La concentration des ions hydronium est égale au antilogarithme de -2,25. Cette valeur est de 0,005 623 4 mol/L, arrondie à deux chiffres significatifs, elle devient 0,005 6 mol/L ou $5,6 \times 10^{-3}$ mol/L.

Formules et unités

Une question à développement exigeant des calculs numériques utilise souvent des formules ou des équations comme point de départ de la solution. Une utilisation correcte des formules et des unités en sciences indique une compréhension approfondie de la logique de résolution d'un problème. Pour toute solution qui nécessite la manipulation mathématique d'une formule, il faut indiquer la formule au début, ensuite le cheminement et les calculs mathématiques doivent montrer clairement comment la solution a été trouvée.

Dans la plupart des cas scientifiques, la valeur mesurée est suivie d'une unité SI, cette unité sert à décrire la valeur mesurée. Il existe trois exceptions à cette règle : le pH, la constante d'équilibre et l'indice de réfraction. La réponse finale d'une question à réponse construite exigeant des calculs mathématiques doit toujours être accompagnée d'une unité. Il n'est pas nécessaire d'indiquer les unités dans les étapes intermédiaires conduisant à la réponse finale.

Données

Les données sont présentées généralement sous forme de graphiques, tableaux et dessins. Quand ces formats sont utilisés, il faut respecter plusieurs conventions scientifiques.

Graphiques

Les graphiques sont des dessins qui représentent les relations entre des informations numériques. Deux types de graphiques sont couramment utilisés dans les cours de sciences de Terre-Neuve-et-Labrador :

- Graphique linéaire
  - utilisé pour montrer la relation entre des données continus
  - montre la progression des valeurs ou comment une variable est modifiée par rapport à une autre variable (p. ex., la croissance d'un enfant avec l'âge)

Note : lorsque des équations sont représenté sous forme de graphique, il faut tracer une droite ou une courbe la mieux ajustée.

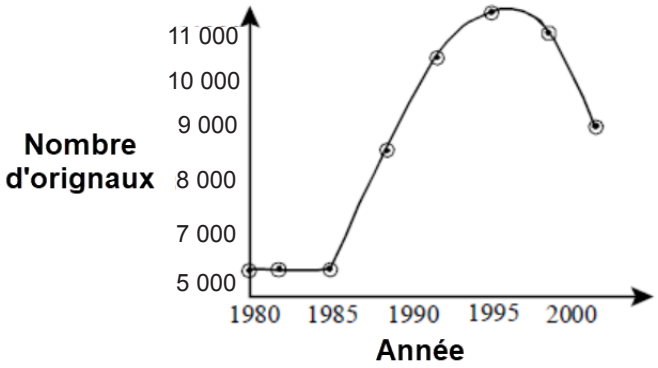
- Graphique à barres
  - utilisé pour montrer la relation entre des données discrètes ou discontinues
  - est composé de barres parallèles dont les longueurs sont proportionnelles aux quantités indiquées dans un ensemble de données. Les éléments à comparer sont placés le long de l'axe horizontal et les mesures appropriées sont placées le long de l'axe vertical (p.ex., la population de protistes présents dans un lac).

Règles des graphiques :

1. Le graphique doit porter un titre. Le titre représente la relation entre les deux variables.
2. La variable indépendante est sur l'axe horizontal (l'axe des x).
3. La variable dépendante est sur l'axe vertical (l'axe des y).
4. Chacun des axes porte une unité spécifique (au besoin) selon la variable qu'il représente et les valeurs sont données selon des intervalles égaux. L'échelle ne doit pas nécessairement être identique sur les deux axes, mais elle doit tenir compte des plages des deux variables (c.-à-d., le graphique ou les barres doivent occuper la plus grande partie de l'espace disponible ≥75 %).

   Note : il n'est pas nécessaire que l'origine des deux axes soit à zéro. Voir l'exemple ci-dessous.
5. Il faut inscrire un cercle autour de chaque point pour indiquer le degré d'erreur. Sur le graphique, on peut avoir de chiffres exacts ou une relation générale. On peut utiliser une droite ou une courbe la mieux ajustée et un diagramme de dispersion.
6. Dans le cas d'un graphique à plusieurs lignes, on peut identifier chaque ligne au moyen d'une légende.

Population d'orignaux à Terre-Neuve-et-Labrador (1980 - 2000)



Tableaux

Les tableaux représentent des informations numériques ou textuelles dans un format structuré. Ils montrent comment les différentes variables sont liées les unes aux autres en étiquetant clairement les données sous format horizontal ou vertical. Comme les graphiques, les tableaux doivent avoir un titre qui représente la relation entre les variables.

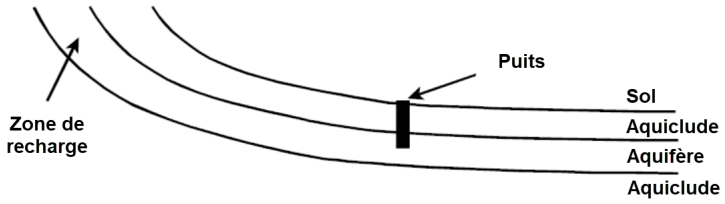
Population d'orignaux à Terre-Neuve-et-Labrador (1980 - 2000)

Année	Nombre d'orignaux
1980	5 789
1985	6 057
1990	8 823
1995	11 156
2000	9 315

Dessins

Les dessins biologiques qui indiquent une échelle ne sont pas requis. Par contre, on peut souvent utiliser des diagrammes pour aider à expliquer la réponse d'une question. Ils doivent être clairs et avoir une légende appropriée qui indiquent les aspect importants.

Les conditions géologiques nécessaires à un puits artésien :



Références

UNESCO. (2004). The plurality of literacy and its implications for policies and programmes. Education Sector Position Paper. Paris, UNESCO.

University of Western Ontario. (2009). Understanding inclusive education. Retrieved April 15, 2015 from http://www.inclusiveeducationresearch.ca/about/inclusion.html

World Commission on Environment and Development. (1987). Our common future, from one earth to one world. Retrieved April 15, 2015 from http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf

Septembre 2019
ISBN: 978-1-55146-703-0