

Les Transformations Nucléaires et Leurs Applications

Introduction

Les transformations nucléaires constituent un domaine fascinant de la physique qui englobe un large éventail de concepts, allant de la radioactivité à la fission et à la fusion nucléaires. Cette ressource a été conçue pour les enseignants de l'Ontario dans le cadre du cours de physique SPH3U, afin de fournir des outils pédagogiques pour enseigner efficacement les réactions nucléaires et leurs applications.

Les attentes du curriculum de l'Ontario

ATTENTES

À la fin du cours, l'élève doit pouvoir :

- F1.** expliquer les principes scientifiques sous-jacents aux transferts thermiques et à l'énergie nucléaire.
- F2.** analyser, en appliquant la méthode scientifique, les concepts d'énergie thermique et nucléaire.
- F3.** évaluer des répercussions sociales, technologiques et environnementales des applications de l'énergie thermique et de l'énergie nucléaire.

Liens interdisciplinaires

Physique

Les principes scientifiques sous-jacents à l'énergie nucléaire font référence à des concepts physiques fondamentaux tels que la cinétique nucléaire, les lois de conservation de l'énergie, et la transformation de l'énergie thermique en énergie électrique dans les centrales nucléaires.

Chimie

L'énergie nucléaire implique des processus de fission et de fusion nucléaire, qui sont étudiés en chimie nucléaire. Comprendre ces processus nécessite une connaissance approfondie de la structure atomique, des liaisons chimiques, et des réactions nucléaires.

Sciences de l'environnement

Évaluer les répercussions sociales, technologiques et environnementales des applications de l'énergie thermique et de l'énergie nucléaire nécessite une compréhension des interactions entre l'énergie et l'environnement, y compris les émissions de gaz à effet de serre, les déchets radioactifs, les risques pour la santé humaine et la biodiversité.

Géographie

L'étude des impacts sociaux et environnementaux de l'énergie thermique et nucléaire peut être liée à des concepts géographiques tels que la répartition spatiale des installations énergétiques, les politiques énergétiques nationales et internationales, et les considérations géopolitiques liées à l'approvisionnement en énergie.

Études sociales

Les répercussions sociales des applications de l'énergie thermique et de l'énergie nucléaire peuvent être abordées à travers une analyse des facteurs économiques, politiques, culturels et éthiques qui influent sur la prise de décision en matière d'énergie.

Objectifs

1. Comprendre les différents types de transformations nucléaires, y compris la radioactivité.
2. Explorer les applications des transformations nucléaires dans divers domaines, tels que l'énergie, la médecine et l'industrie.
3. Fournir des ressources pédagogiques et des activités pour aider les enseignants à enseigner ces concepts de manière engageante et interactive.

Contenu

Temps alloué	Concept clé	Description et ressources
Principes fondamentaux des transformations nucléaires		
20 min	Concept de la radioactivité: alpha, bêta, gamma.	<ul style="list-style-type: none">▪ Demandez aux élèves de définir la « Radioactivité ». Notez leurs réponses au tableau.▪ Présentez le sujet de la leçon en leur montrant la vidéo Qu'est-ce que la radioactivité ?▪ Présentez aux élèves les 3 désintégrations radioactives en leur montrant la vidéo : Alpha Beta Gamma▪ Lancez la discussion sur ce que les élèves ont compris et notez sur le tableau les équations reliés aux quatre désintégrations : alpha, Bêta plus, Bêta moins et gamma.
20 min	Processus de désintégration radioactive	<ul style="list-style-type: none">▪ Présentez la vidéo suivante : La radioactivité Désintégration radioactive Vallée de stabilité▪ Lancez la discussion sur ce que les élèves ont compris et notez sur le tableau leurs réponses.
20 min	Lois de la conservation en physique nucléaire	<ul style="list-style-type: none">▪ Présentez la vidéo suivante : Équation de réaction et lois de conservation▪ Expliquez comment équilibre-t-on une équation de désintégration.
Activités d'apprentissage		
Ces activités permettront aux élèves de mieux comprendre les concepts de la radioactivité nucléaire et d'explorer les différentes manifestations et applications de ce phénomène dans le monde réel.		
30 min	Expérience 1 Simulation de désintégration nucléaire	Matériel nécessaire Cartes d'activités nucléaires (représentant différents isotopes), dés radioactifs factices (marqueurs ou autocollants), tableau périodique des éléments. Déroulement

		<ol style="list-style-type: none"> 1- Distribuez aux élèves des cartes d'activités nucléaires, chaque carte représentant un isotope avec son nombre de protons et de neutrons. 2- Expliquez les trois types de désintégration (alpha, bêta plus et bêta moins, gamma) en utilisant des exemples simples. 3- Demandez aux élèves de simuler la désintégration des isotopes en plaçant les dés radioactifs factices sur les cartes d'activités nucléaires pour représenter les particules émises lors de chaque type de désintégration. 4- Utilisez le tableau périodique des éléments pour déterminer les produits de désintégration résultant de chaque type de désintégration. 5- Discutez des observations des élèves et des conséquences des différents types de désintégration sur la composition et la stabilité des noyaux atomiques.
30 min	<u>Expérience 2</u> Détection des Particules	<p>Matériel nécessaire Un compteur de radiation, source radioactive (alpha, bêta, gamma), protection contre les radiations (écrans de plomb ou de verre).</p> <p>Déroulement</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Configurez l'appareil de détection (GM ou compteur de radiation) et assurez-vous que les élèves portent des protections adéquates. 2- Placez la source radioactive à une distance sûre de l'appareil de détection. 3- Les élèves observent et enregistrent les lectures du compteur lors de l'exposition à la source radioactive. 4- Effectuez différentes expériences en utilisant des sources alpha, bêta et gamma pour montrer la capacité de détection de l'appareil et les différences de pénétration des particules. 5- Discutez des résultats et des applications de la détection des radiations dans divers domaines tels que la médecine, l'industrie et la recherche scientifique.
30 min	<u>Expérience 3</u> Analyse de l'Énergie des Particules	<p>Matériel nécessaire Logiciel de simulation de physique (comme PhET), ordinateurs ou tablettes. Exemples :</p> <p>https://phet.colorado.edu/fr/simulations/beta-decay https://phet.colorado.edu/fr/simulations/alpha-decay</p>

		<p>Déroulement</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilisez le logiciel de simulation pour modéliser la désintégration nucléaire et la détection des particules. 2. Les élèves explorent les interactions entre les particules alpha, bêta et gamma avec la matière en modifiant différents paramètres tels que l'énergie cinétique et l'épaisseur de la cible. 3. Les élèves enregistrent leurs observations sur la manière dont l'énergie des particules affecte leur capacité de pénétration et d'interaction avec la matière. 4. Discutez des résultats de la simulation et des principes de conservation de l'énergie qui sous-tendent les interactions nucléaires. 5. Encouragez les élèves à réfléchir aux applications de ces concepts dans des domaines tels que la médecine nucléaire, la radiographie et la génération d'énergie. 														
20 min	Apprentissage dirigé par l'enseignant(e)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diffuser la vidéo suivante : https://www.youtube.com/watch?v=Nm031krMtno&ab_channel=C%27estpassorcier ▪ Lancez une discussion avec les élèves sur les impacts environnementaux liés à la gestion des déchets nucléaires. ▪ Dresser un tableau avec les informations données par les élèves. <p>Voici un exemple de tableau présentant les impacts d'une explosion nucléaire sur l'environnement.</p> <table border="1" data-bbox="587 1150 1468 1864"> <thead> <tr> <th>Aspect de l'environnement</th> <th>Impact de l'explosion nucléaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Atmosphère</td> <td>Libération de gaz radioactifs dans l'air, formation de nuages radioactifs, dispersion de particules radioactives sur de vastes distances, augmentation de la radioactivité ambiante.</td> </tr> <tr> <td>Eau</td> <td>Contamination des eaux souterraines et de surface par des substances radioactives, augmentation de la radioactivité des cours d'eau, des lacs et des océans. Risque de contamination des ressources en eau potable.</td> </tr> <tr> <td>Sol</td> <td>Déposition de particules radioactives sur le sol, contamination des sols agricoles et des terres environnantes, persistance à long terme de la radioactivité dans le sol. Risque d'accumulation de substances radioactives dans la chaîne alimentaire.</td> </tr> <tr> <td>Flore et faune</td> <td>Domages aux écosystèmes locaux, mortalité des plantes et des animaux exposés à des niveaux élevés de radioactivité, mutations génétiques, perturbation des cycles de reproduction et de migration.</td> </tr> <tr> <td>Climat</td> <td>Possibilité de perturbation des modèles climatiques locaux et régionaux en raison de la libération de chaleur et de vapeur d'eau, effet sur la formation de nuages et les précipitations. Risque de perturbation du climat mondial en cas d'explosion à grande échelle.</td> </tr> <tr> <td>Écosystèmes marins</td> <td>Contamination des écosystèmes marins par les substances radioactives, impact sur la biodiversité marine, risque de contamination des chaînes alimentaires marines et de bioaccumulation des toxines radioactives.</td> </tr> </tbody> </table>	Aspect de l'environnement	Impact de l'explosion nucléaire	Atmosphère	Libération de gaz radioactifs dans l'air, formation de nuages radioactifs, dispersion de particules radioactives sur de vastes distances, augmentation de la radioactivité ambiante.	Eau	Contamination des eaux souterraines et de surface par des substances radioactives, augmentation de la radioactivité des cours d'eau, des lacs et des océans. Risque de contamination des ressources en eau potable.	Sol	Déposition de particules radioactives sur le sol, contamination des sols agricoles et des terres environnantes, persistance à long terme de la radioactivité dans le sol. Risque d'accumulation de substances radioactives dans la chaîne alimentaire.	Flore et faune	Domages aux écosystèmes locaux, mortalité des plantes et des animaux exposés à des niveaux élevés de radioactivité, mutations génétiques, perturbation des cycles de reproduction et de migration.	Climat	Possibilité de perturbation des modèles climatiques locaux et régionaux en raison de la libération de chaleur et de vapeur d'eau, effet sur la formation de nuages et les précipitations. Risque de perturbation du climat mondial en cas d'explosion à grande échelle.	Écosystèmes marins	Contamination des écosystèmes marins par les substances radioactives, impact sur la biodiversité marine, risque de contamination des chaînes alimentaires marines et de bioaccumulation des toxines radioactives.
Aspect de l'environnement	Impact de l'explosion nucléaire															
Atmosphère	Libération de gaz radioactifs dans l'air, formation de nuages radioactifs, dispersion de particules radioactives sur de vastes distances, augmentation de la radioactivité ambiante.															
Eau	Contamination des eaux souterraines et de surface par des substances radioactives, augmentation de la radioactivité des cours d'eau, des lacs et des océans. Risque de contamination des ressources en eau potable.															
Sol	Déposition de particules radioactives sur le sol, contamination des sols agricoles et des terres environnantes, persistance à long terme de la radioactivité dans le sol. Risque d'accumulation de substances radioactives dans la chaîne alimentaire.															
Flore et faune	Domages aux écosystèmes locaux, mortalité des plantes et des animaux exposés à des niveaux élevés de radioactivité, mutations génétiques, perturbation des cycles de reproduction et de migration.															
Climat	Possibilité de perturbation des modèles climatiques locaux et régionaux en raison de la libération de chaleur et de vapeur d'eau, effet sur la formation de nuages et les précipitations. Risque de perturbation du climat mondial en cas d'explosion à grande échelle.															
Écosystèmes marins	Contamination des écosystèmes marins par les substances radioactives, impact sur la biodiversité marine, risque de contamination des chaînes alimentaires marines et de bioaccumulation des toxines radioactives.															

10h	<p><u>Projet de recherche</u> Analyse de l'impact environnemental et socio-économique des options de gestion des déchets nucléaires en Ontario</p>	<p>Divisez la classe en dyades ou en groupes de 3 (cette activité peut aussi se faire seul/e).</p> <p>Introduction La gestion des déchets nucléaires est un enjeu majeur pour l'industrie nucléaire en Ontario. Avec plusieurs centrales nucléaires en activité, dont la centrale de Pickering et la centrale de Darlington, le besoin de solutions durables pour la gestion des déchets radioactifs est essentiel. Ce projet de recherche vise à évaluer les différentes options de gestion des déchets nucléaires en Ontario, en tenant compte de leur impact environnemental, socio-économique et réglementaire.</p> <p>Objectifs du projet</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analyser les différentes technologies de gestion des déchets nucléaires, y compris le stockage à sec, le stockage géologique en profondeur et le retraitement, en mettant en évidence leurs avantages et leurs inconvénients. 2. Évaluer l'impact environnemental de chaque option de gestion des déchets nucléaires, en se concentrant sur les émissions de gaz à effet de serre, la contamination des sols et des eaux, et les risques pour la biodiversité. 3. Examiner les aspects socio-économiques liés à la gestion des déchets nucléaires, notamment les coûts associés à chaque option, les retombées économiques pour les communautés locales, et les implications en termes d'acceptabilité sociale. 4. Analyser le cadre réglementaire actuel en Ontario concernant la gestion des déchets nucléaires, en identifiant les lacunes et les possibilités d'amélioration pour assurer une gestion sûre et efficace des déchets. 5. Formuler des recommandations pour une stratégie de gestion intégrée des déchets nucléaires en Ontario, en prenant en compte les aspects environnementaux, socio-économiques et réglementaires. <p>Méthodologie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Revue de la littérature : Analyse approfondie des publications scientifiques, des rapports gouvernementaux et des documents réglementaires relatifs à la gestion des déchets nucléaires.
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>https://www.cnsccsn.gc.ca/fra/resources/publications/reports/cns/ninth/</p> <p>2. Collecte de données : Compilation des données sur les différentes options de gestion des déchets nucléaires, y compris les performances opérationnelles, les coûts et les impacts environnementaux.</p> <p>https://lop.parl.ca/sites/PublicWebsite/default/fr_CA/ResearchPublications/201941E</p> <p>3. Analyse quantitative : Utilisation de modèles d'évaluation environnementale et économique pour quantifier les impacts des différentes options de gestion des déchets nucléaires.</p> <p>https://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/acts-and-regulations/regulatory-documents/published/html/regdoc2-11-1-v3/</p> <p>4. Consultation des parties prenantes : Entretiens avec les représentants de l'industrie nucléaire, les organismes de réglementation, les groupes environnementaux et les communautés locales pour recueillir leurs points de vue sur la gestion des déchets nucléaires.</p> <p>David Rogers, Directeur des opérations et de la maintenance (directeur de centrale) Pickering Nuclear @ Ontario Power Generation</p> <p>5. Élaboration des recommandations : Formulation de recommandations stratégiques basées sur les résultats de l'analyse et des consultations, en mettant l'accent sur une approche intégrée et durable de la gestion des déchets nucléaires.</p>
Liens utiles		

Tout sur la [Centrale nucléaire de Pickering](#).
 Ontario Power Generation : [projets en cours!](#)
 Faites une visite au centre d'information de la centrale nucléaire de Pickering ou Darlington :
<https://www.opg.com/news-resources/education/visitor-centres/>
Contacts: leah.bourgeois@opg.com; christine.phillips@opg.com
[Les métiers du nucléaire](#)
[L'Ontario formera des travailleurs autochtones et des femmes pour les métiers de l'industrie nucléaire](#)
[Les femmes dans l'industrie nucléaire](#)
[OPG : un recruteur de renom](#)
[Connaissez-vous SPOT?](#) Rencontrez-le en personne lors de votre visite à la centrale nucléaire de Pickering.