USGE6G - Optimisation de la chaîne de valeur

Mis à jour le 23-04-2026

Code : USGE6G

Unité spécifique de type mixte

12 crédits

Responsabilité nationale : EPN01 - Bâtiment et énergie / Brice TREMEAC

Présentation

Objectifs pédagogiques

Production Hydrogène: thermochimie/électrochimie (22 heures)

Comprendre et dimensionner un système de production d'hydrogène

Matériaux (22 heures)

Stockage et distribution (22 heures)

Pile à combustible (22 heures)

H2 en combustion (22 heures)

L'hydrogène et son environnement (15 heures)

Programme

Contenu

Production Hydrogène: thermochimie/électrochimie (22 heures)

Introduction à la production d'hydrogène par thermochimie et électrochimie

Rappels sur les propriétés de l'hydrogène

Utilisations de l'hydrogène

Principes fondamentaux de la thermochimie pour la production d'hydrogène

Réactions chimiques réversibles

Diagrammes de phases et équilibre thermodynamique

Méthodes de production d'hydrogène par thermochimie/electrochimie

Avantages et inconvénients des méthodes de production d'hydrogène par thermochimie et électrochimie

Efficacité énergétique

Coûts

Émissions de gaz à effet de serre

Disponibilité des ressources

Nouvelles technologies et développements récents

Matériaux (22 heures)

Introduction aux matériaux et à l'écoconception hydrogène

Importance des matériaux et de l'écoconception dans les applications hydrogène

Concepts de durabilité et de circularité dans le domaine de l'hydrogène

Évaluation de l'impact environnemental des matériaux hydrogène

Analyse du cycle de vie (ACV) des matériaux et des systèmes hydrogène

Émissions de gaz à effet de serre et autres impacts environnementaux

Choix des matériaux durables pour les applications hydrogène

Critères de durabilité dans la sélection des matériaux

Matériaux recyclés et recyclables pour les systèmes hydrogène

Écoconception des technologies hydrogène

Stratégies d'écoconception pour réduire l'empreinte environnementale

Conception pour le démontage et le recyclage des systèmes hydrogène

Matériaux avancés pour l'écoconception hydrogène

Matériaux à faible impact environnemental (ex : polymères biosourcés, alliages légers)

Matériaux à haute efficacité énergétique (ex : catalyseurs performants)

Intégration des principes de durabilité dans la chaîne d'approvisionnement hydrogène

Stockage et distribution (22 heures)

Systèmes de stockage de l'hydrogène

Thermodynamique de l'hydogène

Stockage physique : gaz comprimé

Stockage physique : hydrogène liquide

Stockage chimique (hydrures métalliques, réactions chimiques)

Stockage à l'état solide (adsorption, absorption)

Principes de sécurité de l'hydrogène et lignes directrices

Évaluation et gestion des risques

Codes et réglementations pour l'infrastructure de l'hydrogène

Tendances émergentes et perspectives futures

Développement de l'infrastructure de ravitaillement en hydrogène

Pile à combustible (22 heures)

Classification des piles à combustible

A. Piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PEMFC)

B. Piles à combustible à oxyde solide (SOFC)

C. Piles à combustible alcalines (AFC)

D. Piles à combustible à méthanol direct (DMFC)

E. Piles à combustible à carbonate fondu (MCFC)

F. Comparaison des différentes technologies de piles à combustible

Principe de fonctionnement détaillé

A. Réactions chimiques et électrochimiques

B. Structure des piles à combustible

C. Phénomènes de transport (transport des réactifs, des produits, de la chaleur)

D. Catalyseurs et électrodes

Applications des piles à combustible

A. Véhicules électriques à pile à combustible (FCEV)

B. Alimentation électrique stationnaire

C. Systèmes de cogénération

D. Secteurs industriels et résidentiels

H2 en combustion (22 heures)

Introduction à l'hydrogène (H2) en tant que source d'énergie et ses avantages potentiels en tant que combustible propre.

Présentation des différentes applications de l'hydrogène dans l'industrie et les transports.

Propriétés de l'hydrogène en tant que combustible. Étude de sa densité énergétique, de son pouvoir calorifique et de son potentiel d'explosion. Comparaison avec d'autres combustibles traditionnels.

Mécanismes de combustion de l'hydrogène.

Technologies de combustion de l'hydrogène.

Présentation des différents systèmes de combustion utilisés pour exploiter l'hydrogène en tant que source d'énergie, tels que les piles à combustible, les moteurs à combustion interne et les turbines à gaz.

Analyse de la performance de la combustion de l'hydrogène.

Étude des paramètres clés pour évaluer l'efficacité de la combustion de l'hydrogène, tels que le rendement énergétique, les émissions de polluants et la stabilité de la combustion.

Sécurité et gestion des risques liés à l'utilisation de l'hydrogène en combustion. Présentation des mesures de sécurité nécessaires pour manipuler, stocker et transporter l'hydrogène en toute sécurité.

Aspect économique de l'hydrogène en combustion. Étude des coûts de production, de stockage et de distribution de l'hydrogène, ainsi que des politiques gouvernementales et des incitations pour promouvoir son utilisation.

L'hydrogène et son environnement (15 heures)

Introduction à l'hydrogène (H2) et son rôle dans la transition énergétique. Présentation des propriétés de l'hydrogène, de ses sources de production et des défis associés à son utilisation.

Production d'hydrogène. Étude des différentes méthodes de production d'hydrogène, telles que l'électrolyse de l'eau, la reformage du méthane et la production à partir de sources renouvelables. Analyse de leur efficacité, de leur coût et de leur impact environnemental.

Stockage et transport de l'hydrogène. Présentation des technologies de stockage de l'hydrogène, y compris le stockage sous forme gazeuse, liquide et solide. Discussion sur les défis liés au transport de l'hydrogène sur de longues distances.

Utilisation de l'hydrogène dans les véhicules. Présentation des véhicules à hydrogène, tels que les voitures, les bus et les trains, et des infrastructures nécessaires pour les soutenir. Discussion sur les avantages et les défis de l'utilisation de l'hydrogène dans les transports.

Impact environnemental de l'hydrogène. Étude des émissions de gaz à effet de serre associées à la production, au stockage et à l'utilisation de l'hydrogène. Comparaison avec d'autres sources d'énergie et évaluation de l'empreinte carbone de l'hydrogène.

Politiques et réglementations liées à l'hydrogène. Examen des politiques gouvernementales et des incitations visant à promouvoir l'utilisation de l'hydrogène. Étude des défis réglementaires et des normes de sécurité associés à l'hydrogène.

Développements futurs et perspectives. Présentation des avancées technologiques récentes dans le domaine de l'hydrogène et discussion sur les perspectives d'avenir de cette source d'énergie. Analyse des opportunités et des défis liés à l'intégration de l'hydrogène dans le système énergétique mondial.

Modalités de validation

- Contrôle continu

Description des modalités de validation

Production Hydrogène: thermochimie/électrochimie (22 heures)

Matériaux (22 heures)

Stockage et distribution (22 heures)

Pile à combustible (22 heures)

H2 en combustion (22 heures)

L'hydrogène et son environnement (15 heures)