

PLAN DU COURS :

F ECHANGES D'ENERGIE.

Introduction : différentes formes de transferts énergétiques : transferts d'énergie électrique, d'énergie mécanique (travail), interaction thermique (transfert thermique).

1. Convention thermodynamique.

2. Transformation thermodynamique d'un système.

Définition, transformations et chemins particuliers : évolutions isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme. Notion de thermostat.

1. Interaction thermique, transfert thermique. Conduction, convection et rayonnement.

2. Transfert d'énergie sous forme électrique.

Puissance électrique, travail ou quantité d'énergie transférée.

3. Travail des forces de pression :

Définition et expression générale. Cas particuliers (transformations isochores, transformations monobares).

Travaux sur un chemin mécaniquement réversible (dit quasi-statique).

Aspect graphique en diagramme de Watt (coordonnées de Clapeyron), signe des travaux échangés sur un cycle selon le sens de parcours.

Exemples : calcul du travail reçu par un gaz parfait dans une compression monobare.

Calcul du travail reçu par un gaz parfait dans une transformation isotherme (et mécaniquement réversible).

Questions de cours :

Etablir l'expression du travail des forces pressantes et discuter son signe selon que l'on a une compression ou une détente.

Démontrer qu'un cycle parcouru dans le sens horaire (respectivement dans le sens anti-horaire) est un cycle moteur (respectivement récepteur)

G PREMIER PRINCIPE : BILANS D'ENERGIE

1. Premier principe pour un système fermé :

Diverses formes d'énergie dans les systèmes thermodynamiques. Enoncé général pour un système fermé (énergie totale). Enoncé classique pour un système sans mouvement macroscopique. Interprétations : U est une fonction d'état, U est conservative, U est extensive.

Cas particuliers : transformations isochore, adiabatique, cyclique.

Ecriture différentielle du premier principe (évoqué). Exemple d'application : refroidissement d'une masse d'eau.

2. Evaluation d'un transfert thermique. Méthode générale.

Exemple : calcul du transfert thermique reçu dans une transformation monobare d'un gaz parfait.

3. Applications du premier principe. Chauffage d'une phase condensée, transfert thermique pour un processus isochore, échauffement d'un gaz par compression.

4. Transformation mécaniquement réversible et isotherme d'un gaz parfait. Présentation, calcul du travail reçu, bilan énergétique.

5. Transformation adiabatique et réversible d'un gaz parfait : Loi de Laplace ; conditions de validité. Expressions de la loi en variables (P,V) , (T,V) , (P,T) . Visualisation graphique en coordonnées de Clapeyron. Calcul du travail reçu par le gaz à partir du bilan énergétique.

La traditionnelle « démonstration » de la loi de Laplace, d'ailleurs assez discutable, n'est pas exposée. Elle sera faite ultérieurement à partir de la notion d'entropie.

4. Compression polytropique d'un gaz parfait.

Questions de cours :

Enoncer la loi de Laplace et préciser ses conditions d'applications. Etablir les expressions de cette loi sous ses diverses formes.

Expliquer la signification du modèle polytropique en tant que modèle intermédiaire entre la transformation isotherme et la transformation adiabatique, réversible, pour un gaz parfait.

Calculer le travail des forces pressantes par intégration, sur le cas d'une transformation polytropique.

5. Une nouvelle fonction d'état : enthalpie d'un système.

Définition, bilan enthalpique pour une transformation monobare entre deux états d'équilibre de même pression.

Capacités thermiques à volume constant, capacités thermiques à pression constante : définitions, capacités thermiques massiques, molaires, moyennes.

Enthalpie pour un gaz parfait. Première et seconde loi de Joule, relation de Mayer. Expression des capacités thermiques en fonction du rapport de capacité thermique γ .

Enthalpie pour une phase condensée.

Diagramme enthalpique $\log(P) = f(h)$. Observation des courbes isothermes, comparaison des comportements aux états liquide, gaz et diphasés.

Questions de cours :

Définir l'enthalpie, et montrer que la variation d'enthalpie correspond au transfert thermique dans certaines conditions à préciser.
Citer la relation de Mayer pour les gaz parfaits, et en déduire l'expression des capacités thermiques en fonction du coefficient de Laplace.

Attention : La notion d'enthalpie a tout juste été abordée en cours. Se limiter à des exercices simples d'application du premier principe, en liaison avec les exemples traités en cours.

L'étude des cycles thermodynamiques (moteurs) n'a pas encore été traitée en cours.

Programme de référence.

3.2. Énergie échangée par un système au cours d'une transformation	
Transformation thermodynamique subie par un système. évolutions isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme.	Définir un système adapté à une problématique donnée. Exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur pour déterminer l'état d'équilibre final.
Travail des forces de pression. Transformations isochores, monobare.	Évaluer le travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable. Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.
Transferts thermiques. Transformation adiabatique. Thermostat, transformations monotherme et isotherme.	Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement. Identifier dans une situation expérimentale le ou les systèmes modélisables par un thermostat.

3.3. Premier principe. Bilans d'énergie	
Premier principe de la thermodynamique.	Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail et transfert thermique. Utiliser le premier principe de la thermodynamique entre deux états voisins. Exploiter l'extensivité de l'énergie interne. Distinguer le statut de la variation de l'énergie interne du statut des termes d'échange. Calculer le transfert thermique sur un chemin donné connaissant le travail et la variation de l'énergie interne.