

PLAN DU COURS :

J MACHINES THERMIQUES

1. Introduction.

Des convertisseurs d'énergie. Les deux types de machines : machines à piston et machines à écoulement de fluide.

2. Ecriture du Premier Principe pour un fluide en écoulement stationnaire.

2.1 Bilan énergétique, relation générale. On se restreint au cas où les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle sont négligeables. Conservation de la masse en système fermé, tranche d'entrée, tranche de sortie, volume de contrôle. Bilan énergétique : travaux de poussée, expression du bilan $\Delta h = w_u + q$, expression en puissance.

2.2 Un cas particulier : la détente de Joule Thomson.

Un écoulement isenthalpique. Examen du diagramme enthalpique $\log(P) = f(h)$.

Cas d'un gaz parfait : une détente isenthalpique qui est alors isotherme.

Questions de cours :

Etablir l'expression du bilan énergétique pour un écoulement stationnaire, dans le cas d'un écoulement horizontal et d'énergie cinétique négligeable ($\Delta h = w_u + q$).

3. Application des deux principes à une machine di-therme.

3.1 Ecriture du Premier Principe sur un processus cyclique.

3.2 Variation d'entropie dans les processus irréversibles : cas des transformations cycliques, inégalité de Carnot Clausius.

3.3 Démonstration de l'énoncé de Kelvin à partir du second principe.

4. Moteurs thermiques di-thermes.

4.1 Schéma énergétique.

4.2 Rendement, théorème de Carnot.

L'étude du moteur à explosion (cycle de Beau de Rochas), traitée dans un chapitre précédent, est à nouveau à l'ordre du jour...

4.3 Exemple : centrale nucléaire.

4.4 Cogénération. (principe général).

1. Machines frigorifiques : réfrigérateurs et climatiseurs.

1.1 Schéma énergétique.

1.2 Coefficient de performance ou efficacité.

2. Pompe à chaleur : schéma énergétique, coefficient de performance ou efficacité. Calcul de l'efficacité pour un fonctionnement réversible. Discussion.

3. Exemple(s) d'étude de machine thermique réelle à l'aide d'un diagramme (P, h) :

Principe du réfrigérateur à compression. Cycle suivi par le fluide, éléments de la machine, évaluation de coefficient d'efficacité à partir du cycle étudié en diagramme enthalpique (diagramme des frigoristes).

Questions de cours :

Citer et démontrer le théorème de Carnot pour un moteur di-therme.

Définir l'efficacité d'une machine frigorifique et établir son expression en fonction des températures des sources de chaleur.

Définir l'efficacité d'une pompe à chaleur et établir son expression en fonction des températures des sources de chaleur.

K STATIQUE DES FLUIDES

1. Définition de la pression. Fluide parfait en équilibre statique.

2. Loi fondamentale de la statique des fluides.

2.1 Démonstration pour le cas du champ de pesanteur uniforme.

2.2 Equation locale de la statique des fluides. Equivalent volumique des forces pressantes.

3. Cas d'un fluide homogène et incompressible dans un champ de pesanteur uniforme.

4. Théorème de Pascal. Application : vérin hydraulique.

5. Equilibre statique pour un fluide compressible.

6. Modèle de l'atmosphère isotherme.

7. Théorème d'Archimède : énoncé, démonstration. Application : aérostats, ballons à gaz légers et montgolfières.

8. Calcul de la résultante de forces de pression.

Méthodologie. Exemple(s) d'application.

Questions de cours :

Démontrer la loi fondamentale de la Statique des fluides sur le cas d'un fluide plongé dans un champ de pesanteur uniforme.

Démontrer la loi fondamentale de la Statique des fluides sur le cas général et interpréter le terme $-\overrightarrow{grad}P$ comme un équivalent volumique des forces pressantes.

Théorème d'Archimède : énoncé, démonstration

Un exercice-type "calcul des efforts appliqués à un barrage hémicylindrique" ou "hémisphères de Magdebourg" a été traité en cours...

Programme de référence.

3.5. Machines thermiques	
Application du premier principe et du deuxième principe aux machines thermiques cycliques dithermes : rendement, efficacité, théorème de Carnot.	Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur ou un récepteur thermique ditherme. Analyser un dispositif concret et le modéliser par une machine cyclique ditherme. Définir un rendement ou une efficacité et la relier aux énergies échangées au cours d'un cycle. Justifier et utiliser le théorème de Carnot. Citer quelques ordres de grandeur des rendements des machines thermiques réelles actuelles. Expliquer le principe de la cogénération.
3.6. Statique des fluides dans un référentiel galiléen.	
Forces surfaciques, forces volumiques.	Citer des exemples de forces surfaciques ou volumiques.
Résultante de forces de pression.	Exprimer une surface élémentaire dans un système de coordonnées adaptées. Utiliser les symétries pour déterminer la direction d'une résultante de forces de pression. Évaluer une résultante de forces de pression.
Équivalent volumique des forces de pression.	Exprimer l'équivalent volumique des forces de pression à l'aide d'un gradient.
Équation locale de la statique des fluides.	Établir l'équation locale de la statique des fluides.
Statique dans le champ de pesanteur uniforme : $dP/dz = -\rho g$.	Citer des ordres de grandeur des champs de pression dans le cas de l'océan et de l'atmosphère. Exprimer l'évolution de la pression avec l'altitude dans le cas d'un fluide incompressible et homogène et dans le cas de l'atmosphère isotherme dans le modèle du gaz parfait. <u>Capacité numérique</u> : à l'aide d'un langage de programmation, étudier les variations de température et de pression dans l'atmosphère.
Poussée d'Archimède.	Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède. Exploiter la loi d'Archimède.