Résumé du Cours

Rédigé par : Jad Chehimi

Thermodynamique des machines

1ère EM

Semestre 1

Veuillez respecter les droits de l'auteur de ce document.

Droits de reproduction réservés.

Chapitre 3 : 2nd Principe de la Thermodynamique

1) Le but du **2nd** principe est de distinguer entre la chaleur $\boldsymbol{Q}$ et le travail $\boldsymbol{W}$, ce qui n'est faisable en appliquant le 1er principe.

2) Le **2nd** principe nous permet aussi de trouver le sens réalisable d'une transformation (Réversible ou Irréversible).

3) **Réservoir d'énergie thermique :** un corps ayant une large capacité d'énergie thermique qui absorbe ou fournit de la chaleur sans que sa température change. Ex : Océans, rivières…

   Source : un réservoir qui fournit de la chaleur.
   Puits : un réservoir qui absorbe de la chaleur.

4) Pour convertir une chaleur $\boldsymbol{Q}$ en travail mécanique $\boldsymbol{W}$, il nous faut un dispositif spécial : **Moteur thermique.**

5) **Fonctionnement** des moteurs thermiques :
   i) Ils reçoivent de la chaleur d'une source chaude à haute T.
   ii) Transformation d'une partie de cette chaleur en $\boldsymbol{W}$ et le reste est rejeté à l'atmosphère.
   iii) Transformation cyclique.

6) Le **travail net** sera : $\boxed{W_{net} = Q_H - Q_L}$ avec :
   Q_H: chaleur absorbée par le moteur
   Q_L : chaleur rejeté à l'atmosphère

7) **Efficacité thermique (Rendement) :**

$$\boxed{\eta_{th} = \frac{Energie\ utile}{Energie\ consomée} = \frac{W_{net}}{Q_H} = \frac{Q_H - Q_L}{Q_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H}} \quad \boxed{\eta_{th} < 1}$$

8) Rendement de quelques moteurs :
   i) **Diesel :** $40 - 45\ \%$
   ii) **Automobile :** 25%
   iii) **Centrale à vapeur :** $25 - 30\ \%$
   iv) **Moteur de Stirling/Ericsson :** 50%
   v) **Cycles combinés Gaz-Vapeur :** 70%.

9) Le transfert de chaleur se fait d'une haute température vers une basse température. Pour le sens opposé, il nous faut un système thermodynamique spécifique : **Réfrigérateur**

10) **Coefficient de Performance d'un Réfrigérateur :**

$$\boxed{COP_R = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{\left(\frac{Q_H}{Q_L}\right) - 1}}$$

11) **Coefficient de Performance d'une Pompe à chaleur :**

$$\boxed{COP_{pac} = \frac{Q_H}{W} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{1}{1 - \left(\frac{Q_L}{Q_H}\right)}}$$

Ce coefficient pour une pompe à chaleur est toujours plus grand que 1.

$$\boxed{COP_{pac} - COP_R = 1}$$

12) Une transformation est dite **réversible** si elle se fait sans pertes $\eta = 1$: **Système idéal.**

13) Une transformation est dite **irréversible** si elle se fait avec modification de l'environnement du système (avec pertes) : **Système réel.**

14) Les irréversibilités sont dues aux frottements, réactions chimiques, mélanges de températures différentes…

15) Cycle de **Carnot** (idéal) : 4 transformations réversibles

i) Chauffage isotherme

ii) Détente isentropique (réversible + adiabatique)

iii) Refroidissement isotherme

iv) Compression isentropique.

16) Pour le cycle réversible, Kelvin définit :

$$\boxed{\frac{Q_H}{Q_L} = \frac{T_H}{T_L}} \; alors \; \boxed{\eta_{rev} = \eta_{carnot} = \eta_{ideal} = 1 - \left(\frac{T_L}{T_H}\right)}$$

17) Le rendement d'une transformation réelle est forcément inférieur à celui d'une transformation idéale : $\boldsymbol{\eta_{réel} < \eta_{ideal}}$

18) **Entropie ($\boldsymbol{S}$):** exprime le sens de la transformation

$$\boxed{\Delta S = \frac{Q}{T} + S_{gen}}$$

S_{gen} est la quantité d'entropie générée dans les systèmes réels. Elle est toujours supérieure à 0 (nulle si la transformation est réversible).

19) Transformation isentropique : $\boxed{\Delta S = 0}$

20) Le rendement isentropique sera :

$$\boxed{\eta_{is} = \frac{\Delta h_s}{\Delta h_r}}$$

MOUVEMENT DE L'ESIB SOLIDAIRE

MOUVEMENT
DE L'ESIB
SOLIDAIRE