

TD n°5 Analyses des cycles

Problème 1 : Cycle de Rankine avec surchauffe

Le fonctionnement d'une machine à vapeur peut être modélisé par un cycle de Rankine. Un fluide, l'eau subit des transformations dont certaines consistent à réaliser des échanges thermiques avec deux sources de chaleur, chaque source étant à température constante. Ces échanges peuvent provoquer des transitions de phase liquide-vapeur.

La vapeur d'eau entre dans la turbine à 3 MPa et à 300°C, et elle est condensée à 75 kPa.

La détente et la compression étant isentropiques.

- 1- Etablir un bilan énergétique pour ce cycle et déterminer les différents travaux et chaleurs échangés lors des différentes transformations (voir le document réponse)
- 2- Déterminer le rendement du cycle et le comparer au rendement de Carnot.
- 3- Représenter le cycle sur un diagramme T-S.
- 4- Si la vapeur d'eau ne subit pas de surchauffe et quitte la chaudière comme saturée à 3 MPa, quel serait alors le rendement du cycle ? Commenter.

Problème 2 : Machine frigorifique

Une machine frigorifique fonctionne avec le fluide frigorigène **R134 a**.

Les conditions d'entrée au compresseur sont 400kPa et 20°C. A l'entrée de la vanne de détente (supposée isenthalpique $h=cste$), les conditions sont 1200 kPa et 40°C. Le compresseur étant adiabatique.

- 1- Etablir un bilan énergétique pour ce cycle et déterminer les différents travaux et chaleurs échangés lors des différentes transformations (voir le document réponse)
- 2- Déterminer le COP de ce cycle et le comparer au rendement d'un cycle frigorifique réversible.
- 3- Si le débit massique du réfrigérant est 5 kg/mn, déterminer la capacité frigorifique de cette machine en frigories/heure (fg/h).
- 4- Représenter le cycle de cette machine sur un diagramme P-h.

Problème 3 : Cycle diesel

Le moteur Diesel est un moteur à combustion à pression constante. L'air et le carburant sont comprimés séparément.

Il fonctionne suivant le cycle constitué de deux isentropiques, d'une isobare et d'une isochore. Plus précisément, le cycle peut être décrit en quatre temps :

- une compression adiabatique
- une dilatation à pression constante
- une détente adiabatique
- un refroidissement à volume constant

Le cycle est caractérisé par le taux de compression volumétrique α qui vaut $\frac{V_1}{V_2}$ et le rapport de détente préalable β qui vaut $\frac{V_4}{V_3}$

Les températures du mélange valent : $T_1=293\text{K}$ et $T_4=1220\text{K}$.

On suppose que l'air est considéré comme un gaz parfait (C_p et C_v sont constants).

Application numérique : $\gamma = 1.4$, $\alpha = 14$ et $\beta = 1.5$

On note R la constante des gaz parfaits qui vaut $8.31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

- 1- Représenter le cycle sur un diagramme de P-V
- 2- a. Identifier les quantités de chaleur et les travaux échangés
b. Ecrire le bilan énergétique et entropique du cycle
- 3- Exprimer le rendement du cycle
- 4- Montrer que ce rendement ne dépend que du taux de compression et du rapport de détente.

Problème 4 : Turbine à gaz

Un cycle de BRAYTON fonctionne avec de l'air qui alimente un compresseur à 0.95 bar et 22°C . Le rapport de pression est 6/1. L'air quitte la chambre de combustion à 1100K. Déterminer le travail du compresseur, le travail de la turbine et le rendement thermique du cycle en utilisant la table de l'air.