

I Cours et exercices

T6 Machines thermiques

- I **Introduction** : définition et performance, équations de fonctionnement, machines monothermes.
- II **Machines dithermes** : diagramme de RAVEAU, moteur ditherme, machines frigorifiques et pompes à chaleur, théorèmes de CARNOT.
- III **Applications** : cycle moteur de CARNOT, présentation cycle BEAU DE ROCHAS, utilisation des changements d'états (diagramme des frigoristes et cas pratiques).

II Cours uniquement

I1 Champ magnétique

- I **Généralités** : notion de champ, sources et cartes de champ, intensité du champ magnétique (lecture sur une carte, uniformité, moment magnétique).
- II **Relation courant et champ magnétique** : orientation et intensité, invariances, symétries.

I2 Actions mécaniques du champ magnétique

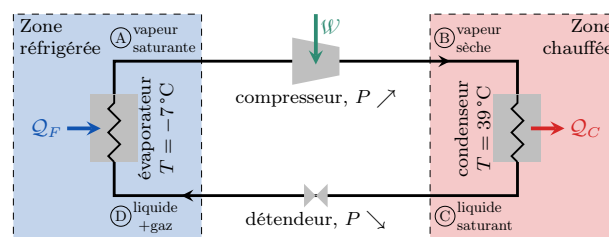
- I **Force de LAPLACE** : observations expérimentales (aimant, rails de LAPLACE), densité linéique de la force de LAPLACE, expression intégrale et puissance, règle de la main droite.
- II **Actions de LAPLACE en rotation** : couple de LAPLACE : démonstration, effet sur un aimant et oscillations, effet moteur d'un champ tournant ; aspect énergétique : énergie potentielle magnétique et retour sur oscillations par étude énergétique.

III Questions de cours possibles

T6 Machines thermiques

- ★ 1 (Ap.T6.2) Cycle de CARNOT : définir les transformations, traduire le vocabulaire associé, le dessiner dans un diagramme (P,V) en précisant et justifiant Q_C et Q_F , tracer le schéma de la machine. Définir le rendement, exprimer les travaux et transferts thermiques en fonction de $\alpha = V_B/V_A$, en déduire l'expression finale du rendement. Montrer ensuite à l'aide des expressions données de l'entropie que ce cycle est réversible par un bilan d'entropie.
- ★ 2 (Ap.T6.3) Cycle frigorifique de RANKINE. On fait subir à un fluide frigorigène un cycle de RANKINE dont les différentes étapes sont modélisées dans la Figure ci-après.

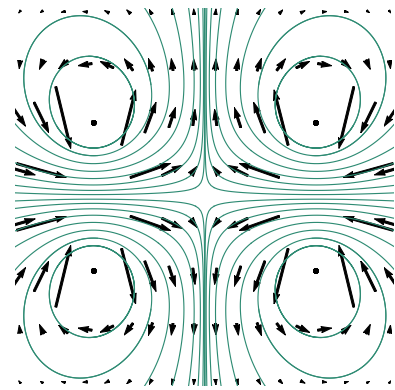
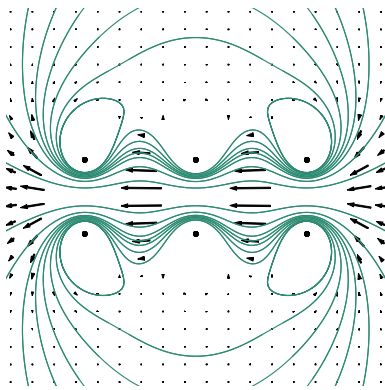
- 0 Présenter le cycle de transformation (description, modélisation) que subit un fluide frigorigène dans le cycle de RANKINE.
- 1 Dessiner le cycle dans les diagrammes $(\log P, \log v)$ et $(\log P, \log h)$. Justifier la pente de la transformation AB en $(\log P, \log v)$.
- 2 Exprimer l'efficacité du cycle en terme de q_f et w , puis en terme d'enthalpies ensuite. La calculer.
- 3 Comparer à l'efficacité de CARNOT ; commenter.



On donne $T_B = 60^\circ\text{C}$, $h_A = 402\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, $h_B = 436\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ et $h_D = 248\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

I1 Champ magnétique

- ✪ 3 Définir les lignes de champ et donner leur propriété pour le champ \vec{B} (Df.I1.2 et Pt.I1.1). Dessiner les lignes de champ pour un aimant droit, une bobine plate, un solénoïde et un aimant en U (Ex.I1.2, ExpI1.3, Df.I1.5, Ex.I1.3). Indiquer trois manières de faire un champ uniforme (Ex.I1.3), donner un ordre de grandeur de l'intensité du champ pour 4 situations particulières (Odgr.I1.1). Définir ce qu'est un moment magnétique et comment on le calcule pour une spire (Df.I1.6 et Pt.I1.5).
- 4 (Ap.I1.4) Les cartes de champ magnétique ci-dessous sont des vues en coupe du champ produit par des spires de courant circulaires. Dans les deux cas, indiquer
- 1) la position des sources et le sens du courant circulant
 - 2) les zones de champ fort et faible dans les spires
 - 3) le cas échéant s'il existe une zone de l'espace où le champ magnétique est uniforme.
 - 4) les plans de symétrie/d'antisymétrie de la distribution de courant et l'orientation du champ magnétique dans ces plans.



- 5 Présenter le principe de CURIE et les propriétés d'invariance. Présenter ensuite les plans de symétrie et d'anti-symétrie d'une distribution de courant (avec 2 schémas) et ce qu'on retient si $M \in \Pi_a$ ou $M \in \Pi_s$ (Df.I1.8). Indiquer alors, en complétant les 2 schémas précédent, les propriétés du champ magnétique pour $M \in \Pi_a$ ou $M \in \Pi_s$ (Ipt.I1.3). Application au fil infini (invariance et symétrie, Ap.I1.2 et 3).

I2 Actions mécaniques du champ magnétique

- 6 Démontrer les expressions linéique et intégrale de la force de LAPLACE dans une barre conductrice soumise à un champ magnétique uniforme et stationnaire (Dm.I2.1 et 2). Exprimer alors la puissance de la force de LAPLACE (Impl.I2.1). À l'aide d'un schéma, expliquer l'expérience des rails de LAPLACE (Exp.I2.1).
- 7 Établir le couple des actions de LAPLACE sur une spire rectangulaire parcourue par un courant I pouvant tourner autour d'un axe de symétrie orthogonal, et plongée dans un champ magnétique extérieur uniforme et stationnaire (Dm.I2.3). En déduire la puissance du couple (Impl.I2.2).
- 8 (Ap.I2.1) À partir de l'expression du couple que subit un aimant dans un champ \vec{B} uniforme et stationnaire, déterminer ses positions d'équilibre et étudier leur stabilité. Donner alors l'équation régissant le mouvement de l'aimant et sa période.
- 9 Démontrer l'expression de l'énergie potentielle magnétique d'un moment magnétique $\vec{\mu}$ plongé dans un champ \vec{B} uniforme et stationnaire (Dm.I2.4). Application aux oscillations d'un aimant (Ap.I2.2).