

Université de Technologie de Belfort-Montbéliard
Génie Électrique et Systèmes de Commande

Physique pour l'énergie

Final ER41

Prénom, Nom : _____

Numéro INE: _____

B. Blunier, Automne 2010

Détails

Question du jour _____ / 1 points

Diagrammes P-V _____ / 3 points

Premier principe _____ / 10 points

Machines thermiques _____ / 8 points

Total: _____ / 22 points

1 Question de cours

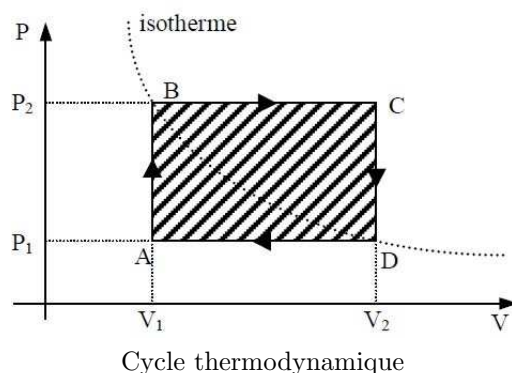
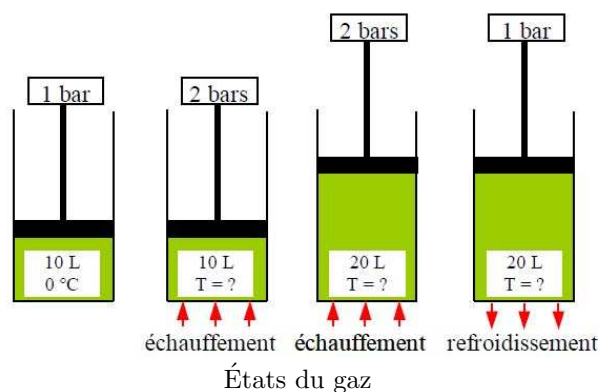
- (1^{pts}) 1. Donner la relation mathématique entre la puissance et l'énergie

1 pts

2 Diagrammes P-V

- (3^{pts}) 1. Une certaine masse d'air est enfermée dans un corps de pompe dans les conditions initiales (point *A* en coordonnées de Clapeyron) $p_1 \approx 1 \text{ bar}$, $V_1 \approx 0,010 \text{ m}^3$, $T_1 \approx 273 \text{ K}$.
On lui fait subir une série de transformations représentées par le rectangle *ABCD* (voir figures ci-dessous). L'ordonnée de *B* est $p_2 = 2 p_1$, l'abscisse de *D* est $V_2 = 2 V_1$.

3 pts



On donne :

- chaleur massique de l'air à pression constante : $C_p \approx 992 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$;
- constante des gaz parfaits $R \approx 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$;
- $C_p/C_v = \gamma \approx 1,42$;
- Masse molaire de l'air $M \approx 29 \text{ g/mole}$.

(a) (1 pts) Calculez le travail échangé au cours du cycle $ABCD$.

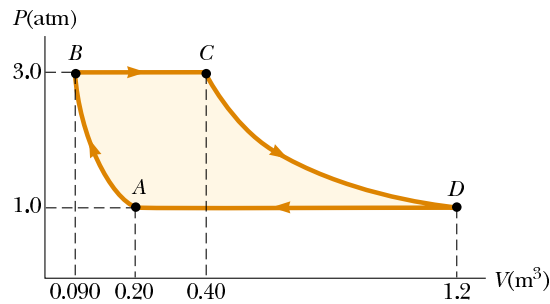
(b) (1 pts) Déterminez la température de l'air dans les états B , C et D .

(c) (1 pts) Calculez la masse d'air m mise en jeu et déduisez-en les quantités de chaleur mises en jeu pendant les transformations AB , BC , CD et DA .

3 Premier principe

- (2^{pts}) 1. Un échantillon d'un gaz idéal est soumis à une transformation telle que celle illustrée par la figure ci-dessous.

2 pts

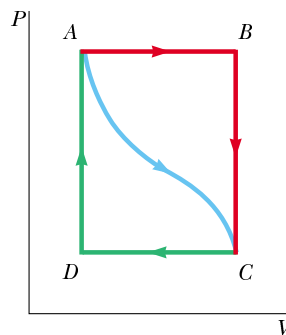


De A à B , la transformation est adiabatique ; de B à C , la transformation est isobare avec 100 kJ de chaleur entrant dans le système. De C à D , la transformation est isotherme ; de D à A , la transformation est isobare avec 150 kJ de chaleur sortant du système.

Déterminer la variation d'énergie interne de A à B .

- (8^{pts}) 2. Dans la figure ci-dessous, la variation d'énergie interne pour aller de A à C est +800 J. Le travail réalisé suivant le chemin ABC est -500 J.

8 pts



- (a) (2 pts) Quelle quantité d'énergie sous forme de chaleur doit-on ajouter au système pour effectuer la transformation de A à C en passant par B ?
- (b) (2 pts) Si la pression au point A est cinq fois plus élevée que celle en C , quel est le travail effectué sur le système pour aller de C à D ?
- (c) (2 pts) Quelle est l'énergie échangée sous forme de chaleur avec l'environnement lors du cycle entre C et A ?
- (d) (2 pts) Si le changement d'énergie interne en allant du point D au point A est de $+500\text{ J}$, quelle quantité d'énergie sous forme de chaleur doit être ajoutée pour effectuer la transformation de C à D ?

4 Machines thermiques

(4^{pts}) 1. Un moteur multicylindres à essence dans un avion fonctionne à 2 500 tr/min et absorbe $7,89 \times 10^3$ J et rejette $4,58 \times 10^3$ à chaque tour.

(a) (1 pts) Combien de litre d'essence consommera-t-il en une heure si la chaleur de combustion est $4,03 \times 10^7$ J/l?

4 pts

(b) (1 pts) Quelle est la puissance mécanique du moteur ? On néglige les frottements.

(c) (1 pts) Quel est le couple exercé sur l'arbre du moteur ?

(d) (1 pts) Quelle puissance doit-être évacuée par le système de refroidissement ?

- (4^{pts}) **2.** Dans un étang normal, l'eau chauffée par le soleil devient plus légère et monte à la surface où la chaleur se dégage dans l'air ambiant. Ainsi, l'eau de l'étang reste à la température moyenne de l'air. Dans un « étang solaire » la thermo-circulation de l'eau est empêchée par le sel dissous au fond du bassin. En effet, l'eau salée chauffée par le soleil est trop lourde pour monter à la surface avec l'augmentation de température.

Un étang solaire est un bassin d'eau salée, naturel ou artificiel, composé de trois zones :

1. La partie haute est peu salée, l'eau réagit comme dans un étang normal et la température reste proche de l'air ambiant.
 2. La partie basse est très salée, exposée au rayonnement solaire, elle peut devenir très chaude, au delà de 100 °C.
 3. La partie intermédiaire, où la salinité augmente avec la profondeur et crée un gradient de densité qui empêche la thermo-circulation. Cette zone réagit comme une isolation thermique transparente, elle est traversée par le rayonnement solaire qui est absorbé et piégé par l'eau très salée en partie basse.
- (a) (1 pts) Quelle est l'efficacité maximale d'une machine thermique fonctionnant dans un étang solaire à 120 °C alors que la température externe est de 20 °C ?
- (b) (2 pts) Si une machine réelle est capable d'atteindre la moitié de l'efficacité d'une machine de Carnot, quelle énergie (kWh) pourrait être produite par jour d'un étang de 100 m × 100 m qui capture et stocke 50 % des 7 kWh/m² de radiations solaires atteignant la surface de l'étang ?
- (c) (1 pts) Pour une maison qui a besoin de 500 kWh par mois (30 jours), quelle surface d'étang faudrait-il avoir pour fournir cette énergie ?