

EXERCICE 1 : CALCUL DE LA VARIATION D'ENTHALPIE

Un cylindre horizontal est muni d'un piston qui peut se déplacer sans frottements. Les parois du cylindre et le piston sont parfaitement isolants. Initialement le cylindre contient 10 L de gaz parfait diatomique idéal, en équilibre thermodynamique et mécanique avec le milieu ambiant. Ce dernier est à température constante $T_e = 300$ K et à la pression $P_e = 1$ bar. À l'aide d'une résistance placée dans le cylindre, on chauffe lentement le gaz jusqu'à la température $T_1 = 400$ K. Calculer la chaleur apportée par la résistance :

- à partir du premier principe de la thermodynamique ;
- à partir de la fonction enthalpie.

EXERCICE 2 : COMPRESSION ADIABATIQUE

Un briquet à air permet de réduire le volume d'une masse d'air au centième de sa valeur. En prenant un modèle adiabatique réversible pour cette opération, l'air étant initialement à $\theta_0 = 12$ °C, $P_0 = 1$ bar, déterminer :

- la pression et la température finales, si $\gamma = 1,4$;
- la variation d'énergie interne et d'enthalpie de cette masse d'air, connaissant $V_0 = 2$ cm³.

EXERCICE 3 : CALCUL DES ÉCHANGES THERMIQUES ET MÉCANIQUES

On considère un volume d'air (gaz supposé parfait) dans un état A :

$$V_A = 40 \text{ L}; \quad \theta_A = 27 \text{ °C}; \quad P_A = 1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

- Calculer la quantité de matière correspondante.
- On effectue les transformations suivantes sur ce gaz :
 - une transformation adiabatique réversible de l'état A à l'état B telle que $V_B = 8$ L
 - une transformation isobare de l'état B à l'état C, telle que $\theta_C = 627$ °C
 - une transformation adiabatique réversible de l'état C à l'état D ;
 - une transformation isochore de l'état D à A.
 - Définir les trois types de transformations : isobare, isochore et adiabatique.
 - Déterminer la pression, volume et la température de chaque point du cycle A-B-C-D. Donner les résultats sous forme de tableau.
 - Représenter le cycle dans un diagramme de Clapeyron.
- Calculer la quantité de chaleur totale échangée lors du cycle.
- En appliquant le premier principe de la thermodynamique, déduire le travail total échangé dans ce cycle.

$$\text{Données : } R = 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; \quad c_P = 29,1 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; \quad c_V = 20,8 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}; \quad \gamma = 1,4$$

EXERCICE 4 : ÉCOULEMENT STATIONNAIRE

De l'eau liquide, à 45 °C, stockée dans un réservoir (1) est transvasée en continue (écoulement stationnaire) vers un réservoir (2) situé 15 m plus haut. L'eau arrive dans le réservoir (2) à une température de 30 °C. La pompe de transvasement, reliée aux deux réservoirs par une tuyauterie de section constante, assure un débit massique de 60 g s⁻¹ et transmet à l'eau une puissance travail \dot{W}_F de 750 W.

1. Définissez le volume de contrôle approprié qui permet d'évaluer la puissance thermique échangée par l'eau avec l'extérieur lors de son transvasement.
2. Calculer la valeur de la puissance thermique.

Données :

- masse volumique de l'eau à 45 °C : $\rho = 990,2 \text{ kg m}^{-3}$
- masse volumique de l'eau à 30 °C : $\rho = 995,6 \text{ kg m}^{-3}$
- capacité calorifique massique moyenne de l'eau : $c_p = 4176 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
- $g = 9,8 \text{ m s}^{-1}$

EXERCICE 5 : BILAN ÉNERGÉTIQUE D'UNE TURBINE À VAPEUR

La figure ci-dessous représente la turbine à haute pression de la centrale nucléaire PWR cruas III. Elle comporte :

- (1) une entrée de vapeur haute pression ;
- (2) une sortie de vapeur basse pression ;
- (3) un soutirage à pression intermédiaire ;
- (4) un système de collecte des fuites des paliers.

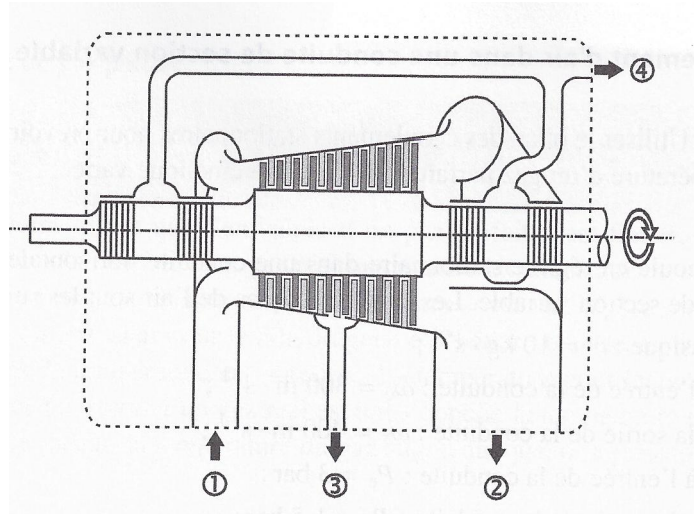


FIGURE 1 – Schéma de la turbine à vapeur. Source : Les bases de la thermodynamique. FOUSSARD J-N. Editions DUNOD 2015. Page 98

Lors des essais de réception de la centrale, on a mesuré en chacun des 4 points, le débit, la vitesse d'écoulement, la température et la pression de la vapeur d'eau afin d'en déterminer l'enthalpie spécifique. Les résultats de ses mesures sont rassemblés dans le tableau ci-dessous : Calculer la

Point	P (bar)	Température(°C)	Vitesse (m s^{-1})	Débit (kg s^{-1})	Enthalpie (kJ kg^{-1})
1	65,21	281,03	150	1419	2773,3
2	11,38	185,57	270	1299	2518,7
3	22,32	218	100	107	2610,5
4	2	40	2	13	167,6

puissance de travail \dot{W}_F échangée avec l'arbre de la turbine sachant que :

- la turbine cède à l'atmosphère une puissance thermique égale à 350 kW ;

- le régime de fonctionnement est stationnaire :
- les variations de l'énergie potentielle de l'eau sont négligeables.

EXERCICE 6 : CALCUL D'UNE VARIATION D'ENTROPIE

Un cylindre, non isolé thermiquement et muni d'un piston pouvant coulisser sans frottements, contient 10 mol d'un gaz parfait. Initialement, ce gaz est à la température $T_0 = 400$ K et sous pression $P_0 = 5$ bar. L'ensemble cylindre et gaz est mis en contact avec un environnement dont la pression P_e est égale à 1 bar, et la température $T_e = 300$ K, sont constantes. On libère le piston afin que le système évolue librement face à son environnement. Calculer la variation d'entropie du système au cours de cette détente.

Donnée : $c_P = (7/2)R$

EXERCICE 7 : VARIATIONS D'ENTROPIE PAR DÉTENTE DE JOULE

Un récipient A, à parois adiabatiques, de volume $V_A = 1$ L, contient de l'air (supposé parfait) sous la pression atmosphérique (1×10^5 Pa), à la température $T = 300$ K. On le met en communication, grâce à un robinet, avec un récipient B de volume $V_B = 4$ L, parfaitement vide et des parois adiabatiques. Calculer :

1. la température et la pression finale du système à la fin de la détente.
2. la variation d'entropie de l'air, au cours de cette détente.