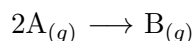


DM n°4

1 Cinétique chimique en phase gazeuse

Donnée : constante des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

On étudie dans un récipient fermé de volume constant et à $\theta = 330^\circ\text{C}$ une réaction chimique en phase gazeuse du type :



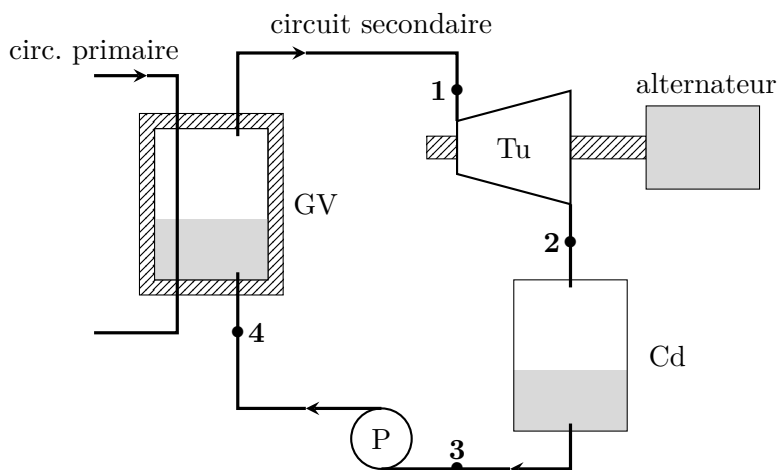
À $t = 0$, $A_{(g)}$ est pur et on effectue les mesures de pression suivantes dans l'enceinte :

t (min)	0	10	20	30	40	50
P (bar)	1,00	0,887	0,816	0,767	0,731	0,703

Montrer que la réaction est d'ordre 2 et déterminer sa constante de vitesse k à la température de l'étude, ainsi que le temps de demi-réaction.

2 Cycle de Rankine d'une centrale nucléaire

Le parc de production nucléaire français est composé de centrales de la filière REP (Réacteurs à Eau Pressurisée). On étudie les transformations de l'eau dans le circuit fermé secondaire (voir figure) qui est constitué en première approche d'un générateur de vapeur (GV), d'une turbine (Tu) reliée à un alternateur, d'un condenseur (Cd) et d'une pompe d'alimentation secondaire (P).



L'écoulement est supposé stationnaire, sans variation d'énergie cinétique ou d'énergie potentielle de pesanteur.

Le fluide secondaire (eau) subit le cycle thermodynamique suivant :

- $1 \rightarrow 2$: détente adiabatique réversible dans la turbine ;
- $2 \rightarrow 3$: liquéfaction isobare totale dans le condenseur ;
- $3 \rightarrow 4$: compression adiabatique dans la pompe d'alimentation secondaire. Au cours de cette transformation la température de l'eau ne varie pratiquement pas ;
- $4 \rightarrow 1$: échauffement puis vaporisation isobare totale dans le générateur de vapeur.

Le tableau ci-dessous donne l'état de l'eau en certains points du cycle.

Point	Pression (bar)	Température (°C)	État physique
1	80	295	vapeur sèche saturante
2	0,23	63	mélange diphasé
3		63	liquide
4	80		liquide

Le tableau suivant est un extrait de table thermodynamique de l'eau diphasée. Les enthalpies massiques h_ℓ du liquide et h_g de la vapeur sont en kJ.kg^{-1} et les entropies massiques s_ℓ du liquide et s_g de la vapeur sont en $\text{kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$.

T (°C)	P_{sat} (bar)	h_ℓ	h_g	s_ℓ	s_g
63	0,23	266	2615	0,877	7,85
295	80	1319	2757		5,74

L'eau liquide sera assimilée à une phase condensée idéale de volume massique $v_\ell = 10^{-3} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$ et de capacité thermique massique constante $c_\ell = 4,18 \text{ kJ.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$

- 1) a) Calculer l'entropie massique de l'eau liquide s_ℓ à la température 295°C et sous la pression 80 bar.
b) Sachant que la vapeur d'eau sous une pression de 0,23 bar et à la température de 63°C peut être considérée comme un gaz parfait, calculer son volume massique v_g . La masse molaire de l'eau est $M = 18 \text{ g.mol}^{-1}$.
c) Démontrer que la transformation 1 → 2 est isentropique.
- 2) Tracer le cycle effectué par 1 kg d'eau sur un diagramme $(h, \ln P)$ puis sur le diagramme de clapeyron (v, P) en plaçant les points 1, 2, 3 et 4.
- 3) a) Calculer le titre massique x_2 en vapeur dans l'état 2.
b) Déterminer le travail utile massique w_u cédé par le fluide dans la turbine. Application numérique.
- 4) Montrer que le travail utile massique $w_u(P)$ dans la pompe est donné par :

$$w_u(P) = v_\ell (P_4 - P_3)$$

Application numérique.

- 5) a) Calculer le transfert thermique massique $q_{4 \rightarrow 1}$ dans le passage dans le générateur de vapeur
b) Définir le rendement thermodynamique r de cette installation. Le comparer au rendement d'un cycle de Carnot fonctionnant entre les sources froide $T_F = 63^\circ\text{C}$ et chaude $T_C = 295^\circ\text{C}$.