

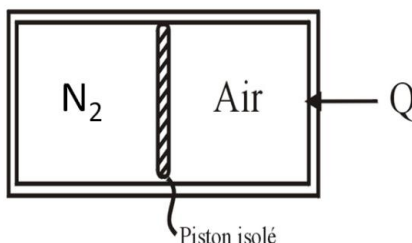
Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

**16-CH-A1 BILAN DES TRANSFORMATIONS ET THERMODYNAMIQUE
CHIMIQUE**

Total : 20 pts

(4 pts) 1. Propriétés d'état

Un récipient ayant un volume de 2 L contient de l'air et de l'azote. Les deux gaz sont séparés par un piston sans friction isolé thermiquement (voir figure ci-dessous). Initialement, les deux gaz ont une température de 200°C et sont à une pression de 1 MPa. Le volume initial de l'air est de 1 L. On chauffe ensuite l'air jusqu'à une température de 300 °C, alors que l'azote est maintenu à 200°C.



En considérant que l'air et l'azote se comportent comme des gaz parfaits, calculez :

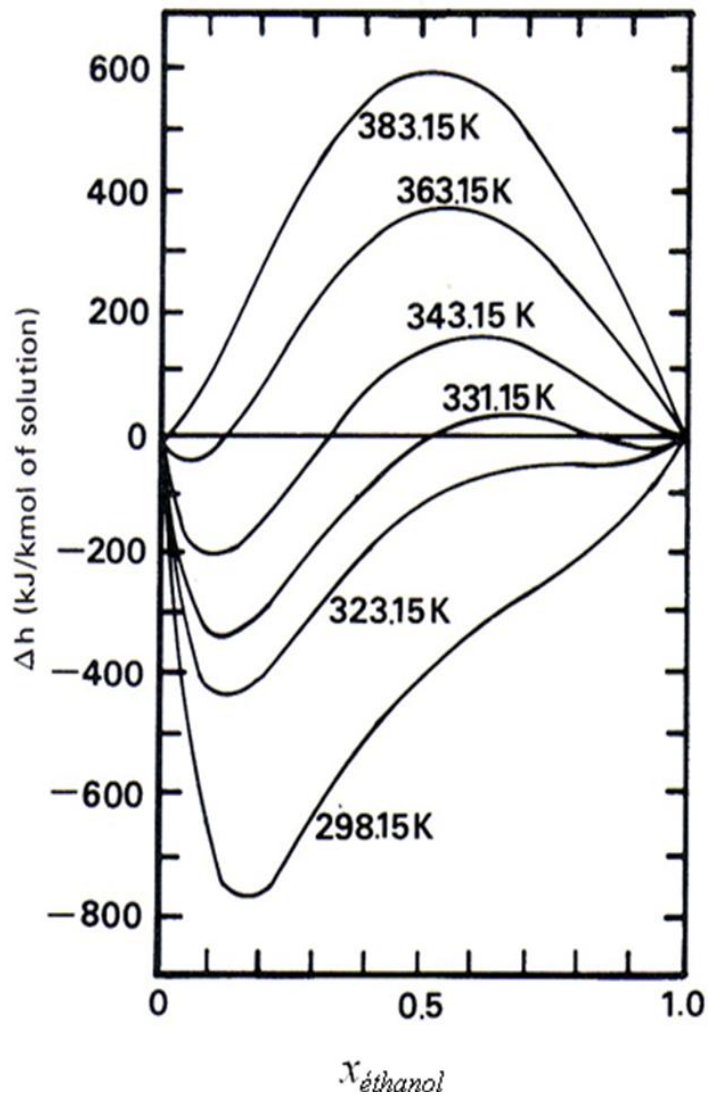
- a) les masses d'air et d'azote et la pression finale ;
- b) le volume final de l'azote et le travail fait par l'air sur l'azote ;
- c) la chaleur qui doit être enlevée de l'azote.

4 pts 2. Solutions éthanol-eau

Les données de chaleur (enthalpie) de mélange de solutions aqueuses d'éthanol sont données à la figure suivante :

- a) Calculez la température d'une solution aqueuse contenant 20% mol d'éthanol, préparée en continue de façon adiabatique, à partir d'une solution contenant 80% mol d'éthanol et d'eau pure alimentées à 298.15 K et $\bar{C}_{p_{\text{sol}20\%}} = 97.8 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$.

- b) Quelle est la valeur de l'enthalpie de la solution contenant 20% mol d'éthanol à la température calculée en (a) ? Spécifiez la température de référence.



Chaleur de mélange de solutions aqueuses d'éthanol

(4 pts) 3. Équilibre liquide-vapeur

À 90 °C, un mélange binaire de *n*-propanol (1) et eau (2) obéit à l'équation de van Laar avec $A_{12} = 2.600$ et $A_{21} = 1.129$.

- a) Considérez un liquide contenant 60 % mol d'eau à 90 °C en équilibre avec sa vapeur. À l'aide la table de la vapeur d'eau, calculez la fugacité de l'eau dans le liquide.

- b) Quelle est la pression partielle de l'eau dans la vapeur? Spécifiez les hypothèses requises.
- c) Quelle est la constante d'Henry pour l'eau?

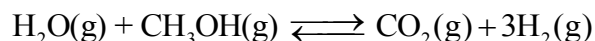
(4 pts) 4. Air climatisé

Dans un système de climatisation, de l'air à 27 °C et humidité relative de 80 % est refroidi à 11 °C à pression constante de 1 atm. Utilisant la charte psychrométrique annexée

- a) Quel est le point de rosée de l'air à l'alimentation?
- b) Déterminez la quantité d'eau à enlever par kg d'air sec.
- c) Supposant que l'eau est enlevée du climatiseur à 11 °C, quel est le taux de chaleur à enlever (W) pour obtenir 30 m³ d'air à la sortie.

(4 pts) 5. Conversion de méthanol

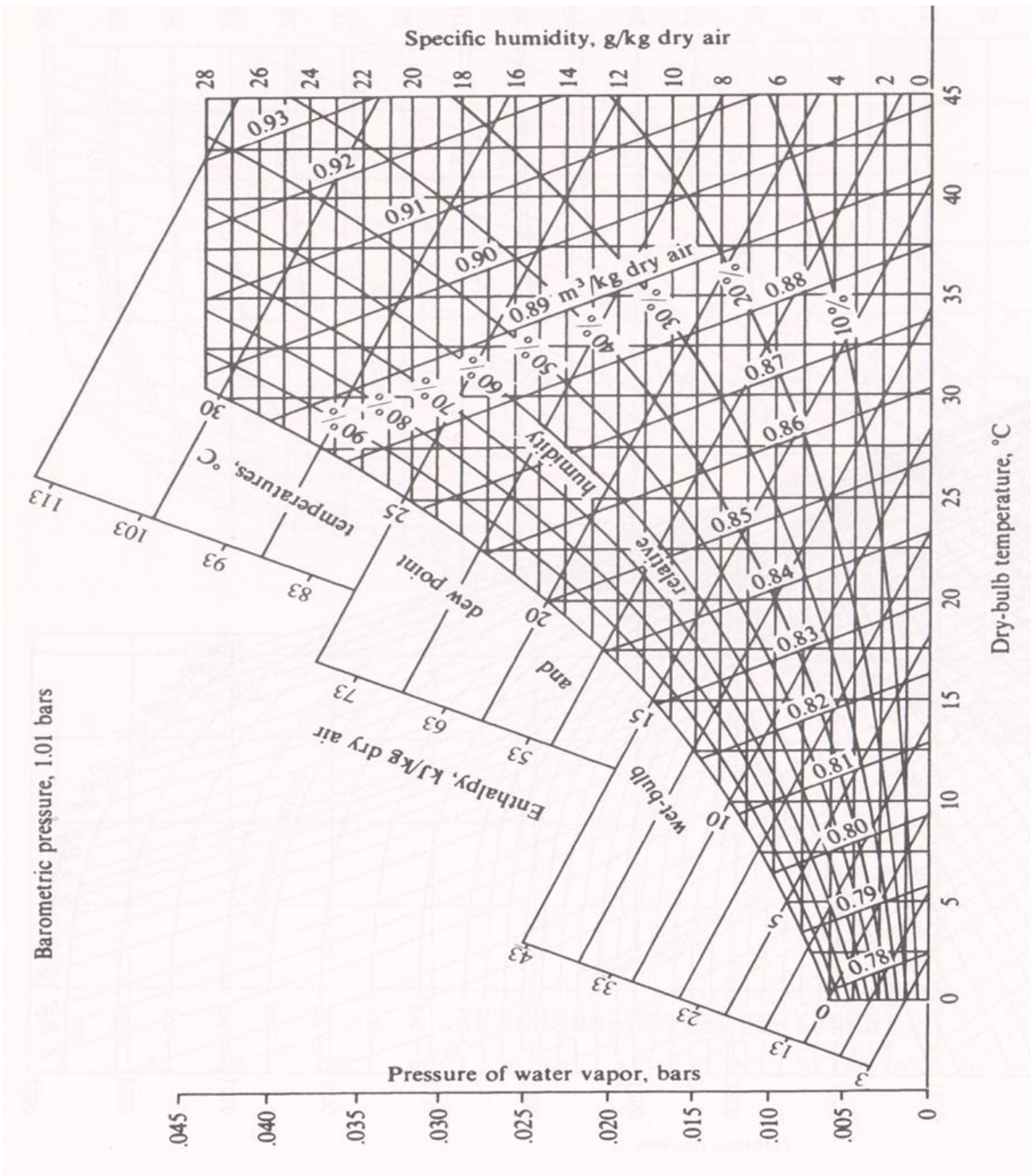
Une cellule à combustion est basée sur la conversion directe du méthanol pour produire de l'hydrogène selon la réaction suivante:



Utilisant les énergies de formation de Gibbs et enthalpies de formation suivantes:

	Δg_{f298}^0 (kJ/mol)	Δh_{f298}^0 (kJ/mol)
CO ₂	394.36	393.51
H ₂ O	228.57	241.82
CH ₃ OH	161.96	200.66

- a) Déterminez l'enthalpie (chaleur) de réaction à 298 K.
- b) À l'aide de la relation de van't Hoff et supposant que l'enthalpie de réaction ne varie pas avec la température, déterminez la constante d'équilibre à 333 K.



Charte psychométrique