

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2012

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

04 – CHIM – A3 OPERATIONS DE TRANSFERT DE MATIÈRES

Question # 1 – Distillation

(16 points)

A vous et à votre collègue de travail on a confié la conception préliminaire d'une colonne à distiller pour la séparation de 100 kmol/h de mélange équimolaire : benzène – toluène à 1atm.

Votre collègue a dû partir précipitamment pour Calgary vous laissant les résultats qu'il a obtenus sous la forme d'une figure (voir figure **ci-jointe**).

Suite à l'analyse des résultats de votre collègue on vous demande de déterminer les différents paramètres caractérisant la distillation :

- a)  $x_F =$  ;  $x_D =$  ;  $x_B =$  ;
- b)  $D =$  ;  $B =$  ;
- c)  $V =$  ;  $\bar{V} =$  ; ;  $L =$  ;  $\bar{L} =$  ;
- d)  $N$  (sans rebouilleur) = ;  $N_{\min}$  (sans rebouilleur) = ;
- e)  $R_{\min} =$  ;  $R/R_{\min} =$  ;  $q =$  ;
- f) Nature thermique de l'alimentation = ;

Pour vérifier les résultats de votre collègue présentés à la figure de la question # 1 on vous demande de refaire le problème en utilisant la méthode FUG (Fenske – Underwood – Gilliland).

Vous devez déterminer :

- a)  $N_{min} = ;$
- b)  $R_{min} = ;$
- c) N pour les cas  $R = R_{min} \times 2.56 =$

Question # 3 – Équilibre

(10 points)

---

Dans une usine pétrochimique on achemine un mélange formé de 50 kmol/h de propane et de 50 kmol/h d'éthane par une conduite. La conduite est maintenue à une température de 56°C et une pression de 5atm.

On vous demande de calculer le débit maximal de n-pentane en kmol/h que l'on peut ajouter au mélange propane – éthane sans provoquer la condensation dans la conduite.

Remarque : un abaque avec les  $K_i$  se trouve à la fin de l'examen.

Les substances chlorées dont le trichloréthylène ont tendance à se solubiliser dans l'eau.

Un des moyens pour les éliminer est de traiter l'eau contaminé dans une colonne de désorption avec un courant d'air.

On doit concevoir une colonne de désorption pour traiter  $18\text{m}^3/\text{h}$  d'eau contenant 200 ppm molaire de trichloréthylène. Par la colonne qui doit fonctionner à 1.2 atm on doit éliminer 90% de trichloréthylène qui se trouve dans l'eau.

La constante de Henry pour les conditions opératoires :  $H = 643 \text{ atm}$ .

On vous demande de calculer à l'aide de la méthode des groupes (Kremser) le nombre d'étage, que devra avoir la colonne de désorption si on utilise un débit d'air = 2.22 le débit minimal.

L'aération des entrepôts pour légume avec de l'air humide provoque très souvent en été de la condensation de la vapeur d'eau.

De l'air humide dont la température sèche est  $30^{\circ}\text{C}$  et la température humide  $21^{\circ}\text{C}$  est envoyé dans un entrepôt où la température est maintenue à  $5^{\circ}\text{C}$ .

Pour un débit d'air de  $5\text{m}^3/\text{min}$  calculer la quantité d'eau qui condensera durant 24 h.

Remarque : la charte psychrométrique se trouve à la fin de l'examen.

Pour le dégivrage des avions en hiver on utilise souvent des solutions aqueuses d'éthylène glycol.

La régénération des solutions diluées peut être réalisée par une extraction à l'aide du furfural.

Pour la récupération de 1t de solution contenant 45% masse d'éthylène glycol on vous demande de déterminer en utilisant le diagramme ternaire ci-joint :

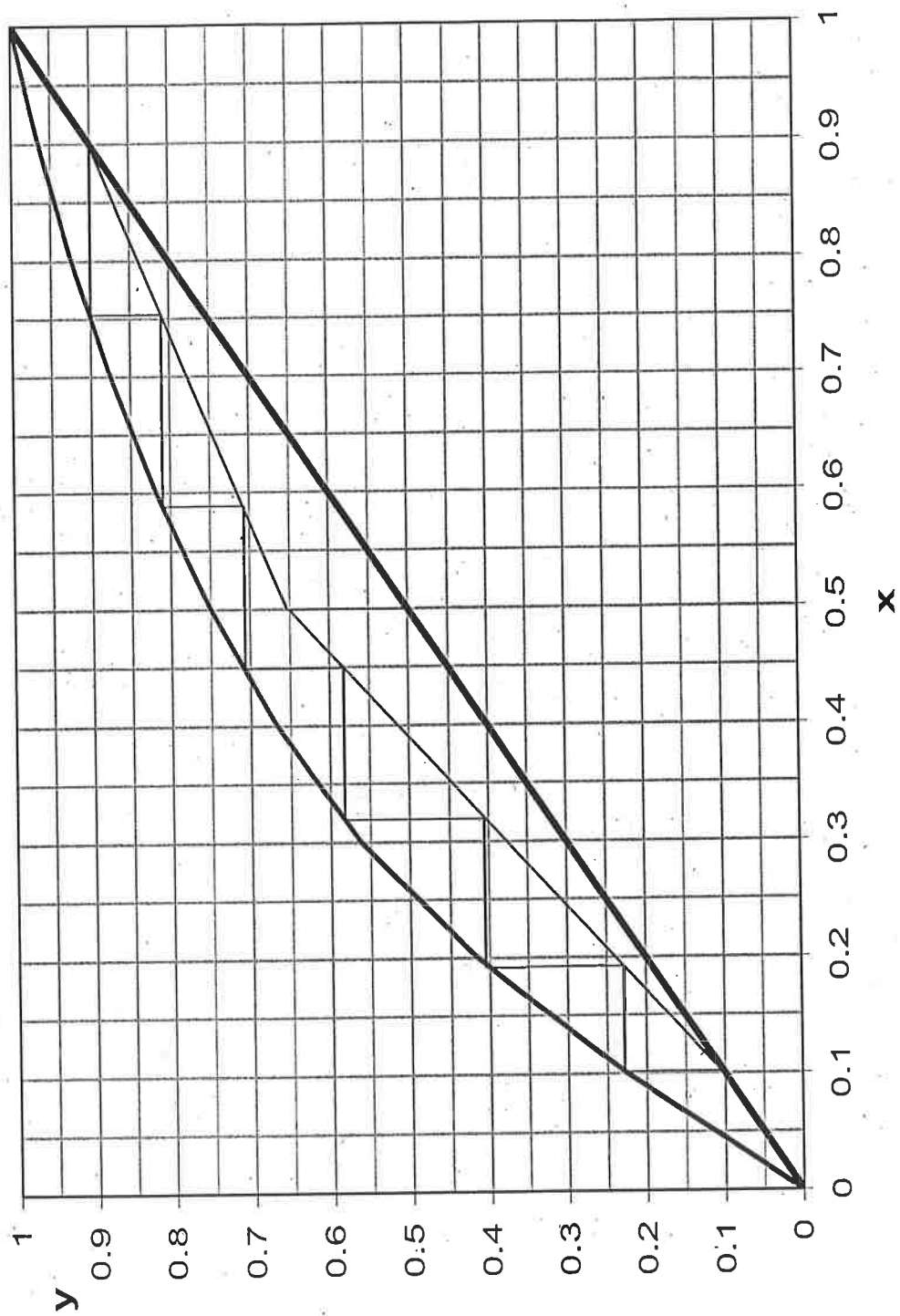
- a) La quantité de furfural qu'il faudra pour obtenir par une seule extraction un raffinat contenant seulement 9% masse d'éthylène glycol ;
- b) Les quantités et les compositions des deux phases résultant de l'extraction.

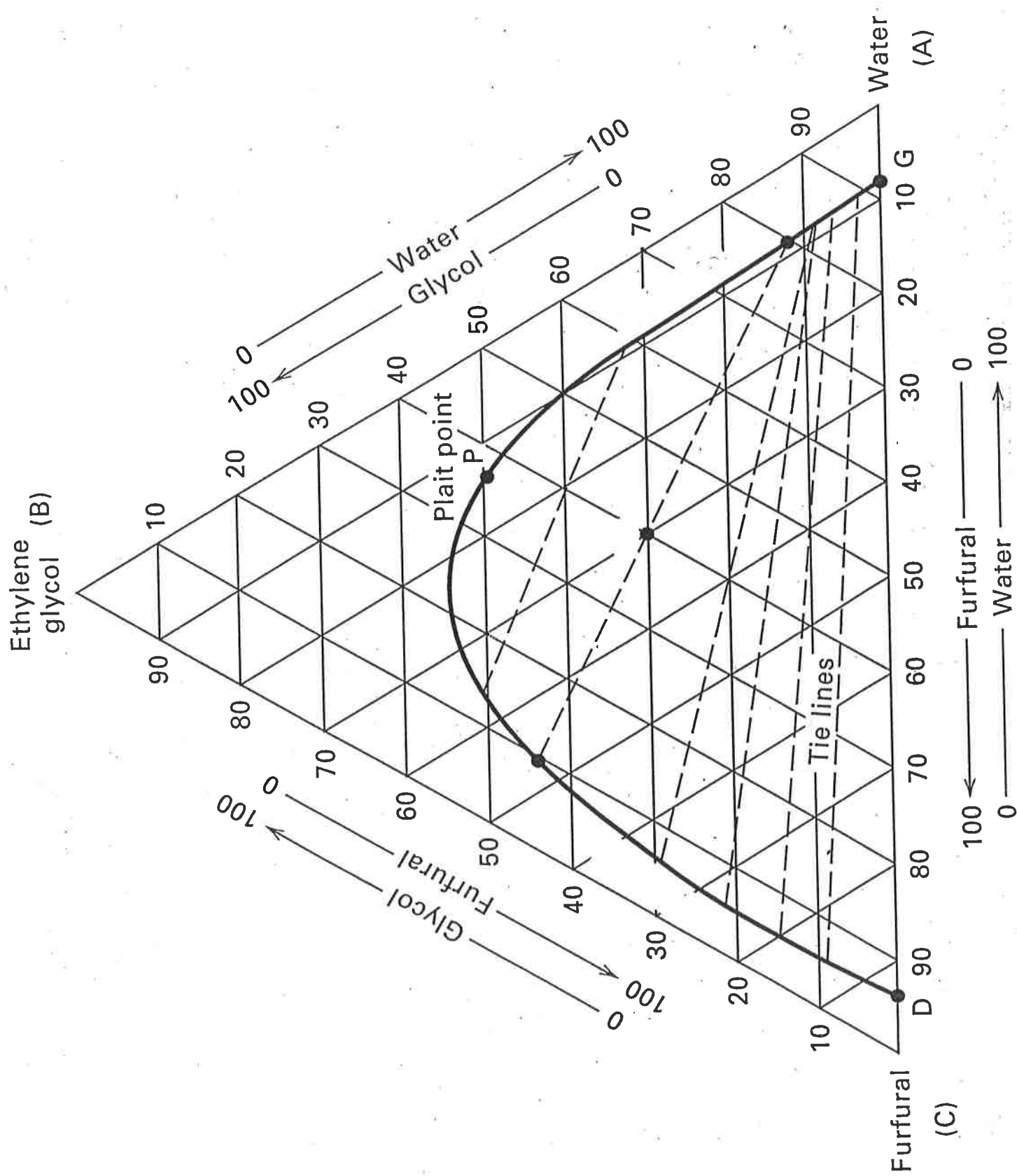
Un bécher dont le diamètre est de 10cm contient de l'eau à 25°C. Le niveau d'eau est 1cm sous le rebord du bécher.

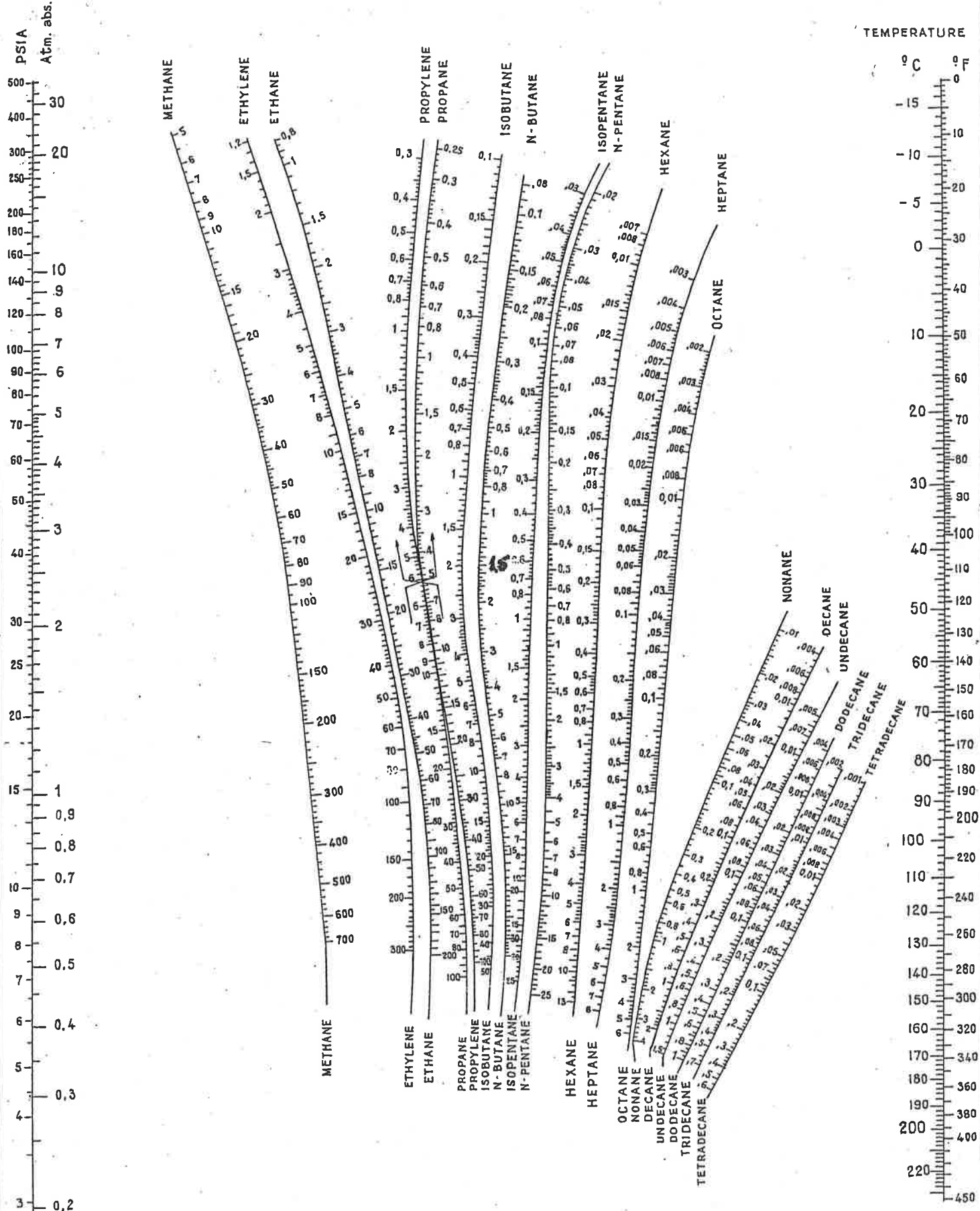
Le bécher se trouve dans un laboratoire où la température est 25°C et l'humidité relative,  $H_R = 40\%$ .

On vous demande de calculer le taux initial d'évaporation de l'eau en supposant que l'espace entre le niveau d'eau et le rebord du bécher agit comme une couche stagnante.

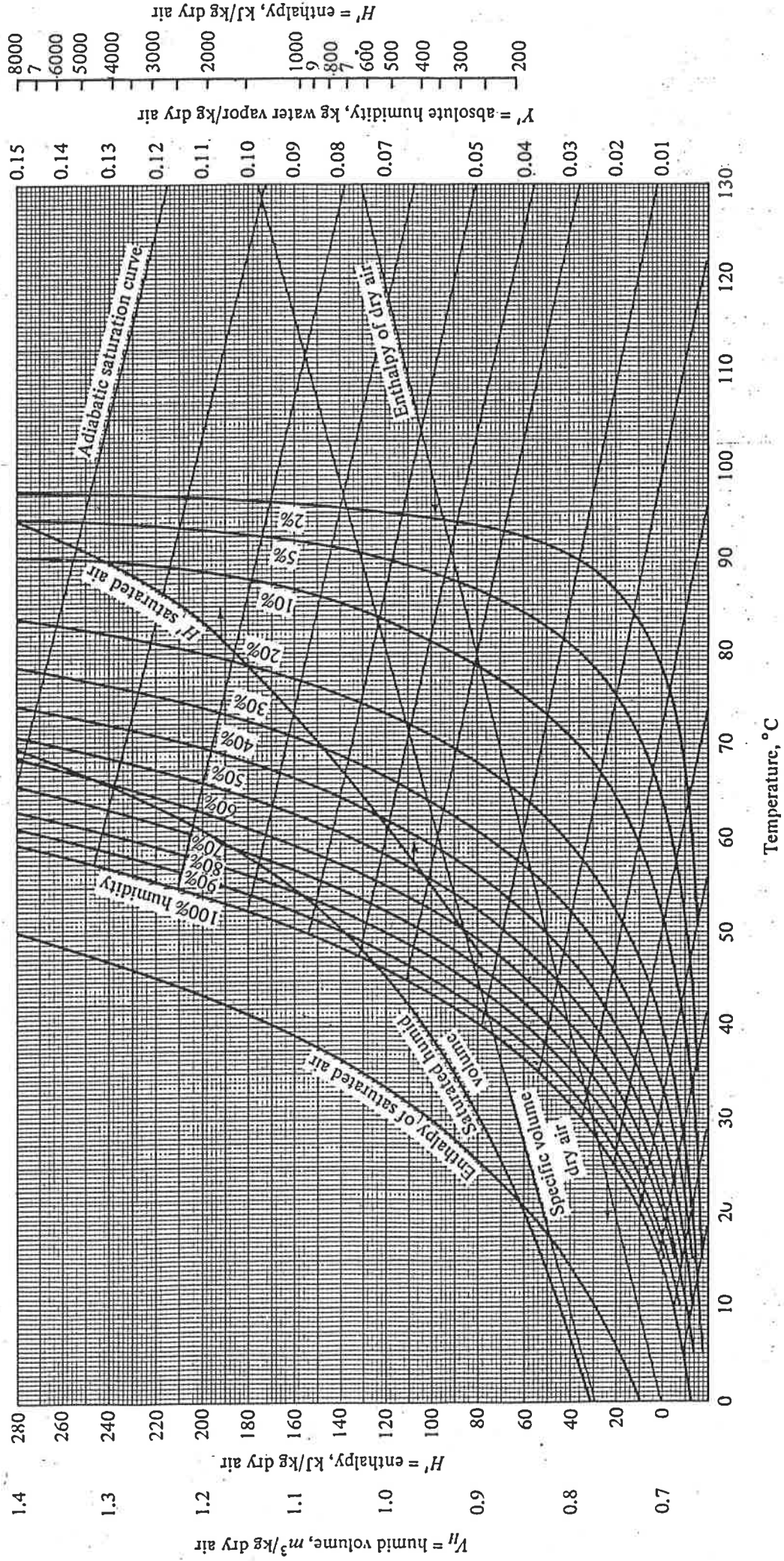
La diffusivité de la vapeur d'eau dans l'air à 25°C :  $D = 0.256 \text{ cm}^2/\text{s}$ .







COEFFICIENTS D'EQUILIBRE DES HYDROCARBURES  
(Scheibel & Jenny)



Psychrometric chart for air-water vapor, 1 std atm abs, in SI units.