

PRÀCTICA 15

EQUILIBRIS LÍQUID-VAPOR EN MESCLES BINÀRIES

OBJECTIUS

Obtenció de les corbes "*liquidus*" i "*vapor*" del sistema binari etanol-aigua.

MATERIAL NECESSARI

- ✓ Aparell d'Othmer per a destil·lació, amb resistència calefactora i termòmetre 50-100°C ($\pm 0.1^\circ\text{C}$)
- ✓ Refractòmetre
- ✓ Vas de precipitats aforat de 200 mL
- ✓ Erlenmeyer de 100 ml
- ✓ Barreta per a la presa de mostres
- ✓ Aigua destil·lada
- ✓ Etanol (tòxic; densitat = 0.7893 g/cm³)
- ✓ 12 tubs d'assaig proveïts de taps
- ✓ Embut
- ✓ Pinça de fusta
- ✓ Assecador d'aire

INTRODUCCIÓ TEÒRICA

Inicialment, al matràs hi ha 3 components: aigua (1), alcohol (2) i aire (3), i dues fases (vapor i líquid); la descripció dels seus estats ve donada per les variables temperatura T , pressió p i les concentracions c_2 i c_3 . Si fixem la pressió en el valor $p = 1$ atmòsfera, a cada estat li correspon un punt al diagrama de tres eixos (T, c_2, c_3), tal com mostra la Fig. 1. Als plans Tc_2 i Tc_3 s'han assenyalat els talls de les superfícies que limiten les regions on el sistema es troba en fase líquida o vapor; els traços grosos corresponen a la fase sòlida.

En este diagrama es pot situar l'estat inicial de la dissolució que estudiem. Es donen com a valors probables els següents: $T = 22^\circ\text{C}$, $c_2^l = 45\%$ i $c_2^v = 4\%$; $c_3^v = 94\%$ i $c_3^l = 0.004\%$. A este estat li corresponen dos punts al diagrama, un d'ells a la superfície de *líquid* i l'altre a la superfície de *vapor*, ambdós a la mateixa temperatura.

Amb l'ebullició, un dels components (l'aire) és eliminat en les primeres bombolles. El sistema queda només amb dos components: aigua i alcohol. Per tant, en fer $c_3^v = c_3^l = 0$ som al pla Tc_2 . Els equilibris vapor-líquid són punts de les línies *liquidus* i *vapor* a la mateixa temperatura.

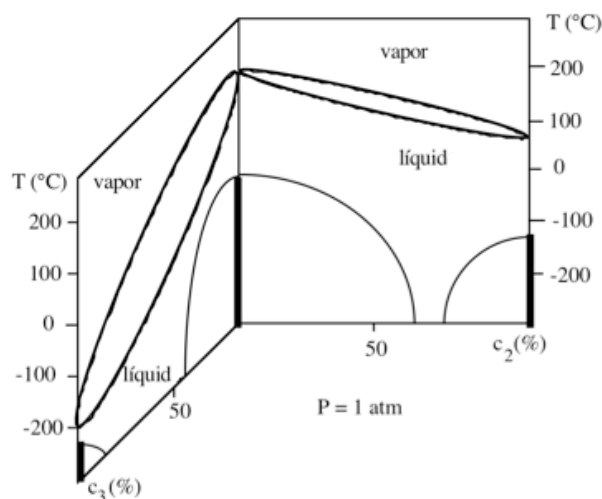


Figura 1. Diagrama de les fases del sistema aigua (1) + alcohol (2) + aire (3). Només hi ha indicats els talls de les superfícies líquid i vapor sobre els plans Tc_2 i Tc_3 . Les línies sòlides hi són representades amb traç gros.

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL

Obtenció de les mostres

De primer s'introdueixen a l'aparell d'Othmer (Fig. 2) 100 mL d'alcohol i 100 mL d'aigua destil·lada. Estes quantitats i les que apareguen successivament són valors indicatius que faciliten el desenvolupament ràpid i eficaç de la pràctica: no cal mesurar-les amb precisió.



Figura 2. Aparell de Othmer.

Després es connecten els sistemes de refrigeració (un flux xicotet d'aigua sol ser suficient) i calefacció. Quan la mescla assolisca l'ebullició, començarà a condensar-se vapor al col·lector a causa de l'acció del fluid refrigerant. Quan el col·lector siga ple i les noves aportacions de líquid tornen al matràs esfèric, es

pot considerar que s'ha assolit un equilibri dinàmic. En esta etapa, la temperatura romandrà constant. Espereu-vos 3 minuts i *anoteu la temperatura d'equilibri*.

A continuació apagueu la resistència calefactors i en dos tubs d'assaig (numerats convenientment) preneu mostres d'uns 10 mL del líquid destil·lat al col·lector i del líquid residu. *Tapeu els tubs ràpidament* per evitar que es despreguen vapors i varie la composició dels líquids.

En recollir les mostres del col·lector i del residu, rebutgeu els primers 3 mL, ja que en les zones més pròximes a les claus de vidre la concentració pot ser una mica diferent a la de la massa del sistema. Llanceu tot el líquid sobrant del *col·lector* (no del residu) cada vegada que recolliu una mostra.

El procés es repeteix afegint-hi únicament 50 mL d'aigua destil·lada cada vegada, fins que tenim quasi aigua pura (la temperatura d'equilibri és aproximadament 100 °C a la pressió de 1 atm).

Mesurament de la concentració d'alcohol a les mostres

La concentració de les mostres es determina mesurant-ne l'índex de refracció, després de deixar-les refredar uns 20 minuts, fent servir la corba índex de refracció-concentració. Per construir la corba índex de refracció-concentració, $n = f(c_2)$, cal mesurar l'índex de refracció de l'aigua pura n^0 i reconstruir la Taula 1 adjunta. A partir d'esta taula, per interpolació, es pot obtenir la proporció d'alcohol en la mescla una vegada es coneix l'índex de refracció mesurat amb el refractòmetre (Fig. 2).



Figura 3. Refractòmetre de Abbe.

Taula 1.- Índex de refracció n de les mescles etanol-aigua en funció de la concentració c_2 de l'alcohol (en % en massa).

$c_2(\%)$	n
0	n^0
10	$n^0 + 0.0065$
20	$n^0 + 0.0139$
30	$n^0 + 0.0205$
40	$n^0 + 0.0253$
50	$n^0 + 0.0286$
60	$n^0 + 0.0308$
70	$n^0 + 0.0322$
80	$n^0 + 0.0328$

El mesurament de l'índex de refracció en el refractòmetre es realitza de la següent manera:

- Obriu la unitat dels prismes i dipositeu una gota del líquid problema al prisma base.
- Premeu el punt roig de l'interruptor POWER.REFRACTÒMETRE WYA.
- Gireu el braç del llamp fins a situar-lo a 1 cm de la unitat de prismes.
- Mireu pel visor mentre gireu el comandament lateral dret fins a observar dues zones, una lluminosa a sobre i un altra fosca a sota.

- Localitzeu el comandament cilíndric d'alumini situat 7 cm per sota del visor. Torneu a mirar pel visor i, tot girant aquest comandament, podreu eliminar les bandes colorades que difracten els prismes. Tot seguit desplaçe el comandament lateral dret fins a situar la línia divisòria clar-fosc sobre l'aspa de l'objectiu.
- Premeu el botó READ. A la pantalla apareix l'índex de refracció del líquid problema.
- Premeu el botó TEMP i a la pantalla podreu llegir la temperatura de la mostra.

Nota: per assecar les mostres dipositades al prisma, utilitzeu l'assecador d'aire a temperatura ambient. Mai no heu d'usar paper de filtre ni torcadors, ja que poden ratllar-lo.

Precaucions

- El procés es repeteix afegint-hi únicament 50 mL d'aigua, *mai d'alcohol*.
- Aneu alerta de no tocar l'armadura metàl·lica del sistema de calefacció ($t > 80^{\circ}\text{C}$).
- L'extracció de mostres del residu ha de fer-se amb cura per evitar cremades.
- Abans de netejar qualsevol pèrdua d'aigua, cal *desconnectar l'aparell d'Othmer*.

PRESENTACIÓ DE RESULTATS

- (a) Taula amb els valors c_2^l , c_2^v i temperatura d'ebullició obtinguda per a cada mescla (sent c_2^l i c_2^v la concentració en % en massa d'etanol al residu i al col·lector, respectivament).
- (b) Representació de les corbes "liquidus" i "vapor", es a dir, les corbes $t = f(c_2^l)$ i $t = f(c_2^v)$. Discussió de les corbes.