

XXVI OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP I

Zadania doświadczalne

ZADANIE D1

Nazwa zadania : „Roztwory”

Korzystając z prostego modelu mikroskopowego uzasadnij następujące twierdzenie słuszne dla roztworów rozcieńczonych:

Jeżeli roztwory substancji R w dwóch wzajemnie nierozpuszczalnych cieczach A i B znajdują się odpowiednio długo w kontakcie (np. w tym samym naczyniu), to dla danej temperatury wielkość

$$K = \frac{C_A^n}{C_B}$$

jest stała (tj. nie zależy od C_A i C_B).

C_A - stężenie substancji R w rozpuszczalniku A,

C_B - stężenie substancji R w rozpuszczalniku B,

n – stosunek mas cząsteczkowych substancji R w rozpuszczalnikach A i B.

korzystając z powyższego faktu wyznacz wartość n i K dla układu, w którym A oznacza wodę, B – benzen, a R – kwas octowy.

Zestaw przyrządów i materiałów:

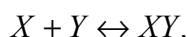
- dwie wyskalowane pipety,
- zlewki lub kolby stożkowe,
- ocet,
- benzen,
- woda destylowana,
- rozcieńczony roztwór NaOH,
- fenoloftaleina,
- papier milimetrowy,

UWAGA: Zadanie należy wykonać pod wyciągiem, gdyż pary benzenu są szkodliwe.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

W wzorze podanym w tekście zadania występuje stała n, której wartości nie określono jako równej 1. Należy zatem dopuścić do rozważań możliwość, że $n \neq 1$. Odpowiadałoby temu, że ta sama substancja rozpuszczona w różnych rozpuszczalnikach miałaby różne masy cząsteczkowe, a więc różnych rozmiarów cząsteczki. Jest to możliwe w przypadku asocjacji polegającej na łączeniu się kilku cząsteczek w jedną większą.

Rozpatrzmy reakcję



Jeżeli stężenia wszystkich substancji są małe, to możemy oczekiwać, że szybkość reakcji w prawo będzie proporcjonalna do stężeń C_x i C_y , a w lewo – do stężenia C_{xy} . w stanie równowagi prędkości reakcji w obie strony powinny być jednakowe:

$$\alpha C_x C_y = \beta C_{xy}$$

Współczynniki α i β mogą być różne dla różnych substancji i różnych rozpuszczalników. Mogą też zależeć od temperatury. W przypadku, gdy $X = Y$ otrzymujemy

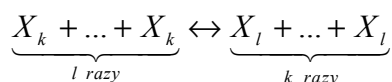
$$C_x^2 = K C_{x_2},$$

$$K = \frac{\beta}{\alpha},$$

czyli

$$\frac{C_x^2}{C_{x_2}} = K.$$

W ogólnym przypadku reakcji



mamy

$$\alpha C_{x_k}^l = \beta C_{x_l}^k,$$

stąd

$$\frac{C_{x_k}^l}{C_{x_l}^k} = \frac{\beta}{\alpha},$$

czyli

$$\frac{C_{x_k}^n}{C_{x_l}} = K; \quad n = \frac{l}{k}; \quad K = \sqrt[k]{\frac{\beta}{\alpha}}.$$

W przypadku układu podanego w zadaniu reakcje omawianego typu zachodzą w obszarze przy powierzchni styku obu rozpuszczalników. Przyjęcie, że szybkość reakcji są proporcjonalne do stężeń, jest równoznaczne założeniu, że między cząsteczkami substancji rozpuszczonej występują oddziaływania o niewielkim zasięgu.

Stężenie octu w wodzie przy różnych porcjach wody wyznacza się za pomocą miareczkowania. Stężenie octu w benzenu można obliczyć na podstawie znajomości całkowitej ilości użytego kwasu octowego. Zwiększając stopniowo ilość dodawanego kwasu octowego sprawdzamy, czy liczba K zdefiniowana w tekście zadania jest istotnie stała. Warunkiem uzyskania poprawnych wyników jest wysoka czystość użytego benzenu oraz zapewnienie warunków umożliwiających ustalenie się

równowagi chemicznej. W tych idealnych warunkach powinno się uzyskać wynik, że w benzenie cząsteczki kwasu octowego są dwukrotnie zasocjowane.

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Olimpiada fizyczna XXV i XXVI”
autor: A. Szymacha

Komitet Główny Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl