

## נפח תערובת נוזלים: כהל + מים

ירידת הנפח של תערובת נוזלים בהשוואה לסכום נפחי הנוזלים הטהורים איננה תופעה כללית, אם כי נפוצה.

כאשר מערבבים  $N_1$  מולים של נוזל 1 שהמסה המולרית שלו היא  $M_1$  וצפיפותו היא  $d_1$  עם  $N_2$  מולים של נוזל 2 שהמסה המולרית שלו היא  $M_2$  וצפיפותו היא  $d_2$  אז הנפח הכללי יהיה:

$$V_{\text{total}} = N_1 M_1 / d_1 + N_2 M_2 / d_2 + (N_1 + N_2) V^E$$

כאשר האברים הראשון והשני מתארים את תרומות הנפחים של המרכיבים הטהורים לנפח התערובת והאבר השלישי  $V^E$  נקרא הנפח המולרי העודף, שיכול להיות חיובי או שלילי.

דוגמאות עבור תערובות אקווי-מולריות, בהן  $N_2 = N_1$ , הערכים של  $V^E$  (בס"מ<sup>3</sup> למול):  
אתנול + מים -1.09  
אצטון + אתנול -0.077  
אצטון + הקסאן 1.06  
הקסאן + בנזן הערך הוא 0.41

כאשר אחד המרכיבים של התערובת הוא מים, אכן התופעה של קטינת הנפח ( $V^E$  שלילי) היא כללית למדי, הסיבה לכך היא שהמים הם בעלי נפח מולרי גדול ביחס לנפח המולקולות עצמן בגלל המבנה הפתוח של רשת תלת-מימדית של קשרי המימן בין המולקולות. בערבוב המים עם נוזל אחר המולקולות של הנוזל השני הורסות את רשת קשרי המימן בין מולקולות המים ומצמצמות את המבנה הפתוח, ואם הן קטנות מספיק גם נכנסות למרווחים בין מולקולות המים במבנה הפתוח שלהן.  
אולם, התופעה אינה כללית, ויש זוגות נוזלים בהם הנפח דווקא גדל עם הערבוב ( $V^E$  חיובי).

אחת מהדוגמאות לגידול בנפח תערובת נוזלים היא של האצטון + הקסאן\* . דוגמה אחרת היא תערובת של כלורופורם עם פחמן-ארבעה-כלורי.<sup>#</sup> התנהגות כזאת, אמנם, היא נדירה יותר. סיבה אפשרית לגידול בנפח הוא שהמולקולות הזרות זאת לזאת מפריעות לאריזה הצפופה של המולקולות בכל אחד מהנוזלים הטהורים. אין בידי תיאוריה כללית המאפשרת לצפות מראש כיצד תתנהגנה תערובות כלשהן, אפילו אם ידועות הצפיפויות של המרכיבים שלהן.

\* G. Marino et al., J. Chem. Eng. Data **46**, 728 (2001).

# M. Artal et al., J. Chem. Thermodyn. **23**, 1131 (1991).

נכתב ע"י: פרופ' יצחק מרכוס מהמכון לכימיה באוניברסיטה העברית  
מקור מידע: ערבוב נוזלים, "בשער ברשת" 15 דצמבר 2010  
עריכת המסמך לתלמידים: מילכה ברקו גרש - שלושה פרפרי זהב