

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

KMB305 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI I

YÜZEY GERİLİMİNİN BELİRLENMESİ

Amaç: Gazlarda söz konusu olmayan yüzey gerilimi sıvı ve katılara özgü bir olgudur. Bu çalışmanın amacı içerisinde ise bazı çözeltilerin yüzey geriliminin derişime bağılı olarak değışiminin incelenmesi yer almaktadır.

TEORİ

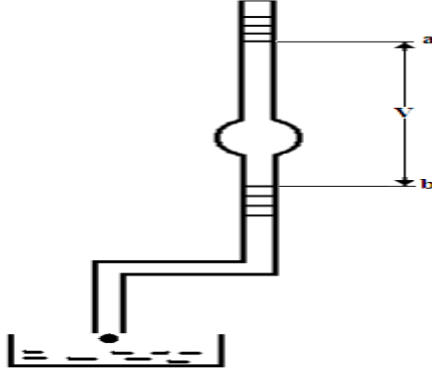
Sıvı içindeki bir molekül, komşu sıvı molekülleri tarafından ortalama olarak aynı kuvvetle çekilir. Bu yüzden hiçbir kuvvetin etkisi altında değılmiş gibi hareket eder. Yüzeydeki sıvı molekülleri ise sadece sıvı tarafındaki molekülleri içe doğru çekerler. Bu çekim sıvı yüzeyinin daralmasına sebep olur. Dolayısıyla sabit sıcaklık ve basıçta sıvı yüzeyini 1 m² veya 1 cm² büyötmek için verilmesi gereken enerjiye **yüzey gerilimi** (σ) denir. Yani sıvı yüzeyinde alınan birim uzunluğı gergin tutan kuvvettir. Birimi dyn/cm' dir. Öyleyse **yüzey gerilimi** için atom veya moleküller arasındaki çekme kuvvetinin yüzeydeki geometrik dengesizliğinin ve asimetrisinin sonucudur denebilir.

Su gibi ıslatan sıvılar bir kılcal boruda kendiliğinden yükselirken, civa gibi ıslatmayan sıvılar kendiliğinden alçalmaktadır. Su gibi ıslatan sıvıların molekülleri ile cam arasındaki çekim kuvvetleri sıvı moleküllerinin birbiri arasındaki çekim kuvvetlerinden daha büyüktür. Sıvı ile cam arasındaki çekim kuvvetlerine **adhezyon kuvvetleri** denir. Kılcal boruda yükselmeye bu adhezyon kuvvetleri yol açmaktadır. Civa gibi ıslatmayan sıvının molekülleri ile cam arasındaki çekim kuvvetleri sıvı moleküllerinin birbiri arasındaki çekim kuvvetlerinden çok küçük kalmaktadır. Sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerine **kohezyon kuvvetleri** adı verilir. Kılcal boruda alçalmaya neden olan bu kohezyon kuvvetleridir.

Adhezyon kuvvetinin etkin olduğı kılcallarda sıvı yüzeyi **iç bükey**, kohezyon kuvvetinin etkin olduğı kılcallarda ise **dış bükeydir**. Kılcal olmayan borularda sıvı yüzeyi düz görünür.

Yüzey gerilimini belirlemede çeşitli yöntemler vardır. Bunlardan birisi damla kütlesi ve damla sayma yöntemidir. Yönteme göre kılcal bir borudan düşen damlanın kütlesi (mg) tam düşme anında, borunun çevresindeki sıvının yüzey gerilim kuvvetine eşit olur.

Yukarda da bahsedildiği gibi, yüzey gerilimini belirleme yöntemlerinden bir tanesi, belli bir hacimdeki sıvının damla sayısını saymaktır. Bunun için Traube Stalogmometresi kullanılabilir.



Şekil: Traube Stalogmometresi

V hacmindeki sıvının akması sırasında oluşan r yarıçapındaki bu damlaların kütle ve ağırlığı sırasıyla aşağıdaki bağıntıyla verilir.

$$m = \frac{V}{n} \cdot \rho \quad (1)$$

$$mg = 2\pi r\sigma \quad (2)$$

Burada n damla sayısı, ρ sıvının yoğunluğu, g yerçekim ivmesi, $2\pi r$ stalogmometrenin alt ucunun çevresidir. Stalogmometre ile daha çok yüzey gerilimi bilinen bir sıvı yardımıyla başka bir sıvının yüzey gerilimi belirlenir. Aynı Stalogmometre kullanılmak üzere 1 ve 2 nolu eşitlikler iki ayrı sıvı için ayrı ayrı yazılıp taraf tarafa oranlanırsa sırayla;

$$\frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right) \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (3)$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \quad (4)$$

bağıntıları bulunur. Eğer iki sıvının yoğunlukları birbirine yakınsa $\rho_1 = \rho_2$ alınarak son iki bağıntıdan yüzey gerilimleri ile damla sayıları arasında;

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (5)$$

veya $\rho_1 \neq \rho_2$ ise

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right) \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (6)$$

eşitlikleri elde edilir.

Çözeltilerin Yüzey Gerilimi: Gibbs Adsorpsiyon Denklemi

Çözünen tanecikler içteki çözücü moleküllerinin yüzeydeki çözücü moleküllerini içe doğru çekmesini belli ölçüde engellediğinde çözeltilerin yüzey gerilimi saf çözücüye göre genellikle düşüktür. Çözücünün yüzey gerilimini düşüren maddelere **yüzey aktif**, değiştirmeyenlere ise **yüzey inaktif** denir. Sulu çözeltiler için yüzey aktif maddelere organik asitler, alkoller, esterler, eterler ve aminler; yüzey inaktif maddelere ise inorganik elektrolitler organik asitlerin tuzları, şeker ve gliserin örnek olarak verilebilir. Yüzey aktif maddelerin çözeltideki derişimleri arttıkça yüzey gerilimi daha da düşmektedir.

Herhangi bir i maddesi birbirine değen α ve β fazlarında sırasıyla $n_{i\alpha}$ mol ve $n_{i\beta}$ mol, arayüzeyde ise ana fazlara göre n_{iy} mol daha fazla çözünmüş olsun. Arayüzün alanı Y olmak üzere birim arayüzde fazla olarak çözünen i maddesinin molar miktarına **Gibbs Adsorpsiyonu** denir ve

$$\tau_i \equiv \frac{n_{iy}}{Y}$$

şeklinde gösterilir. Çözünen maddelerin toplam molar miktarı n_i olduğunda ara yüzeyde tutulan maddelerin molar miktarı,

$$n_{iy} = n_i - (n_{i\alpha} + n_{i\beta}) = n_i - (C_{i\alpha}V_\alpha + C_{i\beta}V_\beta)$$

şeklinde yazılan mol denkliğinden bulunur. Buradaki $C_{i\alpha}$ ve $C_{i\beta}$ fazlardaki molariteleri, V_α ve V_β ise fazların dm^3 olarak hacimlerini göstermektedir.

Çözeltilerden adsorpsiyonu veren gibbs adsorpsiyon denklemi;

$$\tau = -\left(\frac{\partial\sigma}{\partial\mu}\right)_{T,p} = -\frac{1}{RT}\left(\frac{\partial\sigma}{\partial\ln C}\right)_{T,p} = -\frac{C}{RT}\left(\frac{\partial\sigma}{\partial C}\right)_{T,p}$$

elde edilmiş olur.

Deney İçin Gerekli Malzeme ve Kimyasallar

- Traube Stalogrammetresi
- İzopropil alkol
- Saf Su
- Puar
- Erlen (50 mL)

Güvenlik Uyarısı

- İzopropil alkol kolay alevlenir, ciddi göz tahrişine yol açabilir, baş dönmesine yol açabilir.

DENEYSEL YÖNTEM

1. Deneyde yukarıdaki şekilde gösterilen stalogrammetre kullanılır.
2. Yüzey gerilimi bilinen sıvı olarak saf suyu kullanılır.
3. 0,2 M, 0,1 M ve 0,05 M'lık izopropil alkol çözeltilerinden 100 mL hazırlanır.
4. Hazırlanan sıvı çözeltileri ile deneye başlamadan önce yüzey gerilimi bilinen saf suyun belirlenen V hacminde kaç damla oluşturduğu sayılır. Damla sayma işlemi sıvı seviyesi a noktasına geldiğinde başlanır ve b noktasında son damla alınarak toplam V hacminde ne kadar damla sayıldığı tespit edilir.
5. Önce suyun damla sayısı tespit edildikten sonra sıra ile diğer çözeltilerin damla sayıları tespit edilir.
6. Suyun yüzey gerilimi 25°C civarında yaklaşık olarak $\gamma = 0,0723 \text{ N/m}$ alınarak diğer çözeltilerin yüzey gerilimleri 6 nolu eşitlikten faydalanılarak hesaplanır.

HESAPLAMALAR VE TARTIŞMA

1. Her bir deney için sıvıların yüzey gerilimleri tespit edildikten sonra aynı grafik üzerinde yüzey gerilimi – konsantrasyon ($\gamma - C$) grafikleri çizilerek sonuçları değerlendirin.

NOT: Teori için sadece föye bağı kalmayınız.