

KMB 405 - KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI III

DENEY ADI: SAF SUYUN TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Deneyin Amacı: Saf su için buharlaşma entalpisi ve buharlaşma entropisi gibi termodinamik özellikleri Clausius-Clapeyron bağıntısı ile hesaplamaktır.

Teori: Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşırlar. Yani, her sıcaklıkta sıvıdaki atom ya da moleküller, gaz fazına geçme eğilimindedir. Moleküller yeterli enerjiye sahipse sıvı fazı terk ederek gaz faz geçecek ve bu moleküllerin bir kısmı çarpışmalarda enerjilerini kaybettikten sonra sıvıya geri dönecektir. Sıcaklık arttıkça buharlaşma artar, böylelikle buhar basıncı da artmış olur. Kapalı kaptaki her sıvı, buharlaşmadan kaynaklı üzerinde oluşan buhar basıncıyla dengededir.

Sıvıların buhar basıncını etkileyen bir diğer faktör, sıvının kimyasal yapısıdır. Aynı sıcaklıkta, bir sıvıdaki tüm moleküller aynı kinetik enerjiye sahiptir. Moleküller arası çekim kuvveti buharlaşma hızını etkiler. Genellikle molekülün boyutu ve karmaşıklığı arttıkça çekim kuvveti artar.

Saf bir maddenin buhar ve sıvı fazlarından oluşan bir sistem için bu denge durumu maddenin buhar basıncı ile doğrudan ilişkilidir. Saf maddenin buhar basıncı Clausius-Clapeyron bağıntısıyla verilen sıcaklığa göre doğrusal olmayan bir şekilde değişir:

$$\frac{d \ln P}{d(1/T)} = \frac{-\Delta H^{lv}}{R \Delta v} \quad (1)$$

Denklemin doğrusallaştırılmış hali:

$$\ln P_{vap} = \frac{-\Delta H_{vap}}{R} \frac{1}{T} + \frac{\Delta S_{vap}}{R} \quad (2)$$

İdeal gazlarda moleküller arası etkileşimlerin olmadığı varsayılır ve sıkıştırılabilirlik faktörü "1" kabul edilir. Öte yandan, bir sıvının hem sıvı hem de buhar fazlarının P-V-T davranışları geniş bir sıcaklık ve basınç aralığını kapsamalıdır. Bu deneyde, sıvının buhar fazı için 2 farklı varsayım kullanılacaktır. Birincisi, buhar fazının ideal gaz davranışına uyduğu varsayılacaktır. İkinci durumda ise, buharın gerçek gaz olduğu varsayılar, Van der Waals hal denklemi kullanılarak buhar basıncı hesaplanacaktır.

Van der Waals denklemi:

$$P = \frac{R \times T}{\left(\frac{v}{n} - b\right)} - a \left(\frac{n}{V}\right)^2 \quad (3)$$

$$a = \frac{27 \times (R \times T_c)^2}{64 \times P_c} \quad (4)$$

$$b = \frac{(R \times T_c)}{8 \times P_c} \quad (5)$$

Deneyin Yapılışı:

1. 1000 mL'lik bir beher, neredeyse tamamen dolana kadar distile su ile doldurulur.
2. 10 mL'lik dereceli silindir, üstten 2,5 cm'lik bir boşluk bırakılarak damıtılmış su ile doldurulur.
3. Açıklığın üzerine bir parmak yerleştirilir ve ardından dereceli silindir hızla ters çevrilir ve yine distile su ile doldurulmuş behere yerleştirilir. Bunun sonucunda ters çevrilmiş silindirin tepesinde bir hava kabarcığı tutulur.
4. Dereceli silindir tamamen kaplanana kadar beher tekrar distile su ile doldurulur.
5. Termometre behere yerleştirilir.
6. Su, bir ısıtıcı kullanılarak 75 °C'ye ısıtılır.
7. İstenilen sıcaklık değerine ulaşıldıktan sonra ısıtıcı kapatılır.
8. Sıcaklık değerindeki her 5 °C'lik düşüşte, silindirdeki hava seviyesi okunur ve kaydedilir.
9. Sıcaklık 50 °C'nin altına düştüğünde beher etrafına buz eklenerek soğutma işlemi yapılır ve 10 °C'nin altında bir sıcaklık değeri elde edilir.

Hesaplama:

1. Hem ideal gaz hem de Van der Waals denklemi ile buhar fazın basıncını hesaplanır.
2. Clasius-Clapeyron denkleminin doğrusallaştırılmış hali kullanılarak buharlaşma entalpisi ve entropisi hesaplanır.
3. Her iki durumda elde edilen sonuçlar kıyaslanır.

Kaynaklar

1. <http://courses.che.boun.edu.tr/che302/Chapter%206.pdf> , Boğaziçi Üniversitesi Che 302 Laboratuvarı Deney Föyleri, Ziyaret Tarihi: 05.10.2021.