

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

MOL KÜTLESİ

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. EBÜLYOSKOPİ.....	3
1.1. Molal Kaynama Noktası Yükselmesi	5
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	17
2. KRİYOSKOPİ.....	17
2.1. Molal Donma Noktası Düşmesi	17
UYGULAMA FAALİYETİ	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
MODÜL DEĞERLENDİRME	27
CEVAP ANAHTARLARI	29
KAYNAKÇA	30

AÇIKLAMALAR

ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL/MESLEK	Dal Ortak
MODÜLÜN ADI	Mol Kütlesi
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül; organik bileşiklerin kaynama noktası yükselmesinden ve donma noktası alçalmasından yararlanarak mol kütlesini bulabilme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖNKOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Organik bileşiklerin mol kütlesini bulmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, organik bileşiklerin mol kütlesini bulabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Organik bileşiklerin kaynama noktası yükselmesinden yararlanarak mol kütlesini bulabileceksiniz.2. Organik bileşiklerin donma noktası alçalmasından yararlanarak mol kütlesini bulabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam Temel kimyasal işlemlerini yapmak için gerekli donanım ve tüm donanımın bulunduğu laboratuvar, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb. Donanım Atölyede; teknoloji sınıfı, internet, ilkyardım malzemeleri, damıtma balonu, soğutucu, üç ayak, lastik tıpa,bek, termometre, destek çubuğu, şeker, beher, deney tüpü, kükürt, naftalin, saplı halka, kısıkaç, termometre
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Soğuk iklim bölgelerinde yaşayan kişiler, kışın otomobillerinin soğutma sistemlerindeki suya antifiriz eklenmesi gerektiğini bilirler. Antifiriz-su karışımı saf suya göre çok daha düşük sıcaklıkta donar. Bu modülde bunun nedenini ve bu özellikten yararlanarak bir organik bileşiğin molekül kütlesinin nasıl bulunabileceğini öğreneceksiniz.

Ayrıca, kaynamakta olan suya bir miktar tuz katıldığında kaynamanın durduğu; bir müddet sonra tekrar kaynamanın başladığı gözlenir. Tuz-su karışımı saf suya göre daha yüksek sıcaklıkta kaynar. Yine bu özellikten yararlanarak bir organik bileşiğin molekül kütlesinin nasıl bulunabileceğini bu modülde öğreneceksiniz.

Modülü başarıyla tamamladığınızda, günlük hayatımızdaki olayların aslında kimya ile ne kadar iç içe olduğu bilinciyle, hayata ve çevrenize daha farklı bir gözle bakmasını öğrenecek, dolayısıyla bu bilimin pratik yaşantınız için ne denli önemli olduğunu kavrayacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak organik bileşiklerin kaynama noktası yükselmesinden yararlanarak molekül ağırlığını bulabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir organik bileşiğin molekül formülünü belirlemek için uygulanması gereken işlemler nelerdir? Araştırınız.
- Raoult Yasası nedir? Araştırınız.

1. EBÜLİYOSKOPİ

Bir çözeltide bileşenlerden biri, ötekinin yanında azımsanacak miktarda ise böyle bir çözeltiliye seyreltik çözelti, çözeltide miktarı fazla olana çözücü, az olana da çözünen denir. Böyle bir çözeltiliye az miktarda çözünen maddenin ilavesi, çözücünün termodinamik ortamını hissettirecek derecede değiştirmedeği varsayılır.

Seyreltik çözeltiler bazı kanunlara uyarlar ki bunlara Seyreltik Çözelti Kanunları denir. Bunlar;

Tonometri: Çözücünün buhar basıncının azalması,

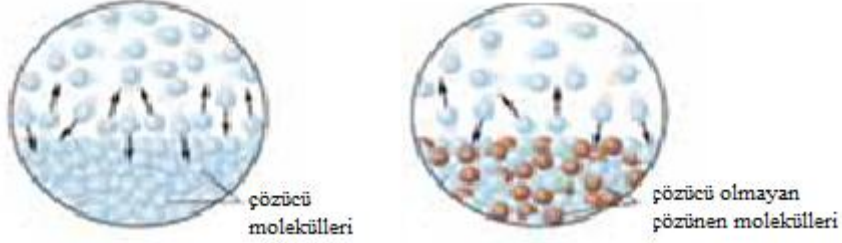
Ebüliyoskopi: Kaynama noktası yükselmesi,

Kriyoskopi: Donma noktası alçalması,

Çözeltinin osmotik basıncıdır.

Bir çözeltinin bu özelliklerine sayısal (kolligatif) özellikleri denir. Kolligatif özellikler çözeltideki taneciklerin sayısına bağlıdır. Bu özelliklerin incelenmesi bakımından çözeltiler elektrolit ve elektrolit olmayan çözeltiler olmak üzere iki sınıfta incelenir. Elektrolit çözeltilerde maddeler az veya çok iyonlara ayrılmış durumdadır. Elektrolit olmayanlarda ise sadece moleküller vardır.

➤ **Çözeltilerin Buhar Basınçları**



Şekil 1.1: Saf çözücü ve çözeltide buharlaşma olayları

Herhangi bir çözeltinin buhar basıncı ($P_{\text{Çözelti}}$) çözeltiyi oluşturan bileşenlerin kısmi buhar basınçlarının (P_A, P_B, \dots) toplamıdır. İki bileşenli bir çözeltinin buhar basıncı şöyle yazılabilir.

$$P_{\text{Çözelti}} = P_{\text{Çözücü}} + P_{\text{Çözünen}}$$

İdeal bir çözelti ile dengede olan çözücünün (A) kısmî buhar basıncı (P_A), A'nın çözeltideki mol kesri (X_A) ile saf A'nın aynı sıcaklıktaki buhar basıncının (P_A°) çarpımına eşittir.

$$P_A = P_A^\circ \cdot X_A$$

Bu bağıntı 1896 da François Raoult tarafından önerilmiş olup Raoult Yasası adıyla bilinmektedir.

Benzer şekilde B (çözünen)'nin kısmî buhar basıncı için de şu ifade yazılabilir:

$$P_B = P_B^\circ \cdot X_B$$

Çözeltinin buhar basıncı ise bu iki kısmi buhar basıncının toplamına eşittir.

$$P_{\text{Toplam}} = P_A + P_B$$

$$P_{\text{Toplam}} = P_A^\circ \cdot X_A + P_B^\circ \cdot X_B$$

Bu nedenle ideal bir çözeltinin buhar basıncı, bileşenlerinin mol oranı dikkate alınarak saf haldeki buhar basınçlarından türetilir.

Uçucu olmayan ($P_B^\circ = 0$, uygulamada yararlanmak üzere), ve çözeltilde parçalanmayan B maddesiyle hazırlanmış seyreltik bir çözeltinin buhar basıncı, sadece çözücü moleküllerinden (A) oluşur. Bu tür çözeltiler çoğunlukla Raoult Yasası'na uyarlar.

$$P_{\text{Toplam}} = P_A^\circ \cdot X_A$$

Veya

$$\begin{aligned} P_{\text{çözeltili}} &= P_{\text{çözücü}}^\circ \cdot X_{\text{çözücü}} & (P_{\text{çözeltili}} &= P_{\text{çözücü}} + P_{\text{çözünen}}) \\ X_{\text{çözücü}} &= 1 - X_{\text{çözünen}} & (X_{\text{çözücü}} + X_{\text{çözünen}} &= 1) \text{ Mol kesirleri toplamı 1 e eşittir.} \\ P_{\text{çözeltili}} &= P_{\text{çözücü}}^\circ \cdot (1 - X_{\text{çözünen}}) \\ P_{\text{çözeltili}} &= P_{\text{çözücü}}^\circ - X_{\text{çözünen}} \cdot P_{\text{çözücü}}^\circ \Rightarrow P_{\text{çözücü}}^\circ - P_{\text{çözeltili}} = X_{\text{çözünen}} \cdot P_{\text{çözücü}}^\circ \\ P_{\text{çözücü}}^\circ - P_{\text{çözeltili}} &= \Delta P \text{ denirse;} \\ \Delta P &= X_{\text{çözünen}} \cdot P_{\text{çözücü}}^\circ \text{ olur.} \end{aligned}$$

Bu ifadeden saf çözücünün (A) buhar basıncının (P_A°), çözünenin mol kesrine bağlı olarak $X_B \cdot P_A^\circ$ kadar azaldığı anlaşılmaktadır.

Örnek: 25°C'de saf suyun buhar basıncındaki düşme 1,5 mmHg olması için 320 g suya kaç g sakkaroz eklenmelidir? (Bu sıcaklıkta saf suyun buhar basıncı 23,8 mm Hg'dir. Sakkaroz'un mol ağırlığı ise 342 g/mol).

Çözüm:

$$\begin{aligned} \Delta P &= 1,5 \text{ mmHg} & \Delta P &= P_{\text{çözücü}}^\circ \cdot X_{\text{çözünen}} \\ P_{\text{su}}^\circ &= 23,8 \text{ mmHg} \\ M_{\text{sakkaroz}} &= 342 \text{ g/mol} \\ m_{\text{su}} &= 320 \text{ g} \\ m_{\text{sakkaroz}} &= ? \end{aligned} \quad 1,5 = 23,8 \times \left(\frac{\frac{m}{342}}{\frac{m}{342} + \frac{320}{18}} \right)$$

$$m = 410 \text{ g}$$

1.1. Molal Kaynama Noktası Yükselmesi

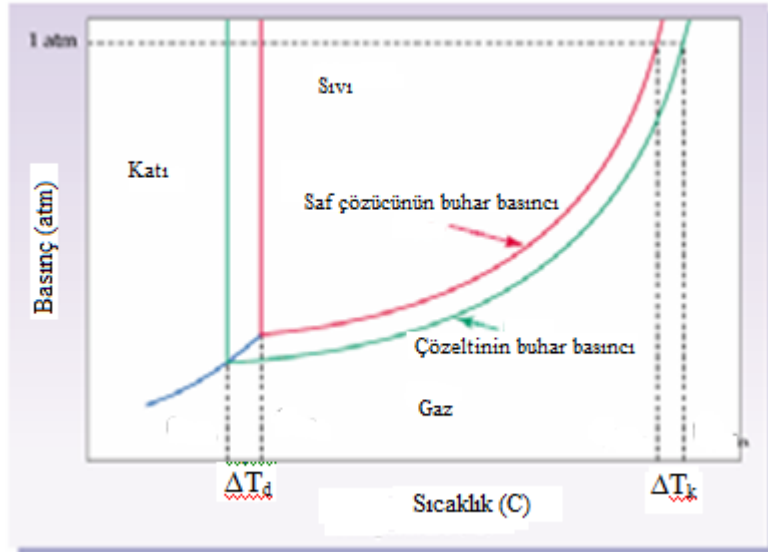
Uçucu olmayan çözünen ile hazırlanan bir çözeltinin buhar basıncının saf çözücünün buhar basıncına göre düşük olması, çözeltinin kaynama noktasının yükselmesine, donma noktası düşmesine ve osmoz olayına yol açar. Uçucu olmayan çözünenen dolayı çözeltinin saf çözücüye göre buhar basıncı düşmesini ölçmek oldukça güçtür. Buna rağmen, çözeltinin saf çözücüye göre kaynama noktasının yükselmesi, donma noktasının düşmesi ve çözeltinin osmatik basıncı büyük bir duyarlılıkla ölçülebilir.

Isıtılan bir sıvının buhar basıncı, üzerindeki atm basıncına eşit olduğunda sıvı kaynamaya başlar. 1 atm dış basınç altındaki kaynama sıcaklığına **normal kaynama sıcaklığı** denir. Uçucu olmayan bileşen, çözeltinin buhar basıncını düşürdüğünden dolayı çözelti, saf çözücünün standart kaynama sıcaklığına geldiğinde henüz kaynamaz. Çözeltinin buhar basıncını 1 atm'e çıkararak kaynatmak için sıcaklığını daha da yükseltmek gerekir. Böylece, uçucu olmayan çözünen içeren çözeltinin kaynama sıcaklığı (T) saf çözücünün kaynama sıcaklığından (T°) daha yüksek olur. Aradaki fark,

$$\Delta T_k = T - T^\circ \text{ dir.}$$

Kaynama noktasındaki bu yükselme;
Çözeltinin derişimi ile doğru,
Çözünmüş maddenin mol kütlesi ile ters orantılıdır.

Bu olgu saf çözücü ve çözelti için çizilen buhar basıncı eğrileri yardımıyla şekil 1.2'de gösterilmiştir. Uçucu olmayan çözünenin derişimine bağlı olarak, çözeltinin buhar basıncı saf çözücünün buhar basıncının altından gider. Kaynama noktası yükselmesi (ΔT_k), bu iki eğri arasındaki yer değıştirmesine eşit olup, verilen bir çözücü için aynı tanecik sayısına sahip olan tüm çözeltiler için aynıdır.



Şekil 1.2: Saf çözücü ve çözeltinin buhar basıncı-sıcaklık eğrileri

Kaynama noktası yükselmesine ilişkin hesaplamalarda derişim için, mol kesrinden çok molalite kullanılır. Örneğin; 1 molallık sulu çözeltinin kaynama noktası, suyun kaynama noktasından 0,512 °C daha yüksektir. Bir molal çözeltinin kaynama noktası yükselmesine anılan çözücü için **K_k (K_b) molal kaynama noktası yükselmesi sabiti** (ebüliyoskopi sabiti) denir. Bu sabitler farklı çözücüler için Çizelge 1.1'de verilmiştir.

ÇÖZÜCÜ	KAYNAMA NOKTASI °C	K _k / °Kmol ⁻¹ kg
Asetik asit	118,1	3,07
Benzen	80,1	2,53
Karbon tetraklorür	76,8	5,02
Kloroform	61,2	3,63
Etil alkol	78,4	1,22
Su	100,0	0,512

Çizelge 1.1: Molal kaynama noktası yükselmesi sabitleri

Derişimi 0,5 molal olan bir çözeltinin kaynama noktası yükselmesi, molal sabitin yarısına eşittir. Öyleyse bir çözeltinin ΔT_k kaynama noktası yükselmesi K_k sabiti ile çözünenin molalitesinin çarpımına eşit olarak;

$$\Delta T_k = m \cdot K_k \quad \text{bağıntısıyla verilir.}$$

Molalite 1 kg çözücü başına çözülmüş madde mol sayısı olup, yukarıdaki eşitlik şöyle yazılabilir.

$$\Delta T_k = 1000 \cdot K_k \cdot \frac{g}{G} \cdot \frac{1}{M}$$

eşitliği elde edilir. Burada:

- ΔT_k : Kaynama noktası yükselmesi
- K_k : Molal kaynama noktası yükselmesi sabiti (°C /m veya °K/m)
- g : Çözülmüş madde miktarı (gram)
- G : Çözücü miktarı (gram)
- M : Çözünen maddenin molekül kütlesi

Kaynama noktası yükselmesi, çözülmüş maddenin ve çözücünün gram miktarı bilinirse, çözülmüş maddenin mol kütlesi bulunabilir. Çünkü K_k sabittir.

Bir çözeltinin kaynama noktasının yükselmesine (saf çözücüye göre) dayanarak çözülmüş maddenin mol tartısını tayin etme metoduna **ebüliyoskopi** denir. Kullanılan alete ebüliyoskop, bu konu ile ilgili bilim dalına da ebüliyometri denir.

Ebüliyoskopi yöntemi özellikle organik maddelerin mol kütleleri tayininde çok büyük rol oynar. Anorganik maddeler iyonlaştıkları için bu yöntem pek uygun değildir. Yani çözündükleri zaman moleküler yapıda kalan maddeler için kullanılır.

Örnek 1: 75 g suda, 5 g ürenin çözünmesiyle kaynama noktası yükselmesi 0,569 °C olduğuna göre ürenin mol kütleini bulunuz.

Çözüm:

$$\Delta T_k : 0,569 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$K_k : 0,512 \text{ } ^\circ\text{C/m (su için)}$$

$$g : 5 \text{ g}$$

$$G : 75 \text{ g}$$

$$M : ?$$

$$\Delta T_k = 1000 \cdot K_k \cdot \frac{g}{G} \cdot \frac{1}{M}$$

$$0,569 = 1000 \times 0,512 \cdot \frac{5}{75} \cdot \frac{1}{M}$$

$$M = 59,75 \text{ g/mol}$$

Örnek 2: 75 g benzende 2,40 g bifenil ($C_{12}H_{10}$) çözülerek hazırlanan çözeltinin kaynama noktası nedir? (Bifenilin mol kütlesi, 154 g/mol'dür).

Çözüm:

$$\begin{aligned}m_{\text{benzen}} &= 75 \text{ g} \\m_{\text{bifenil}} &= 2,40 \text{ g} \\M_{\text{bifenil}} &= 154 \text{ g/mol} \\K_k (\text{benzen}) &= 2,53 \text{ }^\circ\text{C/m}\end{aligned}$$

Çözeltinin molalitesi 1000 g suda çözülmüş bifenilin mol sayısına eşittir.

$$\text{Bifenilin molalitesi} = 1000 \text{ g benzen} \left(\frac{2,40 \text{ g bifenil}}{75,0 \text{ g benzen}} \right) \cdot \left(\frac{1 \text{ mol } C_{12}H_{10}}{154 \text{ g } C_{12}H_{10}} \right) = 0,208 \text{ molal}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_k &= m \cdot K_k \\ \Delta T_k &= 0,208 \cdot 2,53 \\ \Delta T_k &= 0,526 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$



Benzenin normal kaynama noktası 80,1 $^\circ\text{C}$ 'dir. Buna göre çözeltinin kaynama noktası;

$$80,1 + 0,526 = 80,626 \text{ }^\circ\text{C'dir.}$$


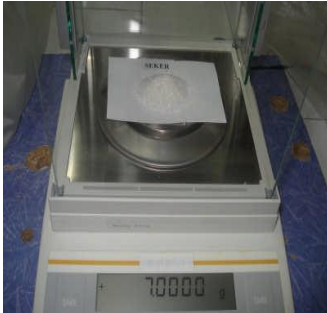

UYGULAMA FAALİYETİ

Organik bileşiklerin kaynama noktası yükselmesinden yararlanarak molekül ağırlığını bulunuz.

Kullanılan araç ve gereçler: Damıtma balonu, soğutucu, üç ayak, lastik tıpa, bek, termometre, destek çubuğu, şeker, beher

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Damıtma balonuna bir miktar saf su koyunuz ve adi damıtma düzeneği kurunuz.</p> 	<p>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyerek çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ İş güvenliği önlemlerinizi alınız.</p> <p>➤ Düzenek için bağlantı yerlerini vazelinleyiniz.</p> <p>➤ Saf su kullanınız.</p>
<p>➤ Beki yakarak saf suyun kaynama noktasına kadar ısıtınız ve kaynama noktasını not ediniz.</p> 	<p>➤ Kısık alevle çalışınız.</p>
<p>➤ Damıtma balonundaki sıcak suyu dökünüz.</p>	<p>➤ Sıcak suyu dökerken dikkatli olunuz.</p>



<p>➤ 100 ml (g) saf suyu duyarlı olarak ölçünüz ve balona koyunuz.</p> 	<p>➤ Mezürde sıvı hacmi okuma kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ 7 g şekeri tartarak balonu aktarıp çözünüz.</p> 	<p>➤ Hassas terazi kullanınız.</p>
<p>➤ Deney düzeneği kurularak şeker-su karışımının kaynama noktasını tespit ediniz.</p> 	<p>➤ Kaynama sıcaklığına dikkat ediniz.</p>

<p>➤ Gerekli hesaplamaları yaparak şekerin mol kütlesini bulunuz.</p> 	<p>➤ Hesaplama yaparken birimlere dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ediniz.</p> 	<p>➤ Malzemelerin kirliliğine göre uygun temizlik çözümlerini kullanarak temizleme işlemini gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Raporunuzu yazarak teslim ediniz.</p> 	<p>➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş güvenliği tedbirlerini aldınız mı?		
2. Damıtma balonuna bir miktar saf su koymak ve adi damıtma düzeneği kurduunuz mu?		
3. Bek yakılarak saf suyun kaynama noktasına bakarak not ettiniz mi?		
4. Damıtma balonundaki sıcak suyu döktünüz mü?		
5. 100 ml (g) saf suyu duyarlı olarak ölçmek ve balona koydunuz mu?		
6. 7 g şekeri tarttınız mı?		
7. Şekeri damıtma balonuna aktarmak ve çözdünüz mü?		
8. Deney düzeneği kurularak şeker-su karışımının kaynama noktasını tespit ettiniz mi?		
9. Gerekli hesaplamaları yaparak şekerin mol kütleini buldunuz mu?		
10. Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
11. Raporunuzu yazdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 25 °C'de 15 mol su içerisinde 1 mol glikoz çözünüyor. Bu sıcaklıkta saf suyun buhar basıncı 23.76 mmHg olduğuna göre çözeltinin buhar basıncı kaç mmHg'dir?
A) 25,19
B) 22,33
C) 1,43
D) 24,70
- 70 °C'de 500 g suda 18.3 g NaCl'ün çözülmesiyle hazırlanan çözeltinin buhar saf çözücüye göre buhar basıncındaki düşme ne kadardır? (Bu sıcaklıkta saf suyun buhar basıncı 233.7 mmHg 'dir.)
A) 27,78
B) 0,31
C) 2,57
D) 28,09
- Suyun 200 °C'deki buhar basıncı 17.54 mmHg'dir. 114 g sakkaroz 1000 g suda çözüldüğünde buhar basıncı 0.092 mmHg kadar düşmektedir. Sakkarozun mol kütlesi nedir?
A) 340
B) 391
C) 393
D) 342
- 5,12 g elektrolit olmayan naftalin (C₁₀H₈), 100 gram CCl₄ 'te çözüldüğünde çözeltinin kaynama noktası 2 °C yükselmektedir. Buna göre CCl₄ 'ün kaynama noktası sabiti kaçtır? (C:12 , H:1)
A) 0,4
B) 2,4
C) 0,8
D) 5
- 50 g benzende 1,0 g nitro benzenin çözünmesiyle elde edilen çözeltinin kaynama noktası nedir? (Nitrobenzenin molekül kütlesi 170 g/mol, Benzen için K_k: 2,53 °C/m, Benzenin kaynama noktası: 80,1 °C)
A) 80,4
B) 79,8
C) 82,63
D) 77,57

6. Çözeltinin 100,32 °C’de kaynaması için 4000 g suda kaç g ürenin çözünmesi gerekir? (Sulu çözeltiler için K_f : 0,51, Ürenin molekül kütlesi: 60,06 g/mol).
- A) 240
B) 37,83
C) 150,5
D) 140

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Çözücü miktarı çok, çözünen miktarı az olan çözeltilere denir.
8. Çözeltinin buhar basıncı, çözücünün mol kesri ile çözücünün saf buhar basıncı çarpımına eşittir. Bu ifadeye denir.
9. İçinde organik ve katı bir madde çözünmüş olan çözücünün kaynama noktasında görülen yükselmeden yararlanarak, çözünen maddenin molekül ağırlığını bulmayadenir.
10. Donma sıcaklıklarında görülen alçalma ve kaynama sıcaklıklarında görülen yükselme maddenin cinsine değil,.....bağlıdır ve doğru orantılıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak organik bileşiklerin donma noktası alçalmasından yararlanarak molekül ağırlığını bulabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

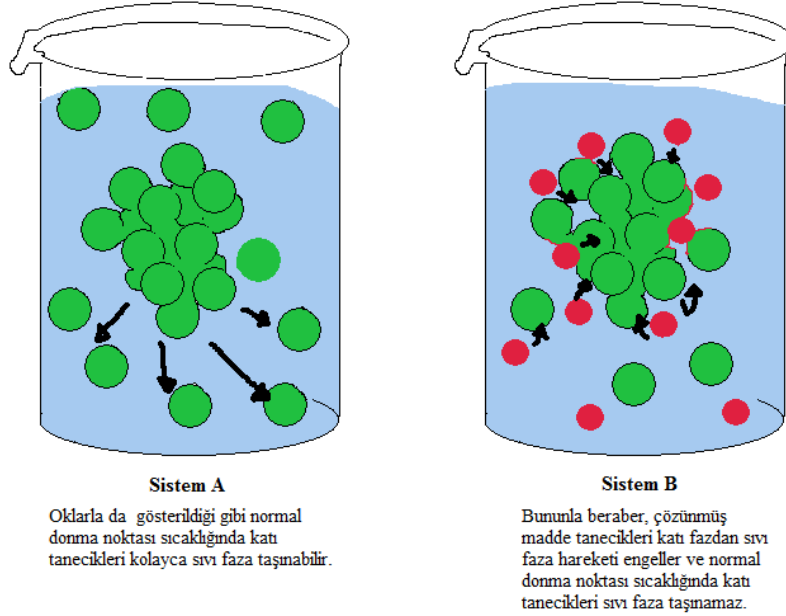
- Karlı havalarda neden yollara tuz dökülmektedir? Araştırınız.
- Kışın arabanın radyatörüne neden antifriz konulduğunu araştırınız.

2. KRİYOSKOPİ

İçinde organik madde çözülmüş olan bir çözeltinin donma noktasında görülen alçalmadan yararlanarak, çözünen maddenin molekül kütlelerini bulmaya **kriyoskopi** denir.

2.1. Molal Donma Noktası Düşmesi

Saf çözücü molekülleri katı fazı oluşturmak üzere, çözeltideki çözücü moleküllerine göre daha kolay istiflenir, daha yüksek sıcaklıkta donar. Uçucu olmayan çözünen molekülleri çözücünün saf katısını oluşturmasını engeller ve donmanın olabilmesi için çözeltinin daha çok soğutulması gerekir. Bu sebeple çözeltinin donma noktası düşer.



Şekil 2.1: Saf çözücü ve çözeltide donma (erime) olayı

1 atm basınç altında maddelerin katı-sıvı dinamik denge sıcaklığına **normal donma noktası** veya normal erime noktası adı verilir. Çözeltinin donma sıcaklığı saf çözücünün donma sıcaklığına göre daha düşüktür. Çözücü aynı kalmak koşuluyla molalitesi aynı olan tüm moleküler çözünen madde çözeltilerinin ΔT_d donma noktası düşmeleri birbirine eşittir. 1 molal çözeltinin donma noktası düşmesine alınan çözücü için, **K_d (K_f) molal donma noktası düşmesi sabiti (kriyoskopi sabiti)** denir. Bu sabit farklı çözücüler için Çizelge 2.1'de verilmiştir.

ÇÖZÜCÜ	DONMA NOKTASI $^{\circ}\text{C}$	$K_d/\text{Kmol}^{-1} \text{ kg}$
Asetik asit	16,5	- 3,90
Benzen	5,5	- 5,12
Kafur	179,0	- 39,7
Karbon tetraklorür	- 22,8	- 29,8
Kloroform	- 63,5	- 4,68
Etil alkol	- 114,6	- 1,99
Naftalin	80,2	- 6,80
Su	0,0	- 1,86

Çizelge 2.1: Bazı çözücülerin molal donma noktası düşmesi sabitleri

Elektrolit olmayan seyreltik bir çözeltinin donma noktası alçalması çözünen maddenin konsantrasyonu ile doğru, çözünen maddenin mol kütlesi ile ters orantılıdır.

ΔT_d : Donma noktası alçalması,

M : Çözelti molalitesi

K_d : Çözücünün molal donma noktası alçalması sabitidir.

$$\Delta T_d = m \cdot K_d$$

Molalite 1 kg çözücü başına çözülmüş madde mol sayısı olup, yukarıdaki eşitlik şöyle yazılabilir:

$$\Delta T_d = 1000 \cdot K_d \cdot \frac{g}{G} \cdot \frac{1}{M}$$

Böylece eşitliği elde edilir. Burada:

ΔT_d : Donma noktası alçalması

K_d : Molal donma noktası alçalması sabiti

g : Çözülmüş madde miktarı (gram)

G : Çözücü miktarı (gram)

M : Çözünen maddenin molekül tartısı

Ebülyoskopi ve Kriyoskopi metotlarının uygulanabilmesi için;

- Çözünen maddenin iyonik olmaması,
- Karışımın gerçek çözelti sayılabilecek homojenlikte ve ideal çözelti seyreltiklik sınırını (10^{-3} mol/l) geçmemiş olması,
- Çözünen madde ile çözücü arasında kimyasal reaksiyon olmaması gerekmektedir.

Örnek 1: Mol kütlesi bilinmeyen bir maddenin 4 gramı 20 g suda çözülüyor. Çözelti -1,22 °C'de donuyor. Buna göre çözünen maddenin mol kütlesi nedir?

Çözüm:

ΔT_d : -1,22 °C

K_d : -1,86 °C/m (su için)

g : 4 g

G : 20 g

M : ?

$$\Delta T_d = 1000 \cdot K_d \cdot \frac{g}{G} \cdot \frac{1}{M}$$

$$-1,22 = 1000 \times (-1,86) \cdot \frac{4}{20} \cdot \frac{1}{M}$$

$$M = 104,9 \text{ g/mol}$$

Örnek 2: 1000 g suda, 90 g glikoz ($C_6H_{12}O_6$) çözülerek hazırlanan çözeltinin kaynama noktası ve donma noktası nedir? (Glikozun mol kütlesi, 180 g/mol'dür.)

Çözüm:

$$\begin{aligned}m_{su} &= 1000 \text{ g} \\m_{glikoz} &= 90 \text{ g} \\M_{glikoz} &= 180 \text{ g/mol} \\K_{k(su)} &= 0,512 \text{ }^\circ\text{C/m} \\K_d &= -1.86 \text{ }^\circ\text{C/m}\end{aligned}$$

Çözeltinin molalitesi 1000 g suda çözülmüş glikozun mol sayısına eşittir.

$$\text{Glikozun mol sayısı} = \frac{90 \text{ g } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6} = 0,5 \text{ mol}$$

a) Sulu çözeltilerin molal kaynama noktası yükselmesi sabiti $0,51 \text{ }^\circ\text{C/m}$ olduğuna göre,

$$\Delta T_k = m \cdot K_k$$

$$\Delta T_k = 0,5 \cdot 0,51$$

$$\Delta T_k = 0,256 \text{ }^\circ\text{C}$$

Suyun normal kaynama noktası $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Buna göre çözeltinin kaynama noktası; $100 + 0,256 = 100,256 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.

b) Sulu çözeltilerin molal donma noktası düşmesi sabiti $-1,86^\circ\text{C/m}$ olduğuna göre,

$$\Delta T_d = m \cdot K_d$$

$$\Delta T_d = 0,5 \cdot (-1,86)$$



$$\Delta T_d = 0,93 \text{ }^\circ\text{C}$$




Suyun normal donma noktası $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ olduğundan çözeltinin donma noktası $0,0 - 0,93 = -0,93 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir.




UYGULAMA FAALİYETİ

Organik bileşiklerin donma noktası alçalmasından yararlanarak molekül ağırlığını bulunuz.

Kullanılan araç ve gereçler: Beher, deney tüpü, kükürt, naftalin, halka, bek, uçayak, kıskaç, destek, termometre

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Deney düzeneğini kurunuz.</p>	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi takınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ Düzeneği doğru kurunuz, .mantarları vazelinleyiniz.</p>
<p>➤ 0,5 g kükürt tartınız.</p> 	<p>➤ Hassas terazi kullanınız.</p>
<p>➤ 6 gr. naftalin tartarak deney tüpüne aktarınız.</p> 	<p>➤ Teraziyi doğru kullanınız, kurallara uyunuz.</p>

<p>➤ Su banyosunda naftalinin erime noktasını tespit ediniz ve değeri kaydediniz.</p> 	<p>➤ Erime noktasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Beki kapatıp her 30 s`de termometre okunarak donma noktasını belirleyiniz.</p> 	<p>➤ Naftalinin donduğu sıcaklığı aşmayınız.</p>
<p>➤ Önceden tartılmış kükürdÜ naftalin tüpüne aktarıp tekrar ısıtınız her iki katının tam olarak çözünmesini sağlayınız.</p> 	<p>➤ Dikkatli titiz çalışınız.</p>

<p>➤ Beki kapatıp her 30 s'de bir sıcaklık düşüşünü kaydediniz ve tam katılaşma olduğunda deneye son veriniz.</p> 	<p>➤ Karışımın donduğu sıcaklığı aşmayınız.</p>
<p>➤ Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ediniz.</p> 	<p>➤ Malzemelerin kirliliğine göre uygun temizlik çözeltilerini kullanarak temizleme işlemini gerçekleştiriniz.</p>
<p>➤ Raporunuzu teslim ediniz.</p> 	<p>➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız. ➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş önlüğünüzü giyip çalışma masanızı düzenlediniz mi?		
2. 0,5 g kükürt tartınız mı?		
3. 6 g naftalin tartarak deney tüpüne aktardınız mı?		
4. Su banyosunda naftalinin erime noktasını tespit etmek ve değeri kaydettiniz mi?		
5. Beki kapatıp her 30 s’de termometre okunarak donma noktasını belirlediniz mi?		
6. Önceden tartılmış kükürdü naftalin tüpüne aktarıp tekrar ısıtarak her iki katının tam olarak çözünmesini sağladınız mı?		
7. Beki kapatıp her 30 s’de bir sıcaklık düşüşünü kaydettiniz ve tam katılaşma olduğunda deneye son verdiniz mi?		
8. Ortamı temizleyerek araç ve gereci teslim ettiniz mi?		
9. Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
10. Raporunuzu teslim ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir organik maddeden 13,40 g alınıp 200 ml suda çözülüyor. Kriyoskopi deneyi yapıldığında donma noktasında $0,94^{\circ}\text{C}$ gibi bir düşme görülüyor. Bu maddenin molekül kütlesi aşağıdakilerden hangisidir? (Suyun kriyoskopi sabiti $K = 1,864$ 'tür.)
A) 140,34
B) 132,85
C) 153,52
D) 145,67
2. Otomobillerde kullanılan antifiriz etilen glikolün sudaki çözeltisidir. -25°C 'ye dayanabilen bir antifiriz yapmak istersek 1 kg suya kaç gram etilen glikol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) katmamız gerekir? (C: 12 H: 1 O: 16, $K_{d(\text{su})} = -1,86^{\circ}\text{C/m}$)
A) 833
B) 1550
C) 115,32
D) 805
3. 100 g benzende 1,822 g CCl_4 'ün çözünmesiyle elde edilen çözeltinin donma noktası $4,9^{\circ}\text{C}$ olduğuna göre CCl_4 'ün molekül kütlesi nedir? (Benzen için $K_d = -5,12^{\circ}\text{C/mol}$, Benzenin donma noktası: $5,5^{\circ}\text{C}$)
A) 169,7
B) 190
C) 155
D) 89,6
4. Bir cisimden 200 g benzende 3,00 g çözüldüğünde benzen $4,98^{\circ}\text{C}$ da donduğuna göre cismin molekül kütlesini nedir? (Benzen için $K_d = -5,12^{\circ}\text{C/mol}$, Benzenin donma noktası: $5,5^{\circ}\text{C}$)
A) 176,8
B) 139,6
C) 154,2
D) 147,7

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. İçinde organik bir madde çözülmüş olan çözücünün donma noktasında görülen alçalmadan yararlanarak, çözünen maddenin molekül ağırlığını bulmaya.....denir.
6. Molekülsel olarak çözünen her madde çözücünün donma noktasını düşürür. Burada etkin olan , maddenin cinsi değil.....'dir.

7. Az veya çok iyonlarına ayrılmış çözeltilere
denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 0,3 g uçucu olmayan bilinmeyen bir maddenin 30,0 g CCl_4 'de çözünmesiyle hazırlanmış bir çözelti, saf CCl_4 'ten $0,392^\circ\text{C}$ daha yüksek bir kaynama noktasına sahiptir. Çözünen maddenin molekül ağırlığı nedir? (CCl_4 için $K_k: 5,02^\circ\text{C/m}$, $T_{\text{kaynama}}: 76,8^\circ\text{C}$.)
A) 50,2
B) 128
C) 19,68
D) 0,128
- 250 gram kamfor (kafur) içinde 1 g naftalin (C_{10}H_8) içeren bir çözeltinin donma noktası nedir? (Kafur için; $K_d: -39,7^\circ\text{C/m}$, $T_{\text{donma}}: 79,0^\circ\text{C}$, Naftalin $M_A: 128$)
A) 77,8
B) 80,24
C) 79
D) 82,24
- 100 g suda 22,0 g askorbik asit (C vitamini) çözülerek hazırlanan bir çözelti, $-2,33^\circ\text{C}$ 'de donar. Askorbik asidin molekül kütlesi nedir? ($K_d: -1,86^\circ\text{C/m}$)
A) 409,2
B) 94,38
C) 175,5
D) 342,5
- 168 g suda 5,23 g uçucu ve elektrolit olmayan bir madde çözülerek hazırlanan bir çözelti, $-0,510^\circ\text{C}$ 'de donmaktadır. Çözünen maddenin molekül ağırlığı nedir?
A) 59,74
B) 29,53
C) 57,90
D) 113,5
- 9,66 g gliserin, $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ ve 300 g CCl_4 ile hazırlanmış bir çözeltinin kaynama noktası nedir?
A) 78,6
B) 33,2
C) 57,90
D) 76,8
- Lauril alkol Hindistan cevizi yağından elde edilir ve deterjan yapmak için kullanılır. 100,0 g benzen içinde 5,0 g lauril alkol içeren bir çözelti $80,78^\circ\text{C}$ 'de kaynar. Benzenin normal kaynama noktası $80,10^\circ\text{C}$ ve K_k değeri de $+2,53^\circ\text{C/m}$ 'dir. Buna göre lauril alkolün molekül ağırlığı nedir?
A) 126,5
B) 186
C) 86,02
D) 160,88

7. 120 g benzende 3,50 g benzoik asidin (C_6H_5COOH) çözülmesiyle hazırlanan çözeltinin kaynama noktası nedir?
A) 80,81
B) 100
C) 180,81
D) 85

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

8. 1 molal çözeltinin donma noktası düşmesine, alınan çözücü için
..... denir.
9. 1 atm basınç altındaki kaynama sıcaklığına
..... denir.
10. Yalnız çözeltideki taneciklerin sayısına bağlı olan özelliklere
..... denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	A
4	D
5	A
6	C
7	Seyreltik çözelti
8	Raoult yasası
9	Ebüliyoskopi
10	Derişimle

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	Kriyoskopi
6	Derişime
7	Elektrolit çözelti

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	B
3	C
4	D
5	A
6	B
7	A
8	Kriyoskopi Sabiti
9	Normal Kaynama Sıcaklığı
10	Koligatif Özellikler

KAYNAKÇA

- PETRUCCI R. H. , W. S HARWOOD., F. G. HERRİNG., **Genel Kimya İlkeleri ve Modern Uygulamaları**, Palme Yayıncılık, Ankara, 2005.
- YEMENİCİ S., **ÖYS Kimya**, Başarı Yayınları, 1994.
- DURSUN M. F., G. KIZILDAĞ ., **Kimya Lise 2**, MEB, Ankara, 2005.
- BERKEM A. R. , S. BAYKUT, M.L. BERKEM, **Fizikokimya**, İstanbul, 1994.