

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

YOĞUNLUK VE VİSKOZİTE
524KI0242

Ankara, 2011

- 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. YOĞUNLUK	3
1.1. Yoğunluk (Özkütle)	3
1.2. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi	4
1.3. Katılarda Yoğunluk Ölçümü	4
1.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü	6
1.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü	10
UYGULAMA FAALİYETİ	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. SIVILARDA YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ	15
2.1. Dansimetre ile Ölçme	17
2.2. Bomemetre ile Ölçme	19
2.3. Alkolimetre	20
2.4. Laktodansimetre	21
2.5. Piknometre ile Sıvıların Yoğunluğunu Ölçmek	22
2.5.1. Piknometre ve Çeşitleri	22
2.5.2. Hacim Ölçümü ve Hesaplama (Piknometrenin Kullanılması)	23
2.5.3. Sıvı Karışımın Özkütlesi	24
UYGULAMA FAALİYETİ	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	33
3. SIVILARDA YÜZEY GERİLİM	33
3.1. Yüzey Gerilim Kuvvetleri	33
3.2. Yüzey Gerilim Değişimi	36
3.3. Çözeltilerin Yüzey Gerilimi	37
3.4. Yüzey Gerilimini Ölçme Metotları	37
3.4.1. Kapiler Yükselme Metodu	37
3.4.2. Damla Ağırlığı Metodu	39
UYGULAMA FAALİYETİ	43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	49
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	52
4. SIVILARDA VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ	52
4.1. Viskozite	52
4.2. Viskoziteye Etki Eden Faktörler	53
4.2.1. Sıcaklık	53
4.2.2. Basınç	54
4.3. Stokes Yasası	54
4.4. Kapiler Akma Yöntemi	55
4.4.1. Ostwald Viskozimetresi	56
UYGULAMA FAALİYETİ	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	63
MODÜL DEĞERLENDİRME	65
CEVAP ANAHTARLARI	68

KAYNAKÇA.....	71
---------------	----

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0242
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Yoğunluk ve Viskozite
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül katılarda yoğunluk hesabı yapma, piknometreyle sıvıların yoğunluğunu bulabilme, sıvıların yüzey gerilimini ve viskozitesini ölçme ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu bulunmamaktadır.
YETERLİK	Yoğunluk ve viskozite ölçmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında katıların yoğunluğunu hesaplayabilecek, piknometre ile sıvıların yoğunluğunu, viskozimetre ile viskozitesini ölçebileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Katılarda yoğunluk hesabı yapabileceksiniz.2. Sıvıların yoğunluğunu ölçebileceksiniz.3. Sıvılarda yüzey gerilimini ölçebileceksiniz.4. Sıvıların viskozitesini ölçebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye, teknoloji sınıfı, internet, temel kimyasal işlemleri yapmak için gerekli donanımın bulunduğu laboratuvar, kütüphane, bireysel öğrenme ortamları vb. Donanım: Piknometre, stalagmometre, viskozimetreler, yoğunluğu ölçülecek sıvılar
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,

Maddeleri birbirinden ayırt etmek için her maddenin değişen özelliklerinden yararlanılır. Bu özelliklere ayırt edici özellikler denir. Yoğunluk da maddeler için ayırt edici özelliklerden biridir.

Viskozite, gıda üretiminin çeşitli basamaklarında sıvı ürünlerin çok karakteristik ve önem taşıyan bir özelliğidir. Çeşitli sıvıların viskozitesi ısıtma, soğutma, konsantre hâle getirme gibi işlemlerde değişiklik gösterir.

Bu modülü başarıyla tamamladığınızda çeşitli yoğunluk ve viskozite ölçümü araçlarını kullanabilecek ve maddelerin yoğunluk ve viskozite ölçümlerini uluslararası ölçü sistemlerine uygun olarak yapabileceksiniz. Bu modülü tamamladığınızda normal, molal ve ppm derişimlerinde çözelti hazırlayabileceksiniz. Hazırladığınız bu çözeltileri de kimyasal analiz yapılan laboratuvarlarda ve kimyasal olayların gerçekleştiği mekânlarda kullanabilecek ve saklayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak katılarda yoğunluk hesabı yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

- Katılarda yoğunluk hesabı ile ilgili araştırma yapınız.
- Sıvıların yoğunluğunu ölçebilecek araçları araştırınız.
- Yoğunluk birimleri ve dönüştürülmesi ile ilgili araştırma yapınız.
- Katılarda yoğunluk ölçümünün yapılışı ile araştırma yapınız.

1. YOĞUNLUK

1.1. Yoğunluk (Özkütle)

Yoğunluk, birim hacim başına düşen madde miktarı (kütle)dir.



Resim 1.1: Sıvı

Aynı hacme sahip iki cisimden, diğerine göre yoğunluğu fazla olanın kütlesi de daha fazladır. **Ortalama yoğunluk** ise bir cismin toplam kütesinin toplam hacmine oranıdır. **SI** birim sisteminde yoğunluk birimi (**kg/m³**) olarak verilir.

$$d = \frac{m}{V}$$

d= Cismin yoğunluğu (kilogram bölü metreküp)

m = Cismin toplam kütlesi (kilogram)

V = Cismin toplam hacmi (metreküp)

Sıvılarda özkütle ölçülürken sıvının madde miktarı önemli değildir. Örneğin, bir bardak su ile bir sürahi suyun hacim ve kütleleri farklı olmasına rağmen ikisinin de yoğunluğu aynıdır. Özdeş iki bardağa su konulduğunda, iki örneğin kütleleri de eşit olur. Buna dayanarak; aynı tür maddelerin birim hacimlerinde eşit miktarlarda madde bulunur diyebiliriz. Her maddenin birim hacminin kütlesi birbirinden farklıdır. Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişikliklerinden etkilendiği için yoğunluk tayini, 20 ° C veya 15,6 °C'de yapılmalıdır.

1.2. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi

Yoğunluk birimleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

d (Yoğunluk)	m (Kütle)	V (Hacim)
g / cm ³	g	cm ³
g / ml	g	ml
kg / m ³	kg	m ³
kg / l	kg	l

Tablo 1.1: Yoğunluk Birimleri

SI birim sisteminde özkütle birimi **kg / m³** tür.

Bir maddenin birim hacminin kütlesine o maddenin **yoğunluğu** (özkütlesi) denir. Yoğunluk d harfi ile gösterilir. Yoğunluk saf maddelerin üç hâli içinde ayırt edici bir özelliktir. Örneğin suyun yoğunluğu 1 g/cm³, demirin yoğunluğu ise 7,8 g/cm³ tür.

1.3. Katılarda Yoğunluk Ölçümü

Katı maddelerin yoğunluklarının ölçülebilmesi için önce kütlesinin ve hacminin ölçülmesi gerekir. Kütle ve hacim ölçülmesi katı, sıvı ve gazlarda farklı yöntemlerle yapılmaktadır.

Belirli bir geometrik bir şekle sahip olan katıların boyutları ölçülerek hacim hesaplanır. Belirli bir geometrik şekli olmayan aynı katı ile kütleleri eşit ise kütle / katılar hacim oranından özkütle bulunur.

Bir maddenin özkütlesi, o maddenin kütlesinin hacmine bölünmesi ile bulunur.

Kütle (m): Bir maddenin sahip olduğu madde miktarıdır.

Hacim (V): Bir maddenin uzayda kapladığı yerdir.

Bir maddenin özkütlesi, o maddenin kütlesinin hacmine oranıdır.

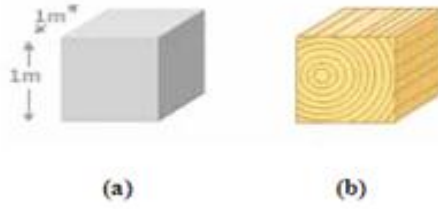
Özkütle;

$$d = \frac{m}{V}$$
 bağıntısı ile hesaplanır.

Bazı katıların özkütle değerleri:

MADDE	ÖZKÜTLE (g/cm ³)	MADDE	ÖZKÜTLE (g/cm ³)
Gümüş	10,50	Altın	19,30
Bakır	8,90	Kurşun	11,30
Demir	7,80	Bronz	8,80
Çinko	7,10	Kalay	7,29
İyot	4,30	Alüminyum	2,70
Kükürt	2,40	Platin	21,40
Yemek tuzu	2,20	Pirinç	8,40
Buz	0,79		

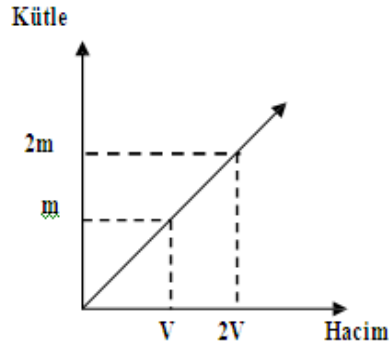
Tablo 1.2 Bazı maddelerin özkütleri



Şekil 1.1: Eşit hacimdeki (1 m³) demir ve tahtanın yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması

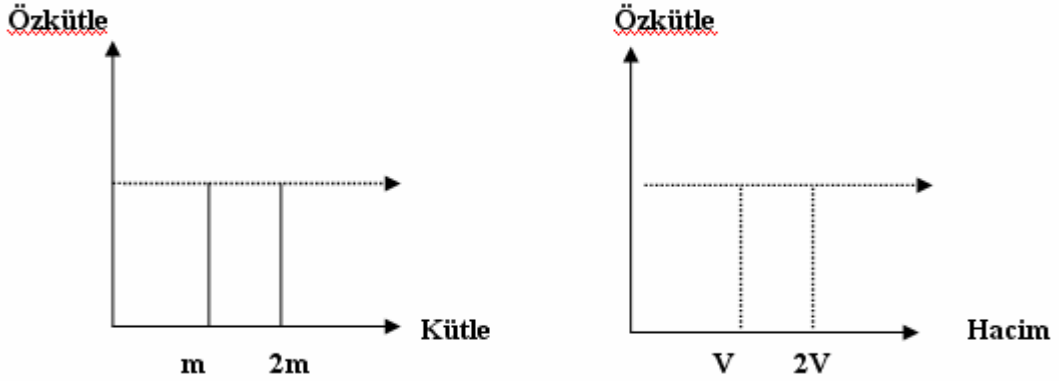
(a)Çelik: 7800 kg/m³ (b)Tahta: 500 kg/m³

Katı ve sıvı maddelerin sabit sıcaklıkta kütlesi ile hacmi doğru orantılı olarak artar.



Grafik 1.1: Kütle-hacim grafiği

Sıcaklık sabit kalmak koşulu ile hacim veya kütle artsa bile özkütle değişmez. Özkütle maddelerin hacmine veya kütlesine bağlı değildir (Grafik 1.2.).



Grafik 1.2: Özkütle – kütle, özkütle – hacim grafikleri

Örnek: Demir küpün boyutları (1cm x 3 cm x 4 cm) şeklindedir. Kütle ise 94,8 g olduğuna göre özkütlesi nedir?

Çözüm:

$$V = 1.3.4 = 12 \text{ cm}^3$$

$$m = 94.8 \text{ g}$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{94,8}{12} \Rightarrow d = 7,9 \text{ g/cm}^3$$

Örnek 2: Aşağıdaki tabloda demir ve cıvanın yoğunlukları hesaplanmıştır. İnceleyiniz.

Madde	Hacim (cm ³)	Kütle (g)	Özkütle(g/cm ³)
Çinko	6	42,78	$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{42,78}{6} \Rightarrow d = 7,13$
Cıva	5	68	$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{68}{5} \Rightarrow d = 13,6$

- Kütle sabit kalmak koşuluyla basıncın etkisiyle hacmi değişen maddelerin özkütlesi değişir. Örneğin; madde basınçla sıkıştırılıp hacmi azaltılırsa kütle değişmeyeceğinden özkütlesi artar.
- Kütle sabit iken sıcaklık etkisi ile hacim değişikliği olursa özkütle değişir. Bir cismin sıcaklığı artarsa hacmi de artar. Kütle sabit kalmak koşulu ile hacim artarsa özkütle azalır. Sıcaklık azalırsa hacim azalır ve özkütle artar.

1.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü

Boyutları ölçülebilen katı maddelerin özküteleri hesaplanırken öncelikle hacim ve kütle ölçümleri yapılır.

Geometrik biçimli katıların hacimlerini bulmak için boyutlarından yararlanır. Bunun için önce cismin geometrik şekli tespit edilir ve daha sonra hesaplama için gerekli olacak boyutları, kumpas, mikrometre ve cetvel gibi araçlarla ölçülerek cismin hacmi hesaplanır.

Küp, dikdörtgenler prizması, silindir, küre, koni, piramit gibi geometrik şekilli katıların hacim hesabı kolayca yapılabilir. Bu amaçla katının boyutları ölçülür ve hacim formülünden hesaplama yapılır.

Daha sonra bu katı maddelerin kütleleri terazi yardımıyla ölçülür.

$$d = \frac{m}{V}$$

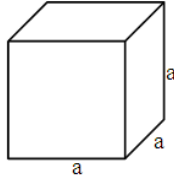
Formülünden yararlanılarak özkütlesi hesaplanır.

1.3.1. 1. Küp

Küp şeklindeki bir katı cismin hacmini hesaplamak için bir kenarın uzunluğu cetvelle ölçülür ve formülde yerine yazılarak hacim hesaplaması yapılır.

GEOMETRİK CİSİMLERİN HACİM FORMÜLLERİ	
Küp	$V = a^3$
Prizma	$V = a.b.c$
Silindir	$V = \pi.r^2.h$
Küre	$V = 4/3.\pi.r^3$
Koni	$V = 1/3.\pi.r^2.h$
Piramit	$V = 1/3.A.h$ (A = taban alanı)

$$V_{\text{küp}} = a . a . a = a^3$$



Şekil 1.2: Küp

Örnek: Bir kenarının uzunluğu 3 cm olan küp şeklindeki bakır parçasının kütlesi elektronik terazi ile 240,3 gram olarak tartıldığına göre bakır parçasının özkütlesi kaç gr/cm^3 tür?

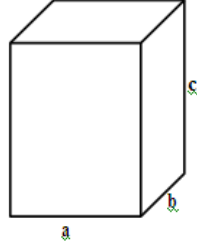
Çözüm: $a = 3 \text{ cm}$ den $V = a^3 = 3^3 = 27 \text{ cm}^3$ olarak bulunur.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{240,3}{27} \Rightarrow d = 8,9 \text{ g} / \text{cm}^3$$

1.3.1. 2. Dikdörtgenler Prizması

Dikdörtgenler prizması şeklindeki katı cismin hacmini bulmak için eni, boyu ve yüksekliği, ölçülerek formülde yerine konur ve hesaplanır.

Dikdörtgenler prizmasının hacmi: $V_{\text{prizma}} = a \cdot b \cdot c$



Şekil 1.3: Dikdörtgenler prizması

Örnek: Bir dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutunun boyutları sırasıyla 5 cm, 3 cm ve 7 cm'dir. Kutunun boşken kütlesi 210 gram gelmektedir. Kutunun özkütlesi kaç gr/cm^3 tür?

Çözüm:

$$a = 5 \text{ cm}$$

$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$b = 3 \text{ cm}$$

$$V = 5 \cdot 3 \cdot 7$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{210}{105} \Rightarrow d = 2 \text{ g/cm}^3$$

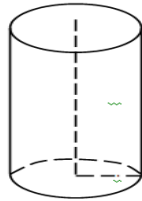
$$c = 7 \text{ cm}$$

$$V = 105 \text{ cm}^3$$

1.3.1. 3. Silindir

Geometrik şekli silindir şeklinde olan katıların hacim hesaplaması yapılırken silindirin yüksekliği ve yarıçapı ölçülerek formülde yerine konur ve hesaplama yapılır.

Silindirin hacmi $V_{\text{silindir}} = \pi \cdot r^2 \cdot h$ formülü ile hesaplanır.



Şekil 1.4: Silindir

Örnek: Yüksekliği 22 cm, çapı 7 cm olan silindir şeklindeki bir katı maddenin eşit kollu terazide yapılan ağırlık ölçümüne göre ağırlığı 1057,787 gram olarak ölçülüyor. Buna göre bu katının özkütlesi nedir?

Çözüm:

$$R = 7 \text{ cm,}$$

$$h = 22 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$r = R/2 = 3,5 \text{ cm}$$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = 3,14 \cdot (3,5)^2 \cdot 22$$

$$V = 846,23 \text{ cm}^3$$

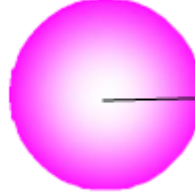
$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{1057,878}{846,23} \Rightarrow d = 1,25 \text{ g/cm}^3$$

1.3.1. 4. Küre

Geometrik şekli küre şeklinde olan katıların hacim hesaplaması yapılırken kürenin çapı ölçülür, ölçülen değer ikiye bölünüp formülde yarıçap olarak yazılır ve hacim hesaplaması yapılır.

Kürenin hacmi $V_{\text{küre}} = 4/3 \pi \cdot r^3$ eşitliği ile hesaplanır.

Küre şeklindeki cismin kütlesi elektronik terazi yardımıyla ölçülür. Ölçülen bu hacim ve kütle değerlerinden yararlanılarak cismin özkütlesi hesaplanır.



Şekil 1.5: Küre

Örnek: Metal bir bilyenin çapı mikrometre ile 2 cm olarak ölçülüyor. Aynı bilyenin elektronik terazi ile kütlesi ölçüldüğünde 36,872 gram olduğu gözleniyor. Bu metal bilyenin özkütlesi kaç g/cm^3 tür?

Çözüm:

$$R = 2 \text{ cm ise } r = 1 \text{ cm}$$

$$\pi = 3,14$$

$$m_{\text{bilye}} = 36,872 \text{ g}$$

$$V = ?$$

$$V_{\text{bilye}} = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$$

$$V_{\text{bilye}} = 4/3 \cdot 3,14 \cdot 1^3$$

$$V_{\text{bilye}} = 4,19 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{36,872}{4,19} \Rightarrow d = 8,8 \text{ g/cm}^3$$

1.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü

Bir maddenin, başka bir maddenin bulunduğu yeri alabilmesi için ikinci maddenin yer değiştirmesi gerekir. Sıvıların kolayca yer değiştirme ve görünür olma özelliklerinden yararlanarak katı cisimlerin hacmini ölçmek mümkündür. Burada katı maddelerin hacimlerini, sıvıların taşma özelliğinden yararlanarak bulmayı öğreneceksiniz.

Belirli bir geometrik şekle sahip olmayan katı maddelerin hacimlerini bulmak için sıvıların akışkan olma ve buldukları kabın şeklini alma özelliklerinden yararlanır.

Boyutları belli olmayan katı bir maddenin hacmini hesaplamak için yararlanılacak sıvının katı maddeye etki etmemesi ve sıvının uçucu olmaması, yapılacak işlemin doğruluğu açısından çok önemlidir.



Resim 1.2: Boyutları belli olmayan bir mermer parçası

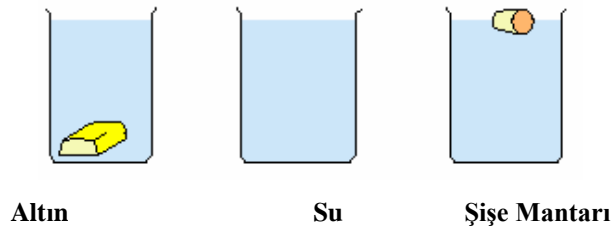
Özkütlesi sudan daha büyük cisimler suyun içine batar. Özkütlesi sudan küçük olan maddeler suda yüzer. Büyük bir tahtanın suda yüzmesinin fakat küçük bir çivinin su içinde batmasının sebebi budur. Maddelerin suya batabilme özelliğinden yararlanılarak hacimleri dolayısıyla özkütleleri belirlenebilir.

Bu işlem, boyutları belli olmayan katı maddenin sahip olduğu hacim kadar sıvının hacminin artması esasına dayanır. Artan sıvı hacminin belirlenmesi, katı maddenin hacminin belirlenmesi demektir.

Bu işlemde katının hacmi, yapılan iki hacim ölçümü arasındaki fark kadardır.

Katı maddenin hacmi = Son ölçülen hacim – İlk ölçülen hacim

$$V_{\text{katı}} = V_2 - V_1 \text{ olur.}$$



Şekil 1.6. $d_{\text{Altın}} > d_{\text{Su}} > d_{\text{Mantar}}$

Örnek 1: Küçük bir taş parçasının hacmini bulmak isteyen Muzaffer bir mezürde bulunan 25 ml sıvı üzerine taş parçasını koyduktan sonra sıvı hacminin 37,5 ml olduğunu gözlemliyor. Muzaffer'in yaptığı ölçme sonucunda taş parçasının hacmi kaç ml'dir?

Çözüm:

$$V_2 = 37,5 \text{ ml}$$

$$V_1 = 25 \text{ ml}$$

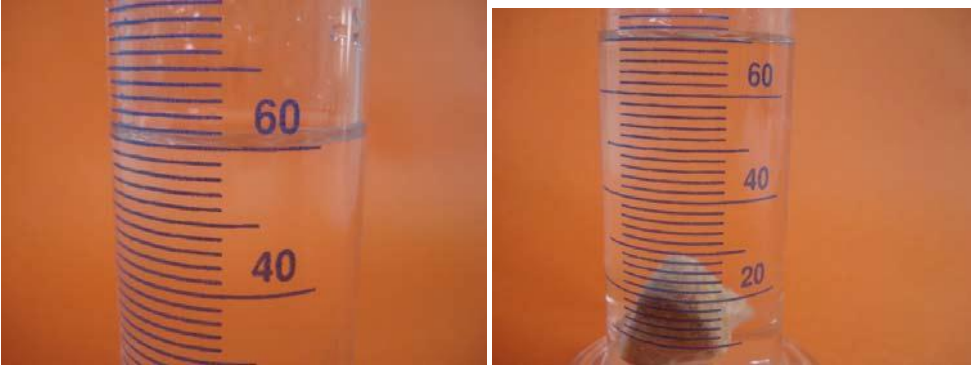
$$V_{\text{taş}} = ?$$

$$V_{\text{taş}} = V_2 - V_1$$

$$V_{\text{taş}} = 37,5 - 25$$

$$V_{\text{taş}} = 12,5 \text{ ml}$$

Örnek 2: Oğuz bir mermer parçasının hacmini bulmak için mezüre su doldurmuş ve hacmini resim A'daki gibi ölçmüştür. Mermer parçasını suya attıktan sonra hacmin Resim B'deki gibi olduğunu görmüştür. Oğuz'un yaptığı işlem sonucunda mermer parçasının hacmi ne kadardır?



Resim 1.3.A: Suyun hacmi Resim 1.3B: Su ve mermer parçasının hacmi

Çözüm 2:

$$V_2 = 70 \text{ ml}$$

$$V_1 = 60 \text{ ml}$$

$$V_{\text{mermer}} = ?$$

$$V_{\text{mermer}} = V_2 - V_1$$

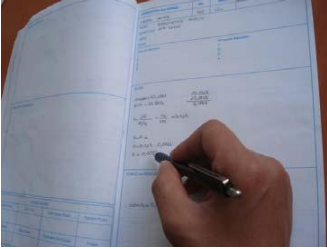
$$V_{\text{mermer}} = 70 - 60$$

$$V_{\text{mermer}} = 10 \text{ ml}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Katılarda yoğunluk hesaplayınız.

Kullanılan araç ve gereçler: Katı madde, terazi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Katının hacmini hesaplayınız/ bulunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik tedbirlerine uyunuz.➤ Çalışma sırasında kullanacağımız, gereçleri öğretmeninizi bilgilendirerek temin ediniz.➤ Hacmi ölçülecek katı üzerinde yüzey, pürüzlü veya girintili, çıkıntılı olmamalıdır.➤ Ölçümlerinizi hassas yapınız. Kumpasla da ölçebilirsiniz.
<p>➤ Katıyı tartınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektronik terazi kullanım talimatlarına uyunuz.➤ Katının ağırlığını not ediniz.
<p>➤ Katının yoğunluğunu hesaplayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Yoğunluk formülü ile yoğunluk hesaplayınız.
<p>➤ Sonuçları rapor ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ Rapor hazırlamak çok önemlidir. Amacı, işlem basamaklarını, sonucu içeren bir rapor hazırlayınız.

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 ortamınızı düzenlediniz mi?		
2	Katının hacmini hesapladınız mı?		
3	Katıyı tarttınız mı?		
4	Katının yoğunluğunu hesapladınız mı?		
5	Sonuçları rapor ettiniz mi?		
6	Malzemeleri temizleyerek 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 küpün bir ayrıntının uzunluğu 8 cm'dir. Kütlese ise terazide tartılarak 32 g bulunmuştur. Buna göre küpün yoğunluğu kaç g/cm^3 'tür?
A) 0,0652 g/cm^3 B) 0,0526 g/cm^3
C) 0,0259 g/cm^3 D) 0,0625 g/cm^3
2. İçinde 200 cm^3 çizgisine kadar saf su bulunan mezüre 25 g ağırlığında katı bir cisim bırakıldığında hacim çizgisi 257 cm^3 'e yükselmiştir. Buna göre cismin yoğunluğu kaç g/cm^3 'tür?
A) 0,4385 g/cm^3 B) 0,4358 g/cm^3
C) 0,5834 g/cm^3 D) 0,5384 g/cm^3
3. Küp şeklindeki bir cismin bir ayrıntının uzunluğu 12 cm'dir. Kütlese ise 56 g 'dır.Bu cismin yoğunluğu kaç g/cm^3 'tür?
A) 0,0312 g/cm^3 B) 0,0432 g/cm^3
C) 0,0324 g/cm^3 D) 0,0234 g/cm^3
4. İçerisinde 150 cm^3 çizgisine kadar su konulmuş mezüre 17 g ağırlığında bir taş atıldığında hacim çizgisi 185 cm^3 'e yükselmiştir. Taşın yoğunluğu kaç g/cm^3 'tür?
A) 0,4875 g/cm^3 B) 0,7584 g/cm^3
C) 0,4857 g/cm^3 D) 0,4578 g/cm^3

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

5. Uluslararası birim sisteminde, yoğunluğun (özkütlenin) birimi..... dır.
6. Genelde laboratuvar ortamında yoğunluk birimi olarak.....kullanılmaktadır.
7. Aynı maddeden yapılmış farklı boyutlara sahip maddelerin boyutları ne olursa olsun..... değişmez.
8. Belirli geometrik şekle sahip olmayan katının hacmi sıvınınyöntemiyle ölçülerek bulunur.
9. Katıların kütlesi..... ile ölçülür.
10. Geometrik şekli küp olan bir katının hacmi.....formülüyle hesaplanır.

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 sıvıların yoğunluğunu ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sıvıların özkütlelerini ölçme yöntemlerini araştırınız.
- Yoğunluk ölçümü yapan cihazlar hakkında bilgi toplayınız.

2. SIVILARDA YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

Sıvılarda yoğunluk ölçümü için kullanılan dalıcı ve yüzücü aletler “**areometre**” olarak adlandırılır. Areometrelerin temel ilkesi, sıvının kaldırma kuvvetinin sıvı yoğunluğu ile doğru orantılı olmasıdır. Sıvı içine daldırılarak kullanılır.

Bazı sıvıların özkütleleri:

MADDE	ÖZKÜTLE (g/cm ³)
Cıva	13,60
Sülfürik asit	1,84
Karbon tetraklorür	1,60
Su	1,00
Zeytinyağı	0,90
Benzen	0,88
Benzin	0,879
Aseton	0,792
Asetik asit	0,79
Etilalkol	0,78
Eter	0,71

Tablo 2.1: Bazı sıvıların yoğunluk değerleri

Areometreler doğrudan yoğunluğu verecek şekilde işaretlenebildikleri gibi Bome (Baumé), alkol yüzdesi, süt yoğunluğu vb. de derecelendirilebilirler. Bu durumda, bomemetre, alkolimetre, laktodansimetre gibi isimler alırlar.

Areometrelerin esası, aynı cismin yüzdüğü bütün sıvılarda aynı ağırlıktaki sıvı ile yer değiştirmesi ilkesine dayanır. Yer değiştiren sıvının ağırlığı hacmine ve yoğunluğuna bağlıdır.

Aynı yüzücü cismin iki sıvıda yer değiştirdiği hacimlere V_1 ve V_2 ; sıvıların yoğunluklarına ise d_1 ve d_2 dersek;

$$V_1 \cdot d_1 = V_2 \cdot d_2 \text{ eşitliğinden;}$$

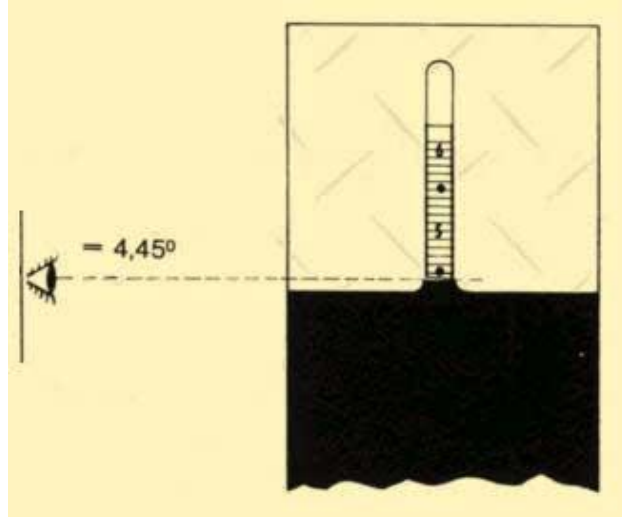
$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ olur.}$$

Aynı yüzücü cisimle değişik sıvıların yer değiştiren hacmi, sıvıların yoğunlukları ile ters orantılıdır. Eğer yüzücü cismin üst tarafında belirli çapta bir silindir oluşursa yer değiştiren hacimler cismin batış derinliği ile orantılıdır.

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{H_2}{H_1}$$

Bu temel prensipten yola çıkılarak çeşitli areometreler geliştirilmiştir. Areometre ile çalışırken dikkat edilmesi gereken kurallar vardır.

- Areometrenin skalası kontrol edilerek taksimatların neye denk geldiğini belirlemek gerekir.
- Kullanılacak areometrenin tamamen kuru ve temiz olması gerekmektedir.
- Sıcaklık düzeltmesi yapılacağından areometrenin ayar edildiği sıcaklık üzerinden okunarak kaydedilmelidir.
- Sıvının koyulacağı silindirin hacmi areometreye uygun olmalıdır.
- Areometre, kabın çeperlerine çarpmadan serbestçe yüzebilmelidir.



Şekil 2.1: Areometrelerin doğru okunma şekli



Resim 2.1. Areometreler

Bazı areometrelerde okumada kolaylık sağlamak için virgülden önceki kısımlar atılarak skalaya virgülden sonraki kısım eklenmiştir. Yani skaladan 30 değeri okunursa yoğunluk 1,030 a, 5 okunursa bu da 1.005 değerine denk gelmektedir.

2.1. Dansimetre ile Ölçme

Yoğunluk ölçümleri için uygulamada yaygın olarak kullanılan araçlardır. Sıvının özgül ağırlığını doğrudan verir. Genellikle kapalı bir cam tüpten oluşmuştur. Tüpün alt kısmı, aracın dik durması ve gerekli ağırlığın sağlanması amacıyla içerisinde saçma veya cıva bulunan bir kürecik şeklindedir. Üst kısmı da üzerinde yoğunluk ve bazılarında da sıcaklık göstergesi bulunan bir cam borudan oluşmuştur. Bir sıvı içinde dengede duran dansimetrenin sıvı yüzeyine rastlayan bölüm çizgisi karşısında okunan sayı o sıvının yoğunluğunu verir.



Resim 2.2: Dansimetre çeşitleri

Sıcaklığın değişmesi areometrelerden ölçülecek yoğunluğun değişmesine neden olur. Bu farklılık sıcaklık düzeltme faktörü kullanılarak giderilebilir. Sıcaklık düzeltme faktörü 0,0002'dir. Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Bu nedenle numunenin sıcaklığı, dansimetrenin sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan değerin üzerine eklenir; düşük ise okunan değerden çıkarılır.

Örneğin areometrenin sıcaklık kalibrasyonu 15 °C'de yapılmışsa ve yoğunluğu ölçülecek çözeltinin sıcaklığı 19 °C ise aradaki fark 4 °C'dir. Her bir derece için 0,0002 sıcaklık düzeltme faktörü kullanılacağından 4.0,0002 =0,0008 birimlik sıcaklık düzeltmesi yapılacaktır.

Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Bu nedenle çözeltinin sıcaklığı areometrenin kalibrasyon sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan skalanın üzerine eklenir, düşük ise okunan skaladan çıkarılır. Yukarıdaki örnekte skaladan okunan değer 1,032 ise 0,0008'lik bir ekleme ile sıcaklığa bağlı doğru yoğunluk 1,0328 g/ ml olarak bulunur. En doğru okuma aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Çalışmaya başlamadan önce dansimetrenin ölçeği kontrol edilerek taksimatların neye denk geldiği belirlenmelidir.
- Ölçmede kullanılacak dereceli silindirin (mezür) boyutları kullanılacak dansimetrenin boyutlarına uygun olmalıdır.
- Dereceli silindirin çapı, dansimetrenin çapından en az 1,5 – 2 cm büyük ve yüksekliği de daha fazla olmalıdır.
- Ölçüm sırasında dansimetre, kabın çeperlerine ve tabanına dokunmamalıdır.
- Dansimetre ve dereceli silindir kullanılmadan önce temizlenmeli ve kurulanmalıdır.
- Yoğunluğu saptanacak örnek herhangi bir yabancı madde içermemesi için süzülmalıdır.
- Yoğunluğu saptanacak sıvının sıcaklığı ölçülmelidir. Sıcaklık düzeltmesi yapabilmek için sıcaklık düzeltme katsayısı ile düzeltme yapılmalıdır.

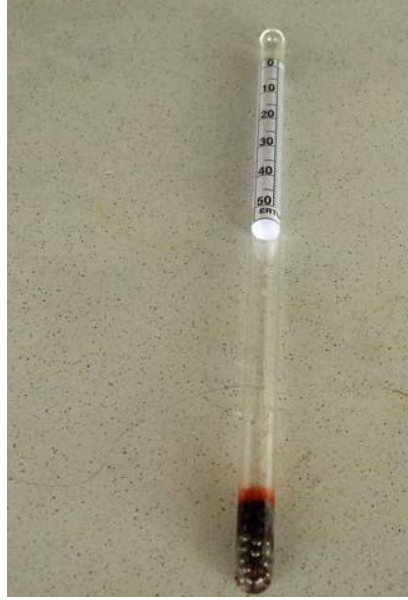
Düzeltilme, sıcaklık düzeltme katsayısına gerek duyulmadan sıvının sıcaklığının dansimetrenin sıcaklığına ayarlanmasıyla daha kolay ölçüm de yapılabilir.

- Ayarlamalar yapıldıktan sonra, dansimetre örnek içerisine yavaş yavaş daldırılmalı ve boyun kısmı ıslatılmadan su yüzeyi üzerinde bırakılmalıdır. Çünkü boyun kısmına tutunacak olan damlalar dansimetrenin ağırlığına etki edeceğinden ölçümü etkiler.
- Okuma, dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra gerçekleştirilmelidir.

Okuma sırasında, dansimetrenin boyuna tırmanan sıvı göz önüne alınmamalı ve göz tam sıvı yüzeyi düzeyine getirilerek okuma gerçekleştirilmelidir.

2.2. Bomemetre ile Ölçme

Sabit ağırlıklı bir yoğunlukölçerdir. 1961 yılında Baume tarafından tasarlanmıştır. Taksimatı gelişigüzel seçilmiş olan bu araç ve birim herhangi bir çözeltinin derişiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır.



Resim 2.3: Bomemetre

Bome areometresi yoğunluk ve şekere göre değil de %10'luk tuzlu suya göre kalibre edilmiştir. Sudan ağır sıvılara ait olan bome areometrelerinin 15 °C'deki suda battığı yer (0), % 10'luk tuz çözeltisinde battığı yere 10 koyularak kalibrasyonu yapılmıştır. Areometrelerde skala 0-10 arasında eşit olarak bölünmüştür ve her bir çizgi % 1 tuza (NaCl) denk gelecek şekilde ayarlanmıştır.

Bome areometresi çözeltideki g/100 g olarak tuz (NaCl) miktarını ifade eder. Aynı zamanda sanayide şekerli sıvıların, tuzlu çözeltilerin ve çeşitli çözeltilerin yoğunluğunun ölçülmesinde de kullanılır. En fazla şıra ve şarapçılıkta kullanılır.

Bomemetre ile yoğunluk ölçmek için: Ölçümde çeşitli cetveller hazırlanmıştır. Cetvel olmadığı zaman bome derecesi 1,9 ile çarpılarak kuru madde, 1,8 ile çarpılarak % şeker miktarı bulunur.

Yoğunluk hesaplamasında ise sıcaklık 15/4 °C'de 144,3;

Sıcaklık 15/15 °C'de ise 146,3 katsayıları kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$d = \frac{144,3}{(144,3 - B)} \text{ yoğunluğu 1'den büyük olan çözeltiler için;}$$

$$d = \frac{144,3}{(144,3 + B)} \text{ yoğunluğu 1'den küçük olan çözeltiler için;}$$

2.3. Alkolimetre

Alkol ve su karışımında ağırlık ve hacim olarak % alkol miktarını verir. Alkol tayininde kullanılan areometreler genellikle % hacim gösterenler olup 15,56 °C'ye göre kalibre edilmiştir. Sıcak düzeltme faktörü beher derecesi için 0,18'dir. Yalnız bu sıcaklık düzeltmesi 15,5 °C'ye yakın olan sıcaklıklarda yapılmalıdır.

Alkolimetrede rakamlar diğer areometrelerin aksine aşağıdan yukarı doğru yükseldiğinden sıcaklık düzeltmesi diğer areometrelerin tersine yapılır. Yani çözelti sıcaklığı aerometre kalibrasyon sıcaklığından yüksekse sıcaklık düzeltmesi bulunan değerden çıkarılır. Eğer daha düşükse bulunan değere eklenir.

Örnek:

17,5°C'de alkolimetre 11,9 okunuyorsa ve areometre cihazının kalibrasyonu 15,5°C'ye göre yapılmışsa sıcaklığa göre düzeltilmiş değer nedir?

Cevap:

$$\%A = 11,9 - (17,5 - 15,5) \cdot 0,18 = 11,54$$



Resim 2.4. Alkolimetre

Alkolimetre ile ölçüm yapmak için;

- Alkolimetre ve dereceli silindir temizlenir, kurutulur.
- Damıtma balonuna 100 ml örnek konur. İçine derişik NaOH çözeltisi katılarak ortamın alkali olması sağlanır.
- Köpürmeyi önlemek için balona birkaç parça parafin veya az miktarda tannik asit konur.
- Yaklaşık 3/4 kısmı damıtılır.
- Damıtma ürünü saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- Hazırlanan ürün dereceli silindire konur.
- Alkolimetre silindirin içine yavaşça daldırılır.
- Dikey salınım durduktan sonra okuma yapılır.

Alkolimetrede rakamlar diğer areometrelerin aksine yukarıdan aşağıya küçüldüğü için okumada buna dikkat edilmelidir.

Alkolimetre ile 20 °C’de yoğunluk ölçümü yapıldığında yoğunluğa karşılık gelen alkol hacim miktarı düzenlenmiş olan çizelgelerden bulunur.

2.4. Laktodansimetre

Camdan yapılmış özel şekilli bir araçtır. Laktodansimetreler sadece süt yoğunluğu ölçümünde kullanılır. Sütün yoğunluğu (cinsi ne olursa olsun) 1,02 - 1,04 arası değişir. Bu nedenle bu tip dansimetreler üzerinde sadece 20, 30, 35 gibi sayıları gösteren işaretler bulunur. Okunan değer süt yoğunluğunun (1,0)’dan sonraki kesirli kısmıdır. Örneğin; dansimetrede 35 sayısı okunursa süt yoğunluğu 1,035 olarak belirlenmiş olur.

Laktodansimetre ile yoğunluk tayini:

- Sıcaklığı 15 °C’ye getirilen süt örneği iyice karıştırılarak homojen hâle getirildikten sonra, köpürtülmeden çapı 3-4 cm olan dereceli silindire veya cam tüpe boşaltılır.
- Kuru ve temiz laktodansimetre sap kısmından tutularak süte yavaş yavaş daldırılır.
- Laktodansimetre süte 30 rakamına kadar daldırıldıktan sonra serbest bırakılır.
- Laktodansimetrenin inip çıkması durunca göz süt düzeyine getirilerek okuma yapılır. Eğer laktodansimetrenin üzerinde termometre varsa sütün sıcaklığı bu termometreden, termometresiz ise sütün sıcaklığı ayrı bir termometre ile belirlenir.
- Okuma sırasında sütün sıcaklığı 15 °C ise laktodansimetrede okunan değer alınır ve buna 1000 eklenip elde edilen değer 1000’e bölünerek sütün yoğunluğu bulunur.

Örnek

15°C’de okunan değer 32 ise;
Sütün yoğunluğu=1000 + 32 / 1000 = 1,032 g/cm³tür.

Sütün sıcaklığı 15 °C’de değilse düzeltme yapılır. Düzeltme 10 °C ile 20 °C arasında yapılabilir. Eğer sıcaklık laktodansimetrenin ayarlı olduğu sıcaklıktan yüksekse okunan sıcaklık derecesinin 15 °C’den farkı alınır ve düzeltme katsayısı olan 0,2 ile çarpılır. Bulunan değer laktodansimetrede okunan değere eklenir. Sıcaklık 15 °C’den düşükse 15 °C’den farkı alınır ve 0,2 ile çarpılır. Bulunan değer okunan laktodansimetre değerinden çıkarılır.

Örnek:

20 °C’de laktodansimetrede okunan değer 32,1 ise;
20 °C – 15 °C = 5 °C sıcaklık farkı;
5 . 0,2 = 1,0
32,1 + 1,0 = 33,1
(33,1 + 1000)/1000 = 1,0331 g/cm³ bu sütün yoğunluğudur.

12 °C'de laktodansimetrede okunan değer 32 ise ;
 $15^{\circ}\text{C} - 12^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkı
 $3 \cdot 0,2 = 0,6$
 $32 - 0,6 = 31,4$
 $(31,4 + 1000) / 1000 = 1.0314 \text{ g/cm}^3$ süt örneğinin yoğunluğudur.

Yoğunluk ölçümünde kullanılan laktodansimetre 20 °C'ye ayarlı ise ve ölçümler 20 °C'den farklı sıcaklıklarda yapılırsa düzeltme faktörü olarak 0,25 alınır.

2.5. Piknometre ile Sıvıların Yoğunluğunu Ölçmek

Piknometreler küçük, hafif ve genelde camdan yapılmış kaplardır. Aynı hacimdeki su ve sıvının, aynı sıcaklıktaki ağırlıklarının oranı özgül ağırlığı verir. Özgül ağırlık tayini için çeşitli piknometreler bulunmaktadır.

2.5.1. Piknometre ve Çeşitleri

Sanayide sık kullanılan piknometler boot tipi piknometreler ve reischauer tipi piknometrelerdir.

2.5.1.1 Boot Tipi Piknometreler

Bunlar kapaklı olup kapağın içinde bir kapiler boru vardır. Ayrıca üzerinde bir de muhafaza kapağı olur. Bunların büyük bir kısmı çift cidarlıdır. İki cidar arasındaki hava alınmıştır. Bu nedenle de özgül ağırlığı tayin edilecek sıvı, istenilen sıcaklık derecesine getirildikten sonra piknometreye koyularak bu sıcaklık muhafaza edilebilir.

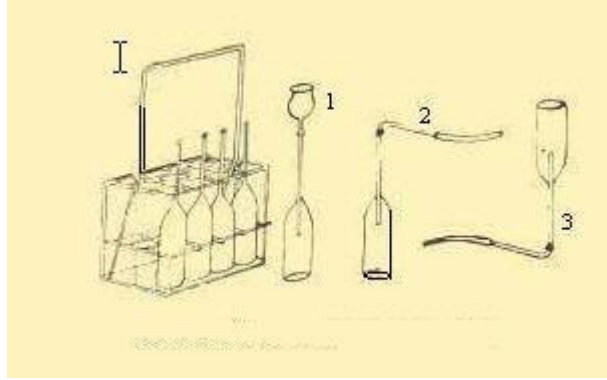


Resim 1.9: Boot tipi piknometre

Piknometrenin içinin yıkanması ve aynı ısı derecesinde olması için piknometre 1-2 defa analizi yapılacak sıvı ile çalkalanır. Daha sonra ağzına kadar sıvı ile doldurularak kapak yerleştirilir. Kapak yerleştirilirken fazla gelen sıvı kapaktaki kapiler borudan yükselerek dışarı çıkar. Serçe parmağın ucu ile kapağın üstü silinir. Piknometrenin üstü temiz bir bezle silinip kurulanır ve tartılır. Dış hararet yüksek olduğu takdirde piknometredeki sıvı kapiler borudan yükselerek kapağın üzerinde damlacık hâlinde toplanırsa da bu damlacık silinmez ve öyle tartılır. Boot tipi piknometreler, özellikle rutin analizlerde çabuk sonuç verdiği için tercih edilir.

2.5.1.2. Reischauer Tipi Piknometreler

Bu tip piknometreler şekilde de görüldüğü gibi geniş bir gövde ile ince uzun boyun kısmından ibaret olup boyun kısmının ortasında bir çizgi vardır.



Şekil 1.2: Reischauer piknometre takımı

- 1)Piknometre doldurma hunisi 2)Piknometredeki sıvıyı çizgisine getirmekte kullanılan kılcak boru 3)Piknometredeki sıvının kılcak boru ile boşaltılması

Standart reischauer tipi piknometreler boyun kısmı 65-85 mm, yüksekliği ise 140-160 mm, boyun iç çapı 2,5-3,5 mm'dir. İşaret çizgisi, boynun yukardan 25-35 mm aşağısındadır. Su kapasitesi 20°C de 48-50 gramdır.

2.5.2. Hacim Ölçümü ve Hesaplama (Piknometrenin Kullanılması)

Piknometrede bulunan suyun ağırlığına o piknometrenin “su kıymeti” denir. Piknometrenin su kıymetini bulmak için ilk önce boş piknometre, sabit ağırlığa getirilerek darası bulunur.

Daha sonra piknometre yeni kaynatılmış ve soğutulmuş damıtık su ile çizginin biraz üstüne kadar doldurulur.

Özgül ağırlık 20 °C sıcaklığa göre verildiği için deneylerin bu sıcaklığa ayarlı su banyosunda gerçekleştirilmesi tavsiye edilir. Su banyosundaki suyun piknometrenin boğazındaki çizginin biraz üstüne çıkacak kadar dolu olmasına dikkat edilir.

Piknometrenin içinde bulunduğu müddetçe su banyosundaki ısının 20 °C + 0,1 derece kalması sağlanır. Piknometredeki dış ısıyı tamamen alması için 30 dakika su banyosunda bekletilir. Kılcak boru yardımı ile su seviyesi tam çizgiye getirilir. İçerisinde hava kabarcığının kalmamasına dikkat edilmelidir. Daha sonra piknometrenin dış çeperi iyice kurutulur ve 4 haneli bir terazide tartım alınır.

Örneğin, sabit tartıma getirilmiş piknometrenin kendi darası 21,3515 g ve su ile beraber tartıldığında ise 71,3853 gram geliyorsa o piknometre su kıymeti:

$$71,3853 - 21,3515 = 50,0338 \text{ g olur ki bu da piknometrenin hacmi demektir.}$$

Daha sonra yoğunluğu tayin edilecek sıvı ile piknometre birkaç defa çalkalanır ve sıvı çizgisinin biraz üstüne kadar doldurulur. Aynı şekilde su banyosunda aynı derecede bekletilerek ve aynen su gibi tartılır.

Dara çıktıktan sonra sıvının ağırlığı 49,9842 g ise sıvının özgül ağırlığı;

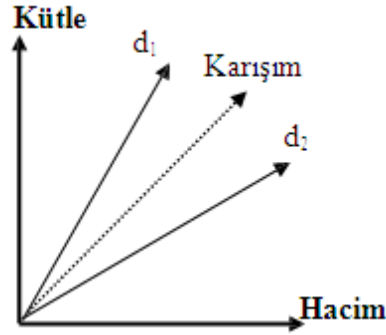
$$d_{20}^{20} = 49,9842 / 50,0338 = 0,9990 \text{ g/ml olarak verilir.}$$

2.5.3. Sıvı Karışımın Özkütlesi

Birden fazla sıvının birbirine karıştırılmasıyla oluşan karışımın özkütlesi, karışımı oluşturan maddelerin kütlelerinin toplamının, hacimlerinin toplamına bölünmesiyle bulunur.

$$d_{\text{karışım}} = \frac{\text{Karışıma Katılan Sıvıların Toplam Kütle}}{\text{Karışıma Katılan Sıvıların Toplam Hacmi}}$$

$$d_k = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$



Grafik 2.1: Kütle – hacim grafiği

- d₁ ve d₂ özkütleli iki sıvı karıştırılırsa karışımın özkütlesi d_k dir.. Karışımın özkütlesi, her zaman karıştırılan maddelerin özkütlelerinin arasında bir değer alır.
- d₁ ve d₂ özkütleli sıvılardan eşit hacimde karıştırılırsa karışımın özkütlesi;

$$d_k = \frac{d_1 + d_2}{2} \text{ formülü ile bulunur.}$$

- d₁ ve d₂ özkütleli sıvılardan eşit kütlede karıştırılırsa karışımın özkütlesi;

$$d_k = 2 \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \text{ formülü ile bulunur.}$$

Örnek: Birbiri ile karışabilen özkütlesi 0,6 g/cm³ olan bir sıvı ile özkütlesi 2,4 g/cm³ olan ikinci bir sıvıdan 20'şer cm³ alınarak karışım hazırlanıyor. Hazırlanan karışımın özkütlesi nedir?

$$d_1 = 0,6 \text{ g/cm}^3$$

$$d_2 = 2,4 \text{ g/cm}^3$$

$$d_k = ?$$


$$d_k = \frac{d_1 + d_2}{2}$$





$$d_k = \frac{0,6 + 2,4}{2} = 1,5 \text{ g/cm}^3 \text{ olarak bulunur.}$$






UYGULAMA FAALİYETİ






Sıvıların yoğunluğunu ölçünüz.

Kullanılan araç ve gereçler: Sıvı örneği, termometre, mezür, dansimetre, piknometre, terazi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Dansimetre ile sıvıların yoğunluğunu ölçmek için;</p> <p>➤ Yoğunluğu ölçülecek sıvı örneğini seçiniz.</p> 	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi ve eldiveninizi takınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p> <p>➤ Laboratuvar güvenlik tedbirlerine uyunuz.</p> <p>➤ Çalışma sırasında kullanacağınız gereçleri öğretmeninizi bilgilendirerek temin ediniz.</p>
<p>➤ Sıvının sıcaklığını ölçünüz, uygun dansimetre ve mezürü seçiniz.</p> 	<p>➤ Termometre ile dikkatli çalışınız.</p> <p>➤ Dansimetrenin boyutuna uygun mezür seçiniz.</p>
<p>➤ Mezüre yoğunluğu ölçülecek sıvıyı aktarınız.</p> 	<p>➤ Sıvıyı mezüre aktarırken dışarıya dökmeden dikkatlice çalışınız.</p>
<p>➤ Dansimetreyi sıvının içine yavaşça daldırınız.</p>	<p>➤ Dansimetreyi yavaşça mezürün içine daldırınız.</p>

	
<p>➤ Sabitlenmesini bekleyiniz ve yoğunluğu okuyunuz.</p> 	<p>➤ Dansimetre sabitlenince göz hizasına getirerek değeri okuyunuz.</p>
<p>➤ Sıcaklık farkına göre yoğunluğu hesaplayınız.</p> 	<p>➤ Dansimetrenin çalışma sıcaklığı göz önüne alınarak sapmayı hesaplayınız.</p> <p>➤ Elde ettiğiniz veriler ışığında yoğunluğunu hesaplayınız.</p>
<p>➤ Raporunuzu hazırlayınız.</p> 	<p>➤ İşlem basamakları ve aldığınız notlardan faydalanarak raporunuzu hazırlayınız.</p> <p>➤ Raporunuzu öğretmeninize teslim ediniz.</p>
<p>Piknometre ile yoğunluk ölçmek için;</p>	
<p>➤ Kullanılacak olan piknometreyi seçiniz.</p>	<p>➤ İş önlüğünüzü giyiniz, maskenizi ve eldiveninizi takınız.</p> <p>➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.</p>

	
<p>➤ Pycnometreyi temizleyiniz ve gerekirse fırında kurutunuz.</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pycnometreyi dikkatlice temizleyiniz. Bu esnada kırılabilirliğini düşünerek daha hassas davranınız. ➤ Temizlenen pycnometreyi kurutmak amacıyla fırında bekletiniz.
<p>➤ Pycnometrenin darasını alınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boş pycnometrenin darasını alıp kaydediniz.
<p>➤ Pycnometreyi örnek sıvı ile doldurunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sıcaklığını ölçtüğünüz sıvı ile pycnometreyi çizgisinin üzerini geçecek şekilde doldurunuz.
<p>➤ Pycnometrenin kapağını kapatınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Termometre ile sıcaklığı kontrol ediniz. ➤ İstenilen sıcaklığa gelindiğinde pycnometrenin kapağını kapatınız.

	
<p>➤ Piknometreyi kurulum yapınız.</p> 	<p>➤ Pycnometrenin içindeki fazla suyu taşıtarak iyice kurulum yapınız.</p>
<p>➤ Pycnometreyi tartınız.</p> 	<p>➤ Tartım esnasında elektronik terazi kullanım kurallarına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p> 	<p>➤ Elde ettiğiniz veriler ışığında yoğunluğu hesaplayınız.</p>
<p>➤ Kullanılan araç ve gereçleri temizleyerek teslim ediniz.</p>	<p>➤ Kullanılan araç gereçleri temizleyerek laboratuvar sorumlusuna teslim ediniz.</p>
<p>➤ Raporunuzu hazırlayınız.</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	Yoğunluğu ölçülecek sıvı örneğini seçtiniz mi?		
3	Sıvının sıcaklığını ölçtünüz mü?		
4	Uygun dansimetre ve mezürü seçtiniz mi?		
5	Mezüre yoğunluğu ölçülecek sıvıyı aktardınız mı?		
6	Dansimetreyi sıvının içine yavaşça daldırdınız mı?		
7	Sabitlenmesini beklediniz mi?		
8	Dansimetreden sıvı yoğunluğunu okudunuz mu?		
9	Sıcaklık farkına göre yoğunluğu hesapladınız mı?		
10	Piknometre aldınız mı?		
11	Piknometreyi temizlemek ve kuruttunuz mu?		
12	Piknometrenin darasını aldınız mı?		
13	Piknometreyi örnek sıvı ile doldurdunuz mu?		
14	Piknometrenin kapağını kapattınız mı?		
15	Piknometreyi kuruladınız mı?		
16	Piknometreyi tarttınız mı?		
17	Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
18	Rapor hazırlayıp öğretmeninize 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 maddenin birim hacminin kütlesi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Özgül ağırlık B) Hacim
C) Özkütle D) Ağırlık
2. Özkütle birimi hangisidir?
A) g/m^3 B) kg/cm^3 C) kg/ml D) g/cm^3
3. Alkol yoğunluğunu ölçmek için hangi aerometre kullanılır?
A) Sakkarometre B) Alkolimetre
C) Laktodansimetre D) Bomemetre
4. Sütün yoğunluğunu ölçmek için hangi aerometre kullanılır?
A) Laktodansimetre B) Alkolimetre
C) Sakkarometre D) Bomemetre
5. $12^{\circ}C$ 'de sütün laktodansimetreden okunan değeri 34 ise bu sütün yoğunluğu kaç g/cm^3 tür?
A) $1.0332 g/cm^3$ B) $1.0318 g/cm^3$
C) $1.0316 g/cm^3$ D) $1.0334 g/cm^3$
6. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
A) Maddenin birim hacminin kütlesine özkütle denir.
B) Özkütle birimi g/cm^3 tür.
C) Özkütle maddeler için ayırt edici özelliktir.
D) Bütün maddelerin birim hacminin kütlesi aynıdır.
7. Yoğunluğu $0.916 g/cm^3$ hacmi ise $25 cm^3$ olan sıvının ağırlığı kaç gramdır?
A) 22.9 B) 21.9
C) 22.8 D) 21.8

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

8. () Alkol ve su karışımında ağırlık ve hacim olarak % alkol miktarını alkolimetre verir.
9. () Ölçmede kullanılacak mezürün boyutlarının dansimetrenin boyutlarına uygun olmasına gerek yoktur.
10. () Okuma dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra gerçekleştirilmelidir.

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-3

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak yüzey gerilim ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Göller buz tuttukları zaman sadece yüzeyi buz tutar. Gölün altında canlılar hayatlarını devam ettirirler. Bunun nedenlerini araştırınız.
- Yağmur damlaları ne şekilde yeryüzüne iner? Neden bu şekli alır? Araştırınız.

3. SIVILARDA YÜZEY GERİLİM

3.1. Yüzey Gerilim Kuvvetleri

Katı ve sıvıların en muhteşem özelliklerinden biri de yüzey gerilimidir. Yüzey geriliminin günlük hayatımızda farkında olmadan sıkça karşılaştığımız tesirleri olduğu gibi teknik uygulamalarda karşılaşılan tesirleri de vardır.



Resim 3.1: Su damlasının yüzey gerilimi

Bir leğen içerisindeki durgun suya dikkatlice baktığımız zaman, su yüzeyi sanki bir zar ile kaplıymış gibi görünür. Bunun sebebi yüzey gerilimidir. Sıvı yüzeyindeki atomların, iç kısımdaki atomlar tarafından büyük bir kuvvetle çekilmesi sonucu sıvı yüzeyi adeta bir zar gibi gerilir. Sıvının içerisine girmek veya dışına çıkmak isteyen yabancı bir maddenin bunu başarabilmesi için bu zarı delmesi yani yüzey gerilimini yenmesi gerekir. Bir kap içerisindeki suyun üzerine bir jileti çok yavaş bir şekilde bırakırsak jiletin ağırlığı suyun yüzey gerilimini yenemediği için çelikten yapıldığı hâlde jilet, su üzerinde durur.

Yüzey geriliminin teknolojik uygulamalara tesirleri olumlu veya olumsuz olabilir. Yüzey geriliminin olumsuz tesir ettiği uygulamalarda ortama yüzey gerilimini düşüren katkı maddelerinin ilave edilmesi zaruridir.

Buraya kadar anlattığımız olayların önem kazandığı teknolojik bir uygulama, madencilikte, yüzdürme yoluyla cevher zenginleştirme metodu olan flotasyondur. Flotasyon işleminde mineral taneleri bir sıvı içerisinde, gang'ından ayrılarak yüzeyde teşkil edilen köpükte toplanır. Kollektör adı verilen katkı maddeleri ile yüzeyi hidrofob hâle getirilen mineral taneleri, adhezyon kuvveti sayesinde hava kabarcıklarına tutunarak sıvının üzerine çıkar. Ancak hava kabarcığının yüzeye çıkabilmesi için sıvı yüzeyindeki zarı delmesi gerekir. Bunun için sıvının yüzey geriliminin düşük olması lazımdır ki bu da sıvı içerisine köpürtücüler ilave edilerek sağlanır. Aksi takdirde yükselen mineral yüklü hava habbecikleri sıvı yüzeyinde sert bir zemine çarpmış gibi olur ve parçalanarak taşıdığı tanecikleri kaybeder.

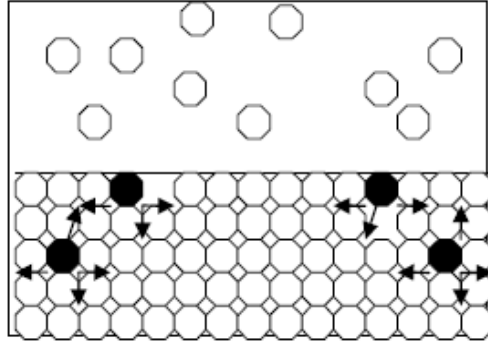
Suda yaşayan birçok böcek türü yukarıda anlattığımız fizik kaidelerini kullanarak hayatını sürdürür. Bunlara en güzel örnek su örümceğidir. Su örümceği, su üzerinde yüzey geriliminden dolayı oluşan zarın üzerinde yürür. Su üzerine yapışıp kalmaması için ayaklarının ucunda hidrofob balmumuna bulanmış kıllardan oluşan kadifemsi sık bir örgü mevcuttur. Suda yaşayan Gerris gibi birçok böcek türü de hidrofili ve hidrofobi sayesinde değişik şekillerde hayatlarını sürdürür.



Resim 3.2: Su üstünde duran bir böcek

Moleküller birbirlerine yeteri kadar yakın buldukları zaman birbirlerini çeker. Sıvı içinde bulunan bir molekül şekilde görüldüğü gibi ortalama olarak bütün yönlerden aynı kuvvetle çekilir. Hâlbuki sıvının yüzeyinde bulunan bir molekül aşağı ve yanlara doğru çekildiği hâlde yukarıya doğru çeken kuvvet çok zayıftır (Buharın etkisi çok azdır.). Bunun sonucu olarak yüzeydeki moleküller sıvı içine doğru yüzeye dik olarak çekilir. Sıvı yüzeyi bir gerilim altında bulunur ve bu, sıvı yüzeyinde her noktada ve her yönde aynıdır, buna **yüzey gerilimi** denir. Yüzey gerilimi santimetre başına dyn olarak verilir.

$$\gamma = \frac{\text{kuvvet}}{\text{uzunluk}} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$



Şekil 3.1: Sıvı molekülleri hareketleri

Kütlesel çekim kuvvetinin olmadığı bir yere örneğin uzay boşluğuna bırakılan bir miktar sıvı, küre şeklini alarak hemen en küçük yüzey alanına sahip olur. Sıvının içindeki moleküller üzerine etkiyen çekim kuvvetlerinin bileşkesi 0 (sıfır) olduğu hâlde sıvı yüzeyindeki molekülleri sıvı içine doğru çeken net bir kuvvetin etkisi altındadır. Yüzeyi küçültmeye çalışan bu kuvvetleri yenmek için dışarıdan sıvıya enerji vermek gerekmektedir. Sabit sıcaklık ve basınçta sıvı yüzeyini 1 m² veya 1 cm² büyötmek için verilmesi gereken enerjiye yüzey **enerjisi denir** ve σ ile gösterilir.

$$\text{Yüzey Enerjisi} = \frac{\text{Yüzey işi}}{\text{Yüzey}} = \sigma = \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$

Yüzey gerilimi etkisiyle sıvı mümkün olduğu kadar yüzeyini küçölmeye çalışır. En küçük yüzey gösteren şekil küre olduğundan damlayan sıvı küresel bir şekil gösterir. Büyük damlaların şekli yüzey geriliminden başka kuvvetlerin etkisi altında bozulmuştur. Büyük miktarda bulunan sıvılar, buldukları kabın şeklini alır, bu gibi sıvıların şekilleri üzerine yüzey gerilimi, ancak kabın kenarları yakınında hafifçe etki eder.



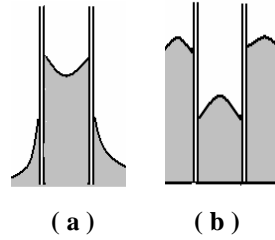
Resim 3.3: Çeşitli sıvılar

Yüzey gerilimi sadece sıvılar için söz konusu değildir. Benzer gerilimler muhtelif fazlar arasındaki bütün yüzeylerde mevcuttur. Bu hâlde yüzeyler arası gerilim veya yüzeyler

arası enerji söz konusudur. Örneğin katı-sıvı, katı-gaz, sıvı-gaz, sıvı-sıvı yüzeyler arası gerilimleri gibi. Özel olarak kaydedilmedikçe, sıvı-hava yüzey gerilimi söz konusudur. Bu hâlde hava o sıvının o sıcaklıktaki buharı ile doygunudur. Yüzey gerilimi her maddeye has özelliktir. Hava yerine başka gazlar alınırsa genellikle yüzey geriliminin büyüklüğü değişir.

Sıvı ile cam arasındaki çekim kuvvetlerine **adhezyon kuvvetleri** denir. Kılcal boruda yükselmeye bu adhezyon kuvvetleri yol açmaktadır. Örneğin alttaki şekilde görüldüğü gibi kılcal boruya su konulmuştur.

Sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerine **kohezyon kuvvetleri** adı verilir. Kılcal boruda alçalmaya yol açan bu kohezyon kuvvetleridir. Örneğin alttaki şekilde görüldüğü gibi kılcal boruya cıva konulmuştur.



Şekil 3.2: (a) Adhezyon, (b) Kohezyon

3.2. Yüzey Gerilim Değişimi

Sıvı üzerindeki gaz yoğunluğu çok fazla artırıldığında veya bu sıvı üzerine bu sıvıda çözünmeyen bir başka sıvı ilave edildiğinde sıvının yüzey gerilimi, karşı fazdaki moleküllerle gireceği moleküler etkileşmeler sonucu bir miktar azalacaktır.

Yüzey gerilimi sıvının cinsine, sıvının sıcaklığına sıvının saflığına bağlıdır.

Kohezyon kuvvetleri büyük olan sıvıların yüzey gerilimi daha büyüktür. Su molekülleri arasındaki çekim kuvveti, etil alkolün molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerinden daha büyüktür. Bu nedenle suyun yüzey gerilimi, etil alkolünden daha yüksektir.

Sıvının sıcaklığı arttıkça yüzey gerilimi düşer. Bazı eritilmiş metaller dışında sıcaklık artışı sıvıların birçoğunun yüzey gerilimini azaltıcı etki gösterir.

Sıcaklık(°C)	H ₂ O	CCl ₄	C ₆ H ₆	C ₂ H ₅ OH	CH ₃ COOH
0	7,56x10 ⁻⁴	2,90x10 ⁻⁴	3,16x10 ⁻⁴	2,40x10 ⁻⁴	2,95x10 ⁻⁴
25	7,19x10 ⁻⁴	2,61x10 ⁻⁴	2,82x10 ⁻⁴	2,18x10 ⁻⁴	2,71x10 ⁻⁴
50	6,79x10 ⁻⁴	2,31x10 ⁻⁴	2,50x10 ⁻⁴	1,98x10 ⁻⁴	2,46x10 ⁻⁴
75	6,35x10 ⁻⁴	2,02x10 ⁻⁴	2,19x10 ⁻⁴	-	2,20x10 ⁻⁴

Tablo 3.1: Bazı sıvıların farklı sıcaklıklardaki yüzey gerilim değerleri (N/m)

Saf bir madde içerisinde bir madde çözünüyorsa çözünen maddenin ve çözücünün karakterine bağlı olarak yüzey geriliminin değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca yapılan incelemelerle çözünen maddenin sıvının iç kısımlarındaki konsantrasyonun birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir ki bu beklenen bir olaydır.

3.3. Çözeltilerin Yüzey Gerilimi

Çözünen tanecikler içindeki çözücü moleküllerinin yüzeydeki çözücü moleküllerini içe doğru çekmesini belli ölçüde engellediğinden çözeltilerin yüzey gerilimi saf çözücüye göre genellikle düşüktür. Çözücünün yüzey gerilimini düşüren maddeler **yüzey aktif**, değiştirmeyenler ise **yüzey inaktif** olarak isimlendirilmektedir. Sulu çözeltiler için yüzey aktif maddeleri; organik asitler, alkoller, esterler, eterler, aminler ve ketonlar; yüzey inaktif maddeleri ise inorganik elektrolitler, organik asitlerin tuzları, molar kütleleri küçük olan bazlar yanında şeker ve gliserin gibi uçucu ve elektrolit olmayan maddeler şeklinde sıralayabiliriz.

Yağ asitleri gibi suyun yüzey gerilimini önemli ölçüde düşüren maddeler, hem polar hidrofilik (su seven) grup hem de apolar hidrofobik (su sevmeyen) grup ihtiva eder. Yağ asitlerindeki $-COOH$ grubu gibi hidrofilik gruplar, eğer molekülün kalan apolar kısmı çok büyük değilse molekülün çözünürlüğünü artırır. Yağ asitlerinin hidrokarbon kısımları bir sulu çözeltinin iç kısımlarında rahatsızlık duyar (Yani yüksek bir serbest enerjiye sahiptir.) ve onları sıvının iç kısmından yüzeye getirmek çok az iş gerektirir. Bu sebeple yüzey gerilimini düşüren bir çözünen (yüzey aktif madde), çözeltinin yüzey tabakalarında birikir. Böyle çözünenlerin ara yüzeyde “pozitif adsorblandığı” söylenir.

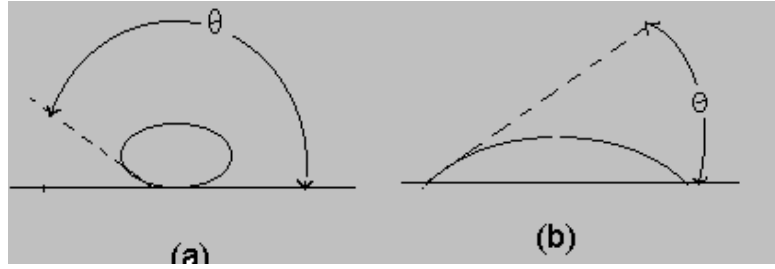
3.4. Yüzey Gerilimini Ölçme Metotları

Yüzey gerilimini ölçmek için çeşitli metotlar vardır. Örneğin özel bir cam aletten damlatılan damlaların ağırlığından, sayısından yüzey gerilimi tayin edildiği gibi kapiler bir boruda yükselen sıvı yüksekliğinden faydalanılarak da yüzey gerilimi tayin edilebilir.

3.4.1. Kapiler Yükselme Metodu

Temas açısı ve kapilarite:

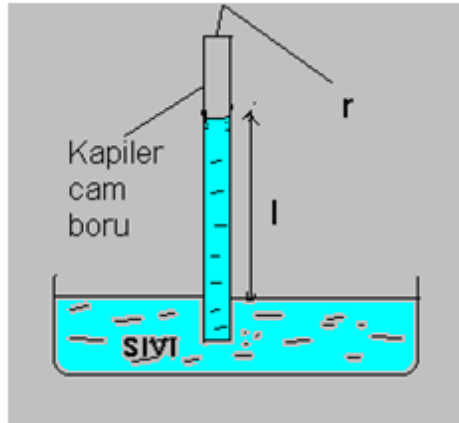
Bir katı yüzeyi ile temastaki bir sıvı yüzeyi bir açı oluşturur. Temas açısı adı verilen bu açının büyüklüğü, sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri (kohezyon kuvvetleri) ile sıvı katı arası çekim kuvvetlerinin (adezyon kuvvetleri) göreceli büyüklüğüne bağlıdır. Kohezyon kuvvetlerinin büyüklüğü, adezyon kuvvetlerinin büyüklüğünden ne kadar fazla ise sıvı katı arasındaki temas açısı da o denli büyük olur. Diğer bir ifade ile büyük bir temas açısı sıvı katı çekim kuvvetlerinin azlığının, küçük bir temas açısı ise bu kuvvetlerin büyük olmasının bir göstergesidir. Ayrıca temas açısının büyüklüğü, katı yüzeyin düzlüğü ve temizliğinden başka sıvının saflık derecesine de bağlıdır. Saf ve ıslatma maddesi içeren (yüzey aktif madde) su damlalarının bir parafin yüzeyindeki durumları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.3: Temas açısı (a) Saf su damlasının (b) Islatma maddesi eklenmiş su damlasının parafin yüzeyinin şekli

Temas açısı 90° 'den küçük ise sıvı kabı ıslatır, büyük ise ıslatmaz. Bir kapiler içerisindeki sıvının kapiler duvarları ile yaptığı açı 90° 'den küçük ise sıvı kapiler yüzeyini ıslatır ve sıvının yüzeyinde iç bükey bir menisküs oluşur. Temas açısının 90° 'den büyük olması hâlinde sıvı kapileri ıslatmaz ve dış bükey bir menisküs oluşur.

Metot:



Şekil 3.4: Kapiler yükselme metodu

Şekil 3.4'te görüldüğü gibi sıvı kabın içine camdan bir kapiler konulmuştur ve sıvı bu kapilerin içerisinde yükselir. Kapilerde yükselerek cidarı ıslatan tüm sıvıların yüzey gerilimlerinin belirlenmesinde bu yöntem kullanılabilir.

Kılcal içindeki sıvının yükselmesi toplam yüzey alanını azaltır ve serbest enerji minimum bir değere düştüğünde dengeye ulaşılır. Sıvının daha fazla yükselmesi durumundaysa yükselmeye yüzey alanındaki azalma ile kazanılandan daha fazla serbest enerji, sıvının kolondan yükselmesiyle kaybedilir.

Sıvının dl kadar yükselmesiyle yüzey alanındaki azalma $2\pi r dl$ olurken buna karşı gelen yüzey enerjisindeki azalma;

$$dG_v = \gamma dA = \gamma 2\pi r dl \text{ olacaktır.}$$

l yüksekliğinde ρ yoğunluğundaki sıvının bir miktar yükselmesiyle $\pi r^2 dl$ lik bir hacim artışı meydana gelir ki böylece serbest enerjideki değişim

$$dG_a = \rho r^2 l dl \text{ olur.}$$

İki serbest enerji değişimi birbirine eşit olduğunda yükselme durur. Bu denge anında hesaplanan yüzey gerilimi;

$$dG_y = dG_a \Rightarrow g 2\pi r dl = \rho r^2 l dl \text{ olur. Buradan}$$

$$\gamma = \frac{l\rho g}{2} \text{ yazılabilir.}$$

Eşitliğin sağında yer alan değişkenler ölçülebileceğinden γ değerinin büyüklüğü belirlenebilir. Bu eşitlik sıvının tamamıyla camı ıslattığı kabul edilerek çıkartılmıştır. Camı tamamen ıslatmayan sıvılar için ise cam sıvı arasındaki θ açısına bağlı olarak farklı bazı yaklaşımların kullanılmasıyla benzer bir ifade çıkarılabilir.

3.4.2. Damla Ağırlığı Metodu



Resim 3.4: Çeşitli stalagmometreler

Bu yöntemde yüzey gerilimini belirlemek için aşağıdaki şekilde gösterilen Traube stalagmometresi kullanılır.

Bu metoda göre kılcal bir borudan düşen damlanın ağırlığı mg , tam düşme anında borunun çevresindeki sıvının yüzey gerilim kuvvetine eşit olacaktır.

$$2\pi r\gamma = mg \Rightarrow \gamma = \frac{mg}{2\pi r}$$

Fakat damlanın düşüş anı fotoğrafları alındığında damlanın boru ile sıvının tam birleştiği yerden kopmadığı düşen damla ile borunun ucu arasında bir miktar sıvı kaldığı gözlenmiştir. Bu bakımdan yapılan araştırmalar yukarıdaki bağıntı yerine

$$\gamma = F \frac{mg}{r}$$

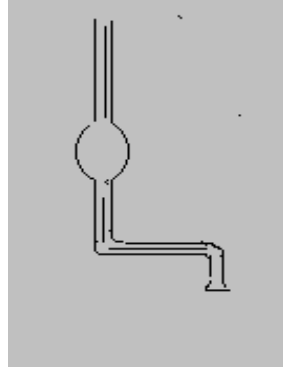
eşitliğinin daha geçerli olduğunu göstermiştir. Buradaki F değeri $r/V^{1/3}$ terimiyle orantılıdır. Sabit hacimde bir sıvının yüzey gerilimini Traube stalagmometresi ile ölçmek için tüpün ucundaki bir kılcal borudan sıvı serbest düşmeye bırakılır ve düşen damlalar sayılır. Eğer aynı hacimde verilen bir karşılaştırma sıvısı ile deneme yapılırsa bilinmeyen sıvının yüzey gerilimi F faktörleri birbirine eşit kabul edilerek

$$\gamma_1 = \gamma_2 \frac{m_1}{m_2}$$

veya

$$\gamma_1 = \gamma_2 \frac{n_2 d_1}{n_1 d_2}$$

eşitliğinden hesaplanabilir. Buradaki n_1 ve n_2 , d_1 ve d_2 yoğunluklarına sahip sıvıların V hacmindeki stalagmometreden damlatılarak sayılan damla sayısıdır.



Şekil 3.3. Traube Stalagmometresi

➤ **Damla stalagmometresi ile**

Katı yüzeyi ıslatan sıvılar kılcal bir borudan yavaş yavaş akıtılırken damlalar hâlinde düşer. Damla oluşmasında etkin kuvvet yüzey gerilim kuvvetidir. Katı yüzeyi ıslatan sıvılar kılcal bir borudan yavaş yavaş akıtılırken damlalar hâlinde düşer. Damla oluşmasında etkin kuvvet yüzey gerilim kuvvetidir. Dış yarıçapı r olan kapiler boruda m kütleli damlanın tam düşme anında damla üzerine etkiyen yer çekimi kuvveti, havanın kaldırma ve yüzey gerilim kuvvetlerinin bileşkesi sıfır olmaktadır. Havanın kaldırma kuvveti ihmal edilebilir, yer çekimi ve yüzey gerilim kuvvetlerinin yönleri dikkate alınır,

$$mg = 2pr\gamma \quad (1.1)$$

denklemleri yazılabilir. Denklemlerdeki g yerçekim ivmesi, γ yüzey gerilimidir. Kılcal borunun dış yarıçapını kesin belirlemek güç olduğu için yüzey gerilimi bilinen bir sıvı ve bilinmeyen diğer bir sıvı için ayrı ayrı 1.1 denklemleri yazılır ve taraf tarafa oranlanırsa

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{g_1}{g_2} \quad (1.2)$$

denklemleri elde edilir. Tek bir damlanın tartımından gelecek hatayı azaltmak için n damla düşülerek tartılır ve bir damlanın ortalama ağırlığı bulunur.

Kapiler borudan düşen damlanın boru ile birleştiği yerden kopmamasından kaynaklanan hatayı minimuma indirmesi ve hızlı netice alınması nedeniyle damla sayımı metodu Traube stalagmometre laboratuvar deney düzeneğinde yüzey gerilim tayininde yaygın şekilde kullanılır. Şekil 3.4'te görüldüğü gibi stalagmometrenin belirli bir hacmi vardır. Bu sabit hacimdeki sıvının damla sayısı sayılarak yüzey gerilimi bilinmeyen sıvının aşağıdaki denklemler ile yüzey gerilimi hesaplanır. n_1 , n_2 damla sayısı, p_1 , p_2 sıvıların yoğunlukları, g_1 , g_2 sıvıların yüzey gerilimleridir.

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{n_2 p_1}{n_1 p_2} \quad \gamma_1 = \gamma_2 \frac{n_2 d_1}{n_1 d_2}$$



Şekil 3.4: Damla stalagmometresi

Deneyin yapılışı:

Deneyler ucu düzgün bir büret kullanılarak yapılacaktır. Büret, kullanılmadan önce kromik asit ve saf su ile yıkanmalıdır. Her deney sonunda büret saf su ile yıkanmalı ve yüzey gerilimi tayin edilecek sıvı veya çözeltinin az miktarı ile çalkanmalıdır. Deneyler sırasında büretten düşme hızları mümkün olduğunca yavaş ve tüm deneylerde aynı hızda olmasına dikkat edilmelidir. Yüzey gerilimi tayin edilen referans su, sıvı ve çözeltiler aynı sıcaklıkta

olmalıdır. Damlaların toplandığı küçük beherler temiz, kuru olmalı ve ikinci kez kullanılırken boş tartımı alınmalıdır. Damlaların beher dışına sıçramaması için dikkatli olunmalıdır. Tüm sıvı ve çözeltiler için 15-20 damla alınmalıdır. Beherin boş iken tartımı m_1 , n damla sıvı veya çözelti ile tartımı m_2 gram ise 1 damla sıvı veya çözeltinin ağırlığı;

$$M = \frac{m_2 - m_1}{n} \quad (1.3) \text{ denklemi ile bulunur.}$$

Deneylere önce referans sıvı olarak saf su ile başlanır. Daha sonra yüzey gerilimi tayin edilecek saf sıvı ve farklı konsantrasyonlardaki çözeltilerin her biri için tekrarlanır. Su, saf sıvı ve farklı konsantrasyondaki çözeltilerin her birinin birer damlalarının ağırlıkları (1.3) denklemi ile hesaplanır. Bulunan değerlerin 1.2 denkleminde kullanılması sonucunda ilgili sıvı ve çözeltilerin yüzey gerilimleri hesaplanır. Deneyde bulunan ve hesaplanan tüm değerler uygun bir tabloda toplanır. Deneylerde çözelti olarak metanol, etanol, propanol, bütanol gibi alkollerin, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit gibi asitlerin 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 ve 0.1 M sulu çözeltileri kullanılır. Seyreltik çözeltiler gerekirse derişik stok çözeltinin seyreltilmesi ile hazırlanabilir.



Sonuç:

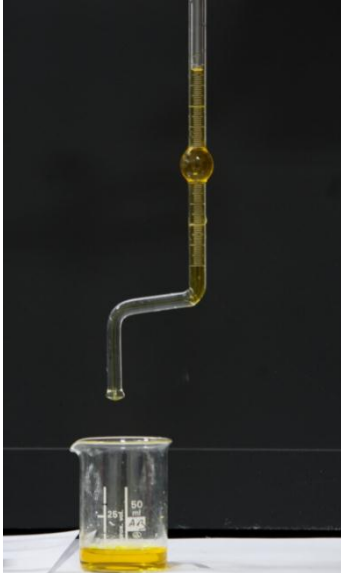

- Yüzey gerilimleri tayin edilen hidrokarbon türevi-su çözeltileri için konsantrasyon-yüzey gerilimi grafikleri çizilir. Yüzey geriliminin hidrokarbon zincir uzunluğu ile değişimi görülür. Bu amaçla aynı konsantrasyona karşılık farklı çözelti türlerinin yüzey gerilimleri bir tablo hâlinde verilir.
- Bir çözelti türü için çizilen konsantrasyon-yüzey gerilimi grafiği üzerinde seçilen konsantrasyonlara karşı eğriye teğetler çizilir. Her bir teğetin eğiminden dg/dc değerleri ve 1.4 denkleminde q değerleri hesaplanır. Sonuçlar bir tablo hâline getirilir.
- Konsantrasyon- q yüzey adsorbsiyon izotermi çizilir. Asimtotunun ordinatı kesim noktası değerinden q_m bulunur.
- $1/qmN$ eşitliği kullanılarak çözünen maddenin bir molekülünün yüzeyde kapladığı alan hesaplanır. Suyun 20°C'de yüzey gerilimi = 72,75 dyn/cm'dir.



UYGULAMA FAALİYETİ


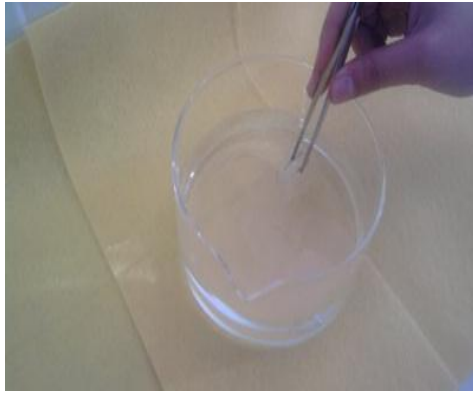

Sıvıların yüzey gerilimini ölçünüz.



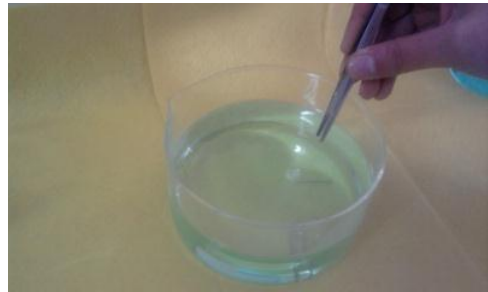
Kullanılan araç ve gereçler: Stalagmometre, sıvı, karşılaştırma sıvısı, kristalzuvar, iğne, ataş, sıvı sabun, rulo, havlu

İşlem basamakları	Öneriler
<p>Stalagmometre ile yüzey gerilimi ölçmek için;</p> <p>➤ Stalagmometreyi hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz.➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız.➤ Laboratuvar güvenlik tedbirlerine uyunuz.➤ Çalışma sırasında kullanacağınız gereçleri öğretmeninizi bilgilendirerek temin ediniz.
<p>➤ Yüzey gerilimi ölçülecek sıvıyı hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none">➤ İstenilen özellikte sıvı hazırlayınız.
<p>➤ Stalagmometreyi işaret çizgisine kadar sıvı ile</p>	<p>➤ İstenilen seviyede sıvıyı</p>

<p>doldurunuz.</p> 	<p>doldurunuz.</p>
<p>➤ Tüpün ucundaki bir kılcal borudan sıvıyı serbest düşmeye bırakınız.</p> 	<p>➤ Düşen sıvı sayısını not ediniz.</p>
<p>➤ Düşen damlaları sayınız.</p>	<p>➤ Damla sayısını not etmeyi unutmayınız.</p>

	
<p>➤ Aynı hacimde verilen bir karşılaştırma sıvısı ile deneme yapınız.</p> 	<p>➤ Deney yaparken kullandığınız sıvılara dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Hesaplamaları yapınız.</p>	<p>➤ Yaptığınız hesaplamayı kontrol ediniz.</p>
<p>Toplu iğne ile yüzey gerilimi ölçmek için;</p> <p>➤ Kristalizuvarı yüzey gerilimi ölçülecek sıvı ile doldurunuz.</p>	<p>➤ Kristalizuvara yarısından daha fazla su koyunuz.</p>

	
<p>➤ Su seviyesine yakın bir noktadan suya atışı bırakınız.</p> 	<p>➤ Atışı kabın merkezinden ve tüm yüzeyi sıvıya değecek şekilde yavaşça bırakınız.</p>
<p>➤ Sonra iğneyi bırakınız.</p> 	<p>➤ Toplu iğnenin kuru olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Bu şekilde bırakmakla iğne ve ataşın su üstünde kalması sağlanamıyorsa kâğıt havlu kullanarak sağlayınız.</p>	<p>➤ Kâğıt havlunun ucundan hızlı bir şekilde bırakınız.</p>

	
<p>➤ İğne ve ataş su yüzeyinde iken suya bir miktar sabunlu su ilave ediniz.</p> 	<p>➤ Sabunu ilave ettikten sonra karıştırınız.</p>
<p>➤ İğne ve ataşın suya battığını gözleyiniz.</p> 	
<p>➤ Sonuç hakkında yorum yapınız.</p>	<p>➤ Sabunlu suyun yüzey gerilimini azalttığını gözlemleyiniz.</p>
<p>➤ Kullanılan araç ve gereçleri temizleyerek teslim ediniz.</p>	
<p>➤ Sonuçları rapor hâlinde 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	Stalagmometreyi hazırladınız mı?		
3	Yüzey gerilimi ölçülecek sıvıyı hazırladınız mı?		
4	Stalagmometreyi işaret çizgisine kadar sıvı ile doldurdunuz mu?		
5	Tüpün ucundaki bir kılcal borudan sıvıyı serbest düşmeye bıraktınız mı?		
6	Düşen damlaları saydınız mı?		
7	Aynı hacimde verilen bir karşılaştırma sıvısı ile deneme yaptınız mı?		
8	Hesaplamaları yaptınız mı?		
9	Kristalizuarı yüzey gerilimi ölçülecek sıvı ile doldurdunuz mu?		
10	Su seviyesine yakın bir noktadan iğneyi suya bıraktınız mı?		
11	Sonra ataşı bıraktınız mı?		
12	Bu şekilde bırakmakla iğne ve ataşın su üstünde kalması sağlanamıyorsa kâğıt havlu kullanarak sağladınız mı?		
13	İğne ve ataş su yüzeyinde iken suya bir miktar sabunlu su ilave ettiniz mi?		
14	İğne ve ataşın suya battığını gözlediniz mi?		
15	Sonuç hakkında yorum yaptınız mı?		
16	Kullanılan araç ve gereçleri temizlediniz mi?		
17	Sonuçlardan rapor hazırladınız mı?		
18	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. Aşağıdaki yargılardan hangileri doğrudur?
I. Sıvı içinde bulunan bir molekül ortalama olarak bütün yönlerden aynı kuvvetle çekilir.
II. Sıvı yüzeyi bir gerilim altında bulunur ve bu, sıvı yüzeyinde her noktada ve her yönde aynıdır.
III. Sıvıların yüzeyi küçülürken dışarıdan enerji alması gerekmektedir.
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II
2. Bir sıvının yüzey gerilimini aşağıdaki etkenlerden hangisi değiştirmez?
A) Sıvıya yüzey aktif bir madde eklemek
B) Sıvıyı ısıtmak
C) Sıvının hacmini değiştirmek
D) Sıvıyı soğutmak
- I. Bir sıvının yüzey alanını artırmak için gerekli enerji ya da işedenir.
II. Sıvılar yüzey gerilimi nedeniyle yüzey alanlarını en az tutmak istediklerinden sıvı damlaları.....biçimindedir.
II. Yüzey gerilimi büyük olan sıvıların üstünde toplu iğne
3. Yukarıdaki ifadelerde yer alan boşluklara aşağıdakilerden hangileri getirilmelidir?

I	II	III
A) Yüzey gerilimi	Çembersel	Batar
B) Yüzey gerilimi Küresel	Yüzer	
C) Kapiler etki	Küresel	Yüzer
D) Kapiler etki	Sicimse	Batar
- 4.



X ve Y sıvıları kılcal boruda şekildeki gibi durmaktadır.

Buna göre;

- I. X camı ıslatır.
II. X ve Y sıvılarının ikisinin de ıslatabildiği bir yüzey yoktur.
III. Y sıvısı camı ıslatmaz.

Bu yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) I,II ve III

5. Yüzey gerilimi;
I.Sıcaklık II.Sıvının cinsi III.Basınç
niceliklerinden hangilerine bağlıdır?
A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III D) I,II ve III
6. Deterjanlar suyun yüzey gerilimini azaltır. Bunun nedeni aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri olabilir?
I.Suyun polar olması
II. Deterjan molekülünün hidrofil grup içermesi
III. Deterjan molekülünün hidrofob grup içermesi
A) I, II ve III B)Yalnız I C)I ve II D)II ve III

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Sabit sıcaklık ve basınçta sıvı yüzeyini 1 m^2 veya 1 cm^2 büyütme için verilmesi gereken enerjiye denir.
8. Sıvının kohezyonu, bulunduğu kabın uyguladığı adhezyondan büyükse sıvı, bulunduğu kabın çeperlerini
9. Kohezyonu.....çok yüksek olan cıva bir cam kaba konulduğunda camın çeperlerine yapışmaz.
10. Bir cam kaba konulan suyun kabın uyguladığı küçük ise su cama yapışır ve camı ıslatır.
11. Madencilikte, yüzdürme yoluyla cevher zenginleştirme metodunadenir.
12. Çelikten yapılmış bir jilet parçasının sıvının yüzeyinde kalması sıvının yenememesinden kaynaklanır.
13. Bir bardak içinde bulunan sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvvetine....., bardak ile su arasındaki çekim kuvvetine iseadı verilir.
14. kuvvetleri....kuvvetlerinden büyük ise yüzey ıslanır.
15. Bir sıvının yüzey alanını artırmak için gereken enerji ya da işe denir.
16. Yapısında hem hidrofil (suyu seven) hem de hidrofob (suyu sevmeyen) madde içeren maddelere denir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

17. () Boşluk (hole) teorisine göre bir sıvı içerisinde boşluklar bulunmaktadır ve moleküller sürekli boşluklara doğru hareket eder.
18. () Sıvı ile cam arasındaki çekim kuvvetlerine kohezyon kuvvetleri denir.

19. () Yüzey aktif madde içeren çözeltilerin yüzey gerilimi saf sıvılardan daha yüksektir.
20. () Sıcaklık sıvıların yüzey gerilimini azaltır.
21. () Şampuan, deterjan ve sabun gibi maddeler yüzey aktif maddelerdir.

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-4

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak sıvıların viskozitesini ölçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Akışkanların özellikleri hakkında araştırma yapınız.
- Akışkan çeşitleri hakkında araştırma yapınız.
- Akışkanların akarken karşılaşılabilecekleri direnç hakkında araştırma yapınız.

4. SIVILARDA VİSKOZİTE ÖLÇÜMÜ

Günlük yaşamımızda kullandığımız sıvı deterjanlar, motor yağları bal, sıvı yağlar, ketçap, meyve suları gibi sıvıların diğer sıvılardan daha yavaş aktığını gözlemlemek mümkündür.

Viskozite; fiziksel olarak homojen yapıya sahip sıvı hâldeki maddelerin akışkanlığa karşı gösterdikleri direnç olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle viskozite uygulanan bir kuvvet karşısında maddenin akmaya karşı gösterdiği direncin derecesidir.

4.1. Viskozite

Akışkanların akmaya karşı gösterdikleri dirence viskozite denir. Aynı koşullarda, viskozitesi küçük olan sıvılar, viskozitesi büyük olan sıvılara göre daha hızlı akar.



Resim 4.1: Viskozitesi yüksek bir madde bal

Viskozitenin tersine akıcılık denir. Viskozite η , akıcılık ise Φ gösterilir. Aralarında

$$\Phi = \frac{1}{\eta}$$

eşitliği yazılabilir.

Sıvıların viskozitesi sıvıların bileşimine bağlıdır. Yoğunluk ve ağır bileşen miktarı arttıkça viskozite de artar. Sıcaklık ve gaz miktarı arttıkça viskozite düşer.

SI birim sisteminde viskozitenin birimi pascal.saniyedir (Pa.sn.). Pa.sn. (pascal.saniye) birimi; $\text{kg.m}^{-1}\text{s}^{-1}$ yani (kütle)⁻¹.(zaman)⁻¹ veya N.s.m^{-2} ile eş değerdir. CGS birim sistemindeki viskozite birimi poise ($\text{g cm}^{-1}\text{s}^{-1}$)dir. 1 poise (puvaz)=0,1 Pa.sn. veya 1cP (santipuvaz)=1 m Pas (mili Pa.sn.)tır. Bir sıvı 1 cm^2 kesitindeki bir tüp içerisinde 1 dyn basınç altında 1 saniyede 1 cm ilerleyebiliyorsa viskozitesi 1 poise'dir. Poise'nin yüzde birine santipoise denir.

Sıvı	Viskozite(Pa.s)
Etil alkol	$1,074 \times 10^{-3}$
Aseton	$0,306 \times 10^{-3}$
Metil Alkol	$0,544 \times 10^{-3}$
Propanol	$1,945 \times 10^{-3}$
Benzen	$0,604 \times 10^{-3}$
Nitrobenzen	$1,863 \times 10^{-3}$
Cıva	$1,526 \times 10^{-3}$
Sülfürik Asit	$24,2 \times 10^{-3}$
Gliserol	934×10^{-3}
Zeytinyağı	81×10^{-3}
Cam	1040

Tablo 4.1: Bazı sıvıların viskozite değerleri

4.2. Viskoziteye Etki Eden Faktörler

Sıvıların viskozluğu molekül yapıları ve moleküller arası etkileşmelerle yakından ilgilidir. Herhangi bir boru içinde akan bir sıvının akış hızı akımı sağlayan yürütücü kuvvet ile akımı engellemeye çalışan direncin büyüklüğüne bağlıdır. Viskoziteyi sıvının sıcaklığı ve basınç etkiler.

4.2.1 Sıcaklık

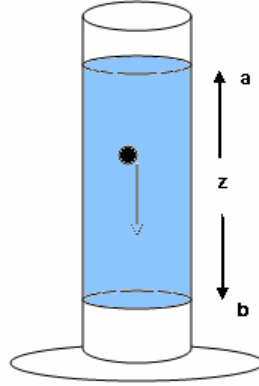
Çoğu sıvıların viskozitesi, artan sıcaklıkla azalır. Boşluk (hole) teorisine göre bir sıvı içerisinde boşluklar bulunmaktadır ve moleküller sürekli boşluklara doğru hareket ederler. Bu olay akışa izin verir fakat bir molekülün bir boşluğa taşınması bir aktivasyon enerjisine ihtiyaç duyduğundan enerji gerektirir. Yüksek sıcaklıklarda aktivasyon enerjisi daha kolay temin edileceğinden sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akar.

4.2.2. Basınç

Diğer yandan artan basınçla bir sıvının viskozitesi artar çünkü basıncın artırılması sıvı içerisindeki boşluk sayısını azaltır ve bunun sonucu moleküllerin hareketi zorlaşır.

4.3. Stokes Yasası

Bir metal bilyenin sıvı içinde limit düşme hızı ölçülerek de viskozite bulunabilir. Sıvı içinde düşmekte olan bir metal küre yer çekimi kuvveti ile buna ters yönde olan stokes sürtünme kuvvetinin etkisi altındadır. Bu iki kuvvet eşitliğinde küre limit hıza erişir ve sıvı içinde düzgün doğrusal bir hareketle aşağıya düşer.



Şekil 4.1: Stokes yasası uyarınca viskozite tayini

Şekilde görülen belli bir limit hıza ulaşma aralığı geçildikten sonra kürenin a ve b arasındaki z yüksekliğinden limit hızla düşme süresi olan t ölçülür. Buradan,

$$v = \frac{z}{t} \text{ eşitliğinden limit hızı bulunur.}$$

Küreye etkileyen yer çekimi kuvveti, yani kürenin sıvı içindeki ağırlığı ve stokes kuvveti eşitlendiğinde viskozite için

$$\eta = \frac{2.r^2 .g.(p-p')}{9.v} = \frac{2.r^2 .g.(p-p').t}{9.h}$$

bağıntısı ele geçer.

Örnek: 20 °C sıcaklıkta yoğunluğu 3,051 g/ ml olan $9,16 \cdot 10^{-4}$ cm yarıçaplı bir küre, su içinde 50 cm yükseklikten limit hızla 1614,8 saniyede düşüyor. Suyun yoğunluğu 0,9982 g/ml olduğuna göre viskozitesini hesaplayınız.

Çözüm

$$r = 9.16 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \quad h = 50 \text{ cm}$$

$$dk = 3,051 \text{ g/ml} \quad t = 1614,8 \text{ sn dsu} = 0,9982 \text{ g/ml}$$

$$\eta = \frac{2.r^2.g.(p-p').t}{9.h}$$

$$\eta = \frac{2.(9.16.10^{-4}).981.(3,051-0,9982').1614.8}{9.50}$$

$$\eta = 1.996.10^{-2} \text{ poise} \text{ olarak hesaplanır.}$$

4.4. Kapiler Akma Yöntemi

Hacmi V olan bir akışkan iç yarıçapı r ve uzunluğu l olan bir kılcal borudan t süresinde aktığında, akımın hacimsel hızı Hagen- Poiseuille tarafından denklemler ile verilmiştir.

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 \eta l}$$

Birim zamanda akan sıvının hacmi, yani hacimsel hız borunun yarıçapının dördüncü kuvveti ve borunun iki ucu arasındaki Δp basınç farkı ile doğru orantılıdır. Dinamik viskozite ve boru uzunluğu ile ters orantılıdır. Kılcal boru yere dik tutulduğunda iki ucu arasındaki basınç farkı, yüksekliği h ve yoğunluğu ρ olan sıvının basıncına eşittir. Viskozite çekilirse viskozimetre için bütün sabitler k sabiti içinde toplanır ve aynı viskozimetre kullanıldığında iki ayrı sıvı için ayrı ayrı yazılıp oranlanırsa

$$\eta_2' = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_1 t_1} \text{ eşitliği elde edilir.}$$

Burada η_2' ikinci sıvının birinci sıvıya göre bağıl viskozitesini göstermektedir. Çoğu kez birinci sıvı su alındığında bütün sıvıların suya göre bağıl viskoziteleri verilmektedir.

Suyun mutlak viskozitesi η_1 ve diğer sıvının suya göre bağıl viskozitesi η_2' bilindiğinde aynı sıvının mutlak viskozitesi eşitliğinden hesaplanır.

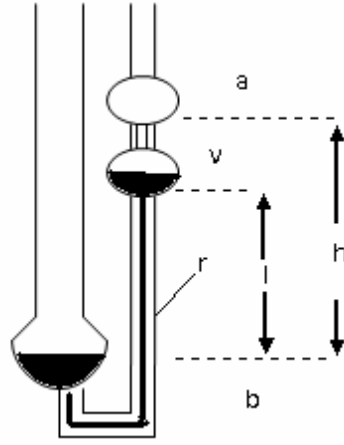
$$\eta_2 = \eta_2' \cdot \eta_1$$

En çok kullanılan kılcal viskozimetre Ostwald viskozimetresidir.

4.4.1. Ostwald Viskozimetresi

Viskozite ölçümü için birbirinden farklı birkaç yöntem vardır. Viskozite ölçmek için kullanılan araçlara **viskozimetre**, viskozite ölçme işlemine ise **viskozimetri** denir. Kılcal viskozimetre, düşen küre viskozimetresi, dönme viskozimetresi ve Engler viskozimetresi çok kullanılan viskozite ölçen araçlardan bir kaçıdır. Burada yalnızca Ostwald viskozimetresi adı verilen kılcal viskozimetre ile ölçmeyi göreceğiz.

Bir Ostwald viskozimetresi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir kolu kılcal olan U şeklinde borudur. Hacmi a ve b çizgileri arasında kalan v değerine eşit olan bir sıvının kılcal borudan akma süresi ölçülerek viskozite tayini yapılır.



Şekil 4.2: Ostwald viskozimetresi

Şekildeki v akan sıvının hacmini, t akma süresini, r kılcalın yarıçapını, h akmanın başladığı andaki hidrostatik yüksekliği, l işaretli iki çizgi arasında kalan kılcalın uzunluğunu, ρ sıvının yoğunluğunu, η ise viskozitesini göstermektedir.

Böyle bir viskozimetre için k bir sabit olmak üzere;

$$\eta = \frac{\Pi r^4 h g}{8 v l} \rho t$$

Fakat bu kadar fazla sayıda büyüklüğün tam doğru olarak ölçülmesi imkânsızdır. Bunun için sıvıların suya göre bağıl viskoziteleri ölçülerek yapılan hatalar azaltılır.

Örnek: Aynı kılcal viskozimetre kullanıldığında 20°C 'de eşit hacimdeki su ve benzenin akma süreleri sırayla 150 saniye ve 96,0 saniye olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıkta su ve benzenin yoğunlukları sırayla 1 g/cm^3 ve $0,879 \text{ g/cm}^3$ tür. 20°C 'de suyun mutlak viskozitesi $10,48 \cdot 10^{-3}$ poise olduğuna göre verilen sıcaklıkta benzenin bağıl ve mutlak viskozitesini hesaplayınız.

Çözüm:

tsu= 150 sn. tbenzen=96 sn
dsu= 1 g/cm³ dbenzen=0,879 g/cm³
 $\eta_{su}=10,48 \cdot 10^{-3}$ poise

$$\eta_2' = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$$

$$\eta_2' = \frac{96 \cdot 0,879}{1 \cdot 150} = 0,5626 \text{ poise}$$




$$\eta_2 = \eta_2' \cdot \eta_1$$




$$\eta_2 = 0,5626 \cdot (10,05 \cdot 10^{-3}) = 5,6541 \cdot 10^{-3} \text{ poise}$$





UYGULAMA FAALİYETİ




Sıvıların viskozitesini ölçünüz.

Kullanılan araç ve gereçler: Oswald viskozimetresi, yağ banyosu, kronometre

İşlem basamakları	Öneriler
<p>➤ Oswald viskozimetresinin konacağı yağ banyosunu hazırlayınız.</p> 	<p>➤ İş önlüğünüzü ve eldiveninizi giyiniz. ➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı temizleyiniz.</p>
<p>➤ Temiz Oswald viskozimetresi alınız.</p> 	<p>➤ Ostwald viskozimetresini aldığınız yerden dikkatli çıkarınız.</p>
<p>➤ Oswald viskozimetresini hazırlayınız.</p> 	<p>➤ Ostwald viskozimetresini hazırlarken cam boruların kırılmamasına dikkat ediniz.</p>

<p>➤ Oswald viskozimetresini yağ banyosuna yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Yerleştirirken viskozimetreyi zorlamayınız.</p>
<p>➤ Kılcal borudaki akış zamanını ölçmek için kronometre alınız.</p> 	<p>➤ Kronometreyi sıfırlamayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Viskozitesi bulunacak sıvıyı şırıngayla çekiniz.</p> 	<p>➤ Viskozitesini ölçeceğiniz sıvıya göre şırınga seçiniz.</p>
<p>➤ Viskozitesi ölçülecek sıvı ile Oswald</p>	<p>➤ Viskozimetrede hava kabarcığı</p>

<p>viskozimetresini doldurunuz.</p> 	<p>olmamasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Oswald viskozimetresinde viskozitesi ölçülecek sıvıyı puarla çekerek akmanın sağlanacağı bölüme getiriniz.</p> 	<p>➤ Puarın içine sıvı kaçırmamaya özen gösteriniz.</p>
<p>➤ Sıvı ilk seviyeden akmaya başladığı an kronometreye basınız.</p> 	<p>➤ Sıvının üst çizgiden itibaren akmasına dikkat ediniz.</p> 
<p>➤ Sıvı ikinci seviyeye geldiği an kronometreyi durdurunuz.</p>	<p>➤ Sıvının alt çizginin altına inmeden kronometreyi durdurmaya dikkat ediniz.</p>

	
<p>➤ Sıvının viskozitesi ölçüldükten sonra yağ banyosunu kapatıp soğumaya bırakınız.</p> 	<p>➤ Yağ banyosu soğumadan viskozimetreyi almayınız.</p>
<p>➤ İşleminiz bittiğinde viskozimetreyi temizleyiniz.</p> 	<p>➤ Kullanılan araç gereci temizleyip yerine kaldırınız.</p>
<p>➤ Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ediniz.</p>	<p>➤ Viskozimetrenin kırılabilir olduğunu unutmayınız. Dikkatli temizleyiniz.</p>
<p>➤ Sonuçları rapor hâlinde yazınız ve teslim ediniz.</p>	<p>➤ Rapor hazırlamak çok önemlidir. Amacınızı, işlem basamaklarınızı, sonucunuzu içeren bir rapor hazırlayınız.</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	Oswald viskozimetresinin konacağı yağ banyosunu hazırladınız mı?		
3	Temiz Oswald viskozimetresi aldınız mı?		
4	Oswald viskozimetresini hazırladınız mı?		
5	Oswald viskozimetresini yağ banyosuna yerleştirdiniz mi?		
6	Kılcal borudaki akış zamanını ölçmek için kronometre aldınız mı?		
8	Viskozitesi bulunacak sıvıyı şırıngayla çekiniz.		
9	Viskozitesi ölçülecek sıvı ile Oswald viskozimetresini doldurdunuz mu?		
10	Oswald viskozimetresinde viskozitesi ölçülecek sıvıyı puarla çekerek akmanın sağlanacağı bölüme getirdiniz mi?		
11	Sıvı ilk seviyeden akmaya başladığı an kronometreye bastınız mı?		
12	Sıvı ikinci seviyeye geldiği an kronometreyi durdurdunuz mu?		
13	Sıvının viskozitesi ölçüldükten sonra yağ banyosunu kapatıp soğumaya bıraktınız mı?		
14	Kullandığınız malzemeleri temizleyerek teslim ettiniz mi?		
15	Sonuçları rapor hâlinde yazıp 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

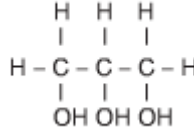
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Ostwald viskozimetresinde 20 °C’de su ve n- bütül alkolün akma süreleri sırayla 126,2 saniye ve 442,2 saniyedir. Her iki sıvının aynı sıcaklıktaki yoğunlukları sırayla 0,99820 g/ml ve 0,80961 g/ml’dir. 20 °C’de suyun mutlak viskozitesi $1,055 \cdot 10^{-2}$ poise olduğuna göre aynı sıcaklıkta n-bütül alkolün viskozitesi kaçtır?

- A) $2,998 \cdot 10^{-2}$ B) $2,086 \cdot 10^{-2}$
C) $2,998 \cdot 10^{-1}$ D) $1,998 \cdot 10^{-2}$

2. I. Bal II. Zeytinyağı III. Su
Yukarıdaki maddelerin viskozitelerinin karşılaştırması hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) II > I > III B) III > II > I
C) I=II > III D) I > II > III



3. Yukarıdaki açık formülü verilen gliserin viskozitesi yüksek olan bir sıvıdır.
I. Mol kütlesi
II. Moleküllerin geometrik şekli
III. Sıcaklık
Yukardaki nicelik ve özelliklerden hangileri gliserinin viskozitesinin yüksek olmasının nedenleri arasında **sayılmaz**?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) I ve III

4. Sıvıları akmaya karşı gösterdiği dirence...I....denir. Bunun tersine ise...II.....denir. Yukarıdaki tanımlamalarda I ve II numaralı boşluklar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- I II
A) Kohezyon Adhezyon
B) Viskozite Akıcılık
C) Adhezyon Kohezyon
D) Akıcılık Viskozite

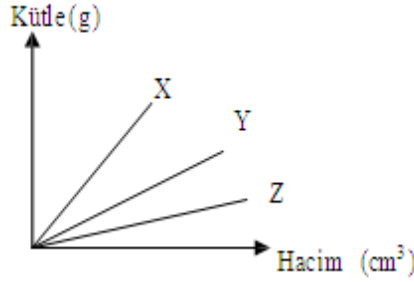
5. I. Mol kütlesi
II. Moleküllerin geometrik şekli
III. Sıcaklık
Sıvıların viskozitesi, yukarıdaki nicelik ve özelliklerinden hangilerine bağlıdır?

- A) I, II ve III B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve III

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Saf X, Y, Z maddelerinin aynı sıcaklıkta kütle-hacim değişimleri grafikte verilmiştir. Z ve Y sıvı, X bu sıvılarda çözünmeyen bir katıdır.



Z ve Y homojen karışan sıvılar olduğuna göre aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır? (Maddeler arasında kimyasal tepkime olmamaktadır.)

- A) X katısı Y sıvısında yüzer.
B) Özkütlesi en küçük olan Z'dir.
C) Z ile Y karışımı çözeltidir.
D) X katısı Z ve Y karışımında batar.

2.

Madde	Kütle(g)	Hacim (cm ³)	Sıcaklık °C
X	30	25	25
Y	30	25	50
Z	60	50	50

X, Y, Z saf sıvılarının kütle, hacim ve sıcaklıkları tabloda verilmiştir. Buna göre, bu maddelerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) 50 °C'de özkütleleri (d) arasında, $d_x > d_y > d_z$ ilişkisi vardır.
B) Aynı sıcaklıkta eşit hacimde alındığında Y ve Z'nin kütleleri eşittir.
C) X ve Y için ayırt edici bir özelliktir.
D) Y ve Z aynı madde olabilir, X farklı maddedir.
3. Hangi aerometre alkol yoğunluğunu ölçmek için kullanılır?
A) Sakkarometre B) Alkolimetre
C) Laktodansimetre D) Bomemetre
4. Hangi aerometre sütun yoğunluğunu ölçmek için kullanılır?
A) Laktodansimetre B) Alkolimetre
C) Sakkarometre D) Bomemetre

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	C
5	kg/cm^3
6	gr/cm^3
7	özkütlesi (yoğunluğu)
8	yer değiştirme
9	terazi
10	$V=a^3$

ÖĞRENME FALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	D
3	B
4	A
5	D
6	D
7	A
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	C
5	B
6	A
7	Yüzey enerjisi
8	Islatmaz
9	Kohezyonu
10	Kohezyonu-Adhezyonundan
11	Flotasyon
12	yüzey gerilimini
13	kohezyon-adhezyon
14	adhezyon -kohezyon
15	yüzey gerilimi
16	yüzey aktif madde
17	Doğru
18	Yanlış
19	Doğru
20	Doğru
21	Doğru

ÖĞRENME FALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	B
4	B
5	A
6	A
7	D

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	A
3	B
4	A
5	D
6	C
7	B
8	A
9	A
10	B
11	D
12	B
13	C
14	A
15	B
16	B
17	B

KAYNAKÇA

- DEMİR Mustafa, **Anorganik Kimya ve Uygulamaları**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası, Ankara, 1991.
- MAHAN Bruce H., **University Chemistry**, Massachusetts, 1983.
- SARIKAYA Yüksel, **Fizikokimya ve Uygulamaları**, Oğul Matbaacılık Sanayi, İstanbul, 1986.
- ÜNERİ Saadet, **Kolloit Kimyası**, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları 1968.
- ZEREN Ayhan, **Genel Kimya**, Konya, 1992.