

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

LABORATUVAR HİZMETLERİ

KATI VE SIVILARDA ÖLÇÜM

Ankara, 2015

- 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	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KÜTLE ÖLÇÜMÜ.....	3
1.1. Kütle.....	3
1.1.1. Dara	3
1.1.2. Brüt Ağırlık.....	3
1.1.3. Net Ağırlık.....	4
1.2. Kütle Ölçüm Birimleri ve Dönüştürülmesi	4
1.3. Laboratuvarda Kullanılan Tartım Araçları.....	5
1.3.1. Hassas Terazi	5
1.3.2. Analitik Terazi	5
1.4. Terazilerin Tartıma Hazırlanması	6
1.5. Tartım Yapma	6
1.6. Tartım İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	7
1.7. Terazilerin Temizliği ve Bakımı	7
UYGULAMA FAALİYETİ	8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	11
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	12
2. HACİM ÖLÇÜMÜ	12
2.1. Hacim.....	12
2.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi	12
2.3. Katılarda Hacim Ölçümü	14
2.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Hacim Ölçümü	14
2.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Hacim Ölçümü.....	16
2.4. Sıvılarda Hacim Ölçümü.....	17
2.4.1. Pipetle Hacim Ölçümü.....	18
2.4.2. Mezürle Hacim Ölçümü	22
2.4.3. Büretle Hacim Ölçümü	22
2.4.4. Dispenser ile Hacim Ölçümü.....	25
UYGULAMA FAALİYETİ	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	33
3. YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ	33
3.1. Yoğunluk (Özkütle)	33
3.2. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi.....	34
3.3. Katılarda Yoğunluk Ölçümü.....	34
3.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü	34
3.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü	35
3.4. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü	36
3.4.1. Areometreler ile Yoğunluk Ölçümü	36
3.4.2. Piknometre ile Yoğunluk Ölçümü	39
UYGULAMA FAALİYETİ	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	48

CEVAP ANAHTARLARI.....	49
KAYNAKÇA.....	51

AÇIKLAMALAR

ALAN	Laboratuvar Hizmetleri
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Katı ve Sıvılarda Ölçüm
MODÜLÜN SÜRESİ	40/30
MODÜLÜN AMACI	Bireye/öğrenciye tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak katı ve sıvılarda ölçüm işlemlerine yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENİM KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak kütle ölçümü yapabileceksiniz.2. Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak hacim ölçümü yapabileceksiniz.3. Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak yoğunluk ölçümü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Donanım: Hassas terazi, tartı kabı, spatül, saat camı, tuz, mezür, pipet, büret, balon joje, puar, dispenser, huni, saf su, dansimetre, bomemetre, laktodansimetre, alkolimetre, piknometre, piset, sıvı ve katı örnekleri, cetvel, hesap makinesi, termometre</p> <p>Ortam: Laboratuvar ortamı, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb.</p>
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,

Laboratuvar temel işlemlerinden biri de katı ve sıvılarda ölçüm yapmaktır. Numuneyi analize hazırlamada, çözelti hazırlamada ve ayarlama ve birçok laboratuvar işlemlerinde katı ve sıvılarda ölçüm yapma rutin işlemler hâline gelmiştir. Yanlış yapılabilecek ölçümlerin analiz sonuçlarını nasıl olumsuz etkilediğini zamanla göreceksiniz. Bu nedenle kütleyi, hacmi ve yoğunluğu doğru olarak ölçmek analizlerde hata kaynaklarını azaltmakta ve doğru sonuç elde etmede önemli yer tutmaktadır.

Kütle, hacim ve yoğunluk hesaplamalarında kullanılan birimleri öğrenerek bu birimleri birbirine dönüştürmeyi kolaylıkla yapabileceksiniz. Bu da size laboratuvar çalışmaları yaparken kolaylıklar sağlayacaktır.

Bu modülde; kütle, hacim ve yoğunluk ölçümü konularını öğreneceksiniz. Aynı zamanda katı ve sıvılarda ölçüm yaparken kullanılan alet ve donanımları tanıyacaksınız. Bunların temizlik ve bakımının nasıl yapıldığını öğreneceksiniz. Bu modülle kazandığınız yeterliliği diğer modüllerde de sık sık kullanacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak kütle ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kütle nedir ve ne ile ölçülür? Araştırınız.
- Kütle birimleri nelerdir ve nerelerde kullanılır? Araştırınız.

1. KÜTLE ÖLÇÜMÜ

1.1. Kütle

Bir cismin değişmeyen madde miktarına kütle denir. Kütle maddelerin ortak özelliklerinden biridir. Maddeler hangi fiziksel hâle sahip olursa olsun mutlaka bir kütleyle sahiptir. Kütle eşit kollu terazi ile ölçülmektedir. Kütlenin ölçümüne tartım denmektedir.

Kütleyi ölçmek için şimdiye kadar çok değişik ölçü birimleri kullanılmıştır. Ancak günümüzde kütle ölçümü için SI birim sistemindeki (Uluslararası Birim Sistemi) kilogram kütle birimi kullanılmaktadır. Kilogram kısaca “kg” ile gösterilmektedir. 1 kilogram, 1 atmosfer basınçta +4°C’de 1 dm³ saf suyun kütlesi olarak tanımlanmaktadır. Kimyasal analizlerde kilogram yerine gram kullanılmaktadır.

Kütle ile ağırlık farklı büyüklükler olmasına rağmen sık sık birbirinin yerine kullanılmaktadır. Kütle cisimdeki madde miktarıdır, ağırlık ise cismin üzerine etki eden yer çekimi ivmesidir.

1.1.1. Dara

İçine herhangi bir maddenin konulduğu bir kabın boş kütlelerine dara denmektedir. Laboratuvarda ise tartım işlemlerinde kullanılan tartı kabının boş kütlelerine dara denmektedir. Kütle ölçümü yapılırken ilk önce kabın darası alınmaktadır.

1.1.2. Brüt Ağırlık

Tartımı yapılacak maddenin tartı kabı ile birlikte kütlesi olarak tanımlanmaktadır. Dara alındıktan sonra tartı kabı içine tartımı yapılacak madde konulduktan sonra tekrar tartım yapılmaktadır.

1.1.3. Net Ağırlık

Tartımı yapılacak maddenin kütlesidir. Bir maddenin net ağırlığını bulmak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$\text{Net ağırlık} = \text{Brüt ağırlık} - \text{dara}$$

Örnek: Tartım kabının boş ağırlığı 12,75 g'dır. Tartımı yapılacak madde tartım kabına konulduktan sonra tartım kabı 15,65 g gelmektedir. Tartım kabındaki madde miktarını bulunuz.

$$\text{Dara (Tartım kabı)} = 12,75 \text{ g}$$

$$\text{Brüt ağırlık (Tartım kabı + madde)} = 15,65 \text{ g}$$

$$\text{Net ağırlık} = \text{Brüt ağırlık} - \text{dara}$$

$$\text{Net ağırlık} = 15,65 - 12,75$$

$$\text{Net ağırlık} = 2,9 \text{ g}$$

1.2. Kütle Ölçüm Birimleri ve Dönüştürülmesi

Kütle ölçü birimi SI birim sisteminde kilogramdır. Fakat laboratuvar çalışmalarında kullanım kolaylığı açısından genellikle gram kullanılmaktadır.

Kilogramın alt ve üst katları ile dönüşümleri aşağıda verilmektedir.

$$1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 1000 \text{ mg}$$

$$1 \text{ mg} = 1000 \mu\text{g}$$

Örnek 1: 200 mg kaç gram eder? Hesaplayınız.

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ mg} \\ 200 \text{ mg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \text{ g ise} \\ X \text{ g} \end{array}$$
$$X = \frac{200 \times 1}{1000} = 0,2 \text{ g}$$

Örnek 2: 1,5 kg kaç g eder? Hesaplayınız.

$$\begin{array}{r} 1 \text{ kg} \\ 1,5 \text{ kg} \end{array} \quad \begin{array}{r} 1000 \text{ g ise} \\ X \text{ g} \end{array}$$
$$X = \frac{1,5 \times 1000}{1} = 1500 \text{ g}$$

1.3. Laboratuvarda Kullanılan Tartım Araçları

Laboratuvar çalışmalarında tartım işleminin önemli bir yeri vardır. Analizler esnasında yöntemde belirtilen miktarda katı maddeler tartılarak çözeltilerin hazırlanmasında kullanılır. Dolayısıyla laboratuvar çalışmalarında sonuçların doğruluğu ve güvenilirliği açısından tartım çok önemlidir. Tartımların hassasiyeti yapılan çalışmaların sonucunu direkt olarak etkilemektedir.

Tartım işlemi terazilerle yapılmaktadır. Teraziler; mekanik veya elektronik, bir veya iki kefeli olabilir. Günümüzde elektronik, tek kefeli ve tara sıfırlama imkânına sahip, dijital göstergeli teraziler tercih edilmektedir. Laboratuvarlarda kullanılan bu elektronik teraziler hassasiyetlerine göre hassas teraziler ve analitik teraziler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

1.3.1. Hassas Terazi

0,1 mg ve 0,01 mg hassasiyetinde tartımlar yapabilen elektronik teraziler hassas teraziler olarak bilinmektedir. Laboratuvarlarda genellikle çok yüksek olmayan hassaslıktaki tartımlar için kullanılır.

1.3.2. Analitik Terazi

0,001 mg ve 0,0001 mg hassasiyetinde tartımlar yapabilen elektronik teraziler analitik teraziler olarak adlandırılır. Analitik terazilerde hava akımlarının önlenmesi için kefenin etrafında koruyucu kabin vardır. Kabinlerin üstten veya yanlardan açılabilir kapakları mevcuttur. Laboratuvarlarda genellikle çok hassas tartımlar için kullanılır.



Resim 1.1: Hassas terazi



Resim 1.2: Analitik terazi

1.4. Terazilerin Tartıma Hazırlanması

Terazileri tartıma hazırlamak için şu işlemler yapılır:

- Terazi düzgün bir zemine dengeli bir şekilde yerleştirilir (Resim 1.5). Terazinin ayaklarının altında boşluk kalmamasına dikkat edilir.
- Su terazisine bakılarak terazinin dengesi kontrol edilir. Terazi dengede değilse ayak vidaları yardımıyla dengeye getirilir. Teraziyi dengeye getirmek için su kabarcığının yaslandığı taraftaki ayak döndürülerek alçaltılır ve su kabarcığının ortada durması sağlanır.
- Terazi çalıştırılıp sıfırlanması beklenir. Sıfırlandıktan sonra tartım işlemine geçilir.

1.5. Tartım Yapma

Tartım yapılırken maddenin tamamı veya maddeden belirli bir miktar alınır.

Maddenin tamamının tartımında takip edilen işlemler şunlardır:

- Terazi tartıma hazırlanır.
- Koruyucu kabinin kapağı açılıp tartı kabı terazinin kefesine konur.
- Koruyucu kabinin kapağı kapatılıp dara düğmesine basılır ve kabın darası alınır. Gerekirse dara kaydedilir.
- Koruyucu kabinin kapağı açılıp tartılacak madde tartı kabına konur.
- Koruyucu kabinin kapağı kapatılıp göstergenin sabitlenmesi beklenir ve okunan değer kaydedilir (Resim 1.6).
- Koruyucu kabinin kapağı açılıp tartı kabı teraziden alındıktan sonra açma-kapama düğmesine basılarak terazi kapatılır ve koruyucu kabinin kapağı kapatılır.

Koruyucu kabin bulunmayan terazilerde tartım işlemleri daha seri yapılabilir ancak çok hassas tartımların yapıldığı analitik terazilerde mutlaka koruyucu kabin kullanılmalıdır.

Maddeden belirli bir miktarın tartımında takip edilen işlemler şunlardır:

- Terazi tartıma hazırlanır.
- Tartı kabı terazinin kefesine konup dara düğmesine basılarak kabın darası sıfırlanır. Analiz sonunda tekrar aynı kapla tartım yapılacaksa kabın darası mutlaka kaydedilmelidir.
- Spatüle tartılacak maddeden bir miktar alınıp yavaş yavaş tartı kabına aktarılır. Gösterge sürekli kontrol edilerek istenilen miktara ulaşıldığında aktarma işlemi sonlandırılır. İstenilenden daha fazla madde aktarılmışsa fazla miktar spatüle geri alınarak istenen miktar tam olarak ayarlanır. Tartım esnasında tartım yapılan maddeden terazinin kefesine dökülmemesine mutlaka dikkat edilmelidir. Dökülme durumunda kefe temizlenip tartım yenilenmelidir.
- Tartım işlemi tamamlandıktan sonra tartı kabı kefedden alınıp açma-kapama düğmesine basılarak terazi kapatılır.

1.6. Tartım İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Laboratuvarlarda terazilerin kullanımında ve tartım işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Teraziler varsa tartım odasına, tartım odası yoksa laboratuvarın en sakin köşesine konulmalıdır.
- Teraziler direkt gün ışığı almayacak şekilde, tercihen titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştirilmelidir.
- Terazilerin konulduğu ortamlar nem ve korozif gazlar bulundurmamalıdır.
- Teraziler tartıma başlamadan önce su terazi ile mutlaka dengeye getirilmelidir.
- Her tartımdan önce terazi ayarı mutlaka kontrol edilmelidir.
- Tartılacak maddeler kesinlikle doğrudan kefeye konmamalı, tartı kapları kullanılmalıdır.
- Tartılan madde ve tartım kabı elle tutulmamalı; spatül, maşa vb. aletlerden yararlanılmalıdır (Resim 1.7).
- Analiz boyunca tüm tartımlar aynı terazi ile yapılmalıdır.
- Terazinin koruyucu kabin kapakları tartım sırasında ve tartım bittikten sonra kapalı tutulmalıdır.
- Tartım yapılmadığı zamanlarda kefe üzerinde herhangi bir şey bırakılmamalıdır.
- Çok sıcak veya çok soğuk maddeler tartılmamalıdır. Tartılacak maddeler sıcak ise desikatörde oda sıcaklığına getirilerek tartılmalıdır.

1.7. Terazilerin Temizliği ve Bakımı

Elektronik teraziler çok hassas cihazlar olduğu için mutlaka çok dikkatli kullanılmalı, düzenli olarak temizlenmeli ve bakımı yapılmalıdır. Teraziye bakım yapılmadan önce cihaz güç kaynağından mutlaka ayrılmış olmalıdır. Temizleme ve bakım esnasında hiçbir sıvı maddenin cihazın içine işlememesine özen gösterilmelidir. Sıvı bir maddenin teraziye sıçraması durumunda elektrik bağlantısı hemen kesilmelidir.

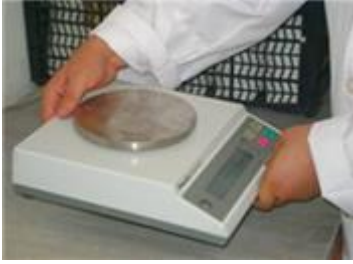


Terazi temizliği sırasında, terazi kefesi ve kefe tutacağı birbirinden ayrılmalıdır. Hafif nemiendirilmiş yumuşak bir fırça ya da bez yardımıyla kefenin altı, cihazın çevresi, kasası silinerek toz ve kirden arındırılmalıdır. Kefe ve kefe tutacağı, akan bir suyun altında yıkanarak da temizlenebilir. Ancak bu parçalar yeniden yerlerine takılmadan önce tamamen kurutulmalıdır. Analitik terazilerde kabin içinde mutlaka nem çekici bir madde bulundurulmalıdır (CaCl₂ vb.).

Çözücü maddeler, asitler, alkaliler, boya tinerleri, pudra ve diğer etkili kimyasallar, cihazın dış kaplamasına ve kasasına zarar verebileceğinden asla bakım esnasında kullanılmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak hassas ve analitik terazileri tartıma hazırlayınız.




Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Teraziyi düz bir zemine yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Teraziyi titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Su terazisine bakarak terazinin dengesini kontrol ediniz.</p> 	<p>➤ Terazinin düz bir zeminde olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Dengeye değilse ayak vidaları yardımıyla dengeye getiriniz.</p> 	<p>➤ Hava kabarcığının görünüm penceresinin merkezinde olmasını sağlayınız.</p>
<p>➤ Terazinin fişini prize takınız. ➤ Açma kapama düğmesine basarak teraziyi çalıştırınız.</p>	<p>➤ Fişin takılı olduğunu kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Göstergenin sıfırlanmasını bekleyiniz.</p>	<p>➤ Hava akımının olmadığından emin olunuz.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak analitik terazide bir porselen krozenin tartımını yapınız.



Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi, porselen kroze, spatül

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Teraziyi tartıma hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Teraziyi titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştiriniz.➤ Terazinin düz bir zeminde olmasına dikkat ediniz.➤ Hava kabarcığının görünüm penceresinin merkezinde olmasını sağlayınız.➤ Göstergenin sıfırlandığından emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Koruyucu kabinin kapağını açınız.➤ Krozeyi kefeye koyunuz.➤ Koruyucu kabinin kapağını kapatınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Krozeyi maşa ile tutunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Gösterge değeri sabitlenince krozenin ağırlığını okuyarak kaydediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gösterge sabitlenmeden okuma yapmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Koruyucu kabinin kapağını açarak krozeyi kefedden alınız.➤ Açma kapama düğmesine basarak teraziyi kapatınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tekrar kullanmayacaksanız kapattıktan sonra terazinin fişini çekiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak hassas terazide 3 g tuz tartınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi, tartı kabı, spatül, saat camı, tuz

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Teraziye tartıma hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Teraziyi titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştiriniz.➤ Terazinin düz bir zeminde olmasına dikkat ediniz.➤ Hava kabarcığının görünüm penceresinin merkezinde olmasını sağlayınız.➤ Göstergenin sıfırlandığından emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım kabını kefeye koyunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım kabını maşa ile tutunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Darasız tartım yapmak için göstereyi sıfırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Göstergenin sıfırlandığından emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Spatüle bir miktar tuz alınız.➤ Tuzu tartı kabına aktarınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tuzu spatül yardımı ile aktarınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Göstergede 3,000 g değer gözlenene kadar tuz ilave ediniz veya çıkarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İlave ederken veya alırken kefeye dökmemeye dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Tartı kabını kefedden alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Maddenin dökülmemesine özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Açma-kapama düğmesine basarak teraziyi kapatınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tekrar kullanmayacaksanız kapattıktan sonra terazinin fişini çekiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. +4 °C sıcaklıkta 1 dm³ hacimli saf suyun kütlesi aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1 kg
B) 1 g
C) 1 ton
D) 1 mg
2. Gravimetrik demir tayininde krozenin boş kütlesi 18,50 g olarak tartılmıştır. Analiz sonunda ise içinde demir bulunan kroze 21,44 g geldiğine göre demir miktarı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 2,15 g
B) 2,33 g
C) 2,94 g
D) 2,87 g
3. Aşağıdakilerden hangisi terazilerin tartıma hazırlanması aşamalarından **değildir**?
A) Su terazisine bakılarak terazinin dengesi kontrol edilir. Terazi dengede değilse ayak vidaları yardımıyla dengeye getirilir.
B) Terazinin fişi prize takılıp açma-kapama düğmesine basılarak terazi çalıştırılır.
C) Terazinin sıfırlanması beklenir. Terazi sıfırlandıktan sonra tartım işlemine geçilir.
D) Tartım kabının darası alınır.
4. Aşağıdakilerden hangisi terazi kullanırken dikkat edilmesi gereken hususlardan **değildir**?
A) Teraziler, titreşimin olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştirilmelidir.
B) Analiz boyunca tüm tartımlar farklı teraziler ile yapılmalıdır.
C) Tartılan madde ve tartım kabı elle tutulmamalıdır.
D) Her tartımdan önce terazi ayarı mutlaka kontrol edilmelidir.
5. Aşağıdaki dönüşümlerden hangisi **yanlıştır**?
A) 1000 g = 1 kg
B) 1000 kg = 1 t
C) 200g = 0,2 kg
D) 100µg = 1 g

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

ÖĞRENME KAZANIMI

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak hacim ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Hacim nedir ve ne ile ölçülür? Araştırınız.
- Hacim birimleri nelerdir ve nerelerde kullanılır? Araştırınız.
- Katı ve sıvıların hacimleri nasıl ölçülür? Araştırınız.

2. HACİM ÖLÇÜMÜ

2.1. Hacim

Cismin evrende kapladığı yere hacim denir. Herhangi bir cisim için hacim, ortamın sıcaklığına ve basıncına göre değişebilir.

Katı maddelerin belirli bir şekli ve hacmi vardır. Sıvıların belirli bir şekli yoktur konuldukları kabın şeklini alırlar. Gazların ise belirli bir şekli ve hacmi yoktur. Bu nedenle gazlar konuldukları kabın şeklini almakta hacimleri ise kabın hacmine eşit olmaktadır.



Resim 2.1: Katı, sıvı ve gaz hacminin ölçülmesi

2.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi

SI birim sisteminde hacim ölçü birimi m^3 'tür. Maddelerin hacmini ölçmek için m^3 'ün alt ve üst katları kullanılır (Tablo 2.1).

HACİM ÖLÇÜLERİ	KISALTMA	
1 milimetre küp	mm ³	-----
1 santimetre küp	cm ³	1000 mm ³
1 desimetre küp	dm ³	1000 cm ³
1 metre küp	m ³	1000 dm ³
1 dekametre küp	dam ³	1000 m ³
1 hektometre küp	hm ³	1000 dam ³
1 kilometre küp	km ³	1000 hm ³

Tablo 2.1: Hacim ölçüleri

Sıvıların hacim ölçümünde genel olarak “litre” kullanılmakta olup kısaca “l” ile gösterilir. Hacmi 1 dm³ olan sıvının hacmi 1 litre olarak ifade edilir (Tablo 2.2).

SIVI ÖLÇÜLERİ	KISALTMA	
1 mililitre	ml	0,001 litre
1 santilitre	cl	0,01 litre
1 desilitre	dl	0,1 litre
1 litre	l	
1 dekalitre	dal	10 litre
1 hektolitre	hl	100 litre
1 kilolitre	kl	1000 litre

Tablo 2.2: Sıvı hacim ölçüleri

Örnek 1: 250 mililitre su kaç litredir?

$$\begin{array}{r}
 1000 \text{ ml} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ litre ise} \\
 250 \text{ ml} \qquad \qquad \qquad \underline{X \text{ litredir}} \\
 X = \frac{250}{1000} = 0,25 \text{ litre}
 \end{array}$$

Örnek 2: 8,6 dm³ kaç cm³tür.

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ dm}^3 \qquad \qquad \qquad 1000 \text{ cm}^3 \\
 8,6 \text{ dm}^3 \qquad \qquad \qquad \underline{X \text{ cm}^3} \\
 X = 8,6 \times 1000 = 8600 \text{ cm}^3
 \end{array}$$

Örnek 4: +4 °C’ deki 50 cm³, 75 cm³ ve 125 cm³ hacimdeki sular karıştırıldığında karışımın toplam hacmi kaç litre olur?

Toplam hacim= 50 + 75 + 125= 250 cm³ eder.
Toplam hacim= 250 cm³ eder.

$$\frac{1000 \text{ cm}^3}{250 \text{ cm}^3} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ litre ise} \\ X \text{ litredir} \end{array}$$

$$X = \frac{250}{1000} = 0,25 \text{ litre}$$

2.3. Katılarda Hacim Ölçümü

Düzensiz biçimli katıların hacimleri hesaplama yoluyla şekli düzensiz olmayan katıların hacimleri ise içine konulduğu sıvıda oluşturduğu hacim artışından yararlanılarak ölçülür.

2.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Hacim Ölçümü

Belirli geometrik şekli olan katıların hacmini bulmak için boyutlarından yararlanılır. Bunun için önce cismin geometrik şekli tespit edilir ve daha sonra hesaplama için gerekli olacak boyutlar, kumpas, mikrometre, cetvel gibi araçlarla ölçülerek cismin hacmi hesaplanır.

- **Cetvel:** Geometrik şekilleri belli olan katıların hacimlerinin hesaplanması işleminde katının boyutlarının ölçülmesi için kullanılır.
- **Kumpas:** Geometrik şekli belli olan katıların, hacim hesaplaması yapılırken boyutlarının ölçülmesinde kullanılan, hassas ölçüm yapılabilen araçtır.
- **Mikrometre:** Geometrik şekli belli olan katıların hacim hesaplaması yapılırken boyutlarının ölçülmesinde kullanılan ve çok hassas ölçüm yapılabilen araçtır. Yapısı itibarıyla girintili bölümlerin ölçülmesinde de mikrometrelerden yararlanılır.

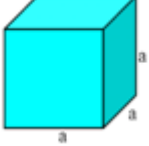
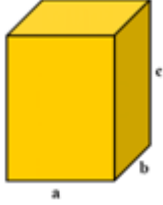
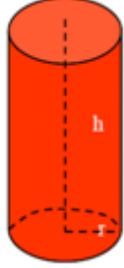
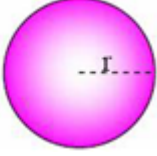
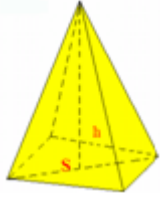


Resim 2.2: Kumpas



Resim 2.3: Mikrometre

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

Cisim	Şekli	Hacim formülü
Küp		$V_{\text{küp}} = a \times a \times a = a^3$
Dikdörtgenler prizması		$V_{\text{prizma}} = a \times b \times c$
Silindir		$V_{\text{silindir}} = \pi \times r^2 \times h$ r: Silindirin yarıçapı h: Silindirin yüksekliği
Küre		$V_{\text{küre}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$ r: Kürenin yarıçapı
Piramit		$V_{\text{piramit}} = \frac{1}{3} \times S \times h$ S: Piramidin taban alanı H: Piramidin yüksekliği

Tablo 2.3: Bazı geometrik cisimler ve hacim hesaplamaları

Örnek 1: Küp şeklindeki bir cismin bir kenarının uzunluğu 3 cm olduğuna göre hacmi kaç cm^3 tür?

$$a = 3 \text{ cm ise}$$

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

Örnek 2: Yüksekliği 6 cm, eni 5 cm ve genişliği 4 cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir demir parçasının hacmini bulunuz.

$$a = 4 \text{ cm}$$

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

$$c = 6 \text{ cm}$$

$$V_{\text{prizma}} = a \times b \times c$$

$$V_{\text{prizma}} = 4 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} = 120 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{prizma}} = 120 \text{ cm}^3$$

Örnek 3: Yüksekliği 12 cm, çapı 7 cm olan silindir şeklindeki bir katı maddenin hacmini hesaplayınız. ($\pi = 22/7$ alınız.)

$$r = 7/2 = 3,5 \text{ cm}$$

$$\pi = 22/7$$

$$h = 12 \text{ cm}$$

$$V_{\text{silindir}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{silindir}} = 22/7 \times 3,5^2 \times 12$$

$$V_{\text{silindir}} = 462 \text{ cm}^3$$

Örnek 4: Metal bir bilyenin çapının mikrometre ile yapılan ölçüm sonucunda 2 cm olduğu anlaşıldığına göre bu bilyenin hacmini hesaplayınız.

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

$$\pi = 3,14$$

$$V = ?$$

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

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

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

Örnek 5: Piramit şeklindeki bir katı maddenin yüksekliği ölçülmüş ve 15 cm olduğu görülmüştür. Taban alanın 12 cm^2 olduğu bilindiğine göre piramidin hacmini hesaplayınız.

$$h: 15 \text{ cm}$$

$$S: 12 \text{ cm}^2$$

$$V_{\text{piramit}} = 1/3 \times S \times h \text{ ise}$$

$$V_{\text{piramit}} = 1/3 \times 12 \times 15 = 60 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{piramit}} = 60 \text{ cm}^3$$

2.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Hacim Ölçümü

Düzenli geometrik şekle sahip olmayan cisimlerin hacmi, hesaplama yolu ile bulunamamaktadır. Bu tip cisimlerin hacimleri içine konulduğu sıvıda oluşturduğu hacim artışının ölçülmesi ile bulunabilmektedir.

Belirli bir geometrik şekle sahip olmayan katı maddelerin hacimlerini bulmak için sıvıların akışkan olma ve buldukları kabın şeklini alma özelliklerinden yararlanılır. Boyutları belli olmayan katı bir maddenin hacmini bulmak için yararlanılacak sıvının katı maddeye etki etmemesi ve sıvının uçucu olmaması, yapılacak işlemin doğruluğu açısından çok önemlidir.

Düzenli geometrik şekle sahip olmayan cismin hacmini ölçmek için dereceli silindir alınıp belirli bir ölçüye kadar içine sıvı konulur. Dereceli silindire girebilecek şekildeki cisim

sıvının içine bırakılır. Bir süre beklendikten sonra sıvının son seviyesi okunur. Son hacimden ilk hacim çıkarılırsa arasındaki fark cismin hacmini verir.

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

V_{kati} = Katı maddenin hacmi

V_2 = Son ölçülen hacim

V_1 = İlk ölçülen hacim

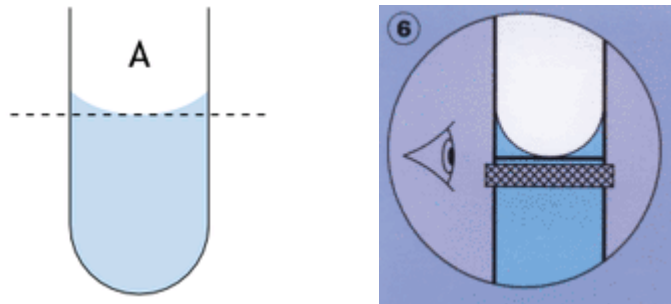


Resim 2.4: Boyutları ölçülemeyen katı maddelerde hacim ölçümü

2.4. Sıvılarda Hacim Ölçümü

Bilindiği gibi sıvılar buldukları kabın hacmini alırlar. Hacimleri ise doldurdukları kabın kısmına eşittir. Sıvıların hacmini ölçmek için derecelendirilmiş ya da belirli iç hacme sahip kaplar kullanılmaktadır. Laboratuvarlarda farklı duyarlılıklara sahip beher, erlenmayer, büret, dereceli silindir (mezür), pipet, balon joje ve şırınga gibi dereceli olan ölçüm araçları ile hacim ölçümü yapılmaktadır.

Silindirik cam kaplarda renksiz sıvıların yüzeyleri içbükey görünmektedir. Bu oluşuma **menisküs** denir. Sıvının tepe noktası, içbükeyin alt noktasıdır. Büret, mezür ve pipet okumalarında menisküs yerinin tam belirlenebilmesi için göz sıvı yüksekliği ile aynı seviyede olmalıdır. İçbükeyin alt noktası okunarak hacim miktarı belirlenir.



Şekil 2.1: Saydam sıvılarda menisküs ve hacim okuma

Pipetin ölçü çizgilerini kapatan renkli sıvılarda ise sıvının tepe noktası (içbükeyin alt noktası) iyi görülemeyeceğinden okuma yapılırken kabın çeperlerinde gözükten en üst noktanın gösterdiği değer okunarak hacim belirlenir.



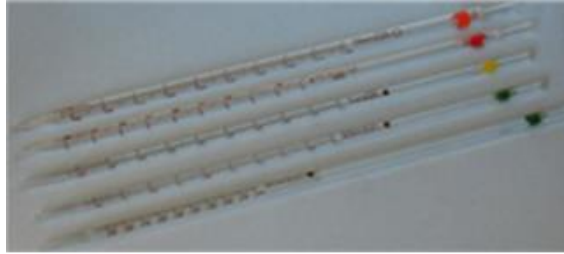
Resim 2.5: Renkli sıvılarda menisküs ve hacim okuma

Cıva bulunduğu kaplarda dışbükey oluşturur. Dolayısıyla sıvının tepe noktası dışbükeyin üst noktasıdır. Okuma yapılırken dışbükeyin üst noktasının gösterdiği ölçü çizgisi okunarak hacim belirlenir.

Laboratuvarda hacim ölçümü için mezür, balon joje, pipet, büret gibi araçlar kullanılmaktadır. Bu ölçü araçlarında mikrolitreden litreye kadar ölçümler yapılabilmektedir. Büretler ve mezürler mililitre taksimatlı olup aynı kapla farklı hacimlerde ölçümler yapılabilmektedir. Pipetler mililitre dereceli veya mikrolitre dereceli olabildiği gibi sabit hacimleri ölçenleri de bulunmaktadır. Balon jojeler ise sabit hacimleri ölçen ölçü kaplarıdır.

2.4.1. Pipetle Hacim Ölçümü

Pipetler belli hacimdeki sıvının aktarılması amacı ile kullanılan ölçü araçlarıdır. Pipetlerin üzerinde ayarlandığı sıcaklık ve hangi hacim için kullanılacağı yazılmaktadır.



Resim 2.6: Dereceli pipetler

2.4.1.1. Pipet Çeşitleri

Pipetler, cam pipetler, otomatik pipetler ve mikropipetler şeklinde gruplandırılmaktadır. Cam pipetler ise kendi aralarında dereceli pipetler, tek ölçümlü pipetler şeklinde ayrılmaktadır.

- **Dereceli pipetler:** Dereceli pipetler, uçları sivriltilmiş ve üzerleri derecelendirilmiş ince borulardır. Dereceli pipetlerin taksimatları suya göre yapılmaktadır. Genellikle dereceli bir pipetin toplam hacmi üst ucunda yazılmakta ve hacmine göre farklı renklerde şeritler bulunabilmektedir. En çok kullanılan dereceli pipetler 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml hacminde olan pipetlerdir. Dereceli (taksimatlı) pipetlerin bazılarında sıfır çizgisi üstte

bazılarında ise altta yer almaktadır. Sıfır çizgisinin bulunduğu konuma göre okumada farklılık göstermektedir. Üst uçta “0” rakamı olan pipetlerin toplam hacmi alt uçtaki en son taksimattan anlaşılır.

- **Tek ölçümlü (bullu) pipet:** Bullu pipetlerin ortalarında bul denilen şişkin bir kısım bulunur. Uç kısımları ince ve uzundur. Bulun üzerindeki sayı, ince kısımlardan biri üzerindeki çizgiye kadar alınabilecek sıvı hacmini göstermektedir. Tek ölçümlü (bullu) pipetlerle sadece pipet üzerinde yazılan hacim kadar sıvının hacim ölçümü yapılabilir. Bullu pipetler genellikle hassas çalışmalarda kullanılmaktadır. Ölçümü yapılacak sıvı, seviye çizgisine kadar pipete doldurulur ve sıvının tamamı istenilen kaba aktarılır.



Resim 2.7: Bullu pipetler

- **Otomatik pipetler:** Bunlar hassas hacim ölçümlerinde kullanılan ve ayarlanabilen pipetlerdir. Pipetlemede hassasiyeti artırmak ve sağlıklı sonuç alabilmek için zaman tasarrufu sağlayan “sabit hacimli ve ayarlanabilir hacimli tek kanallı” ve “ayarlanabilir hacimli çok kanallı” otomatik pipetler kullanılır.
- **Mikropipetler:** Mikropipetler, 0,1-5000 µl aralıklarında hacim ölçümleri yapmak için kullanılan otomatik pipetlerdir. Son yıllarda araştırma alanındaki hızlı gelişmelere paralel olarak moleküler biyoloji, mikrobiyoloji, immünoloji, analitik kimya, biyokimya, genetik vb. alanlarda hassas mikropipetler kullanılmaktadır. Mikropipetler tek kanallı veya çok kanallı, sabit hacimli veya ayarlanabilir hacimli olabilmektedir. Mikropipetlerde ölçülen sıvı pipetle temas etmez, mikropipet ucuna takılan genellikle tek kullanımlık plastik uçlar kullanılır. Otoklavlanabilme özelliğine sahip olanları da vardır.



Resim 2.8: Otomatik pipetler

2.4.1.1. Pipetle Ölçüm Yapma

Pipete sıvı çekimi, ağızla veya puar kullanılarak yapılmaktadır. Sıvı çekimi yapılırken ve boşaltılırken pipet dik tutulmalıdır.

➤ Ağızla pipetleyerek hacim ölçümü

- Pipet taksimatlı taraf ölçüm yapacak kişiye dönük olacak şekilde tutulup ucu aktarılabacak sıvıya daldırılır.
- Pipetin ucu kabın dibine değdirilmeden sıvı veya çözelti ağızla emilerek pipete alınır. Hacim çizgisinin biraz üst kısmına kadar doldurulur ve pipet ağızdan çekilerek hızla işaret parmağı ile pipet kapatılır.
- Pipetin ucu sıvının içinden çıkarılıp pipet göz hizasına kadar kaldırılarak işaret parmağı hafifçe gevşetilir ve sıvı hacim çizgisine gelinceye kadar damla damla boşaltılır. Sıvı hacim çizgisine ayarlandıktan sonra pipetin ucundaki damla sıvının kabına dokundurularak alınır.
- Sıvı aktarılabacak kaba boşaltılır.
- Pipetin ucu aktarım yapılan kaba dokundurularak pipet ucundaki son damla da alınır, kesinlikle üflenmez.



Resim 2.9: Ağızla çekim

➤ Puar kullanarak hacim ölçümü: Zehirli ve kolay buharlaşan maddelerin aktarılmasında puar kullanılır.

- Puar pipetin ucuna takılır (Resim 2.10).
- Puar sol el ile (A) noktasından, sağ el ile oval kısmından bastırılarak içindeki havanın boşaltılması sağlanır (Resim 2.11).
- Pipet hacmi ölçülecek sıvıya daldırılır. Pipeti sıvı ile doldurabilmek için (S) noktasına bastırılır ve pipet içine istenilen miktarda sıvı dolması sağlanır (Resim 2.12).
- Hacim çizgisinin üzerine çekilen sıvı (E) noktasına basılarak hacim çizgisine kadar boşaltılır. İstenen miktardaki sıvı, yine (E) noktasına basılarak diğer bir kaba aktarılır (Resim 2.13).



Resim 2.10: Pipete puar takma



Resim 2.11: Puarın havasını boşaltma



Resim 2.12: Pipete sıvı çekme



Resim 2.13: Pipetten sıvı boşaltma

2.4.1.4. Pipet Temizliği

Pipetlerin iyi temizlenememesi analizlerde hata kaynaklarından biridir. Bu nedenle pipetlerin temizliğine önem gösterilmelidir. Pipetlerin temizliğinde aşağıdaki basamaklar uygulanmalıdır:

- Kalıntıların pipet içinde kurumaması için kullanılmış pipetler hemen musluk suyu ile dolu bir kaba konulmalıdır.
- İçinde organik kalıntılar bulunan pipetler, % 10'luk potasyum hidroksit çözeltisi içinde 12 saat bekletilmelidir.
- Yağlı pipetler, kromik asit temizleme çözeltisinde 12- 24 saat bekletilmelidir.
- Pipetler, içlerinden musluk suyu geçirmek suretiyle iyice temizlenmelidir. Eğer otomatik pipet yıkayıcı varsa pipetler uçları yukarı gelecek şekilde yerleştirilip çeşme suyu açılarak pipetler temizleninceye kadar sifonlama sistemi ile doldur boşalt yaptırılmalıdır.
- Pipetler saf su ile 3 defa durulanmalı ve yıkama işleminden sonra üzerlerindeki suyun akması için en az 10 dakika beklenmeli ve etüvde kurutulmalıdır.

2.4.2. Mezürle Hacim Ölçümü

Mezürler silindir biçiminde, çeşitli çap ve boylarda, üstleri taksimatlı cam veya propilen malzemeden yapılmış kaplardır. Mezürler çok duyarlı hacim ölçümleri için kullanılmamakta, yaklaşık hacim ölçümleri için kullanılmaktadırlar. Mezür kullanılarak 5 ml'den 2000 ml'ye kadar çeşitli hacimler ölçülebilmektedir.

Mezürle hacim ölçümü aşağıdaki basamaklar izlenerek yapılmaktadır:

- Alınacak sıvının hacmine uygun bir mezür seçilir.
- Mezür düz bir zemine konulur.
- Ölçülecek sıvı azar azar aktarılarak mezür istenen hacim çizgisine kadar doldurulur.
- Mezürde hacmi ölçülen sıvı istenilen yere aktarılır.

2.4.3. Büretle Hacim Ölçümü

Büretler belirli hacimde sıvı alınmasında ve titrasyonda sıvıların damla damla aktarılmasında kullanılan hassas ölçüm araçlarıdır. Farklı tip ve çeşitleri bulunmaktadır.

2.4.3.1. Büret Çeşitleri

Büretler; normal, otomatik ve dijital büretler olmak üzere üç gruba ayrılır.



Resim 2.14: Büret

- **Normal büret:** Normal büretler; bir ucu açık, öbür ucunda musluk bulunan üzeri mililitre taksimatlı uzun cam borulardır. Boşaltma ucunda sıvının akışını kontrol edebilmek için bir açma kapama musluğu vardır. Laboratuvarlarda genellikle 25 – 50 ve 100 ml'lik büretler kullanılmaktadır. Normal büretler kullanılmadan önce mutlaka bir statife (spor) tutturulmalıdır.
- **Otomatik büret:** Çözelti veya sıvıyı büret şişesinden otomatik olarak alan büretlere otomatik büretler denilmektedir. Otomatik büret iki kısımdan oluşur. Birinci kısım büret şişesi, ikinci kısım ise bürettir. Büret kısmı vazelin sürülerek şişeye iyice oturtulmalıdır. Kullanım sırasında büretle şişe birlikte tutularak oluşan basınçla büretin çıkması önlenmelidir.

- **Dijital büret:** Çok küçük hassasiyetlerde sıvı boşaltımı yapabilen şişe üstü bütetlerdir. Kalibrasyonları kolay olup art arda yapılan titrasyonlarda kolayca sıfırlanılarak zamandan tasarruf yapılmasını sağlar. Titrasyon işlemi esnasında, büret otomatik olarak şişeden sıvıyı haznesine doldurur aynı anda da boşaltım yapar ve zaman kaybetmeden sıvıyı yeniden haznesine doldurur. Laboratuvarlarda genellikle 25 ve 50 ml kapasiteli olanları kullanılmaktadır.



Resim 2.15: Dijital büret

2.4.3.2. Büretle Ölçüm Yapma

- Büret, öncelikle içine konulacak sıvının az miktarı ile yıkanmalı ve musluğundan sıvı akıtılarak bütetin kontrolü yapılmalıdır.
- Çözelti veya sıvı huni yardımı ile sıfır hizasının biraz üstüne kadar doldurulur.
- Büretin musluğunun altına boş bir beher ya da erlen konulur. Musluk alttan yavaşça açılarak büteteki havanın boşaltılması sağlanır. Eğer sıvı akıtma ile hava boşaltılamıyorsa boşaltılıp 45° eğimle tekrar doldurulmalıdır. Aynı zamanda bu boşaltım sırasında sıvıda oluşan menisküsün alt sınırının sıfır çizgisi hizasına gelmesine dikkat edilir.
- Sıvı aktarımına başlamadan önce bütetin ucundaki damla, bir cam malzeme dokundurularak alınmalıdır. Bu damla, bütetin içindeki hacme dâhil olmadığından hataya neden olmaktadır.
- Büretin musluğu başparmak ve işaret parmağı ile açılıp kapatılır. Bunun için bütetin musluğu Resim 2.24’de görüldüğü gibi sol el ile işaret parmağı arkada, başparmak önde olacak şekilde kavranır.
- İstenilen hacme yaklaşıldığında sıvının damla damla akması için musluk kısılır.
- Büretteki sıvı miktarı istenilen hacim bölüntüsüne ulaştığında musluk kapatılır. Kabın ağzı, büret ucuna değdirilerek buradaki damla alınır.

- Büretden sıvı hızlı akıtılmışsa musluğun kapatılması ile sarfiyatın okunması arasında en az bir dakika beklenmelidir. Böylece büret çeperlerinde kalan sıvının akması sağlanarak okumada oluşacak hata düzeltilir.
- İstenilen miktarda sıvı alındıktan sonra bürette kalan sıvı boşaltılır. Büret içinde uzun süre çözelti veya sıvılar bırakılmamalıdır. Mesela sodyum hidroksit çözeltisi bürette bırakılırsa camı aşındırarak büretin hassasiyetini bozar. Aynı zamanda diğer kimyasallar bürette uzun süre bırakılırsa bozulabilir veya kristalleşebilir. Bu da büretlerin iyi temizlenmesini engeller.



Resim 2.16: Büret açıp kapama

2.4.3.3. Büretlerin Temizliği ve Bakımı

- Büret kullanıldıktan sonra mutlaka temizlenmelidir. Büret önce deterjan veya kromik asit çözeltisi ile yıkanmalıdır.
- Büret içinden su akıtıldığında su damlacıkları kalıyorsa büret 1–2 saat kromik asit çözeltisinde bekletildikten sonra sırası ile çeşme suyu ve saf su ile yıkanmalıdır.
- Büret musluk kısmından akıtıyorsa musluk vazelinlenerek sorun giderilmelidir.
- Vazelin veya yağsı maddeler büretin ucunu tıkamışsa ince bir tel yardımı ile büret açılmalıdır.



Resim 2.17: Bürete vazelin sürme

2.4.4. Dispenser ile Hacim Ölçümü

Dispenser, sıvıları arka arkaya aktarmak amacıyla kullanılan ve laboratuvar çalışmalarında tekrarlanabilirlik sağlayan farklı hacimlerdeki, ayarlanabilir, hassas hacim ölçüm araçlarıdır.

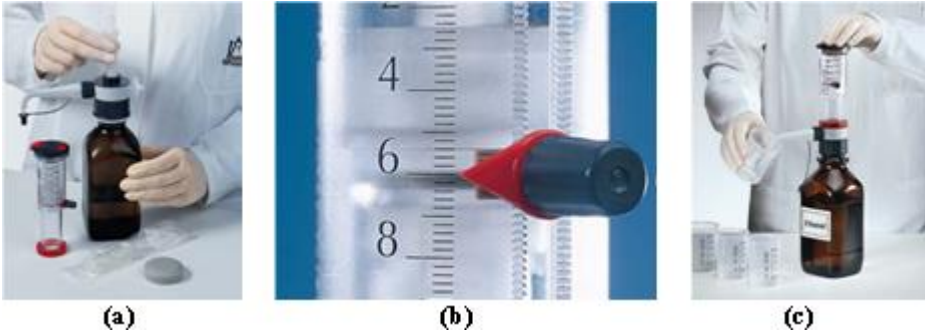
Dispenserin emici tüpü ve enjeksiyon ucunu kaldırdıktan sonra dispensere 121 °C'de maksimum 2 bara kadar buharla sterilizasyon uygulanabilir. Ayrıca dispenserleri kimyasal olarak alkoller, formaldehit vb. kimyasallar ile de sterilize etmek mümkündür.



Resim 2.18: Dispenser

Dispenser ile hacim ölçümü aşağıdaki basamaklar izlenerek yapılmaktadır:

- Dispenser şişesine hacmi ölçülecek sıvı aktarılır.
- Dispenser şişesine takılır.
- Ölçülecek hacme göre dispenser ayarlanır.
- Dispenserin havası alınarak ölçülecek sıvı çekilir.
- Dispenserden sıvı uygun bir kaba aktarılır.






Resim 2.19: Dispenser ile hacim ölçümü

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak pipetle 3 ml sıvı ölçümü yapınız.



Uygulamada kullanılan araç gereçler: Pipet, beher, saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ölçülecek hacme uygun pipet seçiniz.</p>	<p>➤ Seçtiğiniz pipetin temiz olduğundan emin olunuz.</p>
<p>➤ Pipeti ölçülecek sıvı içine daldırınız.</p> 	<p>➤ Sıvıyı kabın orta kısmından almaya özen gösteriniz.</p> <p>➤ Pipetin ucunu kabın dibine değdirmeyiniz.</p>
<p>➤ Sıvıyı pipetin ölçü çizgisinin biraz üzerine kadar ağızla çekiniz.</p> 	<p>➤ Ağızla çekim yaparken ağzınıza kaçırmamaya dikkat ediniz.</p> <p>➤ Gerekirse pipetin çekim yapılacak ucuna pamuk koyunuz.</p>
<p>➤ Ağızınızı pipetten çekerek işaret parmağınız ile pipeti kapatınız.</p> 	<p>➤ Pipeti başparmak ve orta parmak ile tutunuz.</p> <p>➤ İşlemi hızlı yapınız.</p>
<p>➤ İşaret parmağınızı hafifçe gevşeterek sıvıyı 3 ml kalıncaya kadar boşaltınız.</p>	<p>➤ Menisküs çizgisini iyi gözlemleyiniz.</p> <p>➤ Pipeti göz hizasında tutunuz.</p>
<p>➤ Parmağınız ile pipeti sıkıca kapatıp pipeti aktaracağınız beherin üstüne getiriniz.</p>	<p>➤ Damlamamasını sağlayınız.</p>
<p>➤ Sıvıyı, aktarılacak behere boşaltınız.</p>	<p>➤ Sıvının tam olarak boşalması için pipeti dik tutunuz.</p> <p>➤ Pipetin ucunu pipetin ağzına değdirerek son damlayı da kaba almayı unutmayınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak puar kullanarak pipetle 5 ml sıvı ölçümü yapınız.




Uygulamada kullanılan araç gereçler: Pipet, puar, beher

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçülecek hacme uygun pipet seçiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Seçtiğiniz pipetin temiz olduğundan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Pipete puar takınız.➤ Puarın havasını boşaltınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Puarın sağlam olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Puarın içinde sıvı olup olmadığını kontrol ediniz.➤ Sol el ile puarın (A) noktasından, sağ el ile puarın oval kısmından bastırarak içindeki havanın boşalmasını sağlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Pipeti alınacak sıvı içine daldırınız.➤ İstenilen hacimde sıvıyı pipete doldurunuz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Pipeti, alınacak sıvının orta yerine kadar daldırmayı unutmayınız.➤ Pipetin ucunu kabın dibine değdirmeyiniz.➤ Puarın (S) noktasına bastırarak pipetin dolmasını sağlayınız.➤ Sıvının hızlı bir şekilde pipete dolmasına engel olunuz.➤ Puar içine sıvı kaçmamasına dikkat ediniz.➤ Pipete sıvı çekerken hava girmemesine dikkat ediniz.➤ Puarın (E) noktasına basarak hacim 5 ml oluncaya kadar sıvıyı boşaltınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Sıvıyı, aktarılacak kaba boşaltınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Puarın (E) noktasına basarak sıvıyı behere aktarınız.➤ Sıvının tam olarak boşalması için pipeti dik tutunuz.➤ Pipetin ucunu sıvının aktarıldığı kabın ağzına değdirerek son damlayı da kaba almayı unutmayınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak mezür kullanarak 80 ml sıvı ölçümü yapınız.



Uygulamada kullanılan araç gereçler: Mezür, huni, beher

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ölçülecek hacme uygun mezür seçiniz.</p>	<p>➤ Mezürün temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Mezürü düz bir zemine koyunuz.</p> 	<p>➤ Mezürün düz durduğundan emin olunuz.</p>
<p>➤ Mezüre huni yardımıyla 80 ml saf su doldurunuz.</p> 	<p>➤ Sıvının iyice akması için birkaç dakika beklemeyi unutmayınız.</p> <p>➤ Sıvıyı hacim çizgisine kadar doldurmaya dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Sıvıyı aktarılacak kaba boşaltınız.</p> 	<p>➤ Aktarılacak sıvıyı istenilen yere yavaş yavaş ve etrafa sıçratmadan aktarmaya özen gösteriniz.</p> <p>➤ Mezürün iyice boşalmasını bekleyerek son damlayı da almayı unutmayınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak büret kullanarak 15 ml sıvı ölçümü yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Büret, destek çubuğu, kelebek, huni, beher

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Ölçülecek hacme uygun büret alınız.</p>	<p>➤ Alınacak sıvı hacmine göre büret alınız.</p> <p>➤ Büretin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Büretin musluğunun çalışır olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Ölçülecek sıvı ile büreti yıkayınız ve musluğundan sıvıyı boşaltınız.</p>	<p>➤ Sıvı büretin her tarafına temas edecek şekilde çalkalayınız.</p>
<p>➤ Büreti, ağzı yukarı gelecek şekilde destek çubuğuna veya kelebeğe bağlayınız.</p> 	<p>➤ Büreti kelebeğe aşağı yukarı hareket ettirirken ölçü çizgilerinin zarar görmemesine ve ucunun yere vurup kırılmamasına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Büreti kelebeğe sabitlerken hacim çizgilerinin en rahat görebileceğiniz şekilde sabitlenmesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Büreti ölçülecek sıvı ile doldurunuz.</p> 	<p>➤ Etrafa madde dökülmesini engellemek için huni kullanınız.</p> <p>➤ Sıvıyı azar azar boşaltmaya dikkat ediniz.</p> <p>➤ Büreti sıfır çizgisinden daha yukarıya doldurunuz.</p>

- Musluğu açıp hava boşluğunu alarak büreti sıfırlayınız.



- Musluğu açıp sıvıyı boşaltarak hava boşluğunu alınız.
- Sıvı seviyesi ile gözün aynı hizada olmasına dikkat ediniz.
- Sıvının saydam olup olmayışını dikkate alarak sıfırlayınız.

- 15 ml sıvıyı kaba aktarınız.



- Sıvıyı akıtırken alınacak hacmi aşmamak için dikkatle sıvı seviyesini takip ediniz.
- Son damlayı alırken büret ucunu kırmamaya özen gösteriniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Dispenser kullanarak 35 ml sıvı ölçümü yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Dispenser, beher

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Dispenser şişesine ölçülecek sıvıyı aktarınız.</p>	<p>➤ Sıvıyı şişenin dışına dökmemeye özen gösteriniz.</p> <p>➤ Buharı tehlikeli olan sıvıları çeker ocakta doldurmayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Dispenseri şişesine takınız.</p> 	<p>➤ Dispensere zarar vermeden şişesine takmaya özen gösteriniz.</p>
<p>➤ Ölçülecek hacme göre dispenseri ayarlayınız.</p> 	<p>➤ Hacmi doğru ayarlayınız.</p>
<p>➤ Dispensere 35 ml sıvı çekiniz.</p>	<p>➤ Sıvının tamamen dolmasını bekleyiniz.</p>
<p>➤ Dispenserdeki sıvıyı kaba aktarınız.</p> 	<p>➤ Alacağımız miktara uygun bir kap kullanmaya dikkat ediniz.</p> <p>➤ Sıvının tamamının boşalmasını bekleyiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki terimlerden hangisi bir maddenin uzayda kapladığı yeri ifade eder?
A) Kütle
B) Hacim
C) Yoğunluk
D) Sıcaklık
2. Puarın hangi düğmesine basılarak pipete doldurulan sıvının boşaltılması sağlanır?
A) S düğmesi
B) F düğmesi
C) A düğmesi
D) E düğmesi
3. Büret musluğunun damlamaması ve rahat açılıp kapanabilmesi için sürülen madde aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yağ
B) Sabun
C) Vazelin
D) Kromik asit
4. Eni 3 cm, boyu 50 mm ve yüksekliği 4 cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki katı bir maddenin hacmi kaç cm^3 tür?
A) 45 cm^3
B) 60 cm^3
C) 200 cm^3
D) 600 cm^3
5. Otomatik bir büretle yapılan titrasyon işlemi sonucunda büretten akıtılan sıvı miktarı resimdeki gibi ölçülmüştür. Bu titrasyon işleminde büretten akıtılan sıvı miktarı kaç mililitredir?
A) 47,5 ml
B) 48,4 ml
C) 49,4 ml
D) 50,6 ml



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

ÖĞRENME KAZANIMI

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun olarak yoğunluk ölçümü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yoğunluk birimleri nelerdir? Araştırınız.
- Katı ve sıvılarda yoğunluk nasıl ölçülür? Araştırınız.
- Dansimetre, bomemetre, alkolimetre ve piknometre nasıl kullanılır? Araştırınız.

3. YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

3.1. Yoğunluk (Özkütle)

Bir maddenin birim hacminin kütlesine o maddenin özkütlesi (yoğunluk) denir. Bir maddenin özkütlesi aşağıdaki formül ile bulunur.

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

d: Özkütle (yoğunluk)

m: Maddenin kütlesi

V: Maddenin hacmi

Bir maddenin yoğunluğundan söz ederken sabit bir sıcaklıktaki yoğunluğundan söz edilmelidir. Katı ve sıvıların sıcaklığı artınca genişmeden dolayı hacimleri artacağı için özkütleleri azalır. Bu kurala istisna olarak sularda 0°C'den +4°C'ye kadar sıcaklık arttıkça hacim azalacağından özkütlesi artar, +4°C'den sonra ise kurala uygun olarak özkütle düşer.

Madde	Özkütle (g/cm ³)
Bakır	8,90
Alüminyum	2,64
Su	1,00
Yağ	0,90- 0,95
Hava	1,29.10 ⁻³
Azot	1,25.10 ⁻³

Tablo 3.1: Bazı maddeler ve özkütleleri

Yoğunluk, maddenin ayırt edici özelliği olmasına rağmen yalnız yoğunluğu bilinen bir maddenin hangi madde olduğu anlaşılabilir. Bir maddenin hangi madde olduğunun anlaşılabilmesi için birden fazla ayırt edici özelliğinin incelenmesi gerekir.

3.2. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi

Özkütle maddenin fiziksel hâline göre değişir. Uluslararası (SI) birim sisteminde yoğunluk birimi olarak **kg/m³** verilmesine rağmen laboratuvar işlemlerinde katılar için özkütle birimi g/cm³, sıvılar için özkütle birimi g/ml ve gazlar için ise özkütle birimi g/l olarak kullanılmaktadır.

Yoğunlukları farklı sıvılardan eşit hacimlerde alınarak karışım oluşturulmuş ise karışımın özkütlesi,

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

formülünden bulunur.

Yoğunlukları farklı sıvılardan eşit kütlelerde alınarak karışım oluşturulmuş ise karışımın özkütlesi,

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

formülünden bulunur.

Özkütle birimleri çevrimler yapılarak birbirine dönüştürülebilmektedir.

Örnek: Civanın yoğunluğu 13,6 g/cm³ tür. Civanın yoğunluğunu kg/m³ olarak hesaplayınız.

$$d = \frac{13,6g}{1cm^3} \times \frac{1000000cm^3}{1m^3} \times \frac{1kg}{1000g} = 1,36 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$$

3.3. Katılarda Yoğunluk Ölçümü

Düzgün geometrik şekle sahip olan ve kütlesi bilinen katıların hacmi hesaplanarak yoğunluğu bulunabilmektedir. Düzgün geometrik şekli olmayan ve kütlesi bilinen katıların ise mezür ve su kullanılarak hacmi hesaplanır. Hacmi bulunan katının da yoğunluğu hesaplanabilmektedir.

3.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü

Özkütlenin ölçülebilmesi için önce kütle ve hacmin ölçülmesi gerekir. Belirli geometrik şekle sahip katıların boyutları ölçülerek hacimleri hesaplanır. Bazı geometrik şekillerin hacim formülleri Öğrenme Faaliyeti 2’de verilmiştir.

Belirli geometrik şekle sahip olan katıların yoğunluğu aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek bulunmaktadır.

- Belirli geometrik şekle sahip olan katı tartılarak kütlesi bulunur.
- Düzgün bir geometrik şekle sahip olan katının boyutları ölçülerek hacmi hesaplanır.
- Bulunan kütle ve hacim değerleri yoğunluk formülünde yerine konarak katının yoğunluğu (özkütlesi) bulunur.

Örnek: Çapı 4,00 cm olan içi dolu alüminyum bilye 90,43 gramdır. Alüminyum bilyenin yoğunluğunu hesaplayınız.

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

$$V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 2^3$$

$$V = 33,5 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow d = \frac{90,43}{33,5} \Rightarrow d = 2,70 \text{ g/cm}^3 \text{ tür.}$$

3.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerde Yoğunluk Ölçümü

Belirli geometrik şekle sahip olmayan katıların yoğunluğu aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek bulunmaktadır.

- Katı cismin kütlesi terazide tartılır.
- Dereceli silindire cismi örtecek miktarda su konur ve hacmi okunur.
- Katı cisim yavaşça dereceli silindirin içine bırakılır.
- Katı cisim ile suyun birlikte kapladıkları hacim okunur.
- Katı maddenin hacmi $V_{\text{katı}} = V_2 - V_1$ formülü ile hesaplanır.
- Bulunan kütle ve hacim değerleri yoğunluk formülünde yerine konarak katının yoğunluğu (özkütlesi) bulunur.

Örnek: Geometrik şekli düzgün olmayan bir metal parçası ağzına kadar su dolu kabın içine hafifçe bırakılıyor. Metalin taşıdığı su hacmi 2,5 ml'dir. Metal parçası 19,0 g olduğuna göre metalin yoğunluğu kaç g/cm³ tür?

$$\text{Taşan suyun hacmi} = \text{Metalin hacmi} = 2,5 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{19,0}{2,5} = 7,6 \text{ g/cm}^3 \text{ tür.}$$

3.4. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü

Sıvıların yoğunluğunun tespiti için geliştirilmiş çeşitli araçlar bulunmaktadır. Mohr terazileri, areometreler ve piknometreler sıvı yoğunluğu ölçümünde kullanılan araçlardır. Laboratuvar çalışmalarında daha çok piknometreler ve areometreler kullanılmaktadır.

3.4.1. Areometreler ile Yoğunluk Ölçümü

Areometreler sıvılarda yoğunluk ölçümü için kullanılan dalıcı ve yüzücü aletlerdir. Çalışma prensipleri, sıvının kaldırma kuvvetinin sıvı yoğunluğu ile doğru orantılı olmasıdır. Sıvı içine daldırılarak kullanılır. Laboratuvarda kullanılan bommetre, dansimetre, sütlerin yoğunluğunu ölçen laktodansimetre ve hacimsel olarak alkol yüzdesini ölçen alkolimetreler sabit ağırlıklı areometrelerdir.

Areometrelerin yapımında yoğunluğu bilinen sudan yararlanır. Suya göre yoğunluk ayarlandıktan sonra diğer sıvıların yoğunluklarını da bulmak mümkün olabilecektir.

Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişikliklerinden etkilendiği için yoğunluk tayini genellikle 20⁰C veya 15,6⁰C'de yapılmalıdır.

➤ Dansimetre ile ölçüm

Doğrudan yoğunluk ölçmek için üzeri derecelendirilmiş olan sabit ağırlıklı areometrelere dansimetre denir. Dansimetreler kapalı bir cam tüpten oluşmuşlardır. Tüpün alt kısmı, dik durmayı sağlamak amacıyla içinde kurşun veya cıva bulunan bir kürecik şeklindedir. Üst kısım yoğunluğu gösteren derecelendirilmiş cam borudur. Bazı dansimetrelerde ise sıcaklık göstergesi bulunmaktadır.



Resim 3.1: Dansimetreler

Dansimetreler, saf suyun yoğunluğunu 1 g/ml ölçecek şekilde ayarlanmıştır. Yoğunlukları 0,70 ile 1,00 arasında olan sıvılar ile yoğunlukları 1,00'dan büyük olan sıvılar için derecelendirilmiş çeşitli dansimetreler bulunmaktadır.

Dansimetre ile ölçüm yapılabilmesi için numunenin sıcaklığının belirli bir aralıkta olması gerekir. Dansimetre bu aralıktaki bir sıcaklığa göre ayarlanmıştır. Bu aralığın içinde olmak kaydı ile tespit edilen derecenin dışında yapılan ölçümlerde düzeltme faktörü uygulanarak hesaplama yapılır. Sıcaklık düzeltme katsayısı her 1 derece için 0,2'dir. Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Numunenin sıcaklığı, dansimetrenin ölçüm sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan değerin üzerine eklenir, düşük ise okunan değerden çıkarılır.

Dansimetre okuma değerinde sıcaklığa bağlı gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra o dansimetre için oluşturulmuş tablo yardımıyla yoğunluk belirlenir ya da en pratik uygulamasıyla okuma değerine 1000 eklenip 1000'e bölünerek yoğunluk hesaplanır.

Örnek: 15 °C'ye ayarlı bir dansimetre ile 19 °C'deki sıvının ölçümünde dansimetre değeri 32 bulunmuştur. Gerekli düzeltmeyi yaparak bu maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.

$$19 - 15 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$4 \times 0,2 = 0,8$$

$$\text{Dansimetre değeri} = 32 + 0,8 = 32,8 \text{ olarak hesaplanır.}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = (\text{Dansimetre değeri} + 1000) / 1000$$

$$\text{Özgül ağırlık} = 32,8 + 1000 / 1000$$

$$\text{Özgül ağırlık} = 1,0328 \text{ g/ml}$$

Dansimetre ile yoğunluk tayini yapılırken şu aşamalar takip edilir:

- Çalışmaya başlamadan önce dansimetrenin ölçeceği kontrol edilerek taksimatların neye denk geldiği belirlenir.
- Ölçüm için uygun mezür seçilir. Ölçüm sırasında dansimetrenin, mezürün çeperlerine ve tabanına dokunmaması için kullanılacak mezürün çapı, dansimetrenin çapından en az 1,5 – 2,0 cm büyük ve yüksekliği de daha fazla olmalıdır.
- Yoğunluğu saptanacak numune herhangi bir yabancı madde içeriyorsa süzülür.
- Sıvı mezüre doldurulur ve sıcaklığı ölçülür. Mezür 2/3'ünden fazla doldurulmamalıdır.
- Dansimetre numune içine yavaş yavaş daldırılır ve boyun kısmı ıslatılmadan yavaşça bırakılır.
- Dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra okuma yapılır. Okuma sırasında dansimetrenin boynuna tırmanan sıvı göz önüne alınmamalı ve göz tam sıvı yüzeyi düzeyine getirilerek okuma gerçekleştirilmelidir.

➤ **Bomemetre ile ölçüm**

Bomemetreler çeşitli eriyiklerin ağırlıkça yüzde derişimini belirlemek üzere ayarlanmış areometrelerdir. Laboratuvarlarda bilhassa şekerli sıvıların, muhtelif tuz ve ağır kimyevi maddelerin eriyiklerinin yoğunluğunun ölçülmesinde büyük ölçüde kullanılır.

Bomemetrelerin çalışma aralığı % 0 ile % 10'luk tuzlu suya göre ayarlanmıştır. Bu bakımdan yalnız tuz çözeltisinde bomemetrenin gösterdiği rakam doğrudan doğruya sudaki tuz miktarıdır (g/100 g). Çünkü bomemetrelerde dereceler ağırlıkça % tuz miktarını ifade eder.

Bomemetreler özellikle şıra ve şarapçılıkta kullanılır. Muhtelif kimyevi maddeler için hazırlanmış bome derecesine tekabül eden yoğunluğu ve konsantrasyonu gösteren cetveller bulunmaktadır. Şıra için de şekeri gösteren bir cetvel vardır. Cetvel olmadığı zaman şırada bome derecesi 1,9 ile çarpılarak % kuru madde miktarı ve 1,8 ile çarpılarak da % şeker miktarı bulunabilmektedir.



Resim 3.2: Bomemetre

➤ **Alkolimetre ile ölçüm**

Alkol su karışımındaki hacimce % alkol miktarını gösteren areometreye alkolimetre denir. Alkolimetrede tam sayılar arası 0,8 mm uzunlukta 5 veya 10 çizgi ile ayrılmıştır. Alkol tayininde kullanılan alkolimetreler 15,56 °C'ye ayarlanmış olup % hacmi göstermektedir. Sıcaklık düzeltme faktörü 1 °C için 0,18'dir. Fakat hesapta kolaylık olması için yuvarlak rakam 0,2 kabul edilir. Yalnız bu sıcaklık düzeltmesini 15,5 °C'ye yakın derecelerde yapmak gerekir.



Resim 3.3: Alkolimetre

Alkolimetrelerde rakamlar diğer areometrelerin aksine olarak aşağıdan yukarıya doğru yükseldiğinden sıcaklık düzeltmesi de diğerlerinin aksine yani yüksek derecelerde çıkartılır, düşük derecelerde eklenir.

Örnek: Alkol-su karışımının alkol miktarı 17,5 °C'de alkolimetre ile % 11,9 okunursa alkol miktarı, $11,9 - (17,5 - 15,5) \times 0,2 = \% 11,5$ 'tir.

Örnek: Alkol-su karışımının alkol miktarı 14.5 °C de alkolimetre ile % 12,0 okunursa alkol miktarı, $12,0 + (15,5 - 14,5) \times 0,2 = \% 12,2$ 'dir.

Alkolimetre ile yoğunluk tayini yapılırken şu aşamalar takip edilir:

- Alkolimetre ve mezür temizlenerek kurutulur.
- Numune mezüre konularak alkolimetre yavaşça daldırılır.
- Dikey salınım durduktan sonra okuma yapılır.

3.4.2. Piknometre ile Yoğunluk Ölçümü

Sıvı yoğunluğunun ölçülmesinde kullanılan diğer bir araç da piknometredir. Piknometreler küçük, hafif, sabit hacimde ve camdan yapılmış 10-100 ml hacimlerindeki kapaklı şişelerdir.

Piknometre yıkanıp kurutulduktan sonra boş olarak tartılır (D). Saf su konularak tartılır (P_s). Son olarak yoğunluğu belirlenecek sıvı konularak tartım yapılır ($P_ö$). Aynı hacimdeki su ve sıvının kütlelerinin oranı yoğunluğu verir.

$$d(\text{g/ml}) = \frac{P_ö - D}{P_s - D}$$

$P_ö$: Örnek ile dolu piknometrenin ağırlığı (g)

P_s : Saf su ile dolu piknometrenin ağırlığı(g)

D: Piknometrenin darası (g)



Resim 3.4: Piknometre

Piknometre ile yoğunluk tayini yapılırken şu aşamalar takip edilir:

- Piknometre sıcak su veya % 4'lük potasyum ya da sodyum bikromat içeren sülfürik asit çözeltisi ile yıkanır.
- Bir kez alkol veya eter ile çalkalanır ve kurutulur. Kurutmayı hızlandırmak için içine kılcal bir boru ile hava verilir.
- Piknometre kapağı ile beraber tartılarak darası bulunur.

- Hava boşluğu kalmayacak şekilde saf su ile doldurularak kapağı kapatılır.
- 20°C sıcaklıktaki su banyosuna konulup içindeki suyun 20°C'ye ulaşması için 30 dakika bekletilir.
- Su banyosundan alınıp kılcal borudan sızan su ve piknometrenin dışı kurutma kâğıdı ile iyice silinerek kurutulur ve tartılır.
- Piknometre boşaltılıp yoğunluğu belirlenecek sıvı ile birkaç defa çalkalanıp doldurulur.
- Saf suda yapılan işlemler tekrarlanıp tartılır.
- Elde edilen tartım değerleri formülde yerlerine konularak numunenin yoğunluğu hesaplanır.

Örnek: Piknometre ile yapılan yoğunluk ölçümünde piknometrenin darası 22,754 g, saf su ile dolu piknometrenin ağırlığı 32,736 g, etil alkol ile dolu piknometrenin ağırlığı 30,640 g olarak kaydedilmiştir. Etil alkolün yoğunluğunu hesaplayınız.

P_0 : 30,640 g
 P_s : 32,736 g
 D : 22,754 g

$$d(\text{g/ml}) = \frac{P_0 - D}{P_s - D}$$



$$d(\text{g/ml}) = \frac{30,640 - 22,754}{32,736 - 22,754}$$

$$d(\text{g/ml}) = 0,790 \text{ g/ml}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak boyutları ölçülebilen kare şeklindeki bir katı maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.




Uygulamada kullanılan araç gereçler: Cetvel, hassas terazi, hesap makinesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Katı maddenin ebatlarını ölçünüz.</p> 	<p>➤ Ölçüm için uygun cetvel seçiniz.</p>
<p>➤ Katı maddenin hacmini hesaplayınız.</p>	<p>➤ Katının hacmini hesaplariken uygun hacim formülünü kullanınız.</p>
<p>➤ Katı maddeyi tartarak kütesini bulunuz.</p> 	<p>➤ Hassas terazide çalışma kurallarına uyunuz. ➤ Tartım değerini kaydediniz.</p>
<p>➤ Maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Kütleği gram, hacmi de cm^3 olarak alınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak boyutları ölçülemeyen bir katı maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.




Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi, mezür, hesap makinesi


İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Katı maddeyi tartarak kütlelerini bulunuz.</p> 	<p>➤ Hassas terazide çalışma kurallarına uyunuz.</p> <p>➤ Tartım değerini kaydediniz.</p>
<p>➤ Ölçüm yapmak için mezür seçiniz.</p>	<p>➤ Katı cismin çapından daha büyük çaplı bir mezür seçiniz.</p>
<p>➤ Mezüre yeterli miktarda su alarak hacmini okuyarak kaydediniz.</p> 	<p>➤ Cismin boyunu geçecek kadar su doldurunuz.</p>
<p>➤ Katı maddeyi mezür içine dikkatlice bırakarak hacmi tekrar kaydediniz.</p> 	<p>➤ Katı maddeyi yavaşça bırakınız.</p>
<p>➤ Hacim artışından katı maddenin hacmini tespit ediniz.</p>	<p>➤ Hesaplamaları dikkatli yapınız.</p>
<p>➤ Maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Kütleli gram, hacmi de cm^3 olarak alınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak dansimetre ile yoğunluk ölçümü yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Dansimetre, mezür, termometre, hesap makinesi




İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uygun dansimetre ve mezür seçiniz.</p> 	<p>➤ Örneğe uygun dansimetreyi seçiniz.</p> <p>➤ Dansimetrenin boyutlarına uygun mezürü seçiniz.</p>
<p>➤ Yoğunluğu ölçülecek sıvıyı mezüre doldurunuz.</p> 	<p>➤ Mezürü düz bir zemine koymayı unutmayınız.</p> <p>➤ Mezürün temiz olup olmadığını kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Sıvının sıcaklığını ölçünüz.</p> 	<p>➤ Sıvının sıcaklığını termometreyi mezürden çıkarmadan okuyunuz.</p> <p>➤ Ölçülen sıcaklığı not etmeyi unutmayınız.</p>



<p>➤ Dansimetreyi sıvının içine yavaşça daldırınız.</p> 	<p>➤ Dansimetrenin boyun kısmının ıslatılmadan yüzey üzerinde kalmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Dansimetreden yoğunluğu okuyunuz.</p>	<p>➤ Okumayı dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra yapınız. ➤ Okuma yaparken dansimetrenin boyuna tırmanan sıvıyı dikkate almadan gözünüzü tam sıvı yüzeyi düzeyine getirerek okumayı gerçekleştiriniz. ➤ Okuduğunuz değeri kaydediniz.</p>
<p>➤ Sıcaklık farkına göre yoğunluğu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Sıcaklık düzeltme katsayısı ile gerekli hesaplamaları yapınız. ➤ Örnek sıcaklığı dansimetre sıcaklığından yüksek ise hesapladığınız sıcaklık düzeltmesini okunan değerin üzerine ekleyiniz. ➤ Örnek sıcaklığı düşükse okunan değerden çıkarınız.</p>

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak piknometre ile yoğunluk ölçümü yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Piknometre, hassas terazi, piset, etüv, su banyosu, hesap makinesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Piknometreyi temizleyerek kurutunuz.</p> 	<p>➤ Piknometrenin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Piknometreyi tartarak darayı kaydediniz.</p>	<p>➤ Piknometreyi kapağıyla beraber tartınız. ➤ Ağırlığı kaydetmeyi unutmayınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi saf su ile doldurunuz.</p> 	<p>➤ Piknometreyi içinde hava kalmayacak şekilde doldurup kapağını kapatınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi 20 °C'deki su banyosunda 30 dakika bekletiniz.</p>	<p>➤ Piknometrenin su banyosunda devrilmeden durmasını sağlayınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi iyice kurulayınız.</p> 	<p>➤ Kurutma kâğıdı kullanınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi tartınız.</p>	<p>➤ Tartım kurallarına uyunuz. ➤ Ağırlığı kaydetmeyi unutmayınız.</p>

<p>➤ Piknometreyi boşaltıp numune ile doldurunuz.</p> 	<p>➤ Piknometreyi numune ile birkaç defa çalkalayınız. ➤ Piknometreyi içinde hava kalmayacak şekilde doldurup kapağını kapatınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi 20 °C'deki su banyosunda 30 dakika bekletin.</p>	<p>➤ Piknometrenin su banyosunda devrilmeden durmasını sağlayınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi iyice kurulaştırınız.</p>	<p>➤ Kurutma kâğıdı kullanınız.</p>
<p>➤ Piknometreyi tartınız.</p> 	<p>➤ Tartım kurallarına uyunuz. ➤ Ağırlığı kaydetmeyi unutmayınız.</p>
<p>➤ Numunenin yoğunluğunu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Formül kullanınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bir piknometrenin boş ağırlığı 22,4516 g, su ile dolu ağırlığı 82,3675 g, örnek ile dolu ağırlığı 82,5763 g ise örneğin yoğunluğu kaç g/cm^3 tür?
A) 1,0134 g/cm^3
B) 1,0034 g/cm^3
C) 1,1134 g/cm^3
D) 1,1034 g/cm^3
2. % alkol miktarını ölçmek için kullanılan areometre aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sakkarometre
B) Alkolimetre
C) Laktodansimetre
D) Bomemetre
3. Aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?
A) Maddenin birim hacminin kütesine özkütle denir.
B) Özkütle birimi g/cm^3 tür.
C) Özkütle maddeler için ayırt edici özelliktir.
D) Bütün maddelerin birim hacminin kütesi aynıdır.
4. Dansimetrelerde ölçüm sıcaklığı dışında yapılan ölçümlerde her 1 derece için uygulanan düzeltme faktörü aşağıdakilerden hangisidir?
A) 0,2
B) 0,5
C) 1,2
D) 1,7
5. Laboratuvar işlemlerinde sıvılar için kullanılan özkütle birimi aşağıdakilerden hangisidir?
A) g/cm^3
B) g/l
C) g/ml
D) kg/m^3

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

- 1.() Laboratuvarlarda çok hassas tartımlar için hassas teraziler kullanılır.
- 2.() Teraziler her tartımdan sonra mutlaka su terazisi ile dengeye getirilmelidir.
- 3.() Tartılacak maddeler doğrudan kefeye konmamalı, tartı kapları kullanılmalıdır.
- 4.() Analiz boyunca tüm tartımlar aynı terazi ile yapılmalıdır.
- 5.() Tartılacak maddeler sıcak ise maşa ile tutulmalıdır.
- 6.() Laktodansimetreler sıvı yoğunluğunun ölçülmesinde kullanılan sabit hacimde, camdan yapılmış kapaklı şişelerdir.
- 7.() Mezürlerde menisküs yerinin tam belirlenebilmesi için üstten bakılmalıdır.
- 8.() Büret, mezür ve pipetlerde renksiz sıvıların hacim okumalarında menisküsün üst noktası okunarak hacim belirlenir.
- 9.() Bullu pipetlerle sadece pipet üzerinde yazılan hacim kadar ölçüm yapılabilir.
- 10.() Pipetle ölçüm yapılırken sıvı boşaltıldıktan sonra pipetin ucu aktarım yapılan kaba dokundurularak pipet ucundaki son damla alınır.
- 11.() Puar kullanırken sol el ile (S) noktasından sağ el ile oval kısmından bastırılarak içindeki havanın boşalması sağlanır.
- 12.() Bir maddenin birim kütesinin hacmine o maddenin özkütlesi denir.
- 13.() Sularda 0°C'den +4°C'ye kadar sıcaklık arttıkça özkütle artar.
- 14.() Dansimetre kullanırken dikey salınım durduktan sonra okuma yapılır.
- 15.() Şırada % kuru madde miktarını belirlemek için bome derecesi 1,9 ile çarpılır.

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 öğretmenimize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	D
4	B
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	C
4	B
5	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	B
3	D
4	A
5	C

MODÜL DEĞERLENDİRME

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Yanlış
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Yanlış
12	Yanlış
13	Doğru
14	Doğru
15	Doğru

KAYNAKÇA

- CERAN Musa, Kenan İMAMOĞLU, Ahmet KURTOĞLU, Hikmet ÖKSÜZOĞLU, Yaşar ÇAKMAK, Celalettin KALYONCU, **Fizik 9**, İstanbul, 2007.
- DEMİR Mustafa, Şahinde DEMİRCİ, Ali USANMAZ, **Analitik ve Sınai Kimya Laboratuvarı**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- GÜVEN Selma, **Laboratuvar Güvenliği**, Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yalova, 1999.
- EREN Adnan, **Meslek Hesapları**, MEB Yayınları, İstanbul, 2005.
- YETKİN Canan, İbrahim GÜLBAY, Serpil ÇETİN, **Kimya 9**, Ankara, 2006.
- YÜCESOY Ferah, **Organik Kimya Laboratuvarı**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- www.aof.anadolu.edu.tr/
- www.mustafaaltinisik.org
- www.sdu.edu.tr