

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

**GIDALARDA VOLUMETRİK
ANALİZLER-1
541GI0056**

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	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. VOLUMETRİK ANALİZ VE AYARLI ÇÖZELTİ HAZIRLAMA	3
1.1. Volumetriye Giriş	3
1.2. Volumetrik Analizin Koşulları	4
1.3. Volumetrik Analiz Aşamaları	4
1.3.1. Örneği Analize Hazırlama	4
1.3.2. İndikatör Seçimi	5
1.3.3. Ayarlı Çözeltinin Hazırlanması	6
1.3.4. Titrasyonun Yapılması	11
1.3.5. Tüm Titrasyonlarda Uyulması Gereken Kurallar	13
1.4. Volumetrik Analizlerde Hata Kaynakları	14
1.5. 0,1 NHCl Çözeltisini Ayarlama	15
UYGULAMA FAALİYETİ	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	34
2. ASİT – BAZ (NÖTÜRLEŞTİRME) TİTRASYONLARI	34
2.1. Asit – Baz İndikatörleri	35
2.2. Asidimetri	36
2.2.1. Asidimetride Kullanılan Başlıca Bazlar	36
2.3. Alkalimetri	42
2.3.1. Alkalimetride Kullanılan Başlıca Asitler	42
2.3.2. Asitlerin Ayarlanması	42
2.3.3. NaOH Miktarının Bulunması	42
2.3.4. NH ₃ (Amonyak) Miktarının Bulunması	44
2.4. Asit – Baz Titrasyonlarında Dikkat Edilecek Noktalar	45
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	50
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	54
3. GIDALARDA TOPLAM ASİTLİK TAYİNİ.....	54
3.1. Gıdalarda Asitliğin Önemi.....	54
3.2. Meyve, Sebze ve Diğer Gıdalarda Bulunan Organik Asitler.....	55
3.3. Asitlik Tayin Yöntemleri.....	56
3.4. Gıdaların Asitlik Tayini İçin Hazırlanması.....	56
3.5. Toplam Asitlik Tayini.....	56
3.5.1. İlkesi.....	56
3.5.2. Kullanılan Araç Gereçler	57
3.5.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler	57
3.5.4. İşlem Basamakları	57
3.5.5. Sonucun Hesaplanması	60
3.5.6. Asitlik Cinsi	61
UYGULAMA FAALİYETİ	63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	67
MODÜL DEĞERLENDİRME	69
CEVAP ANAHTARLARI	72
KAYNAKÇA	74

AÇIKLAMALAR

MODÜLÜN KODU	541GI0056
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL / MESLEK	Gıda Kontrol / Gıda Laboratuvar Teknisyeni
MODÜLÜN ADI	Gıdalarda Volumetrik Analizler 1
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, volumetrik işlem basamaklarını uygulayabilme, ayarlı çözelti hazırlayabilme, asit-baz tayini ve gıdalarda toplam asit tayini yapabileme yeterliliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Kimya Laboratuvarında Analiz Öncesi Hazırlıklar, Kimya Laboratuvarında Analiz Sonrası İşlemler, Çözelti Hazırlama 1 ve Çözelti Hazırlama 2 modüllerini başarmış olmak
YETERLİK	Volumetrik analizleri yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli bilgileri alıp, uygun ortam sağlandığında analiz yöntemine uygun olarak gıdalarda volumetrik analizleri yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Titrasyon yaparak ayarlı çözelti hazırlayabileceksiniz.2. Asit-Baz tayini yapabileceksiniz.3. Analiz metoduna uygun olarak volumetrik yöntemle gıdalarda toplam asitlik tayini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Kimya laboratuvarında, kurutma kabı, ölçü kaşığı, spatül, etüv, hassas terazi, tartım kabı, desikatör, maşa, 250 ml'lik erlen, beher, huni, baget, büret, kısıkaç, pipet, puar, mezür, piset, bek, kafesli tel, üç ayak, damlalıklı şişe, saat camı, spor, 100 ml'lik balon joje, 1 litrelik balon joje, portakal suyu, salça, halka, süzgeç kağıdı, zeytin yağı, saat, ağız traşlı ve kapaklı 250 ml'lik erlen, su numunesi, otomatik dijital göstergeli büret, otomatik cam büret, saf Na ₂ CO ₃ , saf su, metil oranj indikatör çözeltisi, alkalde çözülmüş %1'lik fenolftaleyn indikatör çözeltisi, 0,1 N HCl çözeltisi, 0,1 N ayarlı NaOH çözeltisi, temizlik malzemeleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gıda analizlerinde en çok kullanılan yöntemler gravimetrik, volumetrik ve enstrümental analiz metotlarıdır. Bunlardan biri olan volumetrik analiz metodu nicel analiz metotlarından biri olup, derişimi kesin olarak bilinen çözeltinin belirli hacmiyle titrasyon yaparak analiz çözeltisi içindeki bilinmeyen maddenin derişimi ve buradan da aranan madde miktarının bulunması ilkesine dayanır.

Bu modül ile volumetrik analizin kurallarını öğrenip titrasyon işlem basamaklarını uygulayabilecek, titrasyon yaparak ayarlı çözelti hazırlayabilecek, asit-baz miktarı tayini ve gıdalarda toplam asitlik tayini yapabileceksiniz.

Bu modülde öğrendiğiniz bilgi, kazanacağınız yeterlilik ve becerileri gıda teknolojisi alanında sıklıkla kullanacaksınız.

Modülü başarı ile tamamladığımızda ise volumetrik analiz işlemlerini uygulayabilen, asit baz titrasyonlarını gerçekleştiren ve gıdalarda toplam asitlik tayini yapabilen bir eleman olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun ortam sağlandığında titrasyon yaparak ayarlı çözelti hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Titrasyon işlemi hangi gıdaların analizlerinde kullanılıyor? Araştırınız.
- Volumetrik analizlerde dikkat edilecek noktaları araştırınız.
- Araştırmalarınızla ilgili sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. VOLUMETRİK ANALİZ VE AYARLI ÇÖZELTİ HAZIRLAMA

1.1. Volumetriye Giriş

Volumetrik analiz hacim ölçümüne dayalı nicel analiz yöntemlerinden biridir. Volumetrik analizlerde derişimi kesin olarak bilinen ayarlı çözelti ile analiz çözeltisi içinde bilinmeyen maddenin derişimi ve buradan da aranan madde miktarı bulunur.

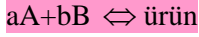
Volumetrik analizlerde aranan maddenin belli bir miktarı veya belli bir hacimdeki çözeltisi derişimi belli başka bir çözeltinin aranan maddeye eş değer madde içeren hacmi ile tepkimeye sokulur. Burada en önemli nokta derişimi bilinen çözeltinin ne kadarının çözeltideki aranan maddeye eş değer olduğudur. Bu nokta, çözeltideki aranan madde ile derişimi belli çözelti arasındaki tepkimenin tam bitiş noktasıdır. Tepkimenin bitiş (dönüm) noktasını belirlemek için indikatör adı verilen ve bitiş noktasında ortamı farklı renge boyayan, ortamın kirliliğini değiştiren veya ortamdaki iyon derişimini gösteren belirteçler kullanılır.

Derişimi belli olan bir çözelti ile aranan maddenin tepkimeye sokularak aranan maddenin gram miktarının bulunmasına volumetri denir.

Bunun için analiz numunesi uygun bir çözücüde çözüldükten sonra derişimi (konsantrasyonu) belli ayarlı çözelti ile bir indikatör yardımıyla tepkimeye sokulur ve analiz sonunda hacim ölçümü yapılır. Ayarlı çözeltinin derişim ve hacminden yararlanarak numunedeki bilinmeyen madde miktarı hesaplanır. Yapılan bu işlemlerin tamamına titrasyon; titrasyona dayalı analiz yöntemlerine ise volumetrik analiz denir.

1.2. Volumetrik Analizin Koşulları

- Tepkime stokiometrik olmalıdır. Yani; titrasyon tepkimesi kesin bir şekilde belli olmalı ve tek bir kimyasal denklemde ifade edilebilmelidir.



('a' ve 'b') kesin tam sayılar olmalıdır.

Tepkime tam olarak bilinmiyorsa ve aynı anda birden fazla tepkime meydana geliyorsa ayarlı çözelti ile madde arasındaki ilişkiyi kurmak mümkün olmaz. Buda sonucun hatalı çıkmasına neden olur.

- Miktarı tayin edilecek madde ile titrasyon çözeltisi arasındaki tepkime hızlı bir şekilde meydana gelmelidir. Tepkime yavaş olursa zaman kaybına yarattığı gibi ortamdaki diğer maddeler ile istenmeyen bazı tepkimelerin oluşmasına neden olabilir.
- Tepkime tam olmalıdır. Ayarlı çözelti eklendiğinde tepkime, en az % 99,9 oranında gerçekleşmelidir. Aksi halde stokiometrik olmaz.
- Titrasyon sonunu saptamak için ayarlı çözülden ne kadar eklenmesi gerektiğini belirleyecek uygun bir indikatör bulunabilmelidir.

1.3. Volumetrik Analiz Aşamaları

Bütün volumetrik analizler dört aşamada gerçekleştirilir.

- Örneğin analize hazırlanması
- İndikatör seçimi
- Ayarlı çözeltinin hazırlanması
- Titrasyonun yapılması

1.3.1. Örneği Analize Hazırlama

Volumetrik analizlerde analiz edilecek numunenin mutlaka çözelti halinde bulunması gerekir.

Bu nedenle numune katı ise;

- Numune önce homojenize edilir. Eğer numunede titrasyona zarar verebilecek maddeler varsa, bunlar uygun yöntemlerle uzaklaştırılır.
- Homojenize numuneden analiz yöntemine uygun olarak yaklaşık 1-20 gr arası tartılır.
- Homojenize numuneye yaklaşık 100 ml saf su ilave edilerek iyice çözündürülür. Numunenin iyi çözünmesi için önce bir miktar saf su ile numuneyi çözüp, daha sonra saf suyun tamamı ilave edilmelidir.
- Daha sonra çözüldükteki katı atıkları ortamdaki uzaklaştırmak için numune çözeltisi süzülür.

- Süzüntüden yaklaşık 5-25 ml arası alınıp erlene aktarılır.
- Süzüntü numunesi üzerine saf su eklenerek (yaklaşık 50-100 ml) çözelti belli bir hacme seyreltilir. Doğrudan ya da buradan alınan belli hacimdeki (5-25 ml) numune ile titrasyon yapılır. Belirli hacimde alınan numune çözeltisine biraz saf su ilave edilirse (50-100 ml arası) daha kolay titrasyon yapılabilir.

Eğer numune sıvı ise;

Doğrudan gıda örneğinden yaklaşık 5-25 ml arası alınıp, 50- 100 ml arası saf su ile seyreltilir ve titrasyon yapılır.

1.3.2. İndikatör Seçimi

Volumetrik analizlerde bitiş (dönüm) noktasını (reaksiyon sonunu) anlayabilmek için indikatörlere ihtiyaç vardır. Volumetrik analizlerin doğrulukları titrasyon bitiş noktasının kesin olarak saptanmasına bağlıdır. Titrasyon bitiş noktasını saptamak amacıyla indikatörler kullanılır.

Bir titrasyonda; eşdeğerlik noktasının bulunmasında kullanılan ve bu noktada (veya buna en yakın noktada) çözeltinin görünümünü değiştiren maddelere **indikatör** denir. Değişim organik bir madenin ortamı boyaması olabileceği gibi renkli bir kompleks bileşiğin meydana gelmesi, bir çökeltinin meydana gelmesi, permanganatta olduğu gibi ayırıcının renginin görülmesi veya ortamdaki iyon değişiminin bir araçla gözlenmesi şeklinde olabilir.

Bir titrasyonda tepkimenin bitim noktasını belirleyecek uygun bir indikatörün seçilmesi gerekir. Asit – baz titrasyonlarında uygun indikatör, belli pH aralıklarında renk değiştiren organik boyar maddelerdir. Diğer titrasyonlarda ise, ortama eklenen ve ayırıcının aşırısı ile gözlenebilir bileşik oluşturan maddeler, organik boyar maddeler veya ayırıcının kendisi indikatör olarak kullanılır.

Titrasyon bitiş noktasını belirleyebilmek için, eşdeğerlik ve dönüm noktasının aynı olduğu indikatörler seçilmelidir. Dönüm noktasının eşdeğerlik noktasından farklı olduğu durumlarda titrasyon hatası söz konusudur. Eşdeğerlik noktası ile dönüm noktası ne kadar farklı ise, ayarlı çözeltilerden harcanacak miktarda o kadar eksik veya fazla olur. Buda sonucun yanlış çıkmasına neden olur.

- Titrasyonlar için İndikatörde Aranılan Özellikler :
 - Dönüm noktasını tam olarak sağlamalı
 - Reaksiyonu bozmamalı
 - Çözeltinin pH'sini az da olsa değiştirmemelidir.
- İndikatörün Etkisi Çözeltide Aşağıdaki Şekillerde Olabilir
 - Eşdeğerlik noktasında veya ona yakın bir noktada çözeltinin renginin değişmesi.
 - Çözeltide bir çökelti meydana gelmesi veya çökeltiyi gidermesi.
 - Renkli bir çökelti meydana getirmesi veya renkli çökeltinin kaybolması.
 - Çökeltinin renginin başka bir renge dönmesi.

1.3.3. Ayarlı Çözeltinin Hazırlanması

Bütün volumetrik analizlerin doğruluğu için ayarlı çözeltiler gerekir. Ayarlı çözeltilerdeki herhangi bir yanlışlık analiz sonucunu tamamen etkileyeceği için ayarlı çözeltilerin hazırlanması volumetrik analizler için önemlidir.

Volumetrik analizlerde kullanılan ve derişimi kesin olarak bilinen çözeltilere **ayarlı (standart) çözeltiler** denir.

- Standart Çözeltiler :
 - Konsantrasyonu bir defa belirlendikten sonra uzun süre değişmeden kalabilmeli.
 - Analit(titre edilen) ile reaksiyonu hızlı olmalı.
 - Analit ile seçici olarak reaksiyona girmeli, reaksiyon basit kimyasal denklemle gösterilebilmeli.
 - Analit ile tamamen reaksiyona girmeli ve iyi bir dönüm noktası olmalı.

Titrasyonda analiz edilen madde ile çözeltiliye eklenen madde arasında stokiometrik bir ilişki kurulabilmesi için eklenen maddenin gerçek derişiminin çok duyarlı olarak bilinmesi gerekir. Bunun için ayarlama (faktör bulma) işlemi yapılır.

Titrasyonda kullanılacak çözeltilerin derişiminin tam olarak hesaplanması için yapılan işleme **o çözeltilerin ayarlanması** denir.

- Hazırlanan çözeltiler iki şekilde ayarlanabilir.
 - Saf madde (birincil standart madde) elimizde varsa çözeltili hazırlamada öncelikle bu madde kullanılır. Hazırlanacak çözeltilerin istenilen derişim ve hacmine göre miktarı hesaplanır. Bu miktara göre birincil standart madde tartılır ve istenen hacme tamamlanır ve ayarlanacak çözeltili ile tepkimeye sokulur.
 - Elimizde çok saf madde yoksa o maddeden istenilen derişime göre belli bir miktar duyarlı olarak tartılır. Belli bir hacme tamamlanarak yaklaşık derişimde çözeltili hazırlanır. Daha sonra çözeltili derişimi kesin olarak bilinen (ikincil standart madde) başka bir çözeltiliye göre ayarlanarak gerçek normalitesi ve molaritesi bulunur.

1.3.3.1. Faktör Bulma

Volumetrik analizlerde kullanılacak çözeltilerin gerçek derişimlerinin bilinmesi gerekir. Bu da çözeltilerin birincil ve ikincil standart madde ile ayarlanması yani faktörünün bulunması ile gerçekleştirilir. Ancak çok duyarlı tartımların alınmasının ve ayarlama işleminin güç olması nedeni ile yaklaşık derişimde çözeltiler hazırlanması tercih edilebilir. Örneğin; 0,1 M² derişimde 500 ml Na₂CO₃ çözeltili hazırlamak için 5,2995 g Na₂CO₃ tartılması gerekir. Fakat bu şekilde duyarlı bir tartım yapmak güç olacağı için yerine 5,2 g veya 5 g Na₂CO₃ tartarak çözeltili hazırlanırsa bu yaklaşık derişimde bir çözeltili olur. Hazırlanan bu çözeltili, ayarlı bir asit çözeltili ile titre edilerek ayarlama işlemi yapılırsa bulunan yeni derişim o çözeltilinin kesin derişimi olur.

Bulunan kesin derişimin yaklaşık derişime bölümü faktörü verir.

$$Faktör = \frac{Kesin\ derişim}{Yaklaşık\ derişim}$$

Örnek : Yaklaşık 0,2 N derişimdeki bir baz çözeltisinin ayarlama işlemi sonunda gerçek derişimi 0,1972 olarak bulunmuşsa bu çözeltinin faktörünü bulalım.

Çözüm : Verilen değerler formülde yerine konular,

$$F_{baz} = \frac{N_{kesin}}{N_{yaklaşık}} = \frac{0,1972}{0,2}$$

$$F = 0,986$$

Faktör ile yaklaşık derişimin çarpımı ise kesin derişimi verir.

Kesin Derişim = Faktör x Yaklaşık Derişim.

Yaklaşık derişimde hazırlanmış bir çözeltinin derişimini gerçek (kesin) derişime çevirmek için çarpılması gereken sayıya faktör denir. Birimi yoktur, sayısal bir değerdir.

Faktör bir çözeltinin hazırlanması sırasında istenmeden meydana gelen hataları ortadan kaldırmaya yarayan bir düzeltme elemanıdır. Çözeltilerin faktörleri genellikle "1" civarındadır. Tam olarak hazırlanmış ideal bir çözeltinin faktörü 1'den küçük ise çözelti ideal haline göre daha seyreltiktir. Eğer faktör 1'den büyük ise bu çözelti ideal haline göre daha derişik hazırlanmıştır. Laboratuvar çalışmalarında hazırlanan çözeltilerin faktörü 0,9 ile 1,1 arasında olmalıdır.

Hazırlanan normal veya molar çözeltilerin ayarlanması birincil (primer) standart maddeye karşı veya ikincil (seconder) standart maddeye karşı yapılır.

1.3.3.2. Birincil (Primer) Standart Maddeye Karşı Ayarlama

Volumetride çözeltiyi ayarlamak için kullanılan ve doğrudan standart çözeltileri hazırlanabilen çok saf maddelere birincil standart madde denir. Örneğin; asit çözeltilerinin ayarlanmasında kullanılan Na₂CO₃ (Sodyum Karbonat) birincil standart maddedir.

Her bileşik birincil standart madde olarak kullanılmaz. Birincil standart madde olarak kullanılabilmesi için bazı özellikleri taşıması gerekir. Bu özellikler şunlardır:

- Maddenin bileşimi tam olarak bilinmelidir.
- Kolay elde edilebilmelidir.
- Oldukça saf olmalıdır.
- Ayarlanacak çözelti ile tam ve hızlı tepkimeye girmelidir.
- Eser miktarda bulunan yabancı maddeler esas tepkimeyi etkilememelidir.

- Etüvde kurutulduğunda bozulmamalı ve kolayca sabit tartıma getirilebilmelidir.
- Su veya karbondioksit gibi maddeleri soğurucu özelliği olmamalıdır.
- Eşdeğer kütlesi büyük olmalıdır. Çünkü küçük tartımlardaki hata oranı büyük tartımlardakine göre daha büyüktür.
- İndikatörün titrasyon sonunu göstermesini engelleyecek şekilde olmamalıdır.
- Kolay çözülmeli ve oda sıcaklığında titre edilebilmelidir.

➤ **Birincil (Primer) Standart Maddeye Karşı Ayarlama İşlem Basamakları:**

- Uygun birincil maddeden gerekli miktarda (0,2 – 0,3 g arası) hassas olarak tartılır. Tartım işleminin virgülden sonra dördüncü haneye kadar doğru yapılmasına dikkat edilmelidir. (Birincil maddeden alınacak tartım kabaca faktörü belirlenecek çözeltinin 30-40 mlsine eşdeğer miktarda olmalıdır.)
- Tartılan birincil madde uygun bir kaba (Genellikle 250 ml'lik erlen kullanılır.) aktarılır.
- Üzerine biraz saf su (yaklaşık 50-100 ml arası) konularak çözündürülür.
- Erlene uygun indikatörden birkaç damla ilave edilir.
- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret ayarlanacak çözelti ile doldurulur ve “0” ayarı yapılır.
- Erlendeki çözelti büretteki ayarlanacak çözelti ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Bitiş noktasında (indikatörün renk değiştirdiği ve renk değişikliğinin en az 15 sn. kalıcı olduğu nokta) titrasyona son verilir ve büretten harcanan çözeltinin hacmi not edilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak titrasyon çözeltisinin faktörü hesaplanır.

$$F = \frac{T \times 1000}{m_{ES} \times S \times C}$$

F=Ayarlanacak çözeltinin faktörü

S= Ayarlanacak çözeltinin sarfiyatı (ml)

C= Ayarlanacak çözeltinin konsantrasyonu (derişimi)

T= Birincil standart maddeden alınan miktar (gram)

m_{ES} = Birincil standart maddenin eşdeğer kütlesi (= eşdeğer gram=eşdeğer ağırlığı)

- İşlem en az üç kez farklı tartım alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör bulunur.

Paraleller arasında % 0,2'ye kadar fark normal kabul edilir. Aksi halde titrasyon tekrar yapılır.

Örnek 1 : 0,1 N HCl çözeltisinin ayarlanması için 0,2 g Na₂CO₃ tartılıp gerekli işlemler yapıldıktan sonra titrasyon çözeltisinden 30 ml titre edilmiştir. Buna göre HCl

çözeltilisinin faktörünü hesaplayınız ve kesin derişimini bulunuz. (Na = 23, C = 12, O = 16 g/mol)

Çözüm : Faktörü bulmak için önce Na_2CO_3 'ün eşdeğer kütlelerini (eşdeğer gramını) bulmak gerekir.



$$M_{A(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 2 \times 23 + 1 \times 12 + 3 \times 16 = 106 \text{ g/mol}$$

$$m_{E\text{Ş}(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{M_{A(\text{Na}_2\text{CO}_3)}}{Td} = \frac{106}{2} = 53 \text{ g}$$

Verilen değerler formüle yerine konulur

$$F = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{Ş}} \times S \times C} = \frac{0,2 \times 1000}{53 \times 30 \times 0,1} = \frac{200}{159} = 1,26$$

$$F : 1,26 \pm 0,0002$$

Buna göre 0.1 N HCl'nin kesin derişimi aşağıdaki formülle bulunur.

$$N_{\text{Kesin (HCl)}} = N_{\text{Yaklaşık (HCl)}} \times F$$

$$= 0,1 \times 1,26$$

$$= 0,13 \text{ N HCl'nin kesin derişimi } 0,13 \text{ normaldir.}$$

Örnek 2 : 0,1 N H_2SO_4 çözeltilisinin ayarlanması için 0,2 N Na_2CO_3 çözeltilisinden 20 ml alınmış. Gerekli işlemler yapıldıktan sonra titrasyon çözeltilisinin 40 ml'si ile titre edilmiştir. Buna göre H_2SO_4 çözeltilisinin faktörünü hesaplayınız. (Na = 23, C = 12, O = 16 g/mol)

Çözüm :

$$M_{A(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = 2 \times 23 + 1 \times 12 + 3 \times 16 = 106 \text{ g/mol}$$

$$m_{E\text{Ş}(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{M_{A(\text{Na}_2\text{CO}_3)}}{Td} = \frac{106}{2} = 53 \text{ g}$$

Faktörün bulunabilmesi için önce 20 ml 0,2 N Na_2CO_3 çözeltilisinde kaç gram Na_2CO_3 var onu buluruz.

1000 ml	1 N	Na_2CO_3 çözeltilisinde	53 g	Na_2CO_3 varsa
20 ml	0,2 N	Na_2CO_3 çözeltilisinde	X g	Na_2CO_3 vardır.

$$X = \frac{20 \times 0,2 \times 53}{1000 \times 1} = \frac{212}{1000} = 0,212 \text{ g Na}_2\text{CO}_3 \text{ vardır.}$$

Değerler formülde yerine konulur :

$$F = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{ş}} \times S \times C} = \frac{0,212 \times 1000}{53 \times 40 \times 0,1} = \frac{212}{212} = 1$$

$F = 1$ (ideal bir çözelti hazırlanmıştır.)

1.3.3.3. İkincil (Seconder) Standart Maddeye Karşı Ayarlama

Volumetride derişimi bilinmeyen çözeltinin ayarlanmasında çok saf madde yerine kullanılan ayarı belli başka çözeltiliye ikincil standart (seconder) madde denir. Örneğin; gümüş nitrat çözeltisinin, ayarı belli sodyum klorür çözeltisi ile ayarlanmasında, sodyum klorür ikincil standart maddedir.

Birincil standart maddelerdeki kurutma ve tartım gibi bazı işlemleri içermediği için ; ayarlama işlemlerinde ikincil standart maddelerin kullanılması daha az zaman alır. Bu yüzden laboratuvarlarda genellikle ayarlı çözeltiler kullanılır.

- İkincil (Seconder) standart maddeye karşı ayarlama işlem basamakları:
- Kesin derişimi belli ayarlı çözeltilerden duyarlı olarak 10-20 ml arası alınır.
 - Alınan çözeltili uygun bir kaba (Genellikle 250 ml'lik erlen kullanılır.) pipetle aktarılır.
 - Üzerine biraz saf su (yaklaşık 50-100 ml arası) ilave edilerek seyreltilir.
 - Erlene uygun indikatörden birkaç damla ilave edilir.
 - Titrasyon düzeneği kurulur.
 - Büret ayarlanacak çözeltili ile doldurulur ve "0" ayarı yapılır.
 - Erlendeki ayarlı çözeltili bürettteki ayarlanacak çözeltili ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
 - Bitiş noktasında titrasyona son verilir ve bürettten harcanan çözeltilinin hacmi not edilir.
 - Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak ayarlanacak çözeltilinin faktörü hesaplanır.

$$F_1 \times V_1 = F_2 \times V_2$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times V_2}{V_1}$$

F_1 = Ayarlanacak maddenin aranan faktörü

V_1 = Ayarlanacak çözeltiden harcanan hacim (ml)

F_2 = Ayarlı çözeltinin bilinen faktörü

V_2 = Ayarlı çözeltiden alınan hacim (ml)

- İşlem en az üç kez farklı hacim alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör bulunur.
- Faktör belirlemede dikkat edilecek noktalar:
- Faktör belirlemesi için seçilecek birincil standart maddenin eşdeğer kütlesi mümkün olduğunca büyük olmalıdır.
 - Birincil standart madde faktörü belirlenecek madde ile belli bir tepkime denkleminde göre kantitatif bir tepkimeye girebilmelidir.
 - Standart maddeden alınacak tartım ya da hacim ayarlanacak çözeltinin yaklaşık 30-40 ml'sine karşılık gelmelidir.
 - Titrasyon 0,1 mg düzeyinde duyarlı tartılan en az üç tartımla (ya da hacimle) yapılmalıdır.
 - Paralellerde bulunan faktör arasındaki fark $\pm \%2$ 'den fazla olmamalıdır.
 - Eşdeğer noktasının belirlenmesine en uygun indikatör seçilmelidir.
 - Ayarlanan (faktörü belirlenen) çözeltiler özelliklerine uygun bir şekilde saklanmalıdır.
 - Bazı çözeltilerin derişimleri, hazırlandıktan bir süre sonra değiştiğinden faktörün değeri ile belirlendiği tarih şişe üzerine etiketlenmeli ve derişimi zaman zaman kontrol edilmelidir.

1.3.4. Titrasyonun Yapılması

Titrasyon belli hacimdeki analiz çözeltisine bir büretten ayarlı çözeltinin eklenmesi ile yapılır. Titrasyonun belli bir aşamasında indikatör eklenir. İndikatörde renk değişikliği gözlemlendikten sonra titrasyona son verilir. Harcanan ayarlı çözelti hacminden yararlanarak numunedeki madde miktarı hesaplanır.

Bir maddenin derişimi bilinen (ayarlı) bir çözeltinin belirli hacmi ile bir indikatör eşliğinde tam olarak tepkimeye sokularak miktarının bulunması olayının tamamına titrasyon denir. Bu işlemde iki maddenin tepkimeye sokulmasına ise titre etmek denir. Titrasyon işleminde derişimi bilinen çözelti bürete analiz çözeltisi ise erlene konur.

➤ **Titrasyon işleminin basamakları :**

- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret, içine konulacak ayarlı çözeltinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalanır.
- Büret huni yardımı ile ayarlı çözelti ile doldurulur.
- Büretin sıfır ayarı yapılır. Büretin sıfır ayarı yapılmadıysa kavisin altından okuma yapılarak başlangıç noktası kaydedilir.

Bürette okumanın renkli sıvılarda kavisin üst kısmından, renksiz sıvılarda ise kavisin alt kısmından göz hizasında yapılması gerektiğini hatırlayınız.

- Hazırlanan analiz çözeltisi doğrudan veya belirli hacmi (5-25 ml arası) alınarak erlene aktarılır. Belirli hacimde alınan numune çözeltisine biraz saf su ilave edilirse (50-100 ml arası) daha kolay titrasyon yapılabilir.
- Erlene uygun indikatörden bir kaç damla damlatılır.
- Sol elin baş, işaret ve orta parmakları ile bütetin musluğu, sağ el ile de erlen sürekli çalkalanarak yavaş yavaş titrasyon yapılır.

Titrasyonun bitiş noktasının tam olarak belirlenebilmesi için ayarlı çözeltinin damla damla ilave edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

- Renk değişimi meydana gelince titrasyona son verilir.
- Harcanan ayarlı çözeltinin hacmi okunarak kaydedilir. Büretin sıfır ayarı yapılmadıysa titrasyon sonunda okunan hacim ile başlangıç noktasında okunan hacim farkı alınarak harcanan ayarlı çözeltinin hacmi bulunur.
- Bulunan hacimden yararlanılarak titre edilen maddenin (numunenin) miktarı bulunur.

➤ Titrasyonlar oluşturulan tepkimenin türüne göre 4 grupta incelenebilir:

- Asit – Baz (Nötrleştirme) Titrasyonları
- Çöktürme Titrasyonları (Arjantometri)
- Redoks Titrasyonları
- Kompleksleştirme Titrasyonları (Kompleksometri)

1.3.4.1. Geri Titrasyon

Bütün titrasyonlarda derişimi bilinen ve bilinmeyen iki ayarlı çözeltinin, belirli hacimleri tepkimeye sokulur. Tepkimenin tam olarak bittiği noktanın belirlenebilmesi için derişimi bilinen çözeltinin damla damla ilave edilmesi gerekir. Bazı durumlarda ise belli hacimde ayarlı bilinen çözelti analiz çözeltisine eklenir. Ayarlı çözeltinin fazlası aranan maddenin veya başka bir maddenin derişimi belli çözeltisi ile titre edilir. Bu işleme geri titrasyon denir.

1.3.4.2. Eşdeğerlik Noktası

Bir titrasyonda ayarlı maddenin titre edilen maddeyi tam olarak tükettiği noktaya eşdeğerlik noktası denir. Örneğin; kuvvetli bir asitle kuvvetli bir bazın titrasyonunda pH'nin 7 olduğu nokta eşdeğerlik noktasıdır.

1.3.4.3. Dönüm Noktası

Bir titrasyonda eşdeğerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği noktaya **dönüm (bitiş) noktası denir**. Örneğin; asit – baz titrasyonlarında kullanılan fenolftaleyn indikatörünün renginin değişmeden kaldığı nokta dönüm noktasıdır.

Dönüm noktasının eşdeğerlik noktasından farklı olduğu durumlarda titrasyon hatası söz konusudur. Eşdeğerlik noktası ile dönüm noktası ne kadar farklı ise ayarlı çözülden o kadar eksik (veya fazla) harcanacağından bulunacak sonuç da o kadar farklı olacaktır.

1.3.5. Tüm Titrasyonlarda Uyulması Gereken Kurallar

- Büretin akıtıp akıtmadığı önceden kontrol edilmeli ve gerekli bakımı yapılmalıdır.
- Ayarlı çözelti bürete konmadan önce büret aynı ayarlı çözeltinin 3-4 ml'si ile birkaç kez mutlaka çalkalanmalıdır.
- Analiz yapılacak kabın sıcaklığı ile titrasyon işleminin yapıldığı sıcaklık aynı veya birbirine yakın olmalıdır.
- Titrasyona başlamadan önce büret ayarlı çözelti ile doldurulmalı ve sıfır ayarı yapılmalıdır.
- Ayarlı çözelti analiz öncesi mutlaka çalkalanmalı ve sonra bürete konmalıdır.
- Bürete çözelti doldurulduktan sonra, bürette ya da musluğun alt kısmında hava boşluğu bulunup bulunmadığı kontrol edilmeli, varsa giderilmelidir. Musluğun alt kısmındaki hava boşluğu büret hızla açılıp kapatılarak giderilebilir.
- Titrasyona başlamadan önce büretin ucundaki damla temiz bir kaba dokundurularak alınmalı, kâğıt veya pamukla kesinlikle silinmemelidir.
- Bürette analiz sonunda kalan çözelti ana çözültiye eklenmemelidir.
- Ayarlı çözümlerin konulacakları şişeler temiz ve kuru olmalı. Eğer su varsa aynı çözelti ile birkaç kere çalkalanmalıdır. Çalkalamada kullanılan çözelti dökülmelidir. Çözelti konduktan sonra şişelerin ağzı iyice kapatılmalı ve etiketlenerek saklanmalıdır. Etiketle:
 - Çözeltinin adı
 - Çözeltinin kesin derişimi
 - Çözeltinin faktörü
 - Çözeltinin hazırlanma tarihi bulunmalıdır.
- Ayarlı çözümler sıcakta veya güneş ışığında bırakılmamalıdır.
- Titrasyonda kullanılan kabın hacmi titrasyon sonunda birikeceği tahmin edilen çözelti hacminin en az iki katı olmalıdır.
- Çözümler bürette uzun süre bekletilmemeli, büretler kullanıldıktan sonra hemen boşaltılmalı ve yıkanmalıdır.
- Hangi indikatörün kullanılacağına analize başlamadan önce karar verilmeli ve indikatör çözeltiye zamanında eklenmelidir.
- Ayarlı çözelti büretten birbirini izleyen damlalar halinde akıtılmalı, bu sırada numune çözeltisinin bulunduğu kap sürekli çalkalanmalıdır. Titrasyon sonuna doğru büretten akan damlaların hızı azaltılmalı ve dikkatli olunmalıdır.
- Çalkalama yaparken sıçratmamaya dikkat edilmelidir.

- Titrasyon, eşdeğerlik noktasının daha iyi görülebilmesi için aydınlık bir yerde, beyaz bir zemin üzerinde yapılmalıdır.
- Titrasyon sonunda büretteki son damla kabın ağzına dokundurularak alınmalıdır.
- Titrasyona indikatörün rengi en az 15 sn. kalıcı oluncaya kadar devam edilmelidir.
- Titrasyon sonunda sarfiyatın okunması, büretin çeperlerindeki sıvının akmasını sağlamak için titrasyon bitiminden 10-15 sn. sonra yapılmalıdır. Kesinlikle bu süre geçilmemelidir. Çünkü büretin akıtması veya başka nedenler analizin yenilenmesini gerektirebilir.
- Titrasyon sonunda kabın çeperleri su ile mutlaka yıkanmalı, büretteki son damla çözeltiye akıtılmalıdır.

1.4. Volumetrik Analizlerde Hata Kaynakları

Bütün analizlerde olduğu gibi volumetrik analizlerde de belli işlemlerde hata yapılabilir. Nereelerde hata yapılabileceği bilinirse, bu işlemlerde daha dikkatli olmakla hatalar en aza indirilebilir. Volumetrik analizlerde önemli hata kaynakları şunlardır.

- **Analiz çözeltisinde bulunan ve ayıraçla tepkime veren yabancı maddeler:** Analiz çözeltisinde bulunan yabancı maddeler, ayıraç (derişimi bilinen çözelti = ayarlı çözelti) ile tepkime vererek sonucun hatalı çıkmasına neden olur bunun için analiz çözeltisinin bileşiminin tam olarak bilinmesi gerekir.
- **Kullanılan kapların temizliği:** Kullanılan kapların temiz olmaması, kullanılan ayıracın derişiminin değişmesine veya kirlilik maddesi ile tepkime meydana gelmesine neden olabilir. Buda sonucun hatalı çıkmasına sebep olur.
- **Kullanılan ayıracın derişimindeki değişiklikler:** Kullanılan ayıracın derişimindeki değişiklikler hataya neden olabilir. Bunun için ayıracın ayarlanması işlemi en az üç kez tekrarlanmalı ve bulunan değerlerin farkı $\pm 0,0005$ 'den büyük olmamalıdır. Farklı olması durumunda bu aralık içinde en az üç değer bulununcaya kadar titrasyona devam edilmeli ve ayıracın derişimi sık sık kontrol edilmelidir.
- **Yanlış indikatör seçilmesi:** Yanlış indikatör seçilmesi, eşdeğerlik noktasının yanlış tespit edilmesine neden olduğu için sonucun hatalı çıkmasına sebep olur.
- **Hesaplama hataları:** Analizin çok iyi yapılmasına rağmen hesaplamada yapılan bir hata, sonucun yanlış çıkmasına neden olur.
- **Sıcaklık değişimi:** Titrasyonda kullanılan kapların ve ayıraç çözeltilerinin ayarlanması ile titrasyon işlemi aynı veya yakın sıcaklıklarda yapılmalıdır. Aksi takdirde sıcaklık değişimi ile derişim değişeceğinden analiz sonucu hatalı çıkar.
- **Analiz sırasında yapılan hatalar:**
 - Titrasyon sırasında çalkalamanın dikkatli yapılmaması nedeni ile çözeltinin sıçraması,
 - Titrasyona başlamadan önce büretteki damlanın alınmaması,
 - Titrasyon sonunda son damlanın bürette bırakılması,
 - Titrasyon çözeltisinin, analiz çözeltisine damla damla yerine hızla katılması gibi analiz sırasında yapılan hatalar; analiz sonucunu önemli ölçüde etkileyen hatalardır.

1.5. 0,1 NHCl Çözeltisini Ayarlama

Yaklaşık derişimde hazırlanan HCl çözeltisi birincil standart madde ile veya ayarlı bir baz çözeltisi (ikincil standart madde) ile ayarlanır. Genellikle birincil standart madde olarak Na₂CO₃, ikincil standart madde olarak ayarlı NaOH çözeltisi kullanılır.

➤ 0,1 NHCl çözeltisinin hazırlanması :

- Litrelik temiz bir balon jöje alınır.
- İçine bir miktar saf su konulur.
- Pipetle yoğunluğu 1,18 g/ml %36'lık derişik HCl' den 8,6 ml alınır.

1 l 0,1 N HCl çözeltisi hazırlamak için yoğunluğu 1,18 g/ml olan % 36'lık derişik HCl'den ne kadar alınması gerektiği aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} N &= 0,1 & T_d &= 1 \\ d &= 1,18 \text{ g/ml} & V &= 1 \text{ lt.} \\ M_{A(\text{HCl})} &= 36,5 \text{ g/mol} & \% C &= \% 36 = 0,36 \\ v &= \text{alınacak hacim} \\ \text{verilen değerler aşağıdaki formülde yerine konursa;} \end{aligned}$$

$$N = \frac{v \times d \times \% C \times T_d}{M_A \times V}$$

$$0,1 = \frac{v \times 1,18 \times 0,36 \times 1}{36,5 \times 1}$$

$v = 8,59 \text{ ml} \cong 8,6 \text{ ml HCl}$ gereklidir.

- Alınan 8,6 ml HCl balon jöjeye damla damla karıştırılarak aktarılır.
- Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.
- Balon jöjenin kapağı kapatılarak alt – üst edilir.
- Balon jöjenin kapağı çıkartılarak hacim çizgisinin seviyesi kontrol edilir, seviyede azalma varsa saf su ile tamamlanır.
- Hazırlanan çözelti renkli temiz bir şişeye aktarılarak etiketlenir.

➤ 0,1 NHCl çözeltisinin saf sodyum karbonat (birincil standart madde) ile ayarlanması (faktör bulma)

- İşlem basamakları:
 - Saf ve katı Na₂CO₃ etüvde 110 °C'da sabit tartıma gelene kadar (yaklaşık 2 saat) kurutulur ve desikatörde soğutulur.

Eğer elimizde saf Na_2CO_3 yoksa NaHCO_3 'in kızdırılması ile saf Na_2CO_3 elde edilebilir. Bunun için yaklaşık 10 g NaHCO_3 tartılarak bir porselen kapsüle konur. 250 – 300 $^\circ\text{C}$ da yarım saatlik süreler ile kızdırılıp, sabit tartıma getirilir. Desikatörde soğutulduktan sonra kullanılır.

- Kurutulup, soğutulmuş Na_2CO_3 'dan 0,2 – 0,3 g arası hassas olarak tartılır. Tartım işleminin virgülden sonra dördüncü haneye kadar doğru yapılmasına dikkat edilmelidir.
 -
 - Tartılan Na_2CO_3 250 ml'lik erlene aktarılır.
 - Üzerine 100 ml saf su konarak çözündürülür veya seyreltilir.
 - İçine 1-2 damla metil oranj indikatör çözeltisinden ilave edilir. Renk sarıdır.
- **Metil oranj indikatör çözeltisinin hazırlanması :** 0,2 g metil oranj tartılır. 100 ml'lik balon jøjeye aktarılır. Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır ve ısıtılarak çözündürülür.
- Titrasyon düzeneği kurulur.
 - Büret, içine konulacak 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalanır
 - Bürete yaklaşık derişimde hazırlanan 0,1 N HCl çözeltisi doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
 - Erlendeki Na_2CO_3 çözeltisi büretteki HCl ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
 - Çözeltinin rengi kırmızı olunca titrasyona son verilir ve harcanan HCl miktarı (sarfiyatı) kaydedilir. (S_1)
 - CO_2 'yi uzaklaştırmak için erlendeki çözelti bek alevinde kafesli tel üzerinde 10 dakika kaynatılır. Eğer dönüm noktası geçirilmedi ise çözeltinin renginin tekrar sarı olması gerekir.

Kaynama işlemi yapıldığında renk sarıya dönmez ise başlangıçtaki HCl asidin fazla kaçtığı gösterir ve deney tekrar edilir.

- Çözelti soğuduktan sonra büretteki HCl ile renk kırmızı olana kadar tekrar titrasyona devam edilir.
- Büretten harcanan HCl miktarı okunarak kaydedilir. (S_2)
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak HCl çözeltisinin faktörü hesaplanır.

$$F = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{Ş}} \times S_T \times N}$$

- F** = Ayarlanacak 0,1 N HCl çözeltisinin aranan faktörü
S_T = $S_1 + S_2$ = Toplam sarfiyat miktarı (ml)
N = Yaklaşık derişimde hazırlanan HCl' in normalitesi (0,1 N)
T = Tartılan Na_2CO_3 'ın miktarı (gram)
m_{EŞ} = Na_2CO_3 'ın eşdeğer kütlesi (= eşdeğer gram)

Faktör bulunduktan sonra aşağıdaki formüller yardımı ile de 0,1 N HCl' in kesin normalitesi bulunur.

$$N_{\text{Kesin (HCl)}} = N_{\text{Yaklaşık (HCl)}} \times F_{\text{(HCl)}}$$

veya

$$N = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{Ş}} \times V_T}$$

N = HCl çözeltisinin kesin derişimi (normalitesi)

V_T = S₁+S₂ = Toplam sarfiyat miktarı (ml)

T = Tartılan Na₂CO₃'ın miktarı (gram)

m_{EŞ} = Na₂CO₃'ın eşdeğer kütlesi (= eşdeğer gram)

- İşlem en az üç kez ve her seferinde farklı tartım alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör ve kesin normalite bulunur.

➤ **0,1 N HCl çözeltisinin ikincil standart madde ile ayarlanması**

HCl çözeltisinin ayarlanmasında ikincil standart madde olarak genellikle ayarlı NaOH çözeltisi kullanılır.

• **İşlem basamakları:**

- 0,1 N ve faktörü belli (ayarlı) NaOH çözeltisinden duyarlı olarak 10–20 ml arasında alınır. NaOH çözeltisinin ayarlanması ikinci öğrenme faaliyetinde anlatılmıştır. Oradan bakabilirsiniz.
- Alınan NaOH çözeltisi 250 ml'lik erlene pipetle aktarılır.
- Üzerine 100 ml saf su ilave edilerek seyreltilir.
- Erlene 2-3 damla fenolftaleyn indikatör çözeltisinden ilave edilir. Renk açık pembe olur.

➤ **% 1 lik fenolftaleyn indikatör çözeltisi hazırlanması :** 1 g fenolftaleyn 50 ml % 95'lik etil alkolde çözülür ve 100 ml'lik balon jöjeye aktarılır. Hacim çizgisine kadar %95'lik etil alkol ile tamamlanır.

- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret, içine konulacak 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalanır.
- Büret 0,1 N ayarlanacak HCl çözeltisi ile doldurulur ve "0" ayarı yapılır.
- Erlendeki ayarlı NaOH çözeltisi büretteki 0,1 N HCl çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Çözeltinin rengi açık pembeden renksiz döndüğünde titrasyona son verilir ve harcanan HCl miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak HCl çözeltisinin faktörü hesaplanır.

$$F_{HCl} \times V_{HCl} = F_{NaOH} \times V_{NaOH}$$

$$F_{HCl} = \frac{F_{NaOH} \times V_{NaOH}}{V_{HCl}}$$

- F_{HCl} = Ayarlanacak HCl'nin aranan faktörü
 V_{HCl} = Ayarlanacak HCl çözeltisinden harcanan hacim (ml)
 F_{NaOH} = Ayarlı NaOH çözeltisinin bilinen faktörü
 V_{NaOH} = Ayarlı NaOH çözeltisinden alınan hacim (ml)

Faktör bulunduktan sonra aşağıdaki formüller yardımı ile de 0,1 N HCl' nin kesin normalitesi bulunur.

$$N_{Kesin (HCl)} = N_{Yaklaşık (HCl)} \times F_{(HCl)}$$

veya

$$N_{HCl} = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH}}{V_{HCl}}$$

- N_{HCl} = Ayarlanacak HCl'nin aranan kesin normalitesi
 V_{HCl} = Ayarlanacak HCl çözeltisinden harcanan hacim (ml)
 N_{NaOH} = Ayarlı NaOH çözeltisinin kesin normalitesi
 V_{NaOH} = Ayarlı NaOH çözeltisinden alınan hacim (ml)

- İşlem en az üç kez farklı hacim alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör ve kesin normalite bulunur.

➤ **Notlar:**

- Titrasyonda metil kırmızısı veya bromkresol yeşili gibi asidik bölge indikatörlerinden birisi de kullanılabilir.
- Asit çözeltisi, ayarlı baz veya Na_2CO_3 'ün yanı sıra HgO veya $CaCO_3$ gibi başka maddeler ile de ayarlanabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

0,1 N Ayarlı HCl Çözeltisi Hazırlama (Faktör Bulma)

Kullanılan Araç Gereçler

- Kurutma kabı
- Ölçü kaşığı veya spatül
- Etüv
- Hassas terazi
- Tartım kabı
- Desikatör
- Maşa
- 250ml'lik erlen
- Beher
- Huni
- Baget
- Büret
- Kıskaç
- Pipet
- Puar
- Mezür
- Piset
- Bek
- Kafesli tel
- Üç ayak
- Damlalıklı şişe
- Saat camı
- Spor
- 100 ml'lik balon joje
- 1 litrelik balon joje
- Diğer laboratuvar araç-gereçleri

Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Saf Na_2CO_3
- Saf Su
- Metil oranj indikatör çözeltisi
- %1'lik fenolftaleyn indikatör çözeltisi
- 0,1 N HCl çözeltisi
- 0,1 N ayarlı NaOH çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>0,1 N HCl çözeltisini birincil (primer) standart madde ile ayarlama (Faktörünü Bulma)</p> <p>➤ Katı Na_2CO_3'ü etüvde 110°C'de sabit tartıma gelene kadar kurutunuz.</p>	<p>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</p> <p>➤ Na_2CO_3'ün saf olmasına dikkat ediniz.</p> <p>Elinizde saf Na_2CO_3 yoksa NaHCO_3'ü kızdırarak saf Na_2CO_3 elde edebilirsiniz.</p> <p>➤ Na_2CO_3'ü koyacağınız kabın temiz ve kuru olmasını sağlayınız.</p> <p>➤ Kabı etüve koyarken ve alırken maşa kullanınız.</p> <p>➤ Etüvün sıcaklık ayarına dikkat ediniz.</p> <p>➤ Na_2CO_3'ü sabit tartıma gelen kadar kurutmayı unutmayınız.</p> <p>➤ Etüv kullanım talimatlarına uyunuz.</p> <p>➤ Elektrikli aletlerle çalışırken dikkatli olunuz.</p>

 <p>Resim 1.1: Etüvde kurutma</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kuruttuğunuz Na_2CO_3'ü desikatörde soğutmayı unutmayınız. ➤ Desikatör kullanım kurallarına uyunuz. ➤ DİKKATLİ ÇALIŞINIZ !
<p>➤ Kurutulmuş Na_2CO_3'ten 0,2-0,3 gram arası hassas olarak tartınız.</p>  <p>Resim 1.2: Tartım</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tartım kabının temiz olmasına dikkat ediniz. ➤ Tartım için saat camı kullanabilirsiniz. ➤ Tartım yapmadan önce terazinin sıfır ayarını kontrol etmeyi unutmayınız. ➤ Kurutulmuş Na_2CO_3'ten öğretmeniniz ile belirlediğiniz miktar kadar tartınız. ➤ Tartım işleminin virgülden sonra dördüncü haneye kadar doğru yapılmasına dikkat ediniz. ➤ Tartım sonucunu not etmeyi unutmayınız. ➤ Terazi kullanım kurallarına uyunuz. ➤ Tartım bitince teraziyi kapatmayı unutmayınız. ➤ Titiz Çalışınız
<p>➤ Tartılan Na_2CO_3'ü 250 ml'lik erlene aktarınız.</p>  <p>Resim 1.3: Erlene aktarma</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kabın temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz. ➤ Na_2CO_3'ü koyarken dikkatli olunuz.

- Üzerine 100ml saf su ilave edip çözdürünüz.



Resim 1.4: Çözdürme

- Hacim ölçümünü duyarlı yapınız.
- Karıştırarak çözdürme işlemi yaparken cam bageet kullanabilirsiniz.
- Çözünmenin tam olup olmadığını dikkatli gözlemleyiniz.

- 1-2 damla metil oranj indikatörü ilave ediniz.



Resim 1.5: İndikatör ilave etme

- Metil oranj indikatör çözeltisini çözelti hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlayınız.
- İndikatörü fazla damlatmamaya dikkat ediniz.

İndikatörü fazla damlattığınızda dönüm noktasının zor gözlemleneceğini unutmayınız.

- Sarı renk oluşumunu gözlemleyiniz.



Resim 1.6: Renk oluşumunu gözleme

- Bürete hazırlanan 0,1 N HCl çözeltisi doldurup "0" ayarını yapınız.

- Titrasyon düzeneği hazırlayınız.
- Büretin temiz olmasına dikkat ediniz.
- Büretin akıtıp akıtmadığını kontrol etmeyi unutmayınız.
- Büretin musluğu çok sıkı ya da gevşek olmamalıdır.
- Büreti doldurmadan önce 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalayınız.



Resim 1.7: Büretin sıfır ayarını yapma

- Bürete 0,1 N HCl çözeltisi doldururken huni kullanabilirsiniz.
- HCl asit yakıcıdır, çalışırken üzerinize ve çevreye dökülmesini önleyiniz.
- Bürette hava boşluğu olmamasına dikkat ediniz.
- Bürete 0.1 N HCl çözeltisi doldurduktan sonra çözeltinin süzülmesi için bir süre bekleyiniz.
- Büretin "0" ayarını yapınız.

- Erlenendeki Na_2CO_3 'ü büretteki 0,1 N HCl ile damla damla ve sürekli çalkalayarak titre ediniz.



Resim 1.8: Titrasyon yapma

- Sol elinizin baş, işaret ve orta parmakları ile büretin musluğunu, sağ eliniz ile erleni kullanınız.
- Titrasyonu yavaş yavaş ve erleni sürekli çalkalayarak yapınız.
- HCl'nin erlene damla damla akmasına özen gösteriniz.
- Çalkalama yaparken çözeltinin sıçramamasına dikkat ediniz.
- Titrasyonu beyaz bir zemin üzerinde yapmaya özen gösteriniz.

- Çözeltinin rengi kırmızı olunca titrasyona son veriniz ve sarfiyatı kaydediniz.(S₁)



Resim 1.9: Dönüm noktasını gözlemlenme

- Kırmızı renk oluşunca titrasyona son veriniz.
- Erleni çalkaladığınızda kırmızı rengin 15 saniye boyunca kaybolmamasına dikkat ediniz.
- Renk 15 saniye boyunca kaybolmuyorsa büretten harcanan HCl miktarını okuyunuz.(S₁)
- Okuduğunuz HCl miktarını kaydetmeyi unutmayınız.
- Okumayı büretin çeperlerindeki çözeltinin süzülmesi için titrasyon bittikten 10- 15 saniye sonra yapmaya özen gösteriniz.



Resim 1.10: Renk değişimini gözlemele

- Erlendeki çözeltiyi CO₂'nin uzaklaşması için 10 dakika kaynatınız.



Resim 1.11: CO₂'nin uzaklaştırılması

- Isıtma düzeneğini kurunuz
- Beki yakmadan önce gerekli kontrolleri yapmayı unutmayınız.
- Kaynatmayı bek alevinde kafesli tel üzerinde yapmaya dikkat ediniz.
- Süreyi sık sık kontrol ediniz.
- Kaynatma yaparken bekin başından ayrılmayınız.
- Çözelti kaynarken etrafa sıçramamasına dikkat ediniz.
- Kaynatma işlemi bittiğinde çözeltinin rengi sarı olmalıdır, dikkatli gözlemleyiniz.



Resim 1.12: Renk oluşumunu gözlemele

Eğer renk sarı olmazsa dönüm noktası geçirilmiştir, deneyi tekrarlayınız.

- Kaynatma işlemi bittikten sonra beki kapatmayı unutmayınız.
- Erlendeki çözeltinin soęuması için biraz bekletiniz.
- Sarı renk oluştuysa ise diğer işlem

basamağına geçiniz

- **GÖZLEMLERİNİZDE DİKKATLİ OLMAYA ÖZEN GÖSTERİNİZ.!**

Laboratuvar Güvenlik Kurallarına Uyunuz !

- Erleneki çözeltiyi büretteki HCl ile kırmızı renge kadar tekrar titre edip sarfiyatı okuyunuz.(S₂)



Resim 1.13: Titrasyon yapma



Resim 1.14: Renk değişimini gözleme


- HCl'nin erlene damla damla akmasına dikkat ediniz.
- Titrasyonu yavaş yavaş ve erleni sürekli çalkalayarak yapınız.
- Çalkalama yaparken dikkatli olunuz.
- Kırmızı renk oluşunca titrasyona son veriniz.
- Son damlayı bürette bırakmayınız.
- Kırmızı rengin 15 sn. boyunca kaybolmamasına dikkat ediniz.
- Renk 15 sn. boyunca kaybolmuyorsa büretten harcanan HCl miktarını (sarfiyatı) okuyunuz. (S₂)
- Okumayı büretin çeperlerindeki çözeltinin süzülmesi için titrasyon bittikten 10- 15 saniye sonra yapmaya özen gösteriniz.



- Sonucu hesaplayınız.

- S₁ ve S₂ yi toplayarak toplam sarfiyatı (S_T) bulabilirsiniz.

$$S_T = S_1 + S_2$$

- Bulduğunuz değerleri aşağıdaki formülde yerine koyarak HCl'nin

	<p>faktörünü bulabilirsiniz.</p> $F = \frac{T_{Na_2CO_3} \times 1000}{m_{EŞ(Na_2CO_3)} \times S_T \times N_{HCl}}$ <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verileri formüle eksiksiz yerleştirmeye özen gösteriniz. ➤ Hesaplamayı dikkatli ve doğru yapınız. ➤ Hesaplama hatasının yanlış sonuca neden olacağını unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ İşlemi en az üç kez daha tekrarlayıp üç sonucun ortalamasını alınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Üç farklı tartım almayı unutmayınız. ➤ Titrasyon sonuçlarının ortalamasını alarak faktör ve normaliteyi bulunuz.
<p>0,1 N HCl çözeltisini ikincil (second) standart madde ile ayarlama (Faktörünü Bulma)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 0,1 N faktörü belli (ayarlı) NaOH'dan 10-20 ml arası numuneyi erlene aktarınız.  <p>Resim 1.15: Numuneyi erlene aktarma</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İkincil standart madde olarak ayarlı 0,1 N NaOH çözeltisi hazırlayınız. ➤ Çözelti hazırlarken çözelti hazırlama kurallarına uyunuz. ➤ Alacağınız hacmi belirlemede öğretmeninizden fikir alınız. ➤ Numuneden öğretmeniniz ile belirlediğiniz hacim kadar alınız. ➤ Numuneyi alırken pipet kullanmaya dikkat ediniz. ➤ Numuneyi ağızınızla asla çekmeyiniz.! ➤ Numuneyi temiz ve kuru 250 ml'lik erlene aktarabilirsiniz.

<p>➤ 100 ml saf su ile seyreltiniz.</p>  <p>Resim 1.16: Numuneyi seyreltme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Suyun saf olup olmadığından emin olunuz. ➤ Hacim ölçümünü duyarlı olarak yapınız. ➤ Hacim ölçümü için mezür kullanabilirsiniz. ➤ Ölçtüğünüz saf suyu erlene koyarken dikkatli olunuz. ➤ Seyreltmenin tam olması için erleni biraz çalkalayınız. ➤ Çalkalama yaparken sıçramaları önleyiniz.
<p>➤ Araç ve Gereçleri Kurallarına Uygun Kullanınız !</p>	
<p>➤ 2-3 damla fenolftaleyn indikatörü ilave ediniz.</p>  <p>Resim 1.17: İndikatör ilave etme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fenolftaleyn indikatör çözeltisi hazırlayınız. ➤ İndikatör çözeltiyi hazırlarken çözelti hazırlama kurallarına uyunuz. ➤ İndikatörü fazla damlatmamaya dikkat ediniz. ➤ Pembe renk oluşumunu dikkatli gözlemleyiniz.
<p>➤ Bürete hazırlanan 0,1 N HCl çözeltisini doldurup "0" ayarını yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Titrasyon düzeneği hazırlayınız. ➤ Büretin temiz olmasına dikkat ediniz. ➤ Büretin akıtıp akıtmadığını kontrol etmeyi unutmayınız. ➤ Büretin musluğu çok sıkı ya da gevşek olmamalıdır. ➤ Büreti doldurmadan önce 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalayınız. ➤ Bürete 0,1 N HCl çözeltisi doldururken huni kullanabilirsiniz. ➤ HCl asit yakıcıdır, çalışırken üzerinize ve çevreye dökülmesini önleyiniz. ➤ Bürette hava boşluğu olmamasına



Resim 1.18: Büretin sıfır ayarını yapma

- dikkat ediniz.
- Bürete 0.1 N HCl çözeltisi doldurduktan sonra çözeltinin süzülmesi için bir süre bekleyiniz.
- Büretin "0" ayarını yapınız.
- **DİKKATLİ ÇALIŞINIZ !**

- Erlenindeki ayarlı NaOH çözeltisini büretteki 0,1 N HCl ile damla damla ve sürekli çalkalayarak titre ediniz.



Resim 1.19: Titrasyon yapma

- Sol elinizin baş, işaret ve orta parmakları ile büretin musluğunu, sağ eliniz ile erleni kullanınız.
- Titrasyonu yavaş yavaş ve erleni sürekli çalkalayarak yapınız.
- HCl'nin erlene damla damla akmasına özen gösteriniz.
- Çalkalama yaparken çözeltinin sıçramamasına dikkat ediniz.
- Titrasyonu beyaz bir zemin üzerinde yapmaya özen gösteriniz.

- Çözeltinin rengi pembeden renksiz döndüğünde titrasyona son veriniz ve sarfiyatı kaydediniz.



Resim 1.20: Renk değişimini gözleme

- Çözelti renksizleştğinde titrasyona son veriniz.
- Renk 15 saniye boyunca kaybolmuyorsa büretten harcanan HCl miktarını okuyunuz.
- Okuduğunuz HCl miktarını kaydetmeyi unutmayınız.
- Okumayı büretin çeperlerindeki çözeltinin süzülmesi için titrasyon bittikten 10- 15 saniye sonra yapmaya özen gösteriniz.
- **Dikkatli ve Gözlemci Olunuz!**

<p>➤ Sonucu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Bulduğunuz değerleri aşağıdaki formülde yerine koyarak HCl'nin faktörünü bulabilirsiniz.</p> $F_{HCl} = \frac{F_{NaOH} \times V_{NaOH}}{V_{HCl}}$ <p>➤ Aşağıdaki formül ile de HCl'nin normalitesini bulabilirsiniz.</p> $N_{HCl} = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH}}{V_{HCl}}$ <p>➤ Verileri formüle eksiksiz yerleştirmeye özen gösteriniz</p> <p>➤ Hesaplamayı dikkatli ve doğru yapınız.</p> <p>➤ Hesaplama hatasının yanlış sonuca neden olacağını unutmayınız.</p> <p>➤ Dikkatli Olunuz !</p>
<p>➤ İşlemi en az üç kez daha tekrarlayıp, üç sonucun ortalamasını alınız.</p>	<p>➤ Üç farklı hacim almayı unutmayınız.</p> <p>➤ Titrasyon sonuçlarının ortalamasını alarak faktör ve normaliteyi bulunuz.</p>
<p>➤ Deney raporu yazınız</p>	<p>➤ Rapor hazırlamak çok önemlidir. Öğretmeninizin verdiği kriterlere uygun bir rapor hazırlayınız.</p> <p>➤ Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.</p> <p>➤ Analiz sonrası işlemleri yapınız.</p> <p>➤ Laboratuvar son kontrollerini yapınız.</p>
<p>➤ Laboratuvar Çalışma Kurallarına Uyunuz !</p>	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Aşağıdaki şıklardan doğru olanı işaretleyiniz?

1. Numune çözeltisindeki katı atıkları ortamdan uzaklaştırmak için hangi işlem yapılır.?

- A) Kurutma
- B) Süzme
- C) Yakma
- D) Buharlaştırma

2. Volümetrik analizlerde indikatör niçin kullanılır?

- A) Çözeltinin sıcaklığını ayarlamak için
- B) Madde miktarını bulmak için
- C) Titrasyon dönüm noktasını belirlemek için
- D) Hiçbiri

3. Volumetrik analizlerde titrasyon işlemi için sıvı gıdalardan numune nasıl alınır?

- A) HCl ile seyreltilip alınır.
- B) H_2SO_4 ile seyreltilip alınır.
- C) Saf su ile seyreltilip alınır.
- D) Doğrudan alınır.

4. I - Dönüm noktasını tam olarak sağlamalı.

II - Çözeltinin pH'sini değiştirebilmeli.

III- Reaksiyonu bozmamalı.

IV- Azda olsa reaksiyonu bozabilmeli.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri, iyi bir İndikatörde aranan özelliklerdir?

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

5. Belli pH aralıklarında renk değiştiren, organik boyar maddeler hangi titrasyon için uygun indikatörlerdir?

- A) Çöktürme titrasyonu
- B) Kompleksleştirme titrasyonu
- C) Asit – baz titrasyonu
- D) Redoks titrasyonu

6. I - Analit ile reaksiyonu hızlı olmalı.

II - Analit ile azda olsa reaksiyona girmeli.

III- Dönüm noktası kolayca saptanabilmeli.

IV- Konsantrasyonu kısa sürede değişebilmeli.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri, standart çözeltilerin özelliklerindedir?

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

7. Laboratuvar çalışmalarında hazırlanan çözeltilerin faktörü kaç olmalıdır?

- A) 1,1 – 3,1 arası
- B) 1- 2,1 arası
- C) 0,9 – 1,1 arası
- D) 0,8 – 1 arası

8. I - Maddenin bileşimi tam olarak bilinmelidir.

II - Ayarlanacak çözelti ile hızlı tepkimeye girmelidir.

III- Ayarlanacak çözelti ile yavaş tepkimeye girmelidir.

IV- Eser miktarda yabancı madde içerebilmelidir.

Bir bileşiğin birincil standart madde olarak kullanılabilmesi için yukarıdaki özelliklerden hangilerini taşımalıdır?

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

9. I - Tepkime tam olmalıdır.

II - Tepkime yavaş olmalıdır.

III- Titrasyon tepkimesi kesin bir şekilde belli olmalıdır.

IV- Tepkime hızlı olmalıdır.

Volumetrik analizlerde bir kimyasal olaydan yararlanmak için gerekli olan şartlar yukarıdakilerden hangileridir?

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

10. I - Titrasyona indikatörün rengi en az 2 sn. kalıcı olana kadar devam edilmelidir.

II - Titrasyon bitiminden 10- 15 sn. sonra okuma yapılmalıdır.

III- Titrasyona başlamadan önce büretin ucundaki damla kâğıtla silinmelidir.

IV- Ayarlı çözelti analiz öncesi mutlaka çalkalanmalıdır.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri, titrasyonda uyulması gereken kurallardandır?

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

11. Aşağıdakilerden hangisi volumetrik analizlerde hata kaynaklarından biri değildir?
- A) Kullanılan kapların temiz olmaması
 - B) Yanlış indikatör seçilmesi
 - C) Titrasyon sonunda son damlanın büretten alınması
 - D) Analiz çözeltisinde yabancı maddelerin bulunması
12. 0,1 N KMnO_4 çözeltisini ayarlamak için 0,2 g $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ tartılıyor. Gerekli işlemler yapıldıktan sonra dönüm noktasında KMnO_4 'ün sarfiyatı 20 ml bulunuyor. KMnO_4 'ün faktörünü bulunuz. (Na = 23, C = 12, O = 16 g/mol.)
- A) 1,49
 - B) 1,58
 - C) 1,48
 - D) 1,59
13. Katı Na_2CO_3 'ten 0,1223 g hassas tartım alınıyor. Yaklaşık 0,1 N olarak hazırlanmış HCl ile titre ediliyor. HCl'nin sarfiyatı 22 ml olduğuna göre, HCl'nin kesin normalitesini bulunuz. (Na = 23, C = 12, O = 16 g/mol.)
- A) 0,1059
 - B) 0,1029
 - C) 0,1039
 - D) 0,1049
14. Yaklaşık 0,1 N derişimdeki bir asit çözeltisinin ayarlama işlemi sonunda gerçek derişimi 0,1024 N bulunmuştur. Bu çözeltinin faktörünü bulunuz.
- A) 1,023
 - B) 1,022
 - C) 1,021
 - D) 1,024
15. I - Örneğin analize hazırlanması
II - Ayarlı çözeltinin hazırlanması
III- Titrasyonun yapılması
IV- İndikatör seçimi
- Yukarıda karışık olarak verilen volumetrik analiz aşamaları aşağıdaki şıklardan hangisinde sıralı olarak verilmiştir?
- A) I, II, III, IV
 - B) I, IV, III, II
 - C) I, IV, II, III
 - D) IV, I, II, III

Aşağıdaki boşluklara tabloda verilen uygun kelimeleri yazınız.

1. Volumetrik analizlerde analiz edilecek numunenin mutlaka halinde bulunması gerekir.
2. Eşdeğerlik noktasını belirlemek için kullanılan belirteçlere denir.
3. Volumetrik analizlerde analizlerin doğruluğu için çözeltiler kullanılır.
4. Titrasyonda kullanılan çözeltilerin derişimini tam olarak hesaplayabilmek için tayini yapılır.
5. Volumetride çözeltiliyi ayarlayabilmek için kullanılan çok saf maddeye madde denir.
6. Çözeltilerin ayarlanmasında kullanılan birincil standart maddenin eşdeğer kütlesi olmalıdır.
7. Bir maddenin ayarlı bir çözeltilinin belirli hacmi ile tam olarak tepkimeye sokularak miktarının bulunması olayına denir.
8. Bir titrasyonda ayarlı çözeltilinin titre edilen maddeyi tam olarak tükettiği noktayadenir.
9. Titrasyona indikatörün rengi en az sn. kalıcı oluncaya kadar devam edilmelidir.
10. Bürette okuma titrasyon bitiminden sn. sonra yapılmalıdır.

İndikatör
Çözelti
Katı
10-15
Ayarlı
Faktör
Birincil standart
İkincil standart
Büyük
Küçük
Titrasyon
5
eşdeğerlik noktası
15
dönüm noktası
10-15

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen 0,1 N NaOH çözeltisini ikincil standart madde (ayarlı 0,1 N HCl çözeltisi) ile ayarlayınız.

Yaptığınız işlemleri aşağıdaki değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Analiz öncesi hazırlıkları yaptınız mı?		
2	0,1 N NaOH çözeltisini çözelti hazırlama kurallarına uygun olarak hazırladınız mı?		
3	Metil oranj indikatör çözeltisi hazırladınız mı ?		
4	Titrasyon düzeneği kurdunuz mu?		
5	Büretin kullanıma hazır olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
6	Büreti 0,1 N NaOH çözeltisi ile birkaç kez çalkaladınız mı?		
7	Büreti 0,1 N NaOH çözeltisi ile doldurup sıfır ayarını yaptınız mı?		
8	Ayarlı 0,1 N HCl çözeltisinden 20 ml duyarlı olarak pipetle aldınız mı?		
9	İçinde biraz saf su bulunan 250 ml lik erlene aktardınız mı?		
10	Üzerine 50 ml saf su ekleyerek seyreltiniz mi?		
11	Erlendeki çözeltiye 1-2 damla metil oranj indikatörü damlattınız mı?		
12	Büretteki 0,1 N NaOH çözeltisi ile renk kırmızıdan portakala dönene kadar titre ettiniz mi?		
13	15 sn. bekleyip rengin değişip değişmediğini kontrol ettiniz mi?		
14	Harcanan NaOH miktarını kaydettiniz mi?		
15	Bulduğunuz verileri formüle yerleştirip sonucu doğru olarak hesapladınız mı?		
16	İşlemi en az üç farklı hacimle tekrarlayıp ortalamasını aldınız mı?		
17	Rapor hazırlayıp, hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla tartıştınız mı?		
18	Analiz sonrası işlemleri yaptınız mı?		
19	Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Cevaplarınızda tereddütleriniz varsa öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyeti sonunda uygun ortam sağlandığında analiz metoduna uygun olarak asit – baz tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Asit – baz titrasyonları en çok hangi gıdaların analizlerinde kullanılıyor araştırınız. Araştırmanızı rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Gıdaların yapısında en çok hangi organik asitler bulunuyor araştırınız. Araştırmanızı sunum halinde hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. ASİT – BAZ (NÖTÜRLEŞTİRME) TİTRASYONLARI

Volumetride; ayarlı bir baz çözeltisi ile asit miktarı tayinine **asidimetri**, ayarlı bir asit çözeltisi ile baz miktarı tayinine ise **alkalimetri** denir. Bunların her ikisine birden **asit-baz titrasyonu** veya **nötürleştirme titrasyonu** denir.

Başka bir deyişle; hidroksit iyonu ile hidrojen iyonunun tepkimeye girip su meydana getirmesi temeline dayanan titrasyonlara **asit-baz titrasyonu** veya **nötürleştirme titrasyonu** denir.

Birçok organik veya inorganik bileşikler, bunların asidik ve bazik özelliklerinden yararlanarak asit-baz titrasyonları ile tayin edilebilirler.

Asit-baz titrasyonları, asit ve baz örneklerinin analizi için en duyarlı ve en çabuk analiz yöntemidir. Bir çözeltide baz miktarını tayin etmek için çoğunlukla kuvvetli bir asit, örneğin; hidroklorik asit, asit miktarını tayin etmek için ise kuvvetli bir baz, örneğin; sodyum hidroksit kullanılır.

Her asit ve baz; bu titrasyonlarda kullanılmaz bu yüzden kullanılacak asit ve bazlarda aranan başlıca özellikler şunlardır:

- Sulu ortamda önemli ölçüde iyonlarına ayrılmalıdır.
- Seyreltik çözeltilerinde uçucu olmamalıdır.
- Seyreltik çözeltileri hava ve ışıktan kolaylıkla etkilenmemelidir.
- Seyreltik çözeltileri kuvvetli yükseltgen veya indirgen olmamalıdır.
- Ortamda bulunan tuzları suda çözünmelidir.

Asit – baz titrasyonlarının hemen hemen tamamında kuvvetli asit veya kuvvetli baz çözeltileri, ayarlı çözelti olarak kullanılırlar.

2.1. Asit – Baz İndikatörleri

Asit - baz indikatörleri çoğu organik boyalar olup belli pH aralıklarında renk değiştiren maddelerdir.

Asit - baz indikatörlerinde her indikatörün pH aralığı farklıdır ve titrasyonun eşdeğerlik noktası dikkate alınarak hangi indikatörün seçileceğine karar verilir.

Asit - baz indikatörleri reaksiyonun bittiği noktada renksizleşir veya başka renge dönüşürler. Bu indikatörler zayıf asit veya zayıf bir baz özelliğindedirler. Ortamın hidrojen iyonu derişimi yani asitliğine göre renk değiştirirler. Asit ve baz titrasyonlarında genellikle fenolftaleyn ve metil oranj kullanılır.

İndikatör	pH aralığı	Asit Rengi	Baz Rengi	İndikatör Derişimi (g/100mL)	Çözücüsü
Metil Oranj	3.1 - 4.5	Kırmızı	Sarı	0.1	Su
Bromkresol Yeşili	3.8 - 5.5	Sarı	Mavi	0.02	%95 Etanol
Bromfenol Mavi	3.0 – 4.6	Sarı	Mavi	0.04	%20 Etanol
Fenol Kırmızısı	6.4 – 8.0	Sarı	Kırmızı	0.1	Su
Alizarin Sarısı	10.0-12.1	Sarı	Viyole	0.1	su
Bromfenol Kırmızısı	5.2 – 7.0	Sarı	Kırmızı	0.04	7.8 ml 0.01 N NaOH + su
Timol Mavisi	1.2 - 2.8	Kırmızı	Sarı	0.1	%95 Etanol
Metil Kırmızısı	4.2 – 6.3	Kırmızı	Sarı	0.1	%95 Etanol
Fenolftaleyn	8.3–10.0	Renksiz	Kırmızı	1.0	%95 Etanol

Tablo 2.1: Bazı asit – bazı indikatörler, pH aralıkları ve hazırlanışları

➤ Asit-baz indikatörleri seçilirken dikkat edilmesi gereken kurallar:

- Deney sırasında eklenen indikatör miktarı 2 damladan fazla olmamalıdır. Çünkü bazı titrantlar indikatörlerle reaksiyona girip rengini değiştirebilir. Bu ihtimali göz ardı edebilmek için eklenen indikatör hacmi çok az olmalıdır.
- Titrasyon sırasında, indikatörün ilk renk değiştirdiği görüldüğü anda titrasyon bitirilmelidir.
- Deney sırasında seçilecek olan indikatörün renk değiştirme pH'si titre edilen çözeltilerin eşdeğerlik pH'sine uymalıdır.
- Özellikle metil oranj ve metil kırmızısı indikatörleri sıcak çözeltilerin titrasyonunda kullanılmamalıdır. Çünkü bu indikatörlerin görülebilen renk değişiklikleri sıcaklık artması ile daha düşük pH'lere kayar.

2.2. Asidimetri

Ayarlı bir baz çözeltisi ile bir numunedeki asit miktarı tayinine asidimetri denir. Örneğin ; faktörü 1 olan 0,1 N NaOH çözeltisi ile HCl'nin gram miktarının bulunması.

2.2.1. Asidimetride Kullanılan Başlıca Bazlar

Asidimetride en çok kullanılan baz, sodyum hidroksittir (NaOH). bunun yanında potasyum hidroksit ve baryum hidroksitte kullanılan bazlar arasındadır. Bu bazlardan hiçbiri birincil standart olabilecek saflıkta değildirler.

Bu yüzden asidimetri de ayarlı bir çözelti hazırlayabilmek için önce yaklaşık derişimde bir baz çözeltisi hazırlanır. Daha sonra birincil veya ikincil standart madde ile ayarlanır.

➤ Bazların ayarlanması

Bir çözeltideki asit miktarının tayin edilebilmesi için ayarlı bir baz çözeltisinin hazırlanması gerekir. Asidimetride ayarlı baz çözeltisi olarak genellikle sodyum hidroksit (NaOH) kullanılır. Yaklaşık derişimde hazırlanan NaOH çözeltisi birincil standart madde veya ayarlı bir asit (ikincil standart madde) ile ayarlanır. Genellikle birincil standart madde olarak potasyum asitftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) ikincil standart madde olarak da HCl çözeltisi kullanılır.

➤ 0,1 N NaOH çözeltisinin hazırlanması

Sodyum hidroksit oldukça nem çekici ve karbondioksit soğurucu özelliğe sahip olduğu için birincil standart madde olarak kullanılmaz. Analitik amaçla yeni açılmış katı sodyum hidroksit yaklaşık % 97 saflıktadır. Ayarlı baz çözeltisinin safsızlık olarak karbonat içermemesi gerekir. Çünkü karbonat, titrasyon sırasında fenolftaleyn ve metil oranj indikatörleri ile sodyum hidroksitten farklı dönüm noktaları verir. Bu nedenle yaklaşık 0,1 N derişimde karbonatsız sodyum hidroksit çözeltisi başlıca üç şekilde hazırlanabilir.

- Katı NaOH'den yaklaşık 10 g tartılır.
- Temiz ve kuru 250 ml'lik balon jöjeye aktarılır.
- Önceden kaynatılıp soğutulmuş 50 ml saf su ile çözüdürülür
- Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.
- İçine 1 g BaCl_2 eklenerek karbonatın çökmesi sağlanır.
- 1 M Na_2SO_4 çözeltisinden 5 ml eklenerek baryum iyonlarının aşırısı çöktürülür.
- 1 saat dinlendirilir.
- Üstteki berrak kısımdan bir pipet yardımıyla 100 ml alınarak balon jöjeye aktarılır.
- Kaynatılıp soğutulmuş saf su ile litreye tamamlanır.
- Ağzı kapalı olarak şişede saklanır.

- Sodyum hidroksitin içerdiği karbonat safsızlığının, yalnız katı tabletlerin yüzeyinde olduğu bununda yıkanarak giderilebileceği kabul edilir. Bunun için;
 - Yaklaşık 8 g NaOH tartılır.
 - Her bir tanecik ağırlığının yarısı gidinceye kadar yıkanır.
 - Litrelik balon jöjeye konur.
 - Saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.
 - Ağzı kapalı olarak şişede saklanır.
- Üçüncü yöntemde ise sodyum karbonatın doygun sodyum hidroksit çözeltisinde çözünmesi özelliğinden yararlanır. Doygun NaOH çözeltisi yaklaşık 19 M derişimdedir. Bunu için;
 - 25 g NaOH tartılır.
 - 15 ml saf suda çözülür.
 - Çözelti pyrex bir şişede ağzı kapalı olarak birkaç gün bekletilir. Bu sırada Na₂CO₃ dibe çöker.
 - Üstteki berrak çözeltiden 5,5 ml alınır.
 - Litrelik balon jöjeye aktarılır.
 - Kaynatılıp soğutulmuş saf su ile litreye tamamlanır.
 - Ağzı kapalı olarak şişede saklanır.

➤ **0,1 N NaOH çözeltisinin potasyum asitftalat ile ayarlanması**

- Deney yapılmadan önce potasyum asitftalat (PAF) etüvde 100 – 110 °C'de sabit tartıma gelene kadar (yaklaşık 1-2 saat) kurutulup desikatörde soğutulur.
- Potasyum asitftalattan yaklaşık 0,8 – 1,0 g dolayında duyarlı olarak tartılır. Tartım işleminin virgülden sonra dördüncü haneye kadar doğru yapılmasına dikkat edilmelidir.
- Tartılan madde 250 ml'lik erlene konur.
- Üzerine 50 ml saf su koyularak çözündürülür.
- Çözeltinin üzerine 1-2 damla fenolftaleyn indikatörü ilave edilir.
- Büret yaklaşık derişimde hazırlanan 0,1 N NaOH'nin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N NaOH ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
- Erlendeki çözelti bürettteki NaOH ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Erlendeki renksiz çözeltinin rengi ilk pembeleştiği an titrasyon durdurulur. Erlen çalkalanır. Pembe renk 30 sn. kalıcı olmalıdır. Eğer pembe renk daha önce kaybolursa 1-2 damla daha NaOH eklenir.
- Harcanan NaOH miktarı kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak NaOH çözeltisinin faktörü hesaplanır.

$$F = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{Ş}} \times S \times N}$$

- F** = Ayarlanacak 0,1 N NaOH çözeltisinin aranan faktörü
S = Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (ml)
N = Yaklaşık derişimde hazırlanan NaOH' in normalitesi (0,1 N)
T = Tartılan potasyum asitftalat miktarı (gram)
m_{EŞ} = Potasyum asitftalat' ın eşdeğer kütlesi (204g)

Faktör bulunduktan sonra aşağıdaki formüller yardımı ile de 0,1 N NaOH'nin kesin normalitesi bulunur.

$$N_{\text{Kesin (NaOH)}} = N_{\text{Yaklaşık (NaOH)}} \times F_{(\text{NaOH})}$$

veya

$$N = \frac{T \times 1000}{m_{E\text{Ş}} \times V}$$

- N** = NaOH çözeltisinin kesin derişimi (normalitesi)
V = Titrasyonda harcanan NaOH miktarı (ml)
T = Tartılan potasyum asitftalat miktarı (gram)
m_{EŞ} = Potasyum asitftalatın eşdeğer kütlesi (= eşdeğer gram)

İşlem en az üç kez ve her seferinde farklı tartım alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör ve kesin normalite bulunur.

➤ **0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlı HCl ile ayarlanması**

- Ayarlı 0,1 N HCl asit çözeltisinden 10–20 ml arası duyarlı olarak pipetle alınır.
- İçinde biraz saf su bulunan 250 ml'lik erlene aktarılır.
- Üzerine 50 ml saf su ilave edilerek seyreltilir.
- Erlene 2-3 damla metil oranj indikatör çözeltisinden ilave edilir.
- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret ayarlanacak 0,1 N NaOH çözeltisinin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N NaOH ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
- Erlendeki ayarlı HCl çözeltisi büretteki 0,1 N NaOH çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Çözeltinin rengi kırmızıdan portakal rengine döndüğünde titrasyona son verilir.
- Harcanan NaOH miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak NaOH çözeltisinin faktörü hesaplanır.

$$F_{NaOH} \times V_{NaOH} = F_{HCl} \times V_{HCl}$$

$$F_{NaOH} = \frac{F_{HCl} \times V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

- F_{NaOH} = Ayarlanacak NaOH' in aranan faktörü
 V_{NaOH} = Ayarlanacak NaOH çözeltisinden harcanan hacim (ml)
 F_{HCl} = Ayarlı HCl çözeltisinin bilinen faktörü
 V_{HCl} = Ayarlı HCl çözeltinden alınan hacim (ml)

Faktör bulunduktan sonra aşağıdaki formüller yardımı ile de 0,1 N NaOH'nin kesin normalitesi bulunur.

$$N_{Kesin (NaOH)} = N_{Yaklaşık (NaOH)} \times F_{(NaOH)}$$

veya

$$N_{NaOH} = \frac{N_{HCl} \times V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

- N_{NaOH} = Ayarlanacak NaOH'nin aranan kesin normalitesi
 V_{NaOH} = Ayarlanacak NaOH çözeltisinden harcanan hacim (ml)
 N_{HCl} = Ayarlı HCl çözeltisinin kesin normalitesi
 V_{HCl} = Ayarlı HCl çözeltinden alınan hacim (ml)

- İşlem en az üç kez farklı hacim alınarak tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak faktör ve kesin normalite bulunur.

➤ HCl Miktarının bulunması

Ayarlı baz çözeltisi kullanarak verilen bir numunedeki asit miktarı bulunabilir.

- **İşlem basamakları :**
 - Tayini yapılacak HCl çözeltisinden 10-20 ml arasında numune duyarlı olarak pipetle alınır.
 - İçinde biraz saf su bulunan 250 ml'lik erlene aktarılır.
 - 100 ml'ye saf su ile seyreltilir.
 - Erlene 2-3 damla metil oranj indikatör çözeltisinden ilave edilir.
 - Titrasyon düzeneği kurulur.
 - Büret ayarlı 0,1 N NaOH çözeltisinin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N NaOH ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır
 - Erlendeki çözelti büretteki 0,1 N NaOH çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.

- Çözeltinin rengi kırmızıdan portakal kabuğu rengine döndüğünde titrasyona son verilir.
- Harcanan NaOH miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak HCl miktarı hesaplanır.
- İşlem en az üç örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak HCl miktarı bulunur.

$$m_{HCl(gr)} = \frac{F_{NaOH} \times N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times m_{EŞ(HCL)}}{1000}$$

veya

$$HCl (g) = N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 10^{-3} \times m_{EŞ(HCl)}$$

Formüllerinden bir ile HCl miktarı bulunur.

Genel olarak herhangi bir asidin miktarı bulunmak isteniyorsa;

$$m_{(gr)} = \frac{F \times N \times V \times m_{EŞ}}{1000}$$

- F** = Ayarlı baz çözeltisinin faktörü
N = Ayarlı baz çözeltisinin **yaklaşık** normalitesi
V = Ayarlı baz çözeltisinin sarfiyatı
m_{EŞ} = Miktarı tayin edilecek asidin eşdeğer kütlesi
m = Aranılan asidin miktarı (g)

veya

$$Asit (g) = N_{BAZ} \times V_{BAZ} \times 10^{-3} \times \text{asidin eşdeğer kütlesi}$$

N_{BAZ} = Ayarlı baz çözeltisinin kesin normalitesi

V_{BAZ} = Ayarlı baz çözeltisinin sarfiyatı

Örnek : 25 ml HCl numunesinden alınıp, faktörü 0,95 olan 0,1 N NaOH çözeltisinin 30 ml'si ile titre edilmiştir. Numunedeki HCl miktarını hesaplayınız. (H = 1, Cl= 35,5, g/mol.)

1. Çözüm :

$$\begin{aligned} F_{NaOH} &= 0,95 \\ V_{NaOH} &= 30 \text{ ml} \\ N_{NaOH} &= 0,1 \\ m_{EŞ(HCl)} &= 36,5 \end{aligned}$$

$$m_{HCl} = ?$$

Bilinen değerler formülde yerine konulur;

$$m_{HCl(g)} = \frac{F_{NaOH} \times N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times m_{E\check{S}(HCl)}}{1000}$$

$$m_{HCl(g)} = \frac{0,95 \times 0,1 \times 30 \times 36,5}{1000}$$

$$m_{HCl(g)} = 0,1040 \text{ g.HCl} / 25 \text{ ml.}$$

25 ml numune çözeltisinde 0,1040 g HCl vardır.

2. Çözüm :

HCl miktarını aşağıdaki formül ile de bulabiliriz.

$$HCl (g) = N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 10^{-3} \times m_{E\check{S}(HCl)}$$

Önce NaOH'nin kesin derişimi aşağıdaki gibi bulunur.

$$N_{kesin (NaOH)} = N_{yaklaşık (NaOH)} \times F_{(NaOH)}$$

$$= 0,1 \times 0,95$$

$$= 0,095 \text{ NaOH'nin kesin derişimi } 0,095 \text{ normalitedir.}$$

Verilenler formülde yerine konulur:

$$HCl (g) = N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 10^{-3} \times m_{E\check{S}(HCl)}$$

$$= 0,095 \times 30 \times 10^{-3} \times 36,5$$

$$= 0,1040 \text{ g HCl} / 25 \text{ ml}$$

➤ Asetik asit miktarının bulunması

• İşlem basamakları :

- Asetik asit (CH₃COOH) çözeltisinden 1-5 ml arasında numune duyarlı olarak pipetle alınır.
- Temiz ve kuru 250 ml'lik erlene aktarılır.
- 100 ml'ye saf su ile seyreltilir.
- Erlene 2-3 damla fenolftaleyn indikatör çözeltisinden ilave edilir. (Çözelti renksizdir.)

- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret ayarlı 0,1 N NaOH çözeltisinin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N NaOH ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
- Erlenindeki renksiz çözelti büretteki 0,1 N NaOH çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Çözeltinin rengi açık pembeye döndüğünde titrasyona son verilir.
- Harcanan NaOH miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak asetik asit miktarı hesaplanır.
- İşlem en az üç örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak asetik asit miktarı bulunur. (CH_3COOH ' in $m_{E\text{Ş}}$ = 60 g'dır.)

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}(\text{g})} = \frac{F_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \times m_{E\text{Ş}}(\text{CH}_3\text{COOH})}{1000}$$

2.3. Alkalimetri

Ayarlı bir asit çözeltisi ile bir numunedeki baz miktarı tayinine alkalimetri denir. Örneğin; faktörü 1 olan 0,1 N HCl çözeltisi ile NaOH'nin gram miktarının bulunması.

2.3.1. Alkalimetride Kullanılan Başlıca Asitler

Alkalimetrede en çok kullanılan asit hidroklorik asittir (HCl). Ayrıca sülfürik asit de (H_2SO_4) kullanılmaktadır. Özellikle bu iki çözeltinin kullanılmasının nedeni, seyreltik çözeltilerinin uzun süre aynı derişimde saklanabilmeleridir.

Alkalimetride ayarlı bir asit çözeltisi hazırlayabilmek için önce yaklaşık derişimde bir asit çözeltisi hazırlanır. Daha sonra birincil veya ikincil standart madde ile titre edilerek derişimi bulunur.

2.3.2. Asitlerin Ayarlanması

Bir çözeltildeki baz miktarının tayin edilebilmesi için ayarlı bir asit çözeltisinin hazırlanması gerekir.

Alkalimetride ayarlı asit çözeltisi olarak genellikle HCl kullanılır. Yaklaşık derişimde hazırlanan HCl çözeltisi birincil standart madde ile veya ayarlı bir baz çözeltisi (ikincil standart madde) ile ayarlanır. Genellikle birincil standart madde olarak Na_2CO_3 ikincil standart madde olarak ayarlı NaOH çözeltisi kullanılır.

0,1 N HCl çözeltisinin hazırlanması ve ayarlanması 1. Öğrenme Faaliyetinde anlatılmıştı. Faaliyete dönüp bakabilirsiniz.

2.3.3. NaOH Miktarının Bulunması

Ayarlı asit çözeltisi kullanılarak verilen bir numunedeki baz miktarı bulunur.

➤ **İşlem basamakları :**

- Tayini yapılacak NaOH çözeltisinden 10-20 ml arasında numune duyarlı olarak pipetle alınır.
- Temiz ve kuru 250 ml'lik erlene aktarılır.
- 100 ml'ye saf su ile seyreltilir.
- Erlene 2-3 damla fenolftaleyn indikatör çözeltisinden ilave edilir. (Çözelti rengi açık pembe olur.)
- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret ayarlı 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N HCl ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
- Erlendeki çözelti büretteki 0,1 N HCl çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Çözeltinin rengi açık pembe renksiz döndüğünde titrasyona son verilir.
- Harcanan HCl miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak NaOH miktarı hesaplanır.
- İşlem en az üç örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak NaOH miktarı bulunur.

$$m_{NaOH(g)} = \frac{F_{HCl} \times N_{HCl} \times V_{HCl} \times m_{EŞ(NaOH)}}{1000}$$

veya

$$NaOH(g) = N_{(HCl)} \times V_{HCl} \times 10^{-3} \times m_{EŞ(NaOH)}$$

Formüllerinden bir ile NaOH miktarı bulunur.

Genel olarak herhangi bir bazın miktarı bulunmak isteniyorsa;

$$m_{(gr)} = \frac{F \times N \times V \times m_{EŞ}}{1000}$$

- F** = Ayarlı asit çözeltisinin faktörü
N = Ayarlı asit çözeltisinin normalitesi
V = Ayarlı asit çözeltisinin sarfiyatı
m_{EŞ} = Miktarı tayin edilecek bazın eşdeğer kütlesi
m = Aranılan bazın miktarı (g)

veya

$$Baz(g) = N_{ASİT} \times V_{ASİT} \times 10^{-3} \times \text{bazın eşdeğer kütlesi}$$

- N_{ASİT}** = Ayarlı asit çözeltisinin kesin normalitesi
V_{ASİT} = Ayarlı asit çözeltisinin sarfiyatı

Örnek : Bir NaOH çözeltisinden alınan 20 ml numune çözeltisi faktörü 0,99 olan 0,125 N HCl çözeltisinin 41 ml'si ile titre edilmiştir. Numunedeki NaOH miktarını hesaplayınız. (Na = 23, O= 16, H=1 g/mol.)

1. Çözüm :

$$F_{HCl} = 0,99$$

$$V_{HCl} = 41 \text{ ml}$$

$$N_{HCl} = 0,125$$

$$m_{E\check{S}(NaOH)} = 40 \text{ g}$$

$$m_{(NaOH)} = ?$$

Bilinen değerler formülde yerine konulur;

$$m_{NaOH(gr)} = \frac{F_{HCl} \times N_{HCl} \times V_{HCl} \times m_{E\check{S}(NaOH)}}{1000}$$

$$m_{NaOH(gr)} = \frac{0,99 \times 0,125 \times 41 \times 40}{1000}$$

$$m_{NaOH(gr)} = 0,20295 \text{ gr. NaOH} / 20 \text{ ml.}$$

20 ml numune çözeltisinde 0,20295 g NaOH vardır.

2. Çözüm :

NaOH miktarını aşağıdaki formül ile de bulabiliriz.

$$NaOH (g) = N_{(HCl)} \times V_{HCl} \times 10^{-3} \times m_{E\check{S}(NaOH)}$$

Önce HCl' in kesin derişimini bulalım.

$$N_{kesin(HCl)} = N_{yaklaşık(HCl)} \times F_{(HCl)}$$

$$= 0,125 \times 0,99$$

$$= 0,12375 \text{ HCl'nin kesin derişimi } 0,12375 \text{ normalitedir.}$$

Verilenler formülde yerine konulur:

$$NaOH (g) = N_{(HCl)} \times V_{HCl} \times 10^{-3} \times m_{E\check{S}(NaOH)}$$

$$= 0,12375 \times 41 \times 10^{-3} \times 40$$

$$= 0,20295 \text{ g NaOH} / 20 \text{ ml}$$

2.3.4. NH₃ (Amonyak) Miktarının Bulunması

➤ **İşlem basamakları :**

- 40 ml derişik NH₃ alınır, litrelik balon jöjeye konur ve hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.
- Hazırlanan NH₃ çözeltisinden 10-20 ml arasında numune duyarlı olarak pipetle alınır.
- Temiz ve kuru 250 ml'lik erlene aktarılır.

- 100 ml'ye saf su ile seyreltilir.
- Erlene 2-3 damla metil red indikatör çözeltisinden ilave edilir. (Çözelti rengi sarıdır.)

Metil Red indikatörünün Hazırlanması : 0,1 g Metil red tartılır. 100 ml'lik balon jöjeye konur. 60 ml %95'lik etil alkolde çözülür. Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

- Titrasyon düzeneği kurulur.
- Büret ayarlı 0,1 N HCl çözeltisinin 3-4 ml'si ile çalkalandıktan sonra 0,1 N HCl ile doldurulur ve sıfır ayarı yapılır.
- Erlendeki çözelti büretteki 0,1 N HCl çözeltisi ile damla damla ve sürekli çalkalanarak titre edilir.
- Çözeltinin rengi açık pembeye döndüğünde titrasyona son verilir.
- Harcanan HCl miktarı (sarfiyatı) kaydedilir.
- Bulunan değerler aşağıdaki formülde yerine konularak NH₃ miktarı hesaplanır.
- İşlem en az üç örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak NH₃ miktarı bulunur. (NH₃'ün m_{EŞ} = 17' dir.)

$$m_{NH_3(g)} = \frac{F_{HCl} \times N_{HCl} \times V_{HCl} \times m_{EŞ(NH_3)}}{1000}$$

2.4. Asit – Baz Titrasyonlarında Dikkat Edilecek Noktalar

- Bazik çözeltiler büret içinde bekletilmemeli, hemen boşaltılmalıdır. Çünkü bütetin iç cidarlarını aşındırır.
- Bir asit – baz indikatörü her konsantrasyon ve pH aralığında kullanılamayacağı için dikkatli seçilmelidir.
- Titrasyon çözeltileri iyi kapatılmış şişelerde saklanmalıdır. Buharlaşma ile çözeltinin derişimi değişebilir.
- pH İndikatörleri asit veya baz olduğundan ortama gereğinden fazla ilave edilmemelidir. Fazlası dönüm noktasının belirlenmesini zorlaştırır.
- Çözeltiler gereğinden fazla seyreltilmemelidir. Seyreltme sonucu, aynı titrasyon için kullanılacak indikatör bile değişebilir.
- Büret, içine konulacak çözelti ile birkaç kez çalkalanmalıdır.
- Titrasyon en az üç kez yapılmalı ve hesaplanan sonuçlar arasında binde 1-2 kadar bir fark olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ


Titration yaparak gıda örneğindeki % asit miktarını bulunuz.



➤ **Kullanılan araç gereçler**




- Gıda örneği (portakal suyu)
- Puar
- 100 ml'lik balon joje
- 1 litrelik balon joje
- 250ml'lik erlen
- Beher
- Büret
- Kıskaç
- Spor
- Pipet
- Mezür
- Piset
- Damlalıklı şişe
- Diğer laboratuvar araç-gereçleri

➤ **Kullanılan kimyasal maddeler**

- Saf Su
- Alkolde çözülmüş % 1'lik fenolftaleyn indikatör çözeltisi
- 0,1 N NaOH çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Uygun miktarda (5-25 ml) gıda örneği (portakal suyu) alınır ve 250 ml'lik erlene aktarılır.</p>  <p>Resim 2.1: Gıda örneği alma</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıklarınızı yapınız.➤ Gıda örneğini iyice çalkalayınız.➤ Erlenin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.➤ Alacağınız hacmi belirlemede öğretmeninizden fikir alınız.➤ Numuneden öğretmeniniz ile belirlediğiniz hacim kadar alınır.➤ Numuneyi pipet veya puar yardımı ile alınır.➤ Aldığınız örneği erlene dikkatli aktarınız.➤ Hacim ölçümünü duyarlı yapmaya özen gösteriniz.➤ Hacim ölçümünde okumanın renkli sıvılarda kavisin üst kısmından, renksiz sıvılarda kavisin alt kısmından göz hizasında yapılması gerektiğini unutmayınız.➤ DİKKATLİ VE TİTİZ ÇALIŞINIZ !
<p>➤ Saf su ile (50-100 ml) seyreltiniz.</p>	<p>➤ Numunenin kaç ml saf su ile seyreltileceğine öğretmeniniz ile</p>

 <p>Resim 2.2: Örneği seyreltme</p>	<p>birlikte karar veriniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hacim ölçümünü duyarlı yapmaya özen gösteriniz. ➤ Hacim ölçümü için mezür kullanabilirsiniz. ➤ Ölçtüğünüz saf suyu erlene koyarken dikkatli olunuz. ➤ Seyreltmenin tam olması için erleni biraz çalkalayınız. ➤ Çalkalama yaparken sıçramaları önleyiniz.
<p>➤ 2-3 damla fenolftaleyn indikatörü ilave ediniz.</p>  <p>Resim 2.3: İndikatör ilave etme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fenolftaleyn indikatör çözeltisi hazırlayınız. ➤ İndikatör çözeltisini hazırlarken çözelti hazırlama kurallarına uyunuz. ➤ İndikatörü fazla damlatmamaya dikkat ediniz. ➤ İndikatörü fazla damlattığımızda dönüm noktasının zor gözlemleneceğini unutmayınız.
<p>➤ Bürete hazırlanan 0,1 N NaOH çözeltisi doldurup "0" ayarını yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 0,1 N NaOH çözeltisini çözelti hazırlama kurallarına uyararak hazırlayınız. ➤ Titrasyon düzeneği kurunuz. ➤ Büretin temiz olmasına dikkat ediniz. ➤ Büretin akıtıp akıtmadığını kontrol etmeyi unutmayınız. ➤ Büretin musluğu çok sıkı ya da gevşek olmamalıdır. ➤ Büreti doldurmadan önce 0,1 N NaOH çözeltisinin 3-4 ml'si ile birkaç kez çalkalayınız. ➤ Bürete 0,1 N NaOH çözeltisi doldururken huni kullanabilirsiniz. ➤ Bürette hava boşluğu olmamasına dikkat ediniz. ➤ Bürete 0,1 N NaOH çözeltisi

	<p>doldurduktan sonra çözeltinin süzülmesi için bir süre bekleyiniz.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Büretin “0” ayarını yapınız.
<p>➤ Erlenindeki çözeltiyi büretteki 0,1 N NaOH ile damla damla ve sürekli çalkalayarak titre ediniz.</p>  <p>Resim 2.4: Titrasyon yapma</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sol elinizin baş, işaret ve orta parmakları ile büretin musluğunu, sağ eliniz ile erleni kullanınız. ➤ Titrasyonu yavaş yavaş ve erleni sürekli çalkalayarak yapınız. ➤ NaOH'nin erlene damla damla akmasına özen gösteriniz. ➤ Çalkalama yaparken çözeltinin sıçramamasına dikkat ediniz. ➤ Titrasyonu beyaz bir zemin üzerinde yapmaya özen gösteriniz. ➤ Bürette kalan son damlayı erlene almayı unutmayınız.
<p>➤ Çözeltinin rengi pembe olunca titrasyona son veriniz ve sarfiyatı kaydediniz.</p>  <p>Resim 2.5 : Dönüm noktasını gözlemlenme</p>  <p>Resim 2.6 : Renk değişimini gözlemlenme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pembe renk oluşunca titrasyona son veriniz. ➤ Erlenin çalkaladığınızda açık pembe rengin 30 saniye boyunca kaybolmamasına dikkat ediniz. ➤ Renk 30 saniye boyunca kaybolmuyorsa büretten harcanan NaOH miktarını okuyunuz. ➤ Okuduğunuz NaOH miktarını kaydetmeyi unutmayınız. ➤ Okumayı büretin çeperlerindeki çözeltinin süzülmesi için titrasyon bittikten 10- 15 saniye sonra yapmaya özen gösteriniz. ➤ SABIRLI VE GÖZLEMCİ OLUNUZ !

<p>➤ Laboratuvar Güvenlik Kurallarına Uyunuz !</p>	
<p>➤ Örneğin asitliğini o ürün içinde en çok bulunan organik asit cinsinden formül yardımı ile hesaplayınız.</p>	<p>➤ Bulduğunuz değerleri aşağıdaki formülde yerine koyarak % asit miktarını bulabilirsiniz.</p> $\% \text{ Asit} = \frac{F \times N \times V \times \text{meq}}{G} \times 100$ <p>➤ Portakal suyunda en çok bulunan organik asit sitrik asittir. Hesaplamanızı buna göre yapınız.</p> <p>➤ Sitrik asitin “meq”ını tablo 2.5’ten bulabilirsiniz.</p> <p>➤ Verileri formüle eksiksiz yerleştirmeye özen gösteriniz</p> <p>➤ Hesaplamayı dikkatli ve doğru yapınız.</p> <p>➤ Hesaplama hatasının yanlış sonuca neden olacağını unutmayınız</p> <p>➤ Dikkatli Olunuz !</p>
<p>➤ Deneysel rapor yazınız</p>	<p>➤ Rapor hazırlamak çok önemlidir. Öğretmeninizin verdiği kriterlere uygun bir rapor hazırlayınız.</p> <p>➤ Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.</p> <p>➤ Analiz sonrası işlemleri yapınız.</p> <p>➤ Laboratuvarın son kontrollerini yapınız.</p>
<p>➤ Laboratuvar Çalışma Kurallarına Uyunuz !</p>	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Aşağıdaki şıklardan doğru olanı işaretleyiniz?

1. Ayarlı bir baz çözeltisi ile asit miktarı tayini aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Alkalimetri
- B) Asidimetri
- C) Titrasyon
- D) Volumetri

2. Asit – baz titrasyonunun diğer adı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Çöktürme titrasyonu
- B) Redoks titrasyonu
- C) Kompleksometri titrasyonu
- D) Nötürleştirme titrasyonu

3. I - Sulu ortamda iyonlarına ayrılmamalıdır.

II - Ortamda bulunan tuzları suda çözünmelidir.

III- Ortamda bulunan tuzları suda çözünmemelidir.

IV- Seyreltik çözeltileri havadan etkilenmemelidir.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri, asit – baz titrasyonlarında kullanılan asit ve bazların özelliklerindedir?

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

4. Fenolftaleyn bazik ortamda hangi rengi alır?

- A) Yeşil
- B) Mavi
- C) Pembe
- D) Sarı

5. Asit – baz titrasyonlarında genellikle aşağıdaki indikatörlerden hangisi kullanılır?

- A) Eriokromblack-T
- B) Metil oranj
- C) Potasyum kromat indikatörü
- D) Nişasta indikatörü

6. Asidimetrede en çok kullanılan baz aşağıdakilerden hangisidir?

- A) NaOH
- B) Ca (OH)₂
- C) Na₂CO₃
- D) KOH

7. Alkalimetri de HCl ve H₂SO₄ çözeltilerinin çok kullanılmasının en önemli nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Seyreltik çözeltilerinin uzun süre aynı derişimde kalabilmeleri
- B) Seyreltik çözeltilerinin kolay hazırlanabilmesi
- C) Ayarlama işleminin kolay yapılması
- D) Seyreltik çözeltilerinin derişimlerinin kısa sürede değişmesi

8. Alkalimetri de asit çözeltilerinin ayarlanmasında kullanılan en iyi birincil standart madde aşağıdakilerden hangisidir?

- A) CaCl₂
- B) NaCl
- C) Na₂CO₃
- D) MgSO₄

9. I - Bürete çözeltili hemen konulmalıdır.

II- Bazik çözeltiler büret içinde bekletilmemelidir.

III- Çözeltiler fazla seyreltilmelidir.

IV- İndikatörler ortama gereğinden fazla konmamalıdır.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri asit – baz titrasyonlarında dikkat edilmesi gereken noktalardandır?

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

10. I - Kuvvetli asit çözeltileri

II - Kuvvetli baz çözeltileri

III- Zayıf asit çözeltileri

IV- Zayıf baz çözeltileri

Asit – baz titrasyonlarında ayarlı çözeltili olarak yukarıdakilerden hangisi kullanılır?

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

Aşağıdaki boşluklara tabloda verilen uygun kelimeleri yazınız.

1. Bir çözeltide baz miktarını tayin etmek için çoğunlukla bir kullanılır.
2. Asit baz titrasyonlarında dikkate alınarak indikatör seçilir.
3. Alkalimetri de ayarlı asit çözeltisi olarak genellikle kullanılır.
4. Gıda maddelerinde titrasyon asitliği o gıdada en çok bulunan asit cinsinden hesaplanır.
5. Ayarlı bir asit çözeltisi ile baz miktarı tayinine denir.

Kuvvetli / asit
Dönüm noktası
İnorganik
HCl
Asidimetri
Zayıf / baz
HNO₃
Alkalimetri
Organik
Eşdeğerlik noktası

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Size verilen şeftali suyundaki % asit miktarını bulunuz. Yaptığınız işlemleri aşağıdaki değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Analiz öncesi hazırlıkları yaptınız mı?		
2	0,1 N NaOH çözeltisini çözelti hazırlama kurallarına uygun olarak hazırladınız mı?		
3	% 1'lik fenolftaleyn indikatör çözeltisi hazırladınız mı?		
4	Titration düzeneği kurdunuz mu?		
5	Büretin kullanıma hazır olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
6	Büreti 0,1 N NaOH çözeltisi ile birkaç kez çalkaladınız mı?		
7	Büreti 0,1 N NaOH çözeltisi ile doldurup sıfır ayarını yaptınız mı?		
8	Şeftali suyundan 10 ml duyarlı olarak pipetle aldınız mı?		
9	Üzerine 50 ml saf su ekleyerek seyrelttiliniz mi?		
10	Erlendeki analiz numunesine 3-4 damla fenolftaleyn indikatörü damlattınız mı?		
11	Büretteki 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre ettiniz mi?		
12	Pembe renk oluştuğunda titrasyona son verdiniz mi.?		
13	30 sn. bekleyip rengin değişip değişmediğini kontrol ettiniz mi?		
14	Harcanan NaOH miktarını kaydettiniz mi?		
15	Bulduğunuz verileri formüle yerleştirip sonucu doğru olarak hesapladınız mı?		
16	Rapor hazırlayıp, hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla tartıştınız mı?		
17	Analiz sonrası işlemleri yaptınız mı?		
18	Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Cevaplarınızda tereddütleriniz varsa öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyet sonucunda gerekli bilgileri alıp uygun ortam ve araç gereç sağlandığında gıdalarda volümetrik yöntemle toplam asitlik tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Farklı gıdalarda (yoğurt, et, salça vb.) toplam asitlik tayininin yapılışını kitaplardan, gıda laboratuvarlarından ve internet kaynaklarından araştırınız. Rapor haline getirip sınıfta sununuz.
- Çevrenizdeki gıda işletmeleri ve varsa araştırma laboratuvarlarına giderek toplam asitlik tayinini nasıl yaptıklarını gözlemleyiniz, araştırmanızı rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3. GIDALARDA TOPLAM ASİTLİK TAYİNİ

3.1. Gıdalarda Asitliğin Önemi

- Tüm gıdalarda bir veya birkaç asit bulunur. Bu asitler:
 - Gıdanın doğal yapısında bulunabilir.
 - Kontrollü ya da kontrolsüz mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşabilir.
 - İşleme sırasında ekşi tat oluşturmak, gıdanın raf ömrünü uzatmak gibi amaçlarla gıdaya katılabilir.
- Toplam asitlik gıdaların en önemli özelliklerindedir. Çünkü;
 - Isıl işlemlerde sıcaklık derecesi gıdanın asitliğine göre ayarlanır. Asitlik arttıkça mikroorganizmaların ısıya dayanıklılıkları azalır.
 - Peynir, zeytin gibi fermente gıdaların olgunlaşmasında laktik asit fermantasyonunun gidişi toplam asit tayini ile kontrol edilir.
 - Reçel, marmelat üretiminde pektin jelinin oluşmasının kontrolü asit tayini ile yapılır.
 - Meyvelerin olgunlaşması ve lezzeti şeker/asit oranı ile ilişkilidir. Meyvelerde şekerin asite oranı arttıkça meyve olgunlaşır ve lezzeti artar.
 - Ortamın asitlendirilmesi mikroorganizma aktivitesini azaltır.

Toplam asitlik: Asitliğin etkinliğine yani asidin kuvvetli ya da zayıf oluşuna bakılmaksızın gıdadaki ayrılmış, iyonlaşmış (dissosiyeye olmuş veya olmamış) tüm asit moleküllerini içerir.

3.2. Meyve, Sebze ve Diğer Gıdalarda Bulunan Organik Asitler

Asit cinsi	Bulunduğu gıda
Sitrik asit	Domates, çilek, ahududu, şeftali, kayısı, turunçgiller
Malik asit	Kiraz, elma, armut, erik, bal
Laktik asit	Süt ve ürünleri, sucuk, turşu, bira
Asetik asit	Sirke
Tartarik asit	Üzüm, şarap
Oleik asit	Zeytin ve yağlar
Sülfürik asit	Un

Tablo 1. 2: Toplam asitlik tayinlerinde en çok kullanılan asitler ve etkin olarak buldukları gıdalar

Titrasyon asitliğinin hesaplanmasında asitlerin eş değer ağırlıklarının bilinmesi gerekir.

Asit cinsi	Molekül ağırlığı(gram)	Eş değer gram(ekivalen gram)	Mili ekivalen gram(mEq)
Laktik asit	90	90	0.090
Tartarik asit	150	75	0.075
Malik asit	134	67	0.067
Sitrik asit	192	64	0.064
Asetik asit	60	60	0.060
Oleik asit	282	282	0.282
Sülfürik asit	98	49	0.049
Bütirik asit	88	88	0.088

Tablo 1. 3: Toplam asitlik tayinlerinde en çok kullanılan asitlerin molekül ağırlıkları, eş değer gramları ve mili ekivalen gramları

3.3. Asitlik Tayin Yöntemleri

Gıdalarda asitlik tayini genellikle volumetrik yöntem ve pH metre ile yapılır.

3.4. Gıdaların Asitlik Tayini İçin Hazırlanması

Asitliği saptanacak gıda maddesi sıvı ise homojenize edilir ve belirtilen miktarda sıvı gıdalardan doğrudan pipetle örnek çekilir.

Pipetle çekilemeyecek kadar kıvamlı gıdalardan belli miktar erlene tartılıp ölçülür, saf su ile sulandırılarak örnek alınır.

- Asitliği saptanacak gıda maddesi katı ise:
 - 10–20 g tartılır ve homojenize edilir.
 - Homojenize örneğe 100 ml saf su eklenir.
 - Saf su ile sulandırılmış homojenize örnek süzülür.
 - Süzüntüden 5–25 ml alınıp erlene aktarılır.
- **Salça gibi koyu renkli gıdalarda**, titrasyon sonunda renk değişimi tam olarak görülmediğinden önce örneğin aktif kömürle rengi açılır, sonra da analiz örneği alınır.

ÖRNEK: Katı meyve ve sebzeleri analize hazırlama

- Katı meyve sebzeler önce püre haline getirilir ve ölçülü olarak saf su ile sulandırılıp örnek alınır.

200 g ezme örneği 100 ml saf su ile sulandırılmış ise ezmenin toplam ağırlığı $200+100=300$ g olacağından bundan alınacak örnek gerçek örneğin $2/3$ 'ü olacaktır.

- Suyu çıkarılabilen meyve ve sebzeler preslenir ve örnek alınır.



Resim 3.1: Asitlik tayini için turunçgil suyu

3.5. Toplam Asitlik Tayini

3.5.1. İlkesi

Gıdanın fenolftalein indikatörü eşliğinde normalitesi belirli bir bazla titrasyonu ve harcanan baz çözeltisi miktarından yararlanarak toplam asitliğin hesaplanmasıdır.

3.5.2. Kullanılan Araç Gereçler

- Hassas terazi
- Erlen
- Huni
- Ölçü balonu
- Pipet
- Büret
- Filtre kâğıdı
- Aktif kömür

3.5.3. Kullanılan Kimyasal Maddeler

- 0.1 N NaOH
- Fenolftaleinin alkoldeki % 1'lik çözeltisi
- Saf su

3.5.4. İşlem Basamakları

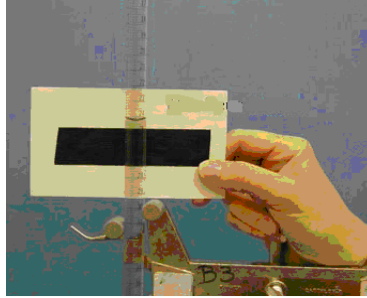
- Spor, kıskaç ve büretle titrasyon düzeneği hazırlanır.



Resim 3. 2: Titrasyon düzeneği

- Bürete 0.1N NaOH doldurulur ve “O” ayarı yapılır.

Büret 0 çizgisine kadar doldurulmamışsa; sıvının oluşturduğu kavisin en alt noktası ölçü çizgisine gelecek şekilde okuma yapılarak başlangıç noktası kaydedilir.



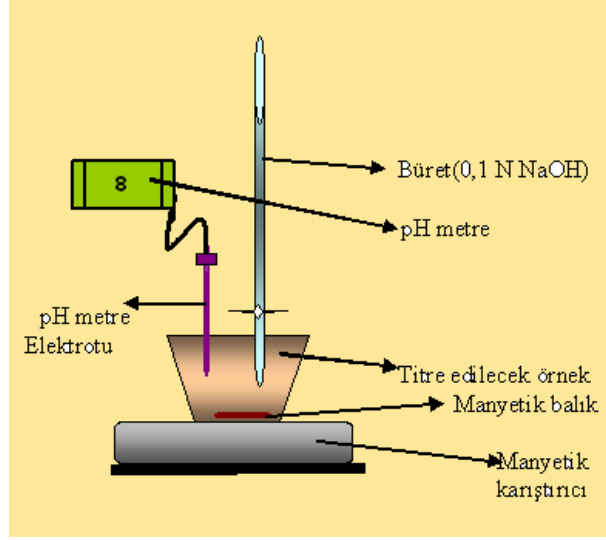
Resim 3. 3: Yarım ay çizgisinin altından okuma

- Analizde belirtilen miktar kadar numune erlene aktarılır.
- Numune üzerine 2–3 damla fenolftalein damlatılır.
- Büret musluğu kontrollü bir şekilde açılır, sürekli çalkalanarak dikkatli bir şekilde (0.1N) NaOH ile titrasyon yapılır.



Resim 3. 4: Titrasyonda büret musluğu kontrolü

- Titrasyon sonunda nötrleşme olur ve renk pembeleşir. Açık pembe renk iki dakika içinde kaybolmuyorsa büretten harcanan NaOH miktarı okunur. Pembe renk kayboluyorsa kalıcı pembe renk oluşana kadar titrasyona devam edilir.
- Vişne suyu gibi koyu renkli gıdalarda analiz öncesi renk açma işlemi yapılmamışsa titrasyon sonundaki renk dönüşümünü fenolftalein ile izlemek mümkün değildir. Bu nedenle titrasyon sonu pH metre ile belirlenir. pH= 8 olduğunda titrasyon bitirilir.



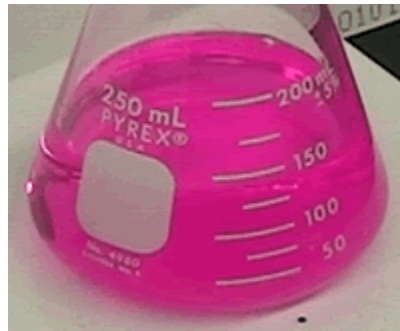
Şekil 3. 1: Titrasyonun yapılışı



Resim 3. 5: Toplam asitlik tayininde titrasyon öncesi renk



Resim 3. 6: Toplam asitlik tayininde titrasyonun bitiş rengi



Resim 3. 7: Toplam asitlik tayininde bitiş noktası aşıldığında oluşan renk

- Titrasyonda harcanan NaOH miktarı V olarak kaydedilir.

3.5.5. Sonucun Hesaplanması

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{\text{N. V. F. mEq} \times 100}{\text{G}} = \text{g/100 ml}$$

N: NaOH normalitesi (genellikle 0.1N)

V: Harcanan (0.1N) NaOH miktarı (ml)

F:NaOH faktörü

mEq: Gıdadaki etkin, en çok bulunan organik asidin mili ekivalen ağırlığı (g)

G: Alınan örnek miktarı (g veya ml)

Örnek 1: Bir salça örneğinden 20.8 g alınıp 250 ml'lik ölçü balonuna aktarılmış ve ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlandıktan sonra süzülmüştür. Süzüntüden 50 ml alınarak faktörü 1.03 olan 0.1N NaOH çözeltisinden 16.2 ml harcanarak titre edilmiştir. Salçadaki % toplam asitliği hesaplayınız.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{\text{N} \times \text{V} \times \text{F} \times \text{mEq} \times 100}{\text{G}} = \dots\dots\dots \text{g/100 ml}$$

N: 0.1

V: 16.2

F: 1.03

mEq: 0.064 (salçada en çok bulunan sitrik asidin mili ekivalen gramı)

G: ? g

250 ml' de

20.8 g salça örneği varsa

50 ml' de

X g salça örneği vardır.

$$X = \frac{50 \times 20.8}{250} = 4.16 \text{ g}$$

G: 4.16 g

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{\text{N} \times \text{V} \times \text{F. mEq} \times 100}{\text{G}}$$

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{0.1 \times 16.2 \times 1.03 \times 0.064 \times 100}{4.16} = 2.567 \text{ g/100 ml (sitrik asit cinsinden)}$$

Örnek 2: 10 g kayısı pulpu alınıp saf su ile 100 ml'ye tamamlanmış ve süzlmüştür. Süzüntüden 25 ml alınıp 0.1N NaOH'den 5.5 ml harcanarak titre edilmiştir. Kayısıdaki % toplam asitliği hesaplayınız.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times mEq \times 100}{G} = \quad \text{g/100 ml}$$

N: 0.1 V: 5.5 F: 1 (Problemden faktörle ilgili bilgi yoksa faktör 1 alınır)

mEq: 0.064 (kayısıda en çok bulunan sitrik asidin mili ekivalen gramı)

G: ? g

100 ml'de 10 g kayısı örneği varsa

25 ml'de X g kayısı örneği vardır.

$$X = \frac{25 \times 10}{100} = 2.5 \text{ g}$$

G: 2.5 g

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times mEq \times 100}{G}$$

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{0.1 \times 5.5 \times 1 \times 0.064 \times 100}{2.5} = 1.41 \text{ g/100 ml (sitrik asit cinsinden)}$$

Örnek 3: Elma suyundan 25 ml alınıp 0.1N NaOH ile 17,4 ml harcanarak titre edilmiştir. Elma suyundaki % toplam asitliği hesaplayınız.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times mEq \times 100}{G} = \dots\dots \text{ g/100 ml}$$

N: 0.1 V: 17.4 F: 1

mEq: 0.067 (elma suyunda en çok bulunan malik asidin mili ekivalen gramı)

G: 25 ml

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times mEq \times 100}{G}$$

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{0.1 \times 17.4 \times 1 \times 0.067 \times 100}{25} = 0.466 \text{ g/100 ml (malik asit cinsinden)}$$

3.5.6. Asitlik Cinsi

Gıdalarda toplam asitlik veya titrasyon asitliği o gıdada en çok bulunan ve etkin olan organik asit cinsinden hesaplanır.

Organik asitler aşağıdaki tabloda bulunan faktörlerden yararlanarak birbirine çevrilebilir.

Asit cinsi	Tartarik asit	Malik asit	Sitrik asit	Laktik asit	Asetik asit
Tartarik asit	–	0.893	0.853	1.200	0.800
Malik asit	1.119	–	0.955	1.344	0.896
Sitrik asit	1.172	1.047	–	1.407	0.938
Laktik asit	0.833	0.744	0.711	–	0.667
Asetik asit	1.250	1.1167	1.066	1.500	–

Tablo 3. 2: Organik asitlerin birbirine çevrilme derecesi

Örnek 4: Toplam asitliği sitrik asit cinsinden 1.41 g/100 ml olan kayısı pulpunun asitliğini malik asit cinsinden hesaplayınız.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \text{Sitrik asit cinsinden asitlik} \times \text{Çevrilme faktörü}$$

$$\% \text{ toplam asitlik} = 1.41 \times 1.047 = 1.476 \text{ g/100 ml (malik asit cinsinden)}$$

Örnek 5. 8 ml süt örneği alınıp 0.2 N NaOH ile 3.2 ml harcanarak titre edilmiştir. Sütteki % toplam asitliği bulup sitrik asit cinsinden de hesaplayınız.

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times \text{mEq} \times 100}{G} = \quad \text{g/100 ml}$$

G

$$N: 0.2 \quad V: 3.2 \quad F: 1$$

mEq: 0.09 (Sütte en çok bulunan laktik asidin mili ekivalen gramı)

G: 8 ml

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{N \times V \times F \times \text{mEq} \times 100}{G}$$

$$\% \text{ Toplam asitlik} = \frac{0.2 \times 3.2 \times 1 \times 0.090 \times 100}{8} = 0.72 \text{ g/100 ml (laktik asit cinsinden)}$$

8

$$\% \text{ toplam asitlik} = \text{Laktik asit cinsinden asitlik} \times \text{Çevrilme faktörü}$$

$$\% \text{ toplam asitlik} = 0.72 \times 0.711 = 0.51 \text{ g/100 ml (sitrik asit cinsinden)}$$

UYGULAMA FAALİYETİ


Aşağıdaki işlem basamaklarına göre analiz metoduna uygun olarak titrasyon işlemi yapma.

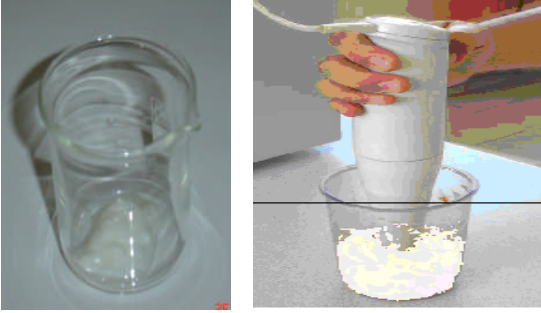


Kullanılan araç gereçler



- Hassas terazi
- Erlen
- Huni
- Ölçü balonu
- Pipet
- Büret
- Filtre kâğıdı

Kullanılan kimyasal maddeler

- Faktörü belirlenmiş N/10'luk (0.1 N) NaOH
- Fenolftaleinin alkoldeki % 1'lik çözeltisi
- Saf su

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Asitliği saptanacak gıda maddesi sıvı ise doğrudan pipetle 5–25 ml kadar çekiniz ve erlene aktarınız.  <p>Resim 3.8: Asitliği saptanacak sıvı gıda maddesinin doğrudan pipetle çekme</p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıklarınızı yapınız.➤ Dikkatli ve titiz çalışınız.➤ Pipette okumayı sıvının oluşturduğu kavisin en alt noktasından yapınız.➤ Pipeti erlenin dibine değdirip kendi kendine boşalmasını sağlayınız, kesinlikle pipeti üfleyerek boşaltma yapmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Gıda maddesi katı ise 10–20 g tartınız ve homojenize ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hassas terazide tartımı doğru ve dikkatli yapınız.

 <p>Resim 3.9: Katı gıda maddesini homojenize etme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tartım için saat camı veya uygun beher kullanınız. ➤ Tartım bitince teraziyi kapatınız. ➤ Katı gıda örneklerini rendeleyerek, blenderden geçirerek, ezerek homojen hale getirebilir veya presleyerek suyunu çıkarabilirsiniz. ➤ Sıvı gıda örneklerini iyice karıştırdıktan sonra doğrudan pipetle örnek çekebilirsiniz. ➤ Koyu renk gıdalarda örneğe aktif kömür eklenip rengi açılmalıdır.
<p>➤ Homojenize örneğe 100 ml saf su ekleyiniz.</p>  <p>Resim 3.10: Homojenize örneğe saf su ekleme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hacim ölçümünü duyarlı olarak yapınız. ➤ Dikkatli olunuz, temiz çalışınız.
<p>➤ Saf su ile sulandırılmış homojenize örneği süzünüz.</p>  <p>Resim 3.11: Saf su ile sulandırılmış homojenize örneği süzme</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Süzme düzeneği kurunuz. ➤ Süzme işlemini dikkatli yapınız.

<p>➤ Süzüntüden 5–25 ml alıp erlene aktarınız.</p>	<p>➤ Pipet ile hacim ölçerken okumayı göz hizasında ve kavisin altından yapınız. ➤ Temiz pipet kullanmaya özen gösteriniz. ➤ Pipeti erlene boşaltırken kesinlikle üfleme yapınız. ➤ Titrasyonu daha kolay yapabilmek için erlene pisetten bir miktar saf su ilave edebilirsiniz.</p>
<p>➤ Üzerine 1–2 damla fenolftalein damlatınız.</p>  <p>Resim 3.12: Üzerine fenolftalein damlatma</p>	<p>➤ Fenolftaleini fazla damlatmamaya dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Faktörü belli olan 0.1 N NaOH ile titre ediniz.</p>  <p>Resim 3.13: Faktörü belli olan 0.1 N NaOH ile titre etme</p>	<p>➤ Titrasyon düzeneğini hazırlayınız. ➤ Büret temiz olmalıdır. ➤ Büretin musluğu çok sıkı ya da gevşek olmamalıdır. ➤ Bürete 0.1N NaOH doldururken huni kullanabilirsiniz. ➤ Bürete 0.1N NaOH doldurduktan sonra bir süre çözeltinin süzülmesini bekleyiniz, hemen titrasyona başlamayınız. ➤ Bürette “0” ayarı yapınız. “0”a ayarlamadıysanız göz hizasında ve kavisin altından seviyeyi okuyup kaydediniz. ➤ Sol elinizin baş, işaret ve orta parmakları ile büretin musluğunu, sağ elinizle erleni kullanınız. ➤ Titrasyonu yavaş yavaş ve erleni sürekli çalkalayarak yapınız. ➤ Açık pembe renk oluştuğunda büretin</p>



Resim 3.14: Faktörü belli olan 0.1 N NaOH ile titre etme

- Sarfiyatı kaydediniz ve formülden sonucu hesaplayınız.

$$\% T.A = \frac{N_x V_x F_x mEq}{x 100} = g/100 \text{ mlG}$$

musluğunu kapatarak titrasyonu bitiriniz. Pembe renk iki dakika içinde kaybolmuyorsa büretten harcanan NaOH miktarı okuyunuz.

- Büreti 0'a ayarlamadıysanız titrasyon sonunda da seviyeyi okuyup kaydediniz ve aradaki farktan harcanan NaOH miktarını bulunuz.
- Analiz öncesi renk açma işlemi yapılmamış olan koyu renkli gıdalarda titrasyon sonunu pH metre ile belirleyiniz. PH= 8 olduğunda titrasyonu bitiriniz.
- % toplam asitlik formülünü eksiksiz yazıp verilerinizi formüle yerleştiriniz.
- Hesaplamayı dikkatli ve doğru yapınız.
- Hesaplama hatasının yanlış sonuç olduğunu unutmayınız

- Rapor yazınız.



Resim 3.15: Rapor yazma

- Rapor hazırlamak çok önemlidir. Öğretmeninizin verdiği kriterlere uygun bir rapor hazırlayınız.
- Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.
- Analiz sonrası işlemleri yapınız.
- Laboratuvarın son kontrollerini yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplandırarak belirleyiniz.

1. 1- Asetik asit çözeltisi 2- AgNO_3 çözeltisi 3- Sitrik asit çözeltisi
4- K_2CrO_4 çözeltisi 5- Fenolftalein çözeltisi
Yukarıdaki çözeltilerden hangisi ya da hangileri toplam asitlik tayininde kullanılır?

A) Yalnız 1 B) Yalnız 2 C) 1,3 ve 5 D) 2 ve 4

2. Elma suyunda titrasyon asitliği hangi asit cinsinden hesaplanır?

A) Malik asit
B) Sitrik asit
C) Tartarik asit
D) Laktik asit

3. 20 g şeftali püresi alınıp 250 ml'ye tamamlanmıştır. Toplam titrasyon asitlik tayini için süzüntüden 25 ml alındığında analiz örneği miktarı (G) ne kadardır?

A) 45 ml B) 6,25 ml C) 2 ml D) 5 ml

4. Toplam asitlik tayininde aşağıdakilerden hangisi indikatör olarak kullanılır?

A) Gümüş nitrat B) Sodyum hidroksit C) Sodyum klorür D) Fenolftalein

5. Tartarik asit cinsinden titrasyon asitliği hangi gıdada ölçülür?

A) Salça ve ketçap B) Şeftali nektarı C) Bal D) Üzüm suyu

6. Titrasyonda aşağıdakilerden hangisi kullanılmaz?

A) Erlen B) Spor C) Büret D) Su banyosu

7. Titrasyon asitliği tayininde titrasyon öncesi bürette 25.3 ml, titrasyon bitiminde ise 32.2 ml okunmuş ise kaç ml NaOH çözeltisi harcanmış demektir?

A) 25.3 ml B) 6.9 ml C) 32.2 ml D) 28.7 ml

8. Salça gibi koyu renkli gıdalarda titrasyon sonunda renk değişimi tam olarak görülmediğinden örneğin rengiile açılır.

A) HCl B) NaOH C) Aktif kömür D) Malik Asit

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz uygulamalı teste geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Şeftali nektarında toplam asitliği bulunuz. Yaptığınız işlemleri aşağıdaki değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Laboratuvar kıyafetlerinizi giydiniz mi?		
2	Laboratuvar araçlarını kontrol edip hazırladınız mı?		
3	Şeftali nektarını temiz bir behere boşalttınız mı?		
4	Büreti spora tespit edip titrasyon düzeneğini hazırladınız mı?		
5	0.1 N NaOH çözeltisi ve indikatör çözeltisi hazırladınız mı?		
6	Faktörü belirlenmiş 0.1 N NaOH çözeltisini dikkatlice bürete doldurup "0" ayarı yaptınız mı?		
7	Beherdeki şeftali nektarından belirtilen miktarda pipetle analiz numunesini çektiniz mi?		
8	Pipetteki şeftali nektarını temiz erlene boşalttınız mı?		
9	Titrasyonu daha kolay yapabilmek için erlene pisetten bir miktar saf su ilave ettiniz mi?		
10	Analiz örneğinizin üzerine 1–2 damla fenolftalein damlattınız mı?		
11	Titrasyon işlemini kuralına uygun yaptınız mı?		
12	Açık pembe renk oluştuğunda büretin musluğunu kapattınız mı?		
13	Büretin seviyesini titrasyon öncesindeki gibi okuyup not ettiniz mi?		
14	İki dakika bekleyip pembe rengin değişip değişmediğini kontrol ettiniz mi?		
15	Harcanan NaOH miktarını hesapladınız mı?		
16	Formülü yazıp bulduğunuz verileri yerleştirdiniz mi?		
17	Sonucu doğru olarak hesapladınız mı?		
18	Analiz raporunu yazdınız mı?		
19	Kullandığınız araçları temizleyip yerine kaldırdınız mı?		
20	Laboratuvarın son kontrollerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda **Hayır** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Cevaplarınızda tereddütleriniz varsa öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Bu faaliyet kapsamında hangi bilgileri kazandığınızı aşağıdaki soruları cevaplayarak belirleyiniz.

Aşağıdaki şıklardan doğru olanı işaretleyiniz.?

1. Asit – Baz titrasyonlarında en çok kullanılan indikatör aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Eriokromblack-T
- B) Fenolftaleyn
- C) Potasyum kromat çözeltisi indikatörü
- D) Nişasta çözeltisi indikatörü

2. I - Eşdeğer kütlesi büyük olmalıdır.

II - Eşdeğer kütlesi küçük olmalıdır.

III - Ayarlanacak çözelti ile az da olsa tepkimeye girebilmelidir.

IV – Çok saf olmalıdır.

Bir bileşiğin birincil standart madde olarak kullanılabilmesi için yukarıdaki özelliklerden hangilerini taşımalıdır?

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

3. I - Bürette analiz sonunda kalan çözelti ana çözeltiliye eklenmelidir.

II - Titrasyona indikatörün rengi en az 15 sn. kalıcı olana kadar devam edilmelidir.

III - Titrasyonda çalkalama hızlı yapılmalıdır

IV – Bürette okuma titrasyon bitiminden 10-15 sn. sonra yapılmalıdır.

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri titrasyonda uyulması gereken kurallardandır?

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

4. Aşağıdakilerden hangisi volumetrik analizlerde hata kaynaklarından biri değildir?

- A) Analiz çözeltisinde yabancı maddelerin bulunmaması
- B) Çalkalama sırasında sıçramaların olması
- C) Hesaplama yapılan hatalar
- D) Kullanılan ayıracın derişimindeki değişiklikler

5. Birincil standart madde olan Na_2CO_3 'ten 0,1 g hassasiyetle tartım alınıyor. Yaklaşık 0,1 N olarak hazırlanmış HCl ile titre ediliyor ve sarfiyat 25 ml bulunuyor. Buna göre HCl'nin faktörünü bulunuz. (Na=23, C=12, O=16 g/mol)
- A) 0,70
B) 0,65
C) 0,75
D) 0,71
6. Ayarlı bir asit çözeltisi ile baz miktarı tayini aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Alkalimetri
B) Asidimetri
C) Gravimetri
D) Titrasyon
7. Aşağıdakilerden hangisi asit baz titrasyonlarında kullanılan asit ve bazların özelliklerinden değildir?
- A) Seyreltik çözeltileri uçucu olmamalıdır.
B) Seyreltik çözeltileri ışıktan etkilenmemelidir.
C) Ortamda bulunan tuzları suda çözünmelidir.
D) Ortamda bulunan tuzları suda çözünmemelidir.
8. Alkalimetride asit çözeltisini ayarlamak için ikincil standart madde olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
- A) Ayarlı HCl çözeltisi
B) Ayarlı NaOH çözeltisi
C) Ayarlı CaCO_3 çözeltisi
D) Ayarlı NaCl çözeltisi
9. 0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlanması için 0,408 g potasyum asit fitalat tartılıp gerekli işlemler yapıldıktan sonra NaOH çözeltisinin 21 ml ile titre edilmiştir. Buna göre NaOH çözeltisinin kesin normalitesini bulunuz. (K=39, H=1, C=12, O=16 g/mol)
- A) 0,0945
B) 0,0932
C) 0,0952
D) 0,0925
10. Aşağıdakilerden hangisinde indikatörün çözeltideki etkilerinden değildir?
- A) Çökeltinin renginin başka bir renge dönmesi.
B) Renkli bir çökelti meydana getirmesi veya renkli çökeltinin kaybolması.
C) Çözeltide bir çökelti meydana gelmesi veya çökeltiyi gidermesi.
D) İndikatörün derişiminin değışmesi.

Aşağıdaki boşluklara tabloda verilen uygun kelimeleri yazınız.

1. Derişimi kesin olarak bilinen çözeltilere çözeltiler denir.
2. Derişimi tam olmayan bir çözeltili hacmini, derişimi tam olan çözeltili hacmine çevirmek için çarpılması gereken sayıya denir.
3. Birincil standart madde oda sıcaklığında olmalıdır.
4. Çözeltilerin ayarlanmasında, çok saf madde yerine kullanılan ayarlı çözeltiliye denir.
5. Bir titrasyonda eşdeğerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği noktaya denir.

Mohr
Dönüm noktası
Organik/pH
Değişken
Faktör
Alkalimetri
Fenolftaleyn
İkincil standart madde
Ayarlı
Kararlı
Birincil standart madde

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1' İNCEVAP ANAHTARI

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

Boşluk Doldurma Sorularının Cevap Anahtarı

1	Çözelti
2	İndikatör
3	Ayarlı
4	Faktör
5	Birincil Standart
6	Büyük
7	Titration
8	Eşdeğerlik Noktası
9	15
10	10-15

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2' NİN CEVAP ANAHTARI

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

Boşluk Doldurma Sorularının Cevap Anahtarı

1	Kuvvetli / Asit
2	Eşdeğerlik Noktası
3	HCl
4	Organik
5	Alkalimetri

ÖĞRENME FAALİYETİ – 3' ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C	6	D
2	A	7	B
3	C	8	C
4	D		
5	D		

MODÜL DEĞERLENDİRME - CEVAP ANAHTARI

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

Boşluk Doldurma Sorularının Cevap Anahtarı

1	Ayarlı
2	Faktör
3	Kararlı
4	İkincil-Standart-Madde
5	Dönüm Noktası

KAYNAKÇA

- DEMİR Mustafa, **Analitik Kimya (Nicel)**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- DEMİR Mustafa, Şahinde DEMİRCİ, Ali USANMAZ, **Analitik ve Sınai Kimya Laboratuvarı**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- DEMİR Nesrin, Bekir DİKKAYA, **Laboratuvar Teknikleri Modülü**, Kız Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü, METGE Projesi, Atatürk Teknik Anadolu Meslek ve Meslek Lisesi Yayinevi, ANKARA, 2002.
- **Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Metotları**, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü
- MEGEP, Asitlik ve Bazlık Kontrolü Modülü, Ankara, 2007.
- MEGEP, Toplam Asitlik ve PH Kontrolü Modülü, Ankara, 2007.
- MEGEP, Hacim Ölçümü Modülü, Ankara, 2006.
- MERDİVAN Melek, Nuri NAKİBOĞLU, Şahin SAVAŞCI, Sema B. YAŞAR, Soner ERGÜN, Derya KARA, **Nicel Analiz Laboratuvar Kitabı**, Balıkesir Üniversitesi Yayınları, Balıkesir, 1999.
- ÖZKAYA, Hazım. **Analitik Gıda Kalite Kontrol**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1086, Ankara, 1988
- UYLAŞER Vildan, Fikri BAŞOĞLU, **Gıda Analizleri –II Uygulama Kılavuzu**, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bursa, 2000.
- www.kimyaevi.org