

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

KİMYA TEKNOLOJİSİ

**ASİT MİKTARI TAYİNİ
524KI0055**

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. 0,1 N SODYUM HİDROKSİT (NaOH) ÇÖZELTİSİNİN HAZIRLANMASI VE AYARLANMASI	3
1.1. 0,1 N Sodyum Hidroksit Çözeltisinin Hazırlanması.....	4
1.2. 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması.....	5
1.2.1. Primer Standart Maddeler ile 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması.....	7
1.2.2. Sekonder Standart Maddeler ile 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması.....	9
UYGULAMA FAALİYETİ-1	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	15
2. AYARLI BAZLA ASİT MİKTARI TAYİNİ.....	15
2.1. Sülfürik Asit Tayini	16
2.2. Sirkede Asit Miktarı Tayini	16
UYGULAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
MODÜL DEĞERLENDİRME	21
CEVAP ANAHTARLARI.....	22
KAYNAKÇA	23

AÇIKLAMALAR

KOD	524KI0055
ALAN	Kimya Teknolojisi
DAL/MESLEK	Kimya Laboratuvarı
MODÜLÜN ADI	Asit Miktarı Tayini
MODÜLÜN TANIMI	Sodyum hidroksit çözeltisini hazırlama, ayarlama ve ayarlı sodyum hidroksit çözeltisi ile asit miktarı tayinleri yapma bilgi ve becerilerinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Baz miktarı tayinini tamamlamış olmak
YETERLİK	Asit miktarı tayini yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında, asit miktarı tayini yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">0,1 N sodyum hidroksit çözeltisi hazırlayabilecek ve ayarlayabileceksiniz.Ayarlı bir baz çözeltisi yardımıyla asit miktarı tayini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (internet) gibi kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar Donanım: Bilgisayar, DVD çalar, televizyon, beher, balon joje, spatül, erlen, büret, spor, elektronik terazi, etüv, piset
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bilim ve teknolojinin çok hızlı ilerlediği çağımızda, karşılaşılan engelleri aşmada fen bilimlerinin rolü çok büyüktür. Birçok soruna, laboratuvarlarda yapılan deneyler sonucunda çare bulunmaktadır. Deneylerde gerekli olan kimyasal maddelerin hazırlanması, kullanılması kimya teknolojisi alanında iyi bir eğitim almış bireyler tarafından gerçekleştirilmektedir.

Asit miktarı tayini modülü ile bazların ayarlanmasını ve ayarlı bazlarla asit miktarı tayininin nasıl yapıldığını öğreneceksiniz. Bu modülü başardığınız takdirde, sadece laboratuvarında kullanılan asit çözeltilerindeki asit miktarını hesaplamakla kalmayacak, günlük hayatta karşılaştığınız çeşitli maddeler içerisindeki asit miktarını da hesaplayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında 0,1 N NaOH çözeltisini hazırlayıp ayarlayabileceksiniz.

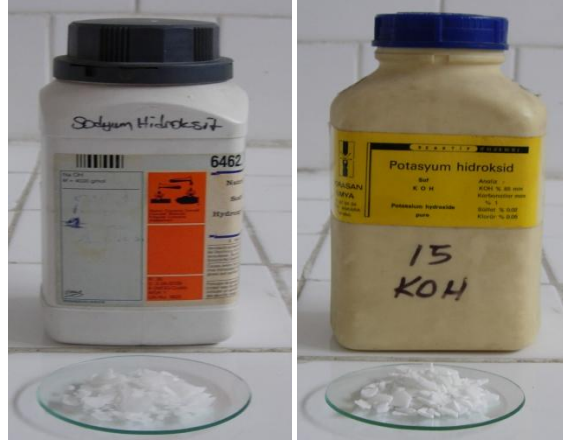
ARAŞTIRMA

- Volümetrik analizlerde kullanmak amacıyla 0,1 N NaOH çözeltisi nasıl hazırlanır? Araştırınız.
- Primer standart madde ve sekonder standart madde nedir? Özellikleri nelerdir? Araştırınız.
- Kimya sektöründe 0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlanmasında hangi primer standart maddeler kullanılmaktadır? Araştırınız.
- Higroskopik madde ne demektir? Araştırınız.

1. 0,1 N SODYUM HİDROKSİT (NaOH) ÇÖZELTİSİNİN HAZIRLANMASI VE AYARLANMASI

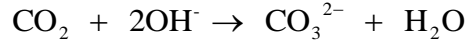
Volümetrik analizlerde en çok kullanılan baz, sodyum hidroksittir. Baryum hidroksit ve potasyum hidroksit de kullanılan bazlar arasındadır. Bu maddeler, saf olarak muhafaza edilemediklerinden hazırlanan çözeltileri de primer (birincil) standart saflıkta olmaz. Bundan dolayı asit çözeltilerinin ayarlanmasında olduğu gibi önce yaklaşık derişimde bir baz çözeltisi hazırlanır ve daha sonra primer veya sekonder standart bir madde ile ayarlama yapılır. Böylece, kullanacağımız bazın derişimi kesin olarak bulunur.

Primer (birincil) standart madde, bir volümetrik (titrimetrik) analiz metodunda referans olabilecek çok yüksek saflıkta bir bileşiktir. Baz çözeltilerinin ayarlanması için kullanılabilir birçok primer standart madde vardır. Bunların çoğu, zayıf organik asitler olup titrasyonlarında bazik bölgede renk değiştiren indikatörler gerektirir. Bazların ayarlanmasında kullanılan primer standartlar arasında potasyum hidrojen ftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$), benzoik asit ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$), okzalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), potasyum hidrojen iyodat [$\text{KH}(\text{IO}_3)_2$], sülfamik asit ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$), potasyum bi okzalat (KHC_2O_4) sayılabilir. Ayrıca ayarlı bir asit çözeltisini sekonder standart madde olarak kullanılmasıyla da ayarlama yapılabilir. Ancak bu durumda asit çözeltisinin ayarının kesin ve güvenilir olması gerekir.



Resim 1.1: Sodyum hidroksit ve potasyum hidroksit

Sodyum, potasyum ve baryum hidroksit gibi bazlar veya çözeltileri, atmosferden ve cam kaplardan hızla etkilenir. Katı hâlde olduğu gibi çözeltileri de atmosferdeki karbondioksit ile karbonat oluşturmak üzere reaksiyona girer.



Böylece önemli miktarlarda karbonat iyonu kirlenmiş hâlde bulunurlar. Bu nedenle bir baz çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılacak saf su karbonat iyonu içermemelidir. Bazen karbondioksitle aşırı doymuş olarak bulunan saf suyun gazı uzaklaştırmak için kısa bir süre kaynatılması gerekir. Sıcak baz çözeltileri karbondioksidi (CO₂) çok hızlı absorbe edeceğinden baz çözeltisi hazırlanmadan önce kullanılan su oda sıcaklığına soğutulmalıdır.

Ayrıca, bir sodyum hidroksit çözeltisi cam şişede saklanıyorsa bazın derişimi yavaş bir şekilde (haftada % 0,1 - % 0,3) azalır. Bu kayıp, bazın camla sodyum silikat oluşturmak üzere verdiği reaksiyondan ileri gelir. Bu nedenle ayarlı baz çözeltileri uzun süre (1 veya 2 haftadan daha uzun) cam kaplarda saklanmaz. Bazla kapak arasındaki reaksiyon da kısa süre sonra kapağın sıkı bir şekilde yapışmasına neden olacağından bazlar hiçbir zaman cam kapaklı kaplarda muhafaza edilmez. Aynı sebepten, cam musluklu büretler, baz çözeltileriyle kullanıldıktan hemen sonra boşaltılır ve su ile iyice çalkalanır. Teflon musluklu büretler kullanarak bu problemten kaçınılabilir. Ayarlı baz çözeltilerinin kesinlikle kapalı plastik şişelerde veya içi parafinle kaplanmış şişelerde saklanması ve zaman zaman karbonat testinin yapılması gerekir.

Sonuç olarak ayarlı baz çözeltileri, cam ve atmosferden etkilenmedikleri sürece derişimleri değişmeden uzun süre saklanabilir.

1.1. 0,1 N Sodyum Hidroksit Çözeltilerinin Hazırlanması

NaOH oldukça nem çekici (higroskopik) ve karbondioksit absorplayıcı özelliğe sahip olduğundan primer standart olarak kullanılamaz. Kapağı yeni açılmış analitik amaçlı katı NaOH yaklaşık % 97 saflıktadır. Ayarlı baz çözeltilerinin safsızlık olarak karbonat içermemesi gerekir. Çünkü karbonat, titrasyon sırasında metiloranj ve fenolftalein ile NaOH'ten farklı dönüm noktaları verir. Yaklaşık 0,1 normal derişimde karbonatsız NaOH çözeltisi başlıca üç şekilde hazırlanabilir.

- Katı NaOH'ten yaklaşık 10 g tartılır, 250 ml'lik bir balon jøjeye alınır. Önceden kaynatılıp soğutulmuş saf suyun 50 ml'si eklenip çözülmesi sağlanır. Daha sonra 250 ml'ye seyreltilir. Hazırlanan bu çözelti içine yaklaşık 1 g BaCl₂ eklenerek içindeki karbonatın çökmesi sağlanır. Daha sonra baryum iyonlarının aşırısı 1 M Na₂SO₄ çözeltisinin 5 ml'si eklenerek çöktürülür. Yaklaşık 1 saat kendi hâlinde dinlendirilir. Üstteki berrak sıvıdan bir pipet yardımıyla 100 ml alınır ve litrelik balon jøjeye aktarılır. Kaynatılmış saf su ile litreye seyreltilir. Ağız lastik bir mantarla kapatılarak saklanır.
- Sodyum hidroksitin içerdiği karbonat safsızlığının yalnız katı tabletlerin yüzeyinde olduğu, dolayısıyla bunun yıkanarak giderilebileceği kabul edilir. Bunun için yaklaşık 8 g NaOH tartılır. Her bir tanecik, ağırlığının yarısı gidinceye kadar yıkanıp litrelik balon jøjeye konur. Daha sonra litreye tamamlanıp ağız hemen kapatılır.
- Son yöntemde ise sodyum karbonatın doymuş NaOH çözeltisinde çözünmemesi özelliğinden yararlanır. Doymuş NaOH çözeltisi yaklaşık 19 M derişimdedir. Bunun için 25 g NaOH 15 ml saf suda çözülür. Çözelti ağız kapalı olarak pyrex bir şişede birkaç gün bekletilir. Bu sırada Na₂CO₃ dibe çöker. Üstteki berrak çözeltiden 5,5 ml alınır, litrelik bir balon jøjeye aktarılır. Kaynatılmış saf su ile litreye tamamlanır.

1.2. 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması

Hazırlanan çözeltilerin derişimleri yaklaşık derişimdir. Bu tür çözeltilerin tam derişimleri öğrenilmeden analiz çözeltisi olarak kullanılamaz. Ayarlama sonucu elde edilen derişime çözeltinin tam derişimi denir.

Asit - baz titrasyonlarında dikkat edilmesi gereken başlıca noktalar:

- Bazik çözeltiler uzun süre şişelerde bekletilmemelidir.
- Bazik çözeltiler büret içinde bekletilmemelidir. Çünkü bületin iç yüzeyleri aşınmakla kalmaz, musluğu da gövdeye kaynar. Bundan dolayı bazik çözelti içeren bületler titrasyondan sonra hemen temizlenmelidir.
- Bir asit-baz indikatörü her pH aralığında kullanılamayacağından dikkatle seçilmelidir.
- Titrasyon çözeltileri iyi kapatılmış şişelerde muhafaza edilmelidir. Buharlaşma ve atmosferdeki gazlarla etkileşim çözeltinin konsantrasyonunu değıştirir.
- pH indikatörü zayıf asit veya baz olduğundan ortama lüzumundan fazla ilave edilmemelidir. Fazlası hem asit (baz) olarak hem de dönüm noktasını körleştirmek suretiyle yanlışlığa sebep olur.
- Çözeltiler lüzumundan fazla seyreltilmemelidir. Çünkü seyreltme sonucunda aynı titrasyon için kullanılacak indikatör bile değışebilir.
- Bürete çözelti konduktan ve birkaç dakika beklendikten sonra seviyesi okunmalıdır. Titrasyon devamlı ve yavaş yavaş yapılmalıdır.
- İçine çözelti konulacak büret, birkaç mililitrelik çözeltilerle üç dört defa çalkalanmalıdır. Her defasında, bületin bütün iç kısmıyla temasa geçirilen çözeltinin bir kısmı bületten, bir kısmı da bületin üst kısmından aktarılmalıdır.

- Asitler ve bazlar değişik kuvvette olduklarından titrasyonlarında çeşitli durumlar söz konusudur. Her durum için özel bir indikatör kullanılmalıdır.

Baz çözeltilerinin ayarlanmasında kullanılan önemli primer standart maddeler ve özellikleri:

- **Potasyum asit ftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$):** Potasyum asit ftalat oldukça kolay temin edilebilen ve kristallendirilebilen, monoproitik (tek protonlu) bir asittir. Molekül ağırlığı 204,2373 g / moldür. Molekül formülü $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 = [\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOK}]$ şeklindedir. Sulu çözeltisi tampon ve belirli bir pH temin ettiğinden pH ayarlanmasında da kullanılır. Zayıfça bir asit olduğu için alkali hidroksitlerin ayarlanmasında, pH 8-9 aralığında renk değiştiren indikatörler kullanılır. 20,4237 gramının 1 litreye tamamlanması ile tam 0,1 N çözeltisi elde edilir.
- **Hidrazinyumbisülfat ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$):** Hidrazinyumbisülfat sudan kolaylıkla kristallendirilip saf hâlde elde edilebilen bir tuzdur. Molekül ağırlığı 130,130 g / moldür. 140-145 °C'ye kadar dayanıklı olduğundan rahatlıkla kurutulabilir. Yapısında iki tane proton olmasına rağmen metil kırmızısı yanındaki titrasyonunda tek protonlu (monoproitik) gibi davranır. 13,0130 gramının normal şartlar altında litreye tamamlanmasıyla tam 0,1 N çözeltisi elde edilir.
- **Benzoik asit ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$):** Beyaz, kolaylıkla temin edilen ve kristallendirmek veya süblimleştirmek suretiyle saf olarak elde edilebilen organik bir asittir. Molekül ağırlığı 122,120 g / moldür. Suda az çözünme gibi bir dezavantajı olsa da bu durum, alkol + su karışımı kullanmak suretiyle ortadan kaldırılabilir. Oldukça zayıf bir asit olduğundan alkalilerle titrasyonu fenolftalein yanında yapılır. 12,2120 gramının litreye tamamlanması ile tam 0,1 N çözeltisi elde edilir.
- **Okzalik asit ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$):** Okzalik asit, sudan dihidrat [$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$] hâlinde kristallendirilebilir. Yalnız böyle kristaller kurutulmak istendiklerinde, yapılarında bulunan kristal suyunun bir kısmını kaybeder. Kurutulmadıkları zaman bir miktar fiziksel bağlı su içerir. Yani $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hâlinde saf bir madde olarak elde etmek pek kolay değildir. Bunun için izlenecek en uygun yöntem asidi ısıtarak kristal suyunu uzaklaştırmak, ondan sonra % 60 nemli bir higrostatda bir gece bekletmektir. Bu aşamada nem $\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vasıtasıyla temin edilebilir. 6,3034 g okzalik asit dihidratın saf suyla litreye tamamlanması ile tam 0,1 N çözeltisi elde edilir.
- **Sülfamik asit ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$):** Eş değer gram ağırlığı oldukça küçük olan, katı bir primer standarttır. Suda kolaylıkla çözünür ve yavaş yavaş hidroliz olur. Ama bu hidroliz, onun asit olarak değerinde bir değişme yapmaz. 9,71 gramının litreye tamamlanması ile 0,1 N çözeltisi elde edilir. Kuvvetli bir asit olduğundan pH 5-9 aralığında bulunan indikatörler yanında titre edilir.
- **Potasyum asit iyodat [$\text{KH}(\text{IO}_3)_2$]:** Potasyum asit iyodat [$\text{KH}(\text{IO}_3)_2$] veya KIO_3 , HIO_3] kolaylıkla kristallendirilip kurutulan ve higroskopik olmayan kuvvetli bir asittir. 38,9950 gramının litreye tamamlanması ile tam 0,1 N çözeltisi elde

edilir. Eş değer gram ağırlığı çok büyük olduğundan iyi bir primer standarttır. pH 4,5–9 aralığında renk değiştiren indikatörler yanında titre edilebilir.

0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlanmasında primer standartlardan çoğunlukla oksalik asit ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) veya potasyum asit ftalat ($KHC_8H_4O_4$), sekonder standart madde olarak da ayarlı HCl çözeltisi kullanılır.

1.2.1. Primer Standart Maddeler ile 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması

➤ Okzalik asit ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) ile ayarlanması

Etüvde 100–110 °C’de kurutulmuş olan oksalik asit ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$)ten kullanılacak erlenmayere 0,1 – 0,2 gram civarında bir tartım alınır. Yaklaşık 100 ml saf suda çözülerek çözelti hâline getirilir. Çözeltiye 1 – 2 damla metiloranj indikatörü ilave edilir. Ayarlanacak NaOH çözeltisi ile çözelti rengi kırmızı oluncaya kadar titre edilir. 30 saniye kalıcı renk elde edilince titrasyona son verilir. Harcanan NaOH hacmi okunarak faktör hesaplaması yapılır.

Not: Normal çözeltilerde birbirleri ile tam olarak tepkimeye giren maddelerin eşdeğer g sayıları daima birbirine eşittir. Buna göre;

$EGS_{AyarlıÇözelti} = EGS_{Numune}$ olur. Her iki maddenin eşdeğer g sayıları bilinen şekilleri ile yazılır ve düzenlenirse;

$$(N.V)_{AyarlıÇözelti} = \left\{ \frac{m}{EDA} \right\}_{Numune} \Rightarrow m = (N.V)_{AyarlıÇözelti} \cdot EDA_{Numune} \text{ olur.}$$

Hacim ml’ye çevrilir, volümetrik faktör de eklenip harf değişiklikleri yapılırsa;

$$T = \frac{F.S.N.E}{1000} \text{ eşitliği elde edilir. Buradan} \quad F = \frac{T.1000}{S.N.E} \text{ olur.}$$

Formülde ; T = Aranan madde miktarı

F = Volümetrik Faktör

S = Titrasyon için harcanan ayarlı çözelti sarfiyatı (ml).

N = Ayarlı çözeltinin yaklaşık normalitesi (NaOH için 0,1 Molar)

E = Örneğin eşdeğer ağırlığıdır.

Oksalik asit için eşdeğer ağırlık $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 126 / 2 = 63$ gramdır. Kesin faktör tespiti için işlem en az iki kez tekrarlanmalı ve birbirine yakın sonuçlar elde edilmelidir. Elde edilen sonuçların ortalaması alınarak kesin faktör tespit edilir.

Örnek: Yaklaşık derişimi 0,1 N olan NaOH çözeltisini ayarlamak için 0,1826 g $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ tartımı alınıyor. Ayarlama için gerekli işlemler yapıldıktan sonra titrasyonu için 24,6 ml NaOH çözeltisi harcandığına göre faktör nedir? $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 126$

Çözüm:

$$F = \frac{T.1000}{S.N.E} \Rightarrow F = \frac{0,1826.1000}{24,6.0,1.126/2} \Rightarrow F = 1,1782 \text{ olur.}$$

➤ **Potasyum asit ftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) ile ayarlanması**

Etüvde 100–110 °C’de kurutulmuş potasyum asit ftalattan, $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ (204,2373 g / mol)’ten elektronik terazide yaklaşık 0,8 – 1 g tartılır. 250 ml’lik bir erlene konur ve 100 ml’lik saf suda çözülür. İçine bir iki damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Yaklaşık 0,1 N olarak hazırlanan NaOH çözeltisi büretin sıfır çizgisine kadar doldurulur. İndikatörün rengi renksizden pembeye dönünceye kadar NaOH ile titrasyona devam edilir. Harcanan baz miktarı büretten okunur. Bazın normalitesi.

$$F = \frac{T.1000}{S.N.E} \text{ eşitliği yardımıyla hesaplanır.}$$

Potasyum asit ftalat için eşdeğer ağırlık $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 = 204,2373 / 1 = 204,2373$ gramdır. İşlem en az iki örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak bazın normalitesi bulunur.



Resim 1.2: Potasyum asit ftalat

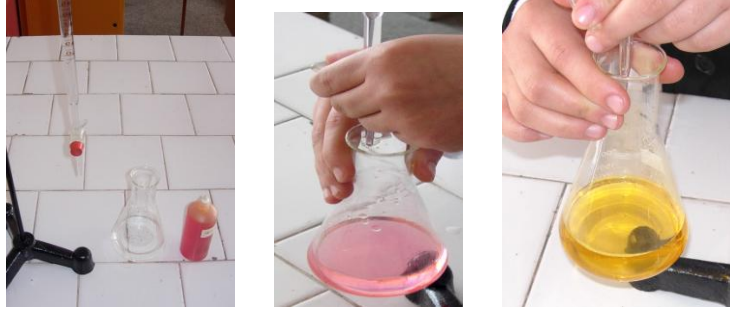
1.2.2. Segonder Standart Maddeler ile 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlanması

➤ 0,1 N NaOH Çözeltisinin Ayarlı HCl ile Ayarlanması

Daha önceden ayarı yapılmış, normalitesi kesin olarak bilinen bir asit çözeltisinden 10 - 20 ml arasında belli hacimde alınır ve temiz bir erlene aktarılır, 50 ml'ye seyreltilir. İçine bir iki damla metiloranj indikatörü eklenir. Yaklaşık 0,1 N olarak hazırlanan NaOH çözeltisi, temiz ve kuru bir büretin sıfır çizgisine kadar doldurulur. İndikatörün rengi kırmızıdan portakala dönünceye kadar titre edilir. Harcanan NaOH miktarı büretten okunur. Bazın normalitesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

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

İşlem en az iki örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak çözeltinin normalitesi hesaplanır.







Resim 1.3: Ayarlı HCl çözeltisi kullanılarak NaOH çözeltisinin ayarlanması




UYGULAMA FAALİYETİ-1

0,1 N NaOH çözeltisi hazırlayınız ve ayarlayınız.

Araç gereçler: NaOH(k), elektronik terazi, spatül, kaynatılıp soğutulmuş saf su, BaCl₂, 1 M Na₂SO₄, 250 ml'lik balon joje, 1 l'lik balon joje, pyrex şişe, pipet, saf su, büret, erlen, oksalik asit, metil oranj

İşlem Basamakları	Öneriler
0,1 N NaOH çözeltisi hazırlamak	
➤ Temiz bir balon jøjeye 10 gram katı sodyum hidroksit tartınız.	➤ Tartım işlemini kuralına göre ve dikkatli yapınız.
➤ 250 ml balon jøjeye alınız.	➤ Dışarıya madde dökmeyiniz.
➤ Daha önceden kaynatılmış ve soğutulmuş 150 – 200 ml saf suda çözünüz.	➤ Balon jöjenin ölçü çizgisini geçirmeyiniz.
➤ Hazırlanan çözelti içine yaklaşık 1 gram baryum klorür ekleyerek çözelti içindeki karbonatın çökmesini sağlayınız.	➤ Yaklaşık 1 g BaCl ₂ ekleyiniz. ➤ Ekleme sırasında kimyasalınızın balon jöjenin dışına dökülmemesine dikkat ediniz.
➤ Baryum iyonlarının aşırısını çöktürmek için 1 M Na ₂ SO ₄ çözeltisinden 5 ml ekleyiniz.	➤ Na ₂ SO ₄ çözeltisinin 1 M olmasına dikkat ediniz. ➤ Çözeltinin balon jöjenin dışına dökülmemesine dikkat ediniz.
➤ Çözeltiyi 1 saat kendi hâlinde dinlendiriniz.	➤ Dinlendirme süresini çok uzun tutmayınız.
➤ Süzme işlemi yapınız.	➤ Süzmeyi dikkatli ve kuralına uygun yapınız.
➤ Süzüntüyü balon jöjeyi alarak 250 ml'ye saf su ile tamamlayınız.	➤ Seyreltmeyi fazla yapmayınız.
➤ Sıvıdan pipetle 100 ml alarak 1 litrelik balon jøjeye alıp kaynatılmış saf su ile ölçü çizgisine kadar tamamlayınız. 	➤ Hacim ölçümlerini dikkatli yapınız. ➤ Ölçü çizgisini aşmayınız.

0,1 N NaOH çözeltisi ayarlamak	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tartı kabına saf okzalik asit olarak etüvde 105 – 110 °C’de 1 saat kurutunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratuvar çalışmaları için uygun kıyafet giyiniz. ➤ Primer standart maddenizi etüvde 100-110 °C’de kurutunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 250 ml’lik erlene 0,1–0,2 gram civarında kurutulmuş okzalik asit tartınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Primer standardınızdan gerekli olan miktarı spatül yardımıyla kâğıda koyunuz. ➤ Tartımı dikkatli yapınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Üzerine 100 ml saf su ekleyerek okzalik asidi çözünüz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Saf suyunuzun önceden kaynatılıp soğutulmuş saf su olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1-2 damla metil oranj indikatörü ekleyiniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ İndikatörün fazlasını ilave etmekten kaçınınız.

<p>➤ Büreti ayarı bilinmeyen NaOH ile doldurunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Büreti önce az NaOH çözeltisi ile çalkalamayı unutmayınız. ➤ Büretin uç kısmını doldurmayı unutmayınız. ➤ Ölçü çizgisini dikkatli ayarlayınız. ➤
<p>➤ NaOH çözeltisi ile okzalik asit çözeltisini kırmızı renk oluncaya kadar titre ediniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Büretten erlene yavaş yavaş ve dikkatli bir şekilde baz ekleyiniz. ➤ Her damlada erlenmeyi çalkalamayı unutmayınız. ➤ Baz ekleme işlemine renk değişimi gözleyinceye kadar devam ediniz. ➤ Renk değişimi olunca titrasyonu bitiriniz.
<p>➤ NaOH sarfiyatını okuyunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Harcanan NaOH miktarını okuyarak kaydediniz.
<p>➤ NaOH çözeltisinin faktörünü hesaplayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gereken formülleri belirleyiniz. ➤ Kullanılan maddelerin birimlerinin uyumlu olabilmesi için birimler arasında gerekli çevirmeleri yapınız. ➤ Matematiksel işlemleri dikkatlice yapınız.
<p>➤ Aynı işlemi en az iki kez daha tekrarlayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sonuçların ortalamasını alınız.

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Temiz bir balon jojeye 10 gram katı saf sodyum hidroksit tarttınız mı?		
2	250 ml'lik balon jojeye aldınız mı?		
3	Daha önceden kaynatılmış ve soğutulmuş 200 ml saf suda çözdünüz mü?		
4	Hazırlanan çözelti içine yaklaşık 1 gram baryum klorür ekleyerek çözelti içindeki karbonatın çökmesini sağladınız mı?		
5	Baryum iyonlarının aşırısını çöktürmek için 1 M sodyum sülfat çözeltisinden 5 ml eklediniz mi?		
6	Süzme işlemi yaptınız mı?		
7	Süzüntüyü balon jojeyi alarak 250 ml'ye saf su ile tamamladınız mı?		
8	Sıvıdan pipetle 100 ml alarak 1 litrelik balon jojeye alıp kaynatılmış saf su ile litre çizgisine kadar tamamladınız mı?		
9	Tartı kabına saf okzalik asit olarak etüvde 105 – 110 °C'de 1 saat kuruttunuz mu?		
10	250 ml'lik erlene 0,1–0,2 gram civarında kurutulmuş okzalik asit tarttınız mı?		
11	Üzerine 50 ml saf su ekleyerek okzalik asidi çözdünüz mü?		
12	Üzerine 1-2 damla metiloranj indikatörü eklediniz mi?		
13	Büreti ayarı bilinmeyen NaOH ile doldurdunuz mu?		
14	NaOH çözeltisi ile okzalik asit çözeltisini kırmızı renk oluncaya kadar titre ettiniz mi?		
15	NaOH sarfiyatını okudunuz mu?		
16	NaOH çözeltisinin faktörünü hesapladınız mı?		
17	Aynı işlemi en az iki kez daha tekrarladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1,016 g potasyum asit ftalat ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$) saf suda çözülerek 24,8 ml KOH ile titre edilmiştir. Bazın normalitesi kaçtır ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$: 204,23 g/mol)?
A) 0,4 B) 0,2 C) 0,5 D) 0,7
- Yaklaşık 0,1 N NaOH çözeltisinin ayarlanmasında, daha önceden ayarı yapılmış 0,1 N HCl'den 20 ml alınıyor ve fenolftalein indikatörlüğünde NaOH ile titre ediliyor. Harcanan baz miktarı 19,8 ml olduğuna göre NaOH'ın gerçek normalitesi nedir?
A) 0,1010 B) 0,1110 C) 0,0100 D) 0,0101
- Aşağıdakilerden hangisi asit-baz titrasyonlarında dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir?
A) Baz çözeltiler koyu renkli cam şişelerde saklanmalıdır.
B) Titrasyon hızlı bir şekilde yapılarak renk değişimi gözlenmelidir.
C) Asit-baz titrasyonlarında titrasyona uygun indikatör kullanılmalıdır.
D) Kullanılacak çözeltiler istenildiği kadar seyreltilmelidir.

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

- () Volümetrik analizlerde referans olarak kullanılan çok yüksek saflıktaki maddeye primer standart madde denir.
- () Kuvvetli bazlar primer standart madde olarak da kullanılır.
- () Baz çözeltiler havadaki nem ve karbondioksitten etkilenir.
- () Fenolftalein indikatörü asidik bölgede renk değiştiren indikatördür.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kurallara uygun olarak ayarlı baz yardımıyla asit miktarları tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kimya sektöründe ayarlı baz kullanılmak suretiyle yaygın olarak yapılan asit miktarı tayinlerini araştırınız.

2. AYARLI BAZLA ASİT MİKTARI TAYİNİ

Ayarlı baz çözeltileri, titrasyon işlemlerinde, bir asit çözeltisindeki asit miktarını bulmamıza yardımcı olur. Tayini yapılacak asit çözeltisinden 10 – 25 ml arasında belirli hacimlerde örnek alınır, 250 ml'lik bir erlene konur ve 100 ml'ye seyreltilir. İçine bir iki damla asit - baz indikatörü damlatılır. Titrasyona indikatörün rengi değişinceye kadar devam edilir. Büretten harcanan ayarlı bazın hacmi okunur. Daha sonra aşağıdaki bağıntıdan faydalanılarak çözeltildeki asit miktarı ve asit yüzdesi hesaplanır.

$$T = \frac{F.S.N.E}{1000} \quad \text{förmülünden veya}$$

$$\text{Asit (g)} = N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \text{ (ml)} \quad \text{Asidin milieşdeğer gramı}$$

$$\% \text{ asit (g/100 ml)} = \frac{N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}} \times \text{milieşdeğer gram asit}}{\text{Örnek hacmi (ml)}} \times 100 \quad \text{förmülünden}$$

hesaplanır.

İşlem en az iki örnekle daha tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak asit miktarı bulunur.

Asitlerde eşdeğer gram (eşdeğer ağırlık); asidin mol kütlelerinin, çözeltiliye verdiği H⁺ iyonu sayısına (asidin değerliğine) bölünmesiyle bulunur. Aşağıda bazı asitler ve bunların eşdeğer ağırlıkları verilmiştir.

<u>Asit</u>	<u>Mol Kütle</u>	<u>Değerliği</u>	<u>Eşdeğer Ağırlığı</u>	<u>Milieşdeğer Ağırlığı</u>
HCl	36,5	1	36,5	0,0365
H ₂ SO ₄	98	2	49	0,049
HNO ₃	63	1	63	0,063
CH ₃ COOH	60	1	60	0,060

2.1. Sülfürük Asit Tayini

Deneyde kullanılacak erlenmayere tayini yapılacak asit çözeltisinden 10 – 20 ml alınarak 100 ml'ye seyreltilir. Seyreltilen çözelti üzerine 2 – 3 damla bromtimol mavisi indikatörü ilave edilir. Ayarlı 0,1 N NaOH çözeltisi ile çözelti rengi sarıdan maviye dönünceye kadar titre edilir. Harcanan ayarlı NaOH çözeltisi miktarı büretten okunur. İşlem en az iki defa tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak sülfürük asit miktarı hesaplanır.

$$T = \frac{F.S.N.E}{1000}$$

Eşitliğinden miktar hesabı yapılır. Sülfürük asit için eşdeğer ağırlık $H_2SO_4 = 98 / 2 = 49$ gramdır.

Örnek: Faktörü 1,1332 olan 0,1 normal NaOH çözeltisinden, H_2SO_4 tayini için gerekli işlemlerden sonra 19,8 ml sarf edildiğine göre örnekteki H_2SO_4 miktarı nedir? $H_2SO_4 = 98$

Çözüm:

$$T = \frac{F.S.N.E}{1000} \Rightarrow T = \frac{1,1332 \cdot 19,8 \cdot 0,1 \cdot \frac{98}{2}}{1000} \Rightarrow T = 1,099 \text{ gr}$$

2.2. Sirkede Asit Miktarı Tayini

Sirke çözeltisinden 1-5 ml arasında belirli hacimlerde alınır, 250 ml'lik erlene boşaltılır ve 100 ml'ye seyreltilir. İçine 1-2 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. 0,1 N baz çözeltisi ile renksizlikten pembe renge kadar titre edilir. Harcanan baz miktarı büretten okunur. İşlem en az iki defa tekrarlanır. Titrasyon sonuçlarının ortalaması alınarak sirkedeki asit miktarı asetik asit (CH_3COOH , HAc) cinsinden hesaplanır.




Asetik asit (g) = $N_{NaOH} \times V_{NaOH}(ml) \times$ Asetik asidin milieşdeğer gramı





$$\% \text{ HAc (g / 100 ml)} = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 10^{-3} \times \frac{CH_3COOH}{1}}{\text{Örnek Hacim (ml)}} \times 100$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Ayarlı baz çözeltisi ile sülfürik asit ve asetik asit tayini yapınız.

Araç gereçler: H₂SO₄ ve HAc örnek çözeltisi, ayarlı NaOH çözeltisi, spor, büret, brom timol mavisi, fenol ftalein, erlen

İşlem Basamakları	Öneriler
Sülfürik Asit Tayini	
<p>➤ Tayini yapılacak sülfürik asit çözeltisinden 10 – 20 ml arasında 250 ml'lik erlene alınız.</p> 	<p>➤ Öğrenme Faaliyeti – 1'i hatırlayınız.</p> <p>➤ Alacağınız örnek miktarını hesaplayınız. Örneğin fazlasını almaktan kaçınınız.</p>
<p>➤ Yaklaşık 100 ml'ye seyreltiniz.</p>	<p>➤ Öğrenme Faaliyeti – 1'i hatırlayınız.</p>
<p>➤ Erlen içine 1 – 2 damla bromtimol mavisi indikatörü ilave ediniz.</p> 	<p>➤ İndikatörü yeterli miktarda ilave ediniz.</p>
<p>➤ Büreti ayarlı NaOH çözeltisi ile doldurunuz.</p>	<p>➤ Büretin uç kısmını doldurmayı unutmayınız.</p> <p>➤ Sıfır ayarını iyi yapınız.</p>
<p>➤ Büretteki ayarlı NaOH çözeltisi ile çözeltinin rengi sarıdan maviye dönünceye kadar titre ediniz.</p>	<p>➤ Dönüm noktasını geçirmeyiniz.</p>
<p>➤ Harcanan NaOH miktarını büretten okuyunuz.</p> 	<p>➤ Büret okuma kurallarını hatırlayınız.</p>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<p>➤ Hesap hatası yapmayınız.</p>

Asetik Asit Tayini	
<p>➤ Tayini yapılacak asetik asit çözeltisinden 10 – 20 ml arasında 250 ml'lik erlene alınız.</p> 	<p>➤ Alacağınız örnek miktarını hesaplayınız. Örneğin fazlasını almaktan kaçınınız.</p>
<p>➤ Yaklaşık 100 ml'ye seyreltiniz.</p>	<p>➤</p>
<p>➤ Erlen içine 2 – 3 damla fenolftalein indikatörü damlatınız.</p> 	<p>➤ İndikatörü yeterli miktarda ilave ediniz.</p>
<p>➤ Büreti ayarlı NaOH çözeltisi ile doldurunuz.</p>	<p>➤ Büretin uç kısmını doldurmayı unutmayınız. ➤ Sıfır ayarını iyi yapınız.</p>
<p>➤ Büretteki ayarlı NaOH çözeltisi ile çözeltinin rengi pembeye dönünceye kadar titre ediniz.</p> <p>➤</p> 	<p>➤ Dönüm noktasını geçirmeyiniz</p>
<p>➤ Harcanan NaOH miktarını büretten okuyunuz.</p> 	<p>➤ Büret okuma kurallarını hatırlayınız.</p>
<p>➤ HAc miktar hesaplaması yapınız.</p>	<p>➤ Hesap hatası yapmayınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

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

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Tayini yapılacak sülfürik asit çözeltisinden 10 – 20 ml arasında 250 ml'lik erlene aldınız mı?		
2.	Yaklaşık 100 ml'ye seyrelttiniz mi?		
3.	Üzerine 2 – 3 damla bromtimol mavisi indikatörü damlattınız mı?		
4.	Büreti ayarlı NaOH çözeltisi ile doldurdunuz mu?		
5.	Büretteki ayarlı NaOH çözeltisi ile çözeltinin rengi sarıdan maviye dönünceye kadar titre ettiniz mi?		
6.	Harcanan NaOH miktarını büretten okudunuz mu?		
7.	Hesaplama yaptınız mı?		
8.	Tayini yapılacak asetik asit çözeltisinden 10 – 20 ml arasında 250 ml'lik erlene aldınız mı?		
9.	Yaklaşık 100 ml'ye seyrelttiniz mi?		
10.	Üzerine 2 – 3 damla fenol ftalein indikatörü damlattınız mı?		
11.	Büreti ayarlı NaOH çözeltisi ile doldurdunuz mu?		
12.	Büretteki ayarlı NaOH çözeltisi ile çözeltinin rengi pembeye dönünceye kadar titre ettiniz mi?		
13.	Harcanan NaOH miktarını büretten okudunuz mu?		
14.	Hesaplama yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 20 ml HCl çözeltisi fenolftalein indikatörü eşliğinde ayarlı NaOH çözeltisi ile titre ediliyor. Titrasyon sonucunda 44 ml NaOH harcıyor. Ayarlı baz çözeltisinin normalitesi 0,1 N olduğuna göre çözeltideki HCl kaç g'dır (HCl: 36,5 g / mol)?
A) 0,158 g B) 0,160 g C) 0,173 g D) 0,196 g
- Ayarlı bir baz çözeltisi yardımıyla yapılan bir deneyde 250 ml HNO₃ çözeltisindeki asit miktarı 12,6 g olarak bulunuyor. Çözeltinin pH'ı kaçtır (HNO₃: 63 g / mol)?
A) 0,0669 B) 0,0769 C) 0,0869 D) 0,0969
- Yaklaşık 0,1 N NaOH çözeltisinden 10 ml alınarak 0,0944 N ayarlı HCl çözeltisi ile titre ediliyor. Titrasyon sırasında harcanan asit miktarı 11,5 ml olduğuna göre NaOH çözeltisinin normalitesi nedir?
A) 0,0944 B) 0,0982 C) 0,1086 D) 0,1095
- 2,8600 g sirke örneği 0,1200 N NaOH'in 19,80 ml'si ile titre edilmiştir. Sirkedeki asetik asit yüzdesi kaçtır (Asetik asit: 60 g / mol) ?
A) % 5 B) % 3 C) % 2 D) % 6

DEĞERLENDİRME

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

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Formül ağırlığı 204,2 olan bir değerlikli primer standarttan 0,8 g alınmış ve saf suda çözüldükten sonra 38 ml sodyum hidroksitle titre edilmiştir. Sodyum hidroksidin normalitesi nedir?
A) 0,1030 B) 0,1130 C) 0,0930 D) 0,1050
2. Nitrik asit çözeltisi belli hacimdeki ayarlı NaOH ile titre ediliyor. 22 ml asit için büretten 24 ml 0,1065 M sodyum hidroksit çözeltisi harcandığına göre nitrik asidin normalitesi kaçtır?
A) 0,1080 B) 0,0985 C) 0,1162 D) 0,1100
3. Molekül ağırlığı 90 g / mol olan bir susuz asitten 250 ml'lik çözelti hazırlanmıştır. Bu çözeltiden alınan 25 ml'yi nötrleştirmek için 0,1 N NaOH çözeltisinden 27,75 ml kullanılmıştır. Asit çözeltisinin pH'ı kaçtır?
A) 0,80 B) 0,85 C) 0,90 D) 0,95
4. Sirke, asetik asidin (CH_3COOH) suda çözünmesiyle oluşan bir çözeltidir. 5,50 g sirke örneğini nötrleştirmek için 42,5 ml 0,10 N NaOH çözeltisi kullanılmıştır. Buna göre sirkeadaki kütlece asetik asit yüzdesi nedir (CH_3COOH : 60 g / mol)?
A) % 3,5 B) % 4,6 C) % 5,8 D) % 7,4
5. Derişimi bilinmeyen bir H_2SO_4 çözeltisinden 15 ml alınarak 0,1045 N NaOH ile titre ediliyor. İndikatörün renk değiştirmesi ile titrasyon bitiriliyor. Bu sırada büretten okunan harcanan baz miktarı 46 ml olduğuna göre örnekteki H_2SO_4 miktarı aşağıdakilerden hangisidir (H_2SO_4 : 98 g / mol)?
A) 0,145 B) 0,235 C) 0,280 D) 0,330

DEĞERLENDİRME

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

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	B
2.	A
3.	C
4.	DOĞRU
5.	YANLIŞ
6.	DOĞRU
7.	YANLIŞ

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	B
2.	D
3.	C
4.	A

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	A
2.	C
3.	D
4.	B
5.	B

KAYNAKÇA

- DEMİR Mustafa, **Analitik Kimya Laboratuvarı Nitel Bölüm**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 2004.
- DEMİR Mustafa, **Analitik Kimya Nicel**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2001.
- DEMİR Mustafa, Şahinde DEMİRCİ, Ali USANMAZ, **Analitik ve Sınai Kimya Laboratuvarı**, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara, 2001.
- GÜNDÜZ Turgut, **Kantitatif Analiz Laboratuvar Kitabı**, Gazi Kitabevi, Ankara, 1999.
- SKOOG Douglas A., Donald M. WEST, F. James HOLLER, (Çev. Esmâ KILIÇ, Fitnat KÖSEOĞLU), **Analitik Kimya Temelleri 1. Cilt**, Bilim Yayıncılık, 1996.