



**TÜRK STANDARDI**  
TURKISH STANDARD

**TS EN 901**

Aralık 2004

ICS 71.100.80

**İÇME VE KULLANMA SULARININ ARITIMINDA  
KULLANILAN KİMYASAL MADDELER - SODYUM  
HİPOKLORİT**

Chemicals used for treatment of water intended for human  
consumption - Sodium hypochlorite

**TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ**  
**Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/ANKARA**

- Bugünkü teknik ve uygulamaya dayanılarak hazırlanmış olan bu standardın, zamanla ortaya çıkacak gelişme ve değişikliklere uydurulması mümkün olduğundan ilgililerin yayınları izlemelerini ve standardın uygulanmasında karşılaştıkları aksaklıkları Enstitümüze iletmelerini rica ederiz.
- Bu standardı oluşturan Hazırlık Grubu üyesi değerli uzmanların emeklerini; tasarılar üzerinde görüşlerini bildirmek suretiyle yardımcı olan bilim, kamu ve özel sektör kuruluşları ile kişilerin değerli katkılarını şükranla anarız.



#### **Kalite Sistem Belgesi**

İmalât ve hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların sistemlerini TS EN ISO 9000 Kalite Standardlarına uygun olarak kurmaları durumunda TSE tarafından verilen belgedir.



#### **Türk Standardlar Uyumluk Markası (TSE Markası)**

TSE Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin ilgili Türk Standardına uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

## **TSEK**

#### **Kalite Uyumluk Markası (TSEK Markası)**

TSEK Markası, üzerine veya ambalajına konulduğu malların veya hizmetin henüz Türk Standardı olmadığından ilgili milletlerarası veya diğer ülkelerin standardlar veya Enstitü tarafından kabul edilen teknik özelliklere uygun olduğunu ve mamulle veya hizmetle ilgili bir problem ortaya çıktığında Türk Standardları Enstitüsü'nün garantisi altında olduğunu ifade eder.

## **DİKKAT!**

TS işareti ve yanında yer alan sayı tek başına iken (TS 4600 gibi), mamulün Türk Standardına uygun üretildiğine dair üreticinin beyanını ifade eder. **Türk Standardları Enstitüsü tarafından herhangi bir garanti söz konusu değildir.**

***Standartlar ve standardizasyon konusunda daha geniş bilgi Enstitümüzden sağlanabilir.***

**TÜRK STANDARDLARININ YAYIN HAKLARI SAKLIDIR.**

## Ön söz

- Bu Standard, CEN tarafından kabul edilen EN 901: 1999 standardı esas alınarak, TSE Kimya Hazırlık Grubu'nca TS prEN 901 (1996)'in revizyonu olarak hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulu'nun 02 Aralık 2004 tarihli toplantısında Türk Standardı olarak kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.
- Bu standardın daha önce yayımlanmış bulunan baskıları geçersizdir.

## İçindekiler

0	Giriş .....	1
1	Kapsam .....	1
2	Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar .....	1
3	Tanıtım .....	1
3.1	Maddenin tanıtılması .....	1
3.1.1	Kimyasal adı .....	1
3.1.2	Eş anlamlı veya yaygın adı .....	1
3.1.3	Bağıl molekül kütlesi .....	1
3.1.4	Basit formül .....	2
3.1.5	Kimyasal formül .....	2
3.1.6	CAS tescil numarası .....	2
3.1.7	EINECS referansı .....	2
3.2	Ticarî şekli .....	2
3.3	Fiziksel özellikler .....	2
3.3.1	Görünüş ve koku .....	2
3.3.2	Yoğunluk .....	2
3.3.3	Sudaki çözünürlüğü .....	2
3.3.4	Buhar basıncı .....	2
3.3.5	Kaynama noktası, 100 kPa'da .....	2
3.3.6	Kristallenme ve donma noktası .....	2
3.3.7	Özgül ısı .....	2
3.3.8	Viskozite (dinamik) .....	2
3.3.9	Kritik sıcaklık .....	2
3.3.10	Kritik basınç .....	2
3.3.11	Fiziksel sertlik .....	2
3.4	Kimyasal özellikler .....	3
4	Saflık kriterleri .....	3
4.1	Ticarî mamulün bileşimi .....	3
4.2	Safsızlıklar ve ana yan ürünler .....	3
4.3	Toksik maddeler .....	3
5	Deney metotları .....	3
5.1	Numune alma .....	3
5.1.1	Fıçılardan ve şişelerden numune alma .....	4
5.1.2	Tanklardan ve tankerlerden numune alma .....	4
5.2	Analiz .....	4
5.2.1	Kullanılabilir klor muhtevası (ana mamul) tayini .....	4
5.2.2	Safsızlıklar .....	6
5.2.3	Toksik maddeler .....	8
6	Etiketleme - taşıma - muhafaza .....	10
6.1	Teslim şekli .....	10
6.2	AB Direktiflerine göre risk ve güvenlik etiketlemesi .....	10
6.3	Taşıma ile ilgili mevzuat ve etiketleme .....	10
6.4	İşaretleme .....	10
6.5	Muhafaza .....	11
6.5.1	Uzun süreli kararlılık .....	11
6.5.2	Yanlış depolama .....	11
Ek A (Bilgi için) - Sodyum hipoklorit hakkında genel bilgi .....	13	
Ek B - Güvenlikle ilgili genel kurallar .....	17	
Ek C - Arsenik, antimon ve selenyum tayini (atomik absorpsiyon spektrometri, hidrür tekniği) .....	18	
Kaynaklar .....	24	

# İçme ve kullanma sularının arıtımında kullanılan kimyasal maddeler - Sodyum hipoklorit

## 0 Giriş

İçme ve kullanma sularının kalitesi üzerinde muhtemel olumsuz etkiler açısından:

Bu standard, mamulün her hangi bir Avrupa Birliği Ülkesi veya EFTA Ülkelerinde sınırlama olmaksızın kullanılıp kullanılmayacağı hakkında bilgi vermez.

Doğrulanabilir Avrupa kriterleri uygulanıncaya kadar, yürürlükte olan bu mamulün kullanımı ve/veya özellikleri ile ilgili mevcut ulusal mevzuatın yürürlükte kalacağı bilinmelidir.

## 1 Kapsam

Bu standard, içme ve kullanma sularının arıtımında kullanılan sodyum hipokloritin özelliklerini ve ilgili deney metotlarını kapsar. Bu standard sodyum hipokloritin su arıtımında kullanımı hakkında bilgi verir.

## 2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya belgelere atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartıyla uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya belgenin tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No <sup>1</sup>	Adı (Türkçe)
EN ISO 3696	Water for analytical laboratory use - Specification and test methods.	TS EN ISO 3696	Su -Analitik laboratuvarında kullanım için - özellikler ve deney metotları
ISO 3165	Sampling of chemical products for industrial use - Safety in sampling	TS 8691	Kimyasal ürünler- Sanayide kullanılan - Numune almada emniyet kuralları
ISO 5666	Water quality - Determination of total mercury by flameless atomic absorption spectrometry - Part 1 : Method after digestion with permanganate - peroxodisulfate	TS 2537 EN 1483	Su kalitesi-Cıva tayini
ISO 6206	Chemical products for industrial use - Sampling - Vocabulary	TS 8894	Kimyasal mamuller - Sanayide kullanılan - Numune alma terimleri
ISO 8288	Water quality - Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead - Flame atomic absorption spectrometric methods	TS 6290	Su kalitesi - Kobalt, nikel, bakır, çinko, kadmiyum ve kurşun tayini - Alev atomik absorpsiyon spektrometrik metotları
ISO 9174	Water quality - Determination of total chromium - Atomic absorption spectrometric methods	TS EN 1233	Su kalitesi - Krom tayini - Atomik absorpsiyon spektrometrik metotlar

## 3 Tanıtım

### 3.1 Maddenin tanıtılması

#### 3.1.1 Kimyasal adı

Sodyum hipoklorit.

#### 3.1.2 Eş anlamlı veya yaygın adı

Ağartıcı sıvı, çamaşır suyu.

#### 3.1.3 Bağlı molekül kütlesi

74,44.

<sup>1</sup> TSE Notu: Atıf yapılan standartların TS numarası ve Türkçe adı 3. ve 4. kolonda verilmiştir

**3.1.4 Basit formül**

NaClO.

**3.1.5 Kimyasal formül**

NaClO.

**3.1.6 CAS tescil numarası<sup>21)</sup>**

7681-52-9

**3.1.7 EINECS referansı<sup>23)</sup>**

231-668-3.

**3.2 Ticarî şekli**

Mamul, kullanılabilir (aktif) klor derişimi, en fazla kütlece (m/m) % 15 olacak şekilde sulu çözelti hâlinde piyasaya arz edilir.

**3.3 Fiziksel özellikler****3.3.1 Görünüş ve koku**

Mamul, bayıltıcı bir klor kokusunda, berrak, sarımsı yeşil renkli bir çözeltidir.

**3.3.2 Yoğunluk**

Mamulün yoğunluğu, 20°C sıcaklıkta, 1,13 g/mL ile 1,28 g/mL arasında değişir.

**3.3.3 Sudaki çözünürlüğü**

Mamul su ile her oranda karışabilir.

**3.3.4 Buhar basıncı**

20°C sıcaklıkta yaklaşık 2,5 kPa'dır.

**3.3.5 Kaynama noktası, 100 kPa'da<sup>34)</sup>**

Uygulanmaz.

**3.3.6 Kristallenme ve donma noktası**

Mamul, -17°C sıcaklıkta donmaya başlar.

Kristallerime noktası -20°C ilâ -30°C arasındadır.

**3.3.7 Özgül ısı**

Kullanılabilir (aktif) klor derişimi % 14 (m/m) ve % 15 (m/m) arasında olan bir çözelti için özgül ısı 3,48 KJ/(kg.K)'dir.

**3.3.8 Viskozite (dinamik)**

20°C sıcaklıkta, 2,6 mPa.s'dir.

**3.3.9 Kritik sıcaklık**

Uygulanmaz.

**3.3.10 Kritik basınç**

Uygulanmaz.

**3.3.11 Fiziksel sertlik**

Uygulanmaz.

<sup>21)</sup> Chemical Abstracts Service Tescil Numarası.

<sup>23)</sup> Mevcut Ticarî Kimyasal Maddelerin Avrupa Envanteri.

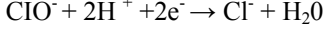
<sup>34)</sup> 100kPa = 1 bar

### 3.4 Kimyasal özellikler

Mamul bazik bir çözelti olup, 20°C sıcaklıkta pH değeri 11'den büyüktür.

Mamul, asitler ve asidik tuzlar ile klor oluşturarak reaksiyon verir.

İndirgen maddelerle şiddetle reaksiyon verir. Mamul kuvvetli bir yükseltgendir [ (ClO<sup>-</sup>) için E<sup>o</sup><sub>H</sub> = 0,89 V],



## 4 Safılık kriterleri

Uygulanan imalat süreci ve kullanılan ham maddelerden kaynaklanması muhtemel önemli miktardaki safsızlıklar ve toksik maddeler için sınır değerleri verilmiştir. İmalat süreci veya ham maddelerdeki bir değişiklik, diğer safsızlıklarda veya var olan yan ürünlerde önemli miktarda artışa sebep olursa, bu durum kullanıcıya bildirilmelidir

### 4.1 Ticari mamulün bileşimi

Sodyum hipoklorit, imalatçı tarafından piyasaya arz edildiğinde, kullanılabilir klor, litrede 160 g'a kadar olan bir derişime sahip çözelti halindedir. Sodyum hipoklorit derişimi imalatçı tarafından belirtilen değere eşit veya daha büyük olmalıdır.

### 4.2 Safsızlıklar ve ana yan ürünler

Mamul, imalatçı tarafından piyasaya arz edildiğinde, belli bir numunedeki sodyum klorat (NaClO<sub>3</sub>) miktarı, aynı numunedeki kullanılabilir klor miktarının kütlece (m/m), % 5,4'ünü aşamaz. Mamul, görünebilir tortu veya asılı madde ihtiva etmemelidir.

Not - Sodyum klorat, imalat sürecinde bir yan üründür ve depolama sırasında biraz fazlası oluşabilir (Madde 6.5.1).

### 4.3 Toksik maddeler

Not- Bu standardın amacı bakımından "toksik maddeler" 80/778/AB sayılı ve 15 Temmuz 1980 tarihli AB Direktifi'nde belirtilmiştir (Bakınız [1]).

Toksik madde muhtevası Çizelge 1'de belirtilen değerlere uymalıdır

Çizelge 1 - Toksik maddeler

Parametre	Sınır mg/kg kullanılabilir klor	
	Tip 1	Tip 2
Arsenik (As) en çok	1	5
Kadmiyum (Cd) en çok	2,5	5
Krom (Cr) en çok	2,5	5
Cıva (Hg) en çok	3,5	5
Nikel (Ni) en çok	2,5	10
Kurşun (Pb) en çok	15	15
Antimon (Sb) en çok	20	25
Selenyum (Se) en çok	20	25

Not - Siyanür, sodyum hipoklorit gibi kuvvetli yükseltgen bir ortamda kararsız olduğu için, toksik maddeler listesinde yer almamıştır.. Pestisitler ve polisiklik aromatik hidrokarbonlar imalatta ortaya çıkan yan ürünler değildir.

## 5 Deney metotları

### 5.1 Numune alma

Numune almada, ISO 3165'te belirtilen genel tavsiyeler ve ISO 6206 dikkate alınır.

## 5.1.1 Fıçılardan ve şişelerden numune alma

### 5.1.1.1 Genel

**5.1.1.1.1** Kabın hasar görmemesine veya çözeltinin dökülmemesine dikkat ederek, kap bir taraftan bir tarafa yuvarlanarak veya sallanarak çalkalanmak suretiyle kap içindeki numune alınacak muhteva karışmış olur.

**5.1.1.1.2** Kabın tasarımı bir numune alma işlemini yerine getirmeye elverişli değilse (örneğin, dar boyunlu bir şişe), numune, muhteva iyice karıştırıldıktan sonra boşaltılarak alınır. Aksi takdirde, Madde 5.1.1.1.3'te belirtilen işlem uygulanır.

**5.1.1.1.3** Sıvı yüzeyi muayene edilir. Yüzeyin kirli olduğuna dair bir işaret varsa, numuneler Madde 5.1.1.2'de belirtildiği şekilde yüzeyden alınır. Aksi takdirde, numuneler Madde 5.1.1.3'e göre alınır.

### 5.1.1.2 Yüzeyden numune alma

Numune uygun bir kepçe kullanılarak alınır. Kepçe, sıvının yüzey tabakası kepçenin içine akacak bir seviyeye daldırılır. Kepçe tam dolmadan alınır ve kepçe dış yüzeyine yapışmış olan sıvıların süzülmesi için beklenir. Seçilen bütün kaplardan benzer şekilde numune alınmış olmasına rağmen gerekirse, takip eden analizlere yetecek miktarda, toplam numune hacmi elde edilinceye kadar bu işlem tekrarlanır.

### 5.1.1.3 Tabandan numune alma

Kabın boyutlarına ve sıvının viskozitesine uygun olarak bir açık numune alma tüpü veya tabanında bir vana bulunan numune alma tüpü kullanılarak numune alınır.

Bir açık numune alma tüpü kullanıldığında, tüpün üstü kapatılır ve daha sonra alt ucu kabın tabanına değinceye kadar aşağı indirilir. Tüp açılır ve (tüp dolmadan önce) tüpün tabanı kabın tabanı boyunca hızlı bir şekilde sağa sola hareket ettirilerek tüp çözeltiyle doldurulur. Tüp kapatılır, kaptan yukarı çekilir ve dış yüzeyine yapışmış olan sıvıların süzülmesi için beklenir.

Tabanında vana bulunan numune tüpünün kullanılması durumunda, tüp kabın içine indirilmeden önce vana kapatılır ve daha sonra açık numune tüpü için uygulanana benzer işlemler takip edilir.

## 5.1.2 Tanklardan ve tankerlerden numune alma

Her bir giriş noktasından aşağıda belirtildiği şekilde numune alınır:

- Sıvı yüzeyinden Madde 5.1.1,2'de belirtildiği şekilde bir kepçe kullanılarak,
- Tank veya tanker tabanından, Madde 5.1.1.3'te belirtilen bir numune alma tüpü kullanılarak veya özel olarak tasarlanmış taban numunesi alma cihazı kullanılarak,
- Toplam derinliğe bağlı olarak, taban veya yüzey arasından, bir veya daha fazla noktadan, darası alınmış bir numune alma kutusu kullanılarak.

## 5.2 Analiz

### 5.2.1 Kullanılabilir klor muhtevası (ana ürün ) tayini

#### 5.2.1.1 Genel

Bu metot, kullanılabilir klor muhtevası ( 70 -170) g/L aralığında olan ürünlere uygulanır.

#### 5.2.1.2 Prensip

Sodyum hipoklorit, asetik asit mevcudiyetinde potasyum iyodür ile reaksiyona girerek iyot açığa çıkarır. Açığa çıkan iyot, nişasta indikatör çözeltisi yanında ayarlı sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilir.

#### 5.2.1.3 Reaktifler

Deneylerde sadece analitik saflıkta reaktifler ve EN ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılır

##### 5.2.1.3.1 Potasyum iyodür çözeltisi, kütlece (m/m) %10'luk.

lyodat içermeyen 100 g potasyum iyodür, 0,1 mg yaklaşımla tartılır, suda çözülür ve 1 L'ye seyreltilir.

##### 5.2.1.3.2 Derişik asetik asit, en az % 99 (m/m) saflıkta.

**5.2.1.3.3 Sodyum tiyosülfat çözeltisi, ayarlı, c (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O) = 0,1 mol/L olan.**

24,8 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 5H<sub>2</sub>O suda çözülür. Koruyucu olarak 0,5 mL kloroform ilâve edilir, 1000 mL'lik tek işaretli ölçülü balon içinde seyreltilir ve iyice karıştırılır.

**Ayarlama işlemi:** (160 ± 10) mg (m) primer standard potasyum dikromat darası alınmış bir cam behere 0,1 mg yaklaşımla tartılır. Beher muhtevası 500 mL'lik ağız kapaklı bir erlen içine aktarılır, 100 mL su ve (2 ± 0,5) g potasyum iyodür ilâve edilir ve çözününceye kadar karıştırılır. (15 ± 1) mL hidroklorik asit çözeltisi (hacimce 1+1'lik) ilâve edilir, karıştırılır ve 5 min dinlendirilir. Çözeltinin rengi açık sarı oluncaya kadar sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. (5 ± 1) mL nişasta çözeltisi (Madde 5.2.1.3,4) ilâve edilir ve dönüm noktasına yani, mavi-siyah renk kayboluncaya kadar titre edilir. Kullanılan çözelti hacmi (V) kaydedilir.

Ayarlı sodyum tiyosülfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O) çözeltisinin derişimi, C, mol/L cinsinden aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$C = \frac{m}{V \times 49,0317}$$

Burada;

m : Potasyum dikromatın kütlesi (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), mg, V : Ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin titrasyonda kullanılan hacmi, midir.

**5.2.1.3.4 Nişasta çözeltisi, % 1 (m/m)'lik.**

(1 ± 0,1) g nişasta (5 ± 1) ml su ile bulamaç hâline getirilir. Bulamaca (90 ± 5) mL kaynar su ilâve edilir. Karıştırılarak çözülür ve soğutulur. Bu çözelti, nişastanın bozunmaması için buzdolabında saklanır, bozunmuş nişasta çözeltisi dönüm noktasının belirsiz olmasına sebep olur. Çözelti soğukta muhafaza edilir ve 1 hafta süre ile kullanılabilir,

Not - İyot titrasyonu için piyasada hazır indikatörler mevcuttur, etkinlikleri daha önceden denenmek şartıyla belirtilen nişasta çözeltisi yerine bunlar kullanılabilirler.

**5.2.1.4 Cihaz ve malzemeler**

Genel lâboratuvar cihaz ve malzemeleri.

**5.2.1.5 İşlem****5.2.1.5.1 Deney çözeltisi**

Bir pipet kullanılarak 1,00 mL lâboratuvar numunesi 250 mL'lik erlene aktarılır. Yaklaşık 100 mL oluncaya kadar su ilâve edilir.

**5.2.1.5.2 Tayin**

Deney çözeltisine (Madde 5.2.1.5.1) 10 mL potasyum iyodür çözeltisi (Madde 5.2.1.3.1) ve 5 mL derişik asetik asit (Madde 5.2.1.3.2) ilâve edilir, karıştırılır.

Ayarlı tiyosülfat çözeltisi (Madde 5.2.1.3.3) ile iyodun rengi kayboluncaya kadar hemen titre edilir. 3 mL nişasta indikatör çözeltisi (Madde 5.2.1.3.4) ilâve edilir ve titrasyona mavi-siyah renk kayboluncaya kadar devam edilir. Kullanılan ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (V<sub>1</sub>) 0,1 mL doğrulukla okunur ve kaydedilir.

**5.2.1.6 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi**

Kullanılabilir klor (Cl<sub>2</sub>) muhtevası, d , g/L cinsinden, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$C_1 = V_1 \times c \times 35,45$$

Burada;

V<sub>1</sub>: Ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin (Madde 5.2.1.3.3) titrasyonda kullanılan hacmi, mL,

c : Ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin (Madde 5.2.1.3.3) derişimi, mol/L,

35,45 : 1 mL sodyum tiyosülfat çözeltisine [c (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O) = 1,00 mol/L ] karşılık gelen klorun (Cl<sub>2</sub>) kütlesi, mg dir.

## 5.2.2 Safsızlıklar

### 5.2.2.1 Sodyum klorat ( $\text{NaClO}_3$ ) muhtevası tayini

#### 5.2.2.1.1 Genel

Bu metot, ticarî amaçlarla kullanılan ve klorat muhtevası (3,75 - 15) g/L aralığında olan sodyum hipoklorit çözeltilerine uygulanır.

#### 5.2.2.1.2 Prensip

Seyreltik bir sodyum hipoklorit çözeltisi içindeki klorat iyonunun ayırma ve iletkenliği bastırılmış iletkenlik deteksiyonla (iyon kromatografi) doğrudan tayini.

Not- Kalibrasyon, seyreltik çözeltideki klorat derişimi (3,75 - 15) mg/L arasında olduğu zaman doğrusal özellik gösterir.

#### 5.2.2.1.3 Reaktifler

Deneylerde sadece analitik saflıkta reaktifler ve EN ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılır

##### 5.2.2.1.3.1 Sodyum karbonat ve sodyum hidrojen karbonat, yürütme çözeltisi

Bir hacim sodyum karbonat çözeltisi [ $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \text{ mol/L}$ ], bir hacim sodyum hidrojen karbonat çözeltisi [ $c(\text{NaHCO}_3) = 0,75 \text{ mol/L}$ ] ile karıştırılır.

##### 5.2.2.1.3.2 Sülfürik asit çözeltisi, [ $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,025 \text{ mol/L}$ ], rejenerasyon İşleminde kullanılan çözelti.

##### 5.2.2.1.3.3 Helyum gazı, yüksek saflıkta, yürütme ve rejenerasyon çözeltisini gazlardan arındırmak için.

##### 5.2.2.1.3.4 Su, ultra saf, iletkenliği = 0,056 uS/cm olan.

##### 5.2.2.1.3.5 Sodyum klorat, stok çözeltisi, 1 g/L'lik.

0,2551 g  $\text{NaClO}_3$  0,0001 g yaklaşımla tartılır, 200 mL ultra saf su (Madde 5.2.2.1.3.4) içinde çözülür.

#### 5.2.2.1.4 Cihaz ve malzemeler

Genel lâboratuvar cihaz ve malzemeleri ile birlikte aşağıda verilenler.

##### 5.2.2.1.4.1 iyon kromatografi

##### 5.2.2.1.4.2 Kimyasal iletkenliği bastırılmış detektör

##### 5.2.2.1.4.3 Anyonik kolon ve ön kolon

Tersiyer amin grupları takılarak, anyon değiştirici hâle dönüştürülmüş lateks ile topak hâle getirilmiş, 15 um boyutlu polisitren/divilbenzen destek maddesinden müteşekkil reçine ihtiva eden.

##### 5.2.2.1.4.4 Kaydedici, kromatografik pik yüksekliklerini gösteren ve kaydedebilen.

#### 5.2.2.1.5 Kromatografik şartlar

- Yürütme çözeltisi akış hızı: 2 mL/min,
- Rejenerasyon çözeltisi akış hızı: 2,5 mL/min,
- İletkenlik için tam ölçek : 30 mS,
- Artık iletkenlik : < 18 mS,
- $\text{ClO}^-$  için doğrusallık aralığı: Enjekte edilen çözeltide, 1 mg/L -15 mg/L'lik derişim.

#### Kalibrasyon şartları:

- Kalibrasyon için dört farklı derişimde çözelti ve bir tanık deney çözeltisi kullanılır. Her bir çözelti için üç kez ölçme yapılır.

**5.2.2.1.6 İşlem****5.2.2.1.6.1 Kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanması**

Klorat standard çözeltileri, sodyum klorat stok çözeltisinin (Madde 5.2.2.1.3.5 ) yürütme çözeltisi (Madde 5.2.2.1.3.1) ile seyreltilmesiyle hazırlanır. Kalibrasyon çözeltileri ise Çizelge 2'ye göre hazırlanır.

Çizelge 2 - Klorat muhtavasını tayini için kalibrasyon çözeltileri

Çözelti	$\text{ClO}_3^-$ mg/L
1	3,75
2	7,5
3	11,25
4	15

**5.2.2.1.6.2 Deneç çözeltisinin hazırlanması**

1,00 mL ( $V_1$ ) hacimli iki ayrı deneç numunesi alınır. Nihai deneç çözeltilerindeki klorat derişimi kalibrasyon aralığı içinde kalacak şekilde, deneç çözeltileri yürütme çözeltisi (Madde 5.2.2.1.3.1) ile iki farklı hacme ( $V_2$ ) seyreltilir.

**5.2.2.1.6.3 Kalibrasyon ve deneç çözeltilerinin ölçülmesi**

Her bir kalibrasyon çözeltisi ile üç kez ölçme yapılır. Her bir çözelti için bağıll tekrarlanabilirlik standard sapması % 0,5'ten küçük olmalıdır.

Derişimleri, kalibrasyon eğrisinin alt ve üst bölgelerine denk gelecek iki farklı derişimi elde etmek üzere seyreltilmiş (Madde 5.2.2.1.6.2) deneç çözeltileri ile, bağıll tekrarlanabilirlik standard sapması % 0,5'ten küçük en az üç ölçme işlemi yapılır.

**5.2.2.1.7 Hesaplamalar ve sonuçların gösterilmesi**

Sodyum hipoklorit çözeltisinin klorat muhtavasını, beş farklı derişimdeki kalibrasyon çözeltisi sonuçlarından elde edilen regresyon doğrusundan bulunur.

Lâboratuvar numunesinin klorat ( $\text{ClO}^-$ ) muhtavasını,  $C_2$ , mg/L cinsinden aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır:

$$C_2 = y \times (V_2/V_1)$$

Burada;

$y$  : Kalibrasyon eğrisinden elde edilen derişim, mg/L,

$V_2$ : Seyreltme işleminden sonra deneç çözeltisinin hacmi, mL,

$V_1$  : Deneç çözeltisinin ilk hacmi (1,00 mL), mL

dir.

Bu şekilde hesaplanan klorat derişimini ( $C_2$ ), aynı numunedeki kullanılabilir klorun kütlece yüzdesi ( $C_3$ ) cinsinden ifade etmek için, aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$C_3 = \frac{10 C_2}{C_1}$$

Burada;

$C_1$ : Kullanılabilir klor ( $\text{Cl}_2$ ) derişimi (Madde 5.2.1.6), g/L,

$C_2$ : Klorat derişimi, mg/L,

10: Çevirme faktörleri ve yüzde oranı hesabı için kullanılan çarpanların sonucu, g/mg

dir,

**5.2.2.1.8 Tekrarlanabilirlik sınırı**

Tekrarlanabilirlik şartları altında elde edilen iki tek deney sonucu arasındaki mutlak fark, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak elde edilen tekrarlanabilirlik değeri, r'den büyük değildir.

$$r = 0,001 z$$

Burada;

z : Kütlece yüzde (%m/m) cinsinden, iki sonucun ortalamasıdır.

Not - Tekrarlanabilirlik şartları, aynı kişi tarafından, aynı laboratuvarında, aynı cihazlar kullanılarak, aynı metot ile kısa zaman aralığında, özdeş deney numuneleri kullanılarak birbirinden bağımsız deney sonuçlarının elde edildiği şartlardır.

**5.2.3 Toksik maddeler****5.2.3.1 Antimon (Sb), arsenik (As), kadmiyum (Cd), krom (Cr), kurşun (Pb), nikel (Ni) ve selenyum (Se) tayini****5.2.3.1.1 Prensip**

Arsenik, antimon, kadmiyum, krom, kurşun, nikel ve selenyum elementleri atomik absorpsiyon spektrometri tekniği ile tayin edilir.

**5.2.3.1.1.1 Reaktifler**

Deneylerde sadece analitik saflıkta reaktifler ve EN ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılmalıdır.

**5.2.3.1.1.1.1 Nitrik asit, p = 1,42 g/mL****5.2.3.1.1.2 İşlem****5.2.3.1.1.2.1 Deney numunesi**

0,001 g yaklaşımla, laboratuvar numunesinden 20 g (m<sub>2</sub>) bir cam behere tartılır.

**5.2.3.1.1.2.2 Deney çözeltisi**

Deney numunesi ıslak bir kalıntı elde edilinceye kadar buharlaştırılıp soğutulur, 1 mL nitrik asit (Madde 5.2.3.1.1.1.1) ilâve edilir, birkaç mililitre su ile seyreltilir, kantitatif olarak 100 mL'lik bir ölçülü balona aktarılır, işaret çizgisine kadar su ile seyreltilir ve karıştırılır.

Buharlaştırma işlemi dikkatli yapılmalı ve olası arsenik ve selenyum kaybını önlemek için çözelti kuruluğa kadar buharlaştırılmamalıdır.

**5.2.3.1.1.2.3 Tayin**

Deney çözeltisindeki (Madde 5.2.3.1.1.2.2) toksik madde muhtevaları aşağıda verilen metotlara göre tayin edilir:

- Cd, Ni ve Pb : ISO 8288, Metot A -Cr:

ISO 9174

- As, Se ve Sb : Bu standardın Ek C'sinde belirtilen metot

Bu metotlarla elde edilen sonuçlar, mg/L cinsinden, y ile gösterilen geçici sonuçlar olup bu sonuçların, Madde 5.2.3.1.1. 3'de verilen eşitlik kullanılarak nihai derişime düzeltilmesi gerekir.

**5.2.3.1.1.3 Hesaplamalar ve sonuçların gösterilmesi**

Bulunan geçici sonuçlardan (y) (Madde 5.2.3.1.1.2.3), laboratuvar numunesindeki her bir toksik madde muhtevası (C<sub>4</sub>), kullanılabilir klorun kilogramı başına mg cinsinden, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_4 = y \times \frac{V_3}{V_2} \times \frac{100}{C_1}$$

Burada;

y : Geçici sonuç (Madde 5.2.3.1.1.2.3), mg/L,  
V<sub>3</sub>: Deneysel çözeltisinin (Madde 5.2.3.1.1.2.2) nihai hacmi (100 mL), mL,  
V<sub>2</sub>: Deneysel numunesinin ilk hacmi, mL,  
C<sub>1</sub>: Kullanılabilir klor (Cl<sub>2</sub>) muhtevası (Madde 5.2.1.6), g/L  
dir.

### 5.2.3.2 Cıva (Hg) muhtevası tayini

#### 5.2.3.2.1 Prensip

Cıva elementi ISO 5666-1'e göre alevsiz atomik absorpsiyon spektrometri tekniği ile tayin edilir.

#### 5.2.3.2.2 Reaktifler

Deneylerde sadece analitik safılıkta reaktifler ve EN ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılmalıdır.

##### 5.2.3.2.2.1 Potasyum permanganat çözeltisi, c (KMnO<sub>4</sub>) = 50 g/L'lik.

##### 5.2.3.2.2.2 Sülfürik asit , p =1,84 g/mL

##### 5.2.3.2.2.3 Hidroksilamonyum klorür , c (NH<sub>2</sub>OH.HCl) = 100 g/L'lik.

##### 5.2.3.2.2.4 Potasyum dikromat çözeltisi, c (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) = 4 g/L'lik, % 50 (v/v)'lik nitrik asit çözeltisi içinde hazırlanmış olan.

#### 5.2.3.2.3 İşlem

##### 5.2.3.2.3.1 Deneysel numunesi

Bir pipet kullanılarak, 10 g (m<sub>3</sub>) laboratuvar numunesi, etrafa sıçramamasına dikkat edilerek, yaklaşık 70 mL suya aktarılır.

##### 5.2.3.2.3.2 Deneysel çözeltisi

Deneysel numunesi, 250 mL'lik gaz girişi gözenekli camdan yapılmış bir yıkama balonuna (örneğin, Durand şişesi) kantitatif olarak aktarılır. Muhteva toplam hacim 100 mL oluncaya kadar su ile seyreltilir. Ölçülü bir balona aktarılır (Çözelti A).

Bir pipet kullanılarak, tam olarak 10 mL Çözelti A, 250 mL'lik bir erlene aktarılır, 60 mL su, 20 mL potasyum permanganat çözeltisi (Madde 5.2.3.2.2.1) ve 1'er mL'lik kısımlar halinde beş defa sülfürik asit (Madde 5.2.3.2.2.2) ilâve edilir. Isıtılır ve 10 dakika kaynatılır. Soğumaya bırakılır. Çökelek (MnO<sub>2</sub>) hidroksilamonyum klorür (Madde 5.2.3.2.2.3) ile çözüldüğü anda 5 mL potasyum dikromat çözeltisi (Madde 5.2.3.2.2.4) ilâve edilir ve 100 mL'lik (V<sub>T</sub>) ölçülü balona aktarılır. İşaret çizgisine kadar su ile seyreltilir ve karıştırılır.

##### 5.2.3.2.3.3 Tayin

ISO 5666-1 :1983, Madde 7.3.1'deki 4.paragrafa göre yapılır

##### 5.2.3.2.3.4 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi

Cıva muhtevası için geçici sonuç (y), mg/L cinsinden, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$y = Y_A \times \frac{V_T}{10}$$

Burada;

y<sub>A</sub> : Çözelti A içindeki cıva derişimi için elde edilen sonuç, mg/L;  
V<sub>T</sub> : deneysel çözeltisinin hacmi, mL  
dir.

Cıva muhtevası, C<sub>5</sub>. kullanılabilir klorun kilogramı başına miligram olarak aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_5 = y \times \frac{10}{m_3} \times \frac{100}{C_1}$$

Burada;

$m_3$ : Deney numunesinin kütlesi, g;

$C_1$ : Kullanılabilir klor muhtevası, kütlece yüzde cinsinden (Madde 5.2.1.6) dir.

## 6 Etiketleme - taşıma - muhafaza

### 6.1 Teslim şekli

Sodyum hipoklorit;

- Dıştan cam elyafı takviye edilmiş (GFR) polietilen veya polivinil klorür (PVC) kaplarda,
- Uygun bir plâstik ile kaplı veya kauçuk astarlı çelik tank vagonlarda sevk edilmelidir.

Kaplar, kap içinde basınç oluşturmayacak ve sıvı sızmayacak şekilde kapatılmalıdır. Kaplar, arzu edilmediğinde açılmayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır.

Mamulün saflığının etkilenmemesi için, mamulün taşındığı kap daha önce farklı bir mamul için kullanılmamış olmalı veya kullanımdan önce temizlenmeli ve hazırlanmalıdır.

### 6.2 AB Direktiflerine göre risk ve güvenlik etiketlemesi<sup>45)</sup>

Aşağıda verilen etiketleme özellikleri sodyum hipoklorite uygulanır:

- Sembol ve tehlike işaretleri:  
C : Korozif,

-Tehlikeli maddelere irtibatlandırılan özel risklerin yapısı:

R 31 : Asitle temas ettiğinde toksik gaz çıkarır. R 34 : Yanmaya sebep olur.

-Tehlikeli maddelerle ilgili güvenlik önlemleri:

S 2 : Çocukların erişemeyeceği yerde muhafaza edin.  
S 28 : Cilde temas ettiğinde hemen bol su ile yıkayın.

### 6.3 Taşıma ile ilgili mevzuat ve etiketleme

Sodyum hipoklorit UN numarası<sup>56)</sup> 1791 olarak listelenir.

RID<sup>67)</sup>ADR<sup>78)</sup>:Sınıf 8, n° 61 c.

IMDG<sup>89)</sup>:Sınıf 8.

IATA<sup>910)</sup>:Sınıf 8.

### 6.4 İşaretleme

İşaretlemede aşağıda verilen bilgiler bulunmalıdır:

- " Sodyum hipoklorit" şeklinde adı, ticarî adı ve kalitesi,
- Net kütlesi,
- Tedarikçinin ve/veya imalâtçının adı ve adresi;
- "Bu mamul TS EN 901, Tip ... uygundur" ifadesi.

<sup>45)</sup> [2]'ye Bakınız

<sup>56)</sup> Birleşmiş Milletler Numarası

<sup>67)</sup> Tehlikeli maddelerin Uluslar arası demiryolu taşımacılığı ile ilgili mevzuat.

<sup>78)</sup> Tehlikeli maddelerin Uluslar arası karayolu taşımacılığı ile ilgili Avrupa mutabakatı.

<sup>89)</sup> Tehlikeli maddelerin Uluslar arası denizyolu taşımacılığı.

<sup>910)</sup> Tehlikeli maddelerin Uluslar arası havayolu taşımacılığı.

## **6.5 Muhafaza**

Sodyum hipoklorit ışıktan ve özellikle doğrudan güneş ışığından korunmalıdır. Sodyum hipoklorit iç kaplamalı metal veya plâstik malzemeden yapılmış kaplar içinde , soğuk odalarda muhafaza edilmelidir. Metal kapları korozyondan korumak için, kaplar kauçuk astarlı veya plâstikle kaplanmış olmalıdır.

Not - Kaplar içinde basınç oluşumu uygun şekilde tahliye yapılarak önlenmelidir.

### **6.5.1 Uzun süreli kararlılık**

Kararlılık, büyük ölçüde ısı, ışık, pH ve ağır metal iyonlarının varlığından etkilenir. Çözelti, kullanılabilir klor derişiminin azalması sonucu giderek bozunur, klorat oluşabilir.

### **6.5.2 Yanlış depolama**

Asit veya asidik tuzların varlığında klor oluşur. Yüksek derişimde amonyak, amonyum tuzları ve türevleri ve izosiyanat türevleri varlığında şiddetle reaksiyona girerek, yüksek patlayıcı özelliği olan azot triklorür oluşur.

## Ek A (Bilgi için)

### Sodyum hipoklorit hakkında genel bilgi

#### A.1 Menşei

##### A.1.1 Ham maddeler

Sodyum hipoklorit, klor ( $Cl_2$ ) ve sodyum hidroksitten (NaOH) imâl edilir.

##### A.1.2 İmalât süreci

Sodyum hipoklorit, sodyum hidroksit çözeltisinin gaz hâlindeki klor ile reaksiyonu sonucu elde edilir.

#### A.2 Kullanım

##### A.2.1 İşlev

Sodyum hipokloritin su arıtımındaki işlevi , amonyak bileşiklerini uzaklaştırmak, sülfürleri yükseltmek, demir (II)'yi demir (III)'e yükseltmek ve dezenfektan olarak kullanılmasıdır.

##### A.2.2 Kullanım şekli

Sodyum hipoklorit, teslim edildiği şekilde veya gerekirse uygulama dozuna bağlı olarak seyreltilerek kullanılır.

##### A.2.3 İşlem dozu

İşlem dozu, arıtılmamış suyun bileşimine bağlıdır. Su kaynağındaki en büyük kullanılabilir klor (genellikle birkaç 0,1 mg/L) geçmemeye dikkat edilmelidir.

##### A.2.4 Uygulama şekli

Mamul, bir dozaj pompası, bir enjeksiyon besleyicisi veya belli bir yükseklikten yer çekimi etkisiyle beslenerek uygulanır.

##### A.2.5 İkincil etkileri

İkincil etkileri aşağıda belirtilmiştir:

- pH değerinde hafif bir artış,
- Klor muhtevasında hafif bir artış,  
Organik bileşiklerin yükseltgenmesi; bazı durumlarda metilhalojenürlerin oluşumu,
- Enjeksiyon noktasında mevzi karbonat çökmesi.

##### A.2.6 Aşırı mamulün uzaklaştırılması

En pratik metot, kükürt dioksit gazı veya sülfid bileşiklerinin sulu bir çözeltisi gibi bir indirgen reaktif madde kullanılmasıdır. Aktif karbon veya hidrojen peroksit de kullanılabilir.

#### A.3 Rutin analizler

##### A.3.1 Kullanılabilir klor (ana mamul) tayini

###### A.3.1.1 Genel

Bu metot, ticarî hipoklorit çözeltilerinin kullanılabilir klor muhtevasının tayini için kullanılır. Bu metot klora özgü bir metottur. Tayin, otomatik bir potansiyometrik titrasyon (Madde A.3.1.3) veya elle yapılan bir titrasyon (Madde A.3.1.4) ile gerçekleştirilebilir.

###### A.3.1.2 Prensip

Bu metot, sodyum arsenitin hipoklorit üzerindeki indirgeyici etkisine dayanır. Bu metot, otomatik veya elle yapılan titrasyon ile, aşağıdaki gibi uygulanır:

- Yaklaşık 470 mV'luk bir potansiyel basamaklı otomatik potansiyometrik metot. Numunenin, hafifçe alkali bir çözelti (Madde A.3.1.3) elde etmek üzere sodyum hidrojen karbonat ( $NaHCO_3$ ) ile seyreltilmesinden sonra, hipoklorit iyonları ( $ClO^-$ ), As(III) ile titre edilir.

- Hipoklorit ( $\text{ClO}^-$ ) iyonlarının titrasyonu el ile yapılır ve hipoklorit iyonu kalıp kalmadığı nişasta-iyodür kağıdı (Madde A.3.1.4) ile kontrol edilir.

### A.3.1.3 Otomatik potansiyometrik titrasyon

#### A.3.1.3.1 Reaktifler

Deneylerde sadece analitik saflıkta reaktifler ve ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılmalıdır.

##### A.3.1.3.1.1 Sodyum hidrojen karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) çözeltisi, 50 g/L'lik.

##### A.3.1.3.1.2 Sülfürik asit çözeltisi, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol/L}$ .

##### A.3.1.3.1.3 Fenolftalein çözeltisi, 1 g/L'lik, etanolde.

##### A.3.1.3.1.4 Arsenik trioksit çözeltisi, ayarlı, $c(\text{As}_2\text{O}_3) = 0,025 \text{ mol/L}$ .

5.0 g  $\text{As}_2\text{O}_3$ , 400 mL'lik bir beher içinde 30 mL sodyum hidroksit çözeltisinde,  $c(\text{NaOH}) = 10 \text{ mol/L}$ , hafifçe ısıtılarak çözülür. Çözülme tamamlandıktan sonra, 200 mL su ilâve edilir ve çözelti, fenolftalein indikatörü kullanılarak sülfürik asit çözeltisi,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol/L}$ , ile nötr hale getirilir. 1 L'lik Ölçülü balona aktarılır ve işaret çizgisine kadar su ile seyreltilir.

#### A.3.1.3.2 Cihaz ve malzemeler

Genel lâboratuvar cihaz ve malzemeleri ile birlikte aşağıda verilenler.

##### A.3.1.3.2.1 Otomatik potansiyometrik titrimetre

##### A.3.1.3.2.2 Otomatik büret, 20 mL'lik, bir enjeksiyon ucu bulunan

##### A.3.1.3.2.3 Elektromekanik karıştırıcı, dönme hızı $1500 \text{ min}^{-1}$ 'e ayarlanabilen.

##### A.3.1.3.2.4 Titrasyon beheri, cam, 70 mL'lik.

##### A.3.1.3.2.5 Platin elektrot

##### A.3.1.3.2.6 Kalomel elektrot, doymuş potasyum klorür (KCl) çözeltisi ile doldurulmuş.

#### A.3.1.3.3 İşlem

##### A.3.1.3.3.1 Deney çözeltisi

5 mL lâboratuvar numunesi, bir pipet kullanılarak, 200 mL'lik bir ölçülü balona aktarılır, işaret çizgisine kadar  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi (Madde A.3.1.3.1.1) ile seyreltilir ve karıştırılır.

##### A.3.1.3.3.2 Tayin

20 mL deney çözeltisi (Madde A.3.1.3.3.1) titrasyon hücresine aktarılır. Gerekirse elektrotların sıvıyla kaplanması için  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi ile hacim tamamlanır. Dönüm noktası 470 mV'a ayarlanır ve ayarlı arsenik trioksit çözeltisi (Madde A.3.1.3.1.4) ile titre edilir.

#### A.3.1.3.4 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi

Kullanılabilir klor muhtevası,  $C_6$ , g/L cinsinden aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_6 = 5,145 \times V$$

Burada;

V : Ayarlı arsenik trioksit çözeltisinin (Madde A.3.1.3.1.4) titrasyonda kullanılan hacmi, mL dir.

#### A.3.1.4 Elle titrasyon

##### A.3.1.4.1 Reaktifler

Deneylerde sadece analitik saflıkta reaktifler ve ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılmalıdır.

**A.3.1.4.1.1 Ayarlı arsenik trioksit çözeltisi**,  $c(\text{As}_2\text{O}_3) = 0,025 \text{ mol/L}$ .

5.0 g  $\text{As}_2\text{O}_3$ , 400 mL'lik bir beher içinde 30 mL sodyum hidroksit çözeltisinde,  $c(\text{NaOH}) = 10 \text{ mol/L}$ , hafifçe ısıtılarak çözülür. Çözülme tamamlanınca, 200 mL su ilâve edilir ve çözelti, fenolftalein indikatörü kullanılarak sülfürik asit çözeltisi,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol/L}$  ile nötr hâle getirilir. 1 L'lik ölçülü balona aktarılır ve işaret çizgisine kadar su ile seyreltilir.

**A.3.1.4.1.2 Nişasta iyodür kağıdı**

7,5 g nişasta, çok az suda karıştırılır ve 1 L kaynamış suya boşaltılır. Birkaç dakika daha kaynatılır, soğutulur ve 5 g potasyum iyodür (KI) ilâve edilir. Süzgeç kağıdı şeritleri çözeltiye daldırılır, çıkarılır ve havada kurumaya bırakılır. Şeritler kuruyunca daha küçük şeritlere kesilir ve hava geçirmez kaplarda muhafaza edilir.

**A.3.1.4.2 Cihaz ve malzemeler**

Genel lâboratuvar cihaz ve malzemeleri.

**A.3.1.4.3 İşlem****A.3.1.4.3.1 Deney çözeltisi**

10 mL lâboratuvar numune çözeltisi 500 mL su ile seyreltilir.

**A.3.1.4.3.2 Tayin**

25 mL seyreltilmiş deney çözeltisi (Madde A.3.1.4.3.1) cam bir behere aktarılır. Beher içindeki çözeltinin bir damlası nişasta-iyodür kağıdı (Madde A.3.1.4.1.2) üzerinde mavi renk vermeyinceye kadar, çözelti ayarlı  $\text{As}_2\text{O}_3$  çözeltisi (Madde A.3.1.4.1.1) ile titre edilir.

**A.3.1.4.4 Sonuçların gösterilmesi**

Kullanılabilir klor ( $\text{Cl}_2$ ) muhtevası,  $C_7$ , g/L cinsinden aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_7 = 0,709 \times V$$

Burada;

V : Dönüm noktasına kadar kullanılan ayarlı arsenik trioksit çözeltisinin (Madde A.3.1.3.1.4) hacmi, mL

dir.

**A.3.2 Sodyum klorat ( $\text{NaClO}_3$ ) tayini****A.3.2.1 Genel**

Bu metot ticari sodyum hipoklorit çözeltilerinin klorat muhtevası tayinine uygulanır.

**A.3.2.2 Prensip**

Klorat ( $\text{ClO}^-$ ) iyonlarının, miktarı bilinen aşırı Fe(II) ile indirgenmesinden sonra, aşırı Fe(II)'nin manganometrik titrasyonu. Hipoklorit iyonunun bozucu etkisi As(III) tarafından indirgenerek bertaraf edilir.

**A.3.2.3 Reaktifler**

Deneylerde sadece analitik safılıkta reaktifler ve ISO 3696'ya uygun Sınıf 3 su kullanılmalıdır.

**A.3.2.3.1 Sodyum arsenit çözeltisi**,  $c(\text{As}_2\text{O}_3) = 0,025 \text{ mol/L}$  olan.**A.3.2.3.2 Sülfürik asit çözeltisi**, % 20 (m/m)'lik.**A.3.2.3.3 Demir (II) sülfat çözeltisi**, asidik.

100 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  1 L'lik ölçülü balon içinde 500 mL suda çözülür, 100 mL sülfürik asit çözeltisi ilâve edilir

ve işaret çizgisine kadar su ile seyreltilir.

**A.3.2.3.4 Potasyum permanganat çözeltisi**,  $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol/L}$  olan.**A.3.2.3.5 Mangan (II) sülfat**, asidik (sülfürik ve fosforik asit) çözeltisi.

67 g  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  1 L'lik ölçülü balon içinde 500 mL suda çözülür. 130 mL sülfürik asit ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ve 138 mL fosforik asit ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) ilâve edilir ve işaret çizgisine kadar su ile seyreltilir.

**A.3.2.4 Cihaz ve malzemeler**

Genel lâboratuvar cihaz ve malzemeleri.

**A.3.2.5 İşlem****A.3.2.5.1 Deney çözeltisi**

10 mL Lâboratuvar numune çözeltisi 500 mL su ile seyreltilir.

**A.3.2.5.2 Tayin**

25 mL seyreltik deney çözeltisi (Madde A.3.2.5.1) bir behere aktarılır ve sodyum hipoklorit, sodyum arsenit çözeltisi (Madde A.3.2.3.1) ilâve edilerek indirgenir. Çözelti 1 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi (Madde A.3.2.3.2) ile asidik hale getirilir. Tam olarak 10 mL demir (II) sülfat çözeltisi (Madde A.3.2.3.3) ilâve edilir ve birkaç dakika kaynatılır. Soğutulur, 10 mL asidik mangan (II) sülfat çözeltisi (Madde A.3.2.3.5) ilâve edilir ve demir(II)'nin aşırısı potasyum permanganat çözeltisi (Madde A.3.2.3.4) ile titre edilir. Titrasyonda kullanılan çözelti hacmi (V<sub>1</sub>) kaydedilir.

Ayrıca, 10 mL demir (II) sülfat çözeltisi (Madde A.3.2.3.3),-yukarıda eklenen miktarda mangan (II) sülfat çözeltisi (Madde A.3.2.3.5) ilâve edildikten sonra, potasyum permanganat çözeltisi (Madde A.3.2.3.4) ile titre edilerek bir tanık deney yapılır. Titrasyonda kullanılan çözelti hacmi (V<sub>2</sub>) kaydedilir.

**A.3.2.6 Hesaplama ve sonuçların gösterilmesi**

Sodyum klorat (NaClO<sub>3</sub>) derişimi, C<sub>8</sub>, kütlece yüzde cinsinden, aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$C_8 = (V_2 - V_1) \times 0,3545$$

Burada:

V<sub>1</sub>: Deney çözeltisinin titrasyonunda kullanılan potasyum permanganat çözeltisinin (Madde A.3.2.3.4) hacmi, mL,

V<sub>2</sub>: Tanık deneyde kullanılan potasyum permanganat çözeltisinin (Madde A.3.2.3.4) hacmi, mL dir.

**A.3.3 Toksik maddelerin tayini**

Deney çözeltisi (Madde 5.2.3.1.1.2) içindeki toksik madde muhtevası aşağıda verilen metotlarla tayin edilir:

- As : ISO 6595 ( Madde [3])
- Se : ISO 9965 ( AAS ) ( Madde [4])

## Ek B

### Güvenlikle ilgili genel kurallar

#### **B.1 Güvenli taşıma, yükleme, boşaltma, muhafaza ve kullanım kuralları**

Tedarikçi, geçerli güvenlik önlemlerini sağlamalıdır.

#### **B.2 Acil işlemler**

##### **B.2.1 İlk yardım**

Cilde temas etmesi durumunda, o bölge bol su ile durulanır, kirli elbise çıkarılır. Gözlere temas etmesi durumunda, gözler hemen en az 15 dk. bol su ile durulanmalı ve bir doktora başvurulmalıdır.

##### **B.2.2 Döküntü**

Sıvı toplanır ve plâstik kap içinde muhafaza edilir. Kirlenmiş yer veya absorplayıcı malzeme (kum vb.) kazınır ve plâstik kaplar içine toplanır. Atık, su boru hattına boşaltılmaz.

Çözelti su ile seyreltilir ve sodyum sülfid, sodyum hidrojen sülfid, hidrojen peroksit veya sodyum tiyosülfat ile indirgenir. İmha edilmesi, millî mevzuata göre yapılmalıdır.

##### **B.2.3 Tutuşma**

Yanmaz, ancak alevle teması halinde tehlike yaratır

Yangına maruz kalan kaplar su ile soğutulur.

Yangında ise, söndürmek için su kullanılır.