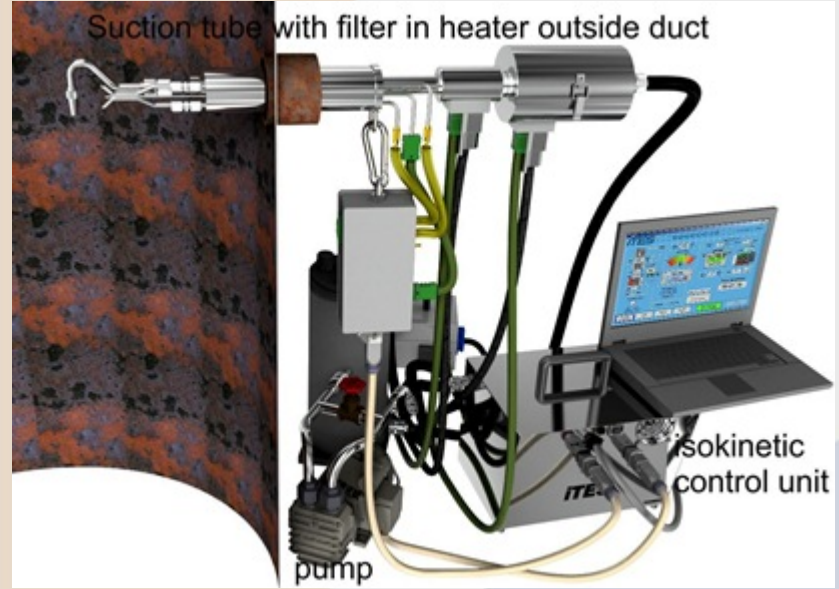


GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.



Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Daire Başkanlığı

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

1. ppm'den mg/m³'e dönüştürme;

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ gaz hacmi}}{10^6 \text{ hava hacmi}}$$

$$C_{\text{mg/m}^3} = C_{\text{ppm}} \times \frac{\text{MA g/mol}}{22,4 \text{ L/mol}}$$

$$C_{\text{mg/m}^3} = \frac{1 \text{ m}^3 \text{ gaz}}{10^6 \text{ m}^3} \times \frac{\text{MA g}}{22,4 \text{ L gaz}} \times \frac{1000 \text{ L gaz}}{1 \text{ m}^3 \text{ gaz}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$$

$$C_{\text{mg/m}^3} = \frac{\text{MA mg}}{22,4 \text{ m}^3}$$

MA : Molekül ağırlığı

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

1. ppm'den mg/m³'e dönüştürme;

Örnek:

CO konsantrasyonu = 100 ppm

CO'nun moleküler ağırlığı = 28 gram

Molar hacim = 22,4 litre

$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = C \text{ (ppm)} * MA / \text{Molar Hacim}$

$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = 100 * 28 / 22,4 = 125 \text{ mg/m}^3$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

2. mg/m³'den ppm'e dönüştürme;

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ gaz hacmi}}{10^6 \text{ hava hacmi}}$$

$$C_{\text{mg/m}^3} \times \frac{22,4 \text{ L/mol}}{\text{MA g/mol}}$$

$$C_{\text{ppm}} = \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \times \frac{22,4 \text{ L}_{\text{gaz}}}{\text{MA g}} \times \frac{1 \text{ m}^3_{\text{gaz}}}{1000 \text{ L}_{\text{gaz}}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}}$$

$$C_{\text{ppm}} = \frac{22,4}{\text{MA}} \left(\frac{\text{m}^3_{\text{gaz}}}{\text{m}^3 \times 10^6} \right)$$

MA : Molekül ağırlığı

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

2. mg/m³'den ppm'e dönüştürme;

Örnek :

SO₂ konsantrasyonu = 120 mg/m³

SO₂'nin moleküler ağırlığı = 64 gram

Molar hacim = 22,4 litre

$C \text{ (ppm)} = C \text{ (mg/m}^3\text{)} * \text{Molar Hacim} / \text{MA}$

$C \text{ (ppm)} = 120 * 22,4 / 64 = 42 \text{ ppm}$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

3. Toplam organik bileşiklerin (TOC) karbon olarak ifade edilmesi;

$$C_c \text{ mg/m}^3 = C_t \text{ mg/m}^3 \times \frac{N_c \times M_{A_c}}{M_A}$$

M_{A_c} : Karbon molekül ağırlığı : 12 g/mol

M_A : Bileşik molekül ağırlığı

C_c : karbon konsantrasyonu

C_t : Bileşik konsantrasyonu

N_c : Bileşikteki karbon sayısı

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

3. Toplam organik bileşiklerin (TOC) karbon olarak ifade edilmesi;

$$C_c \text{ mgC/m}^3 = C_t \text{ mg/m}^3 \times \frac{N_c \times M_A c}{M_A}$$

Örnek:

$$\text{Toluen Konsantrasyonu} = 50 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{Toluen'in molekül ağırlığı (C}_7\text{H}_8) = 92 \text{ g/mol}$$

$$\text{Karbonun molekül ağırlığı} = 12 \text{ g/mol}$$

$$C_c \text{ mg/m}^3 = 50 \text{ mg/m}^3 \times (7 \times 12 / 92) = 45.7 \text{ mgC/m}^3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

4. Florür konsantrasyonu hidrojen florür olarak ifade edilmesi;

Florür Konsantrasyonu = $65 \mu\text{gF}/\text{m}^3$

Florür'ün molekül ağırlığı = 19 g/mol

Hidrojenin molekül ağırlığı = 1 g/mol

$$C_{\text{HF}} = C_{\text{F}} \times \frac{M_{\text{HF}}}{M_{\text{F}}}$$

$$C_{\text{HF}} = 65 \mu\text{gF}/\text{m}^3 \times \frac{20}{19} = 68,4 \mu\text{gHF}/\text{m}^3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

5. Gerekli minimum örnekleme zamanını hesaplama;

Baca gazında bileşik konsantrasyonu = 2 mg/m³ (2µg/l)

Örnekleme hızı = 2 l/dak

İmpinger çözeltisi hacmi = 250 ml

Analitik laboratuvar tarafından belirtilen algılama limiti (LOD) = 0.5 µg / ml

Örnekleme ekipmanı ile kütle toplama oranı = Baca gazındaki bileşik konsantrasyonu * örnekleme hızı

Örnekleme ekipmanı ile kütle toplama oranı = 2µg/l * 2 l/dak = 4 µg/dk

Bileşiğin gerekli olan hedef toplama kütlesi = Impinger çözelti hacmi * LOD

Bileşiğin gerekli olan hedef toplama kütlesi = 250 ml * 0.5 µg /ml = 125 µg

Minimum örnekleme süresi = Hedef bileşik kütlesi/ kütle toplama oranı

Minimum örnekleme süresi = 125 µg / 4 µg/dk = 31,25 dk

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

6. EN 14790 standardına göre Baca gazı içindeki nemin hacimce yüzdesini hesaplama (Mutlak Nem)

İlk sayaç okuma $V_i = 6.291 \text{ m}^3$

Nihai sayaç okuma $V_s = 6.351 \text{ m}^3$

Nemin moleküler ağırlığı, H_2O $M_{\text{Anem}} = 18 \text{ g/mol}$

STP'deki molar hacim = 22.4 litre/mol

1. İmpingerde toplanan nem miktarı $M_1 = 3.2 \text{ g}$

2. İmpingerde toplanan nem kütlesi $M_2 = 1.3 \text{ g}$

Silika jelde toplanan nem kütlesi $M_{\text{silika}} = 0.7 \text{ g}$

Kuru gaz sayaç basıncı $P_{\text{sayaç}} = 100.7 \text{ kPa}$

Kuru gaz sayacı sıcaklığı $T_{\text{sayaç}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$

Standart sıcaklık $T_{\text{st}} = 273 \text{ K}$

Standart basınç $P_{\text{st}} = 101.3 \text{ kPa}$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

6. EN 14790 standardına göre Baca gazı içindeki nemin hacimce yüzdesini hesaplama (Mutlak Nem)

Kuru gaz sayacında numune hacmini hesaplama;

Kuru gaz sayacında numune hacmi = 6.351 m³ – 6.291 m³

Kuru gaz sayacında numune hacmi = 0.06 m³ (60 litre)

Örneklenmiş gaz hacmini standart koşullara düzeltilmesi;

$$V_{st} = V \times \frac{T_{st}}{T_{sayaç}} \times \frac{P_{sayaç}}{P_{st}}$$

$$V_{st} = \text{Litre} \times \frac{273 \text{ K}_t}{273+16 \text{ K}} \times \frac{100.7 \text{ kPa}}{101,3 \text{ kPa}}$$

$$V_{st} = 55,8 \text{ Litre}$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

6. EN 14790 standardına göre Baca gazı içindeki nemin hacimce yüzdesini hesaplama (Mutlak Nem)

Toplam nem kütlesi;

$M_{nem} = 1. \text{İmpinger su kütlesi} + 2. \text{İmpinger su kütlesi} + \text{silika jelde toplanan su kütlesi}$

$$M_{nem} = 3.2 \text{ g} + 1.3 \text{ g} + 0.7 \text{ g} = 5,2 \text{ g}$$

Toplanan nemi STP'ye çevrilmesi;

$$V_{nem} = M_{nem} \times \frac{22,4 \text{ L}}{M_{Anem}} =$$

$$V_{nem} = 5,2 \text{ g} \times \frac{22,4 \text{ L}}{18 \text{ g}} = 6,47 \text{ litre}$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

6. EN 14790 standardına göre Baca gazı içindeki nemin hacimce yüzdesini hesaplama (Mutlak Nem)

Nem hacmi yüzdesi hesabı;

$$\% (V/V) \text{ Nem} = \frac{V_{\text{nem}}}{V_{\text{hava}} + V_{\text{nem}}}$$

$$\% (V/V) \text{ Nem} = \frac{6,47}{6,47 + 55,8}$$

$$\% (V/V) \text{ Nem} = 10,3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

7. Analitik laboratuvar sonuçlarından Baca gazı içindeki bir maddenin konsantrasyonunu hesaplama;

1. İmpinger için analiz sonucu = $23,6 \mu\text{g} / \text{ml}$

2. impinger için analiz sonucu = $0,8 \mu\text{g} / \text{ml}$

1. impinger hacmi = 260 ml

2. impinger hacmi = 240 ml

$V_{st} = 350$ litre

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

7. Analitik laboratuvar sonuçlarından Baca gazı içindeki bir maddenin konsantrasyonunu hesaplama;

Kazanılan maddenin toplam kütesinin hesaplanması;

$$1. \text{ İmpingerde toplanan kütle} = \text{Analiz sonucu} * \text{Hacim} \\ = 23,6 \mu\text{g} / \text{ml} * 260 \text{ ml} = 6136 \mu\text{g}$$

$$2. \text{ İmpingerde toplanan kütle} = \text{Analiz sonucu} * \text{Hacim} \\ = 0,8 \mu\text{g} / \text{ml} * 240 \text{ ml} = 192 \mu\text{g}$$

$$\text{mg cinsinden toplanan toplam madde kütesi} = (6136 \mu\text{g} + \\ 192 \mu\text{g}) / 1000 = 6,33 \text{ mg}$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

7. Analitik laboratuvar sonuçlarından Baca gazı içindeki bir maddenin konsantrasyonunu hesaplama;

Baca gazı içindeki maddenin konsantrasyonunun
hesaplanması;

$$C_i = m_i / V \text{ std}$$

Madde Konsantrasyonu = Toplam toplanan madde
kütlesi / Standartlaştırılmış gaz hacmi * 1000

$$= 6,33 \text{ mg} / 350 \text{ litre} * 1000$$

$$= 18,1 \text{ mg/m}^3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

7. Analitik laboratuvar sonuçlarından Baca gazı içindeki bir maddenin konsantrasyonunu hesaplama;

Emici absorpsiyon çözeltisi toplama verimliliğini hesaplanması ve değerlendirilmesi;

1. İmpingerde toplanan kütle= 6,14 mg

2. İmpingerde Toplanan Kütle = 0,19 mg

İmpinger verimliliği = $\frac{\text{İmpingerde toplanan kütle}}{\text{toplam kütle}} \times 100$

= $6,14/6,33 \times 100$

= % 97

1. impinger verimliliği % 95'den daha yüksek olduğu için kabul edilebilir.

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

8. Atmosfere verilen kütleli debileri hesaplama;

Örnekleme sırasında toplanan toplam madde kütlesi = 730 μg

STP'deki numune gaz hacmi, kuru = 8.5 litre

Baca kesit alanı = 1,1 m^2

Ortalama yığın gaz hızı = 10.4 m / s

Baca gazı sıcaklığı = 62 ° C

Baca basıncı = 101.3 kPa

Bacanın nem içeriği = % 7

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

8. Atmosfere verilen kütleli debileri hesaplama;

Maddenin kuru bazda standart koşullardaki konsantrasyonu;

$$= 730 \mu\text{g} / 8,5 \text{ L} = 85,9 \mu\text{g/L} = 85,9 \text{ mg/m}^3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

8. Atmosfere verilen kütleli debileri hesaplama;

Baca gazı koşullarında maddenin konsantrasyonu hesaplanması;

Yığın sıcaklığı 62 °C

Referans Sıcaklık 273 K

Baca gazı basıncı 101.3 kPa

Referans basıncı 101.3 kPa

Baca gazı nemi % 7

$$\text{Konsantrasyon} = 85,9 \text{ mg/m}^3 * 273/(273+62) * (100-7)/100 * 101,3/101,3$$

$$= 85,9 * 0,815 * 0,93 * 1$$

$$= 65,1 \text{ mg/m}^3$$

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

8. Atmosfere verilen kütleli debileri hesaplama;

Baca içerisindeki akışın hesaplanması;

Ortalama baca gazı hızı = 10.4 m / s

Yığın kesit alanı = 1,1 m²

Q hacimsel akış oranı = 10.4 m/s x 1.1 m²

= 11,44 m³/sn

Q hacimsel akış oranı = 11,44 m³/sn* 3600

= 41184 m³/saat

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

8. Atmosfere verilen kütleli debileri hesaplama;

Kütleli emisyonunun g / saat cinsinden hesaplanması;

F Kütleli debi gr/saat = Q hacimsel akış oranı x C konsantrasyon/1000

F Kütleli debi gr/saat = 41184 m³/saat x 65,1 mg/m³/1000

F Kütleli debi gr/saat = 2681 g/saat

F Kütleli debi gr/saat = 2,681 kg/saat

GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR.

9. Adsorpsiyon tüpleri kullanan bir yöntemler için numune alma süresini hesaplanması;

Tercih edilen örnekleme hızı = 0.4 L / dak

Baca içindeki madde konsantrasyonu = 15 mg /m³ = 15 µg / L

Tespit limiti LOD = 1,5 µg

Alınan numunenin kütlesi algılama limitinin (LOD) 50 katına eşittir.

Numunede gerekli olan madde kütlesi = 50* LOD = 50* 1,5 µg = **75 µg**

Gerekli örnekleme hacmi = Numunede gerekli olan madde kütlesi/ konsantrasyon
= 75 µg / 15 µg/L = 5 litre

Gerekli minimum örnekleme hacmi = Gerekli örnekleme hacmi/ Tercih edilen
örnekleme hızı

= 5 L / 0,4 L/dk = 12,5 dk

TEŐEKKÜRLER

MUSTAFA ALTUNDAĞ
KİMYA MÜHENDİŐİ

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

mustafa.altundag@csb.gov.tr