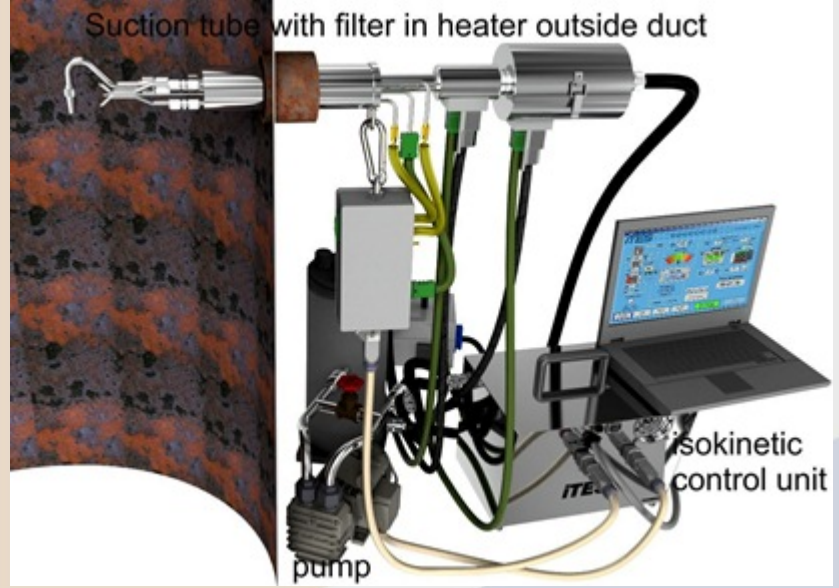


PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR



Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

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

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

1- Referans koşullarda mg / m³ cinsinden toplam NO_x hesaplamak için ppm olarak NO ve NO₂ ölçümleri verilmiştir

NO konsantrasyon = 34 ppm (kuru)

NO₂ konsantrasyonu = 15 ppm (kuru)

Ölçülen oksijen seviyesi = % 12

Referans koşulları STP = % 15 O₂ (kuru)

Atom ağırlığı N = 14

Atom ağırlığı O = 16

Molar hacim = 22,4 litre

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

1- Referans koşullarda mg / m³ cinsinden toplam NO_x hesaplamak için ppm olarak NO ve NO₂ ölçümleri verilmiştir

Toplam NO_x konsantrasyonu = NO konsantrasyonu + NO₂ konsantrasyonu

Toplam NO_x konsantrasyonu = 34 ppm+ 15 ppm = 49 ppm

NO₂'nin molekül ağırlığı = 14+ 16*2 = 46 g/mol

ppm cinsinden NO_x konsantrasyonlarını, mg / m³ cinsinden NO₂'ye dönüştürülmesi;

Konsantrasyon mg/m³ = Konsantrasyon ppm * NO₂ molekül ağırlığı/ Molar hacim

Konsantrasyon mg/m³ = 49*46/22,4 = 100,6 mg/m³

Referans koşullarında NO₂ konsantrasyonunun hesaplanması

Ölçülen oksijen seviyesi =% 12

Referans oksijen =% 15

Referans koşullarda konsantrasyon= ölçülen konsantrasyon * (21-O₂ ref)/(21-ölçülen oksijen)

Referans koşullarda konsantrasyon= 100,6*(21-15)/(21-12) = 67,4 mg/m³

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

2. Referans koşullarındaki konsantrasyonları analizörden ppm olarak gelen mg / m^3 cinsinden hesaplanması.

Maddenin Konsantrasyonu = 120 ppm

Ölçülen nem seviyesi =% 9

Referans nemi kuru

Ölçülen oksijen seviyesi =% 12.5 (ıslak)

Referans oksijen =% 11

Maddenin moleküler ağırlığı = 28

Molar hacim = 22,4 litre

(Bu örnekte, molekül CO'dur)

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

2. Analizörden ppm olarak ölçülen Referans koşullarındaki konsantrasyonların mg / m³ cinsinden hesaplanması.

2.1 ppm cinsinden konsantrasyonları mg / m³'e dönüştürülmesi;

Maddenin Konsantrasyonu = 120 ppm

Maddenin moleküler ağırlığı = 28

Molar hacim = 22,4 litre

Konsantrasyon mg / m³ cinsinden= $120 \times 28 / 22,4 = 150 \text{ mg/m}^3$

2.2 Referans koşullarında maddenin konsantrasyonununun hesaplanması;

Nem düzeltme faktörü= $100 / (100 - \text{Nem}) = 100 / (100 - 9) = 1,1$

(Oksijenin ıslak bir bazda ölçülmüş olduğunu ve kuru koşullara düzeltilmesi gerektiğini unutmayın)

Referans koşullarında oksijen = ölçülen oksijen x nem düzeltme faktörü

Referans koşullarında oksijen = $12,5 \times 1,1 = 13,8$ kuru.

Referans koşullarında madde konsantrasyonu= Ölçülen konsantrasyon * oksijen için düzeltme faktörü * nem düzeltme faktörü

Referans koşullarında madde konsantrasyonu= $150 \text{ mg/m}^3 \times (21 - 11) / (21 - 13,8) \times (100) / (100 - 9)$

Referans koşullarında madde konsantrasyonu= 231 mg/m^3

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

3. Analizörün ppm (ıslak) okumalarını , referans koşullarda mg / m³ (kuru) olarak ifade etmek.

NO_x konsantrasyonu = 80 ppm (ıslak)

Ölçülen nem seviyesi =% 10

STP'deki molar hacim = 22.4 litre

Atom ağırlığı N = 14 g/mol

Atom ağırlığı O = 16 g/mol

3.1 NO₂ molekül ağırlığı = 14+(16*2)= 46 g/mol

3.2 ppm cinsinden konsantrasyonu mg / m³'e dönüştürmek.

Konsantrasyon mg/m³ = 80*46/22,4= 164 mg/Nm³ (ıslak)

3.3 Referans koşullarında konsantrasyonun hesaplanması (kuru)

NO₂ konsantrasyonu (kuru)= 164 mg/Nm³ * 100/(100-10)

NO₂ konsantrasyonu (kuru)= 180 mg/Nm³

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

4. Kütle emisyon oranının kg / saat olarak hesaplanması (Örnek 1)

STP'de (ıslak) hacim akış hızı = $43 \text{ Nm}^3 / \text{s}$

NO₂ konsantrasyonu (ıslak) = $164 \text{ mg} / \text{m}^3$

4.1 Bacadaki hacim akışını hesaplanması;

Hacimsel akış $\text{Nm}^3/\text{saat} = 43 \text{ Nm}^3/\text{s} \times 3600$

Hacimsel akış $\text{Nm}^3/\text{saat} = 154,800 \text{ Nm}^3/\text{saat}$

4.2 kütle emisyonunu kg/saat cinsinden hesaplanması;

Kg / saat cinsinden kütle emisyon oranı =
$$\frac{\text{Hacim akış hızı } \text{m}^3/\text{saat} * \text{konsantrasyon } \text{mg} / \text{m}^3}{1.000.000 \text{ mg/kg}}$$

Kg / saat cinsinden kütle emisyon oranı =
$$\frac{154,800 \text{ Nm}^3/\text{saat} * 164 \text{ mg}/\text{m}^3}{1.000.000 \text{ mg/kg}}$$

Kg / saat cinsinden kütle emisyon oranı = 25.4 kg/saat

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

5. kg / saat cinsinden bir kütle emisyonu hesaplanması (Örnek 2)

Ortalama baca gazı hızı = 10 m / s

Baca çapı = 0.9 m

Madde konsantrasyonu = 150 mg / m³ (Oksijen veya sıcaklık için düzeltme yapılmadan ıslak olarak ölçülmüştür)

Baca kesit alanını hesabı;

$$\text{Baca kesit alanını} = \frac{\pi * R^2}{4} = \frac{\pi * 0,9^2}{4} = 0,64 \text{ m}^2$$

Baca hacimsel akış hızı = Kesit alanı * Hız = 0,64 * 10 m/sn = 6,4 m³/sn

Baca hacimsel akış hızı = 6.4 m³/sn x 3600 sn/saat = 23,040 m³/saat

Baca koşullarında kg / saat cinsinden kütle emisyonunun hesaplanması;

$$\text{Kütle Emisyonu} = \frac{23,040 \text{ m}^3/\text{saat} * 150 \text{ mg}/\text{m}^3}{1.000.000 \text{ mg}/\text{kg}} = 3,456 \text{ kg}/\text{saat}$$

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

6. FID analizöründen VOC sonuçlarını referans koşullarına dönüştürülmesi,

$$\text{VOC konsantrasyonu} = 23 \text{ mgC} / \text{m}^3$$

$$\text{Ölçülen nem seviyesi} = \% 9.5$$

$$\text{Ölçülen oksijen seviyesi} = \% 13.2 \text{ (kuru)}$$

$$\text{Referans oksijen} = \% 11$$

(FID analizörünün sıcak ve ıslak olduğuna dikkat edin)

Referans koşullarında konsantrasyon = Ölçülen konsantrasyon * oksijen düzeltme faktörü * nem düzeltme faktörü

$$\text{Referans koşullarında konsantrasyon} = 23 \text{ mgC/m}^3 * \frac{(21 - \text{ref O}_2)}{(21 - \text{Ölçülen O}_2)} * \frac{100}{(100 - \text{nem})}$$

$$\text{Referans koşullarında konsantrasyon} = 23 \text{ mgC/m}^3 * \frac{(21 - 11)}{(21 - 13,2)} * \frac{100}{(100 - 9,5)}$$

$$\text{Referans koşullarında konsantrasyon} = 33 \text{ mgC/m}^3$$

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

7. Karbon (C) cinsinden kuru gaz olarak VOC konsantrasyonunun hesaplanması ve bir FID analizörü tarafından sağlanan sonuçlardan karbon ve toluenin kütle emisyonlarının hesaplanması.

VOC konsantrasyonu = 185 ppm (propan eşdeğeri C_3H_8)

Ölçülen nem seviyesi = % 6.5

Atom ağırlığı C = 12 g/mol

H atom ağırlığı = 1 g/mol

STP'deki molar hacim = 22.4 litre

Baca gazı akışı = $0.4 \text{ m}^3 / \text{sn}$

Propandaki karbon moleküler ağırlığı = $3 \times 12 = 36 \text{ g/mol}$

STP ıslak ortamda mgC cinsinden VOC konsantrasyonunun hesaplanması

VOC konsantrasyonu (C cinsinden) =

VOC konsantrasyonu (C cinsinden) = $185 \text{ ppm} \times 36 \text{ g/mol} / 22.4 \text{ litre/mol}$

VOC konsantrasyonu (C cinsinden) = 297 mgC/Nm^3

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

7. Karbon (C) cinsinden kuru gaz olarak VOC konsantrasyonunun hesaplanması ve bir FID analizörü tarafından sağlanan sonuçlardan karbon ve toluenin kütle emisyonlarının hesaplanması.

mgC cinsinden VOC konsantrasyonunu kuru gaz olarak hesaplanması;

$$\text{VOC konsantrasyonu (kuru)} = 297 \text{ mgC/Nm}^3 * 100/(100-6,5)$$

$$\text{VOC konsantrasyonu (kuru)} = 318 \text{ mgC/Nm}^3$$

gC/saat cinsinden saatlik emisyon oranını hesaplanması.

$$\text{Baca gaz akışı} = 0.4 \text{ m}^3 / \text{sn} = 0.4 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 = 1440 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$\text{VOC konsantrasyonu} = 297 \text{ mgC} / \text{Nm}^3 \text{ (ıslak)}$$

$$\text{Kütle emisyon hızı g / saat} = 1440 \text{ m}^3/\text{saat} \times 297 \text{ mgC/Nm}^3 / 1.000$$

$$\text{Kütle emisyon hızı g / saat} = 428 \text{ gC/h}$$

PORTATİF CİHAZLAR KULLANILARAK GAZ VE BUHARLARIN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN ÖRNEK HESAPLAMALAR

7. Karbon (C) cinsinden kuru gaz olarak VOC konsantrasyonunun hesaplanması ve bir FID analizörü tarafından sağlanan sonuçlardan karbon ve toluenin kütle emisyonlarının hesaplanması.

Kütle emisyonunu, saatteki gram toluen olarak hesaplanması.

Toluene = C₇H₈

Toluen'in moleküler ağırlığı mgC olarak = 7*12 = 84

Tolüen moleküler ağırlığı= = (7 x 12) + (8 x 1) = 92

Kütle emisyonu gT / saat olarak = 428 gC/saat* $\frac{92 \text{ g/mol}}{84 \text{ g/mol}}$

Kütle emisyonu gT / saat olarak = 469 gT/saat

TEŐEKKÖRLER

MUSTAFA ALTUNDAĞ
KİMYA MÜHENDİŐİ

LABORATUVAR, ÖLÇÖM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

mustafa.altundag@csb.gov.tr