



XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG MOL PHÂN TỬ KHÍ KHÔ PHƯƠNG PHÁP 3 - USEPA

Phạm Thị Hữu
Trung tâm Quan trắc môi trường
Tổng cục Môi trường

Hội thảo tập huấn, hướng dẫn quan trắc khí thải ống khói bằng
phương pháp đẳng động lực - isokinetic, Hồ Chí Minh 10- 12/11/2014

MỤC TIÊU



Sau khi hoàn thành bài học này, bạn sẽ có thể:

1. Hiểu được nguyên lý của phương pháp
2. Xác định các bước cơ bản để tính toán khối lượng mol phân tử khí khô (M_d)
3. Hỗ trợ tính toán cho v_s - phương pháp 2.

NỘI DUNG



Nguyên lý



Đo đạc



Tính toán, xử lý số liệu

PHƯƠNG PHÁP 3



312

METHOD 3 - GAS ANALYSIS FOR THE DETERMINATION OF DRY MOLECULAR WEIGHT

NOTE: This method does not include all of the specifications (e.g., equipment and supplies) and procedures (e.g., sampling) essential to its performance. Some material is incorporated by reference from other methods in this part. Therefore, to obtain reliable results, persons using this method should also have a thorough knowledge of Method 1.

1.0 Scope and Application.

1.1 Analytes.

Analyte	CAS No.	Sensitivity
Oxygen (O ₂)	7782-44-7	2,000 ppmv
Nitrogen (N ₂)	7727-37-9	N/A
Carbon dioxide (CO ₂)	124-38-9	2,000 ppmv
Carbon monoxide (CO)	630-08-0	N/A

1.2 Applicability. This method is applicable for the determination of CO₂ and O₂ concentrations and dry molecular weight of a sample from an effluent gas stream of a fossil-fuel combustion process or other process.

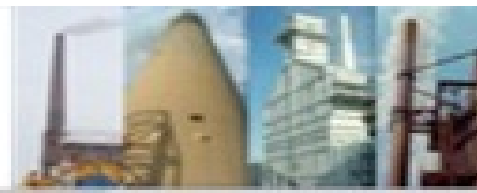
1.3 Other methods, as well as modifications to the procedure described herein, are also applicable for all of the above determinations. Examples of specific methods and modifications include: (1) a multi-point grab sampling method using an Orsat analyzer to analyze the individual

Nguyên lý phương pháp



- Lấy mẫu đại diện để xác định nồng độ O_2 , CO_2 và CO.
- Tính toán lưu lượng dòng thải để tính khối lượng mol phân tử khí khô.

Phương pháp xác định



03 phương pháp lấy mẫu khí ống khói theo PP 3:

- (1) Một điểm, lấy mẫu đơn;
- (2) Một điểm, lấy mẫu tổ hợp;
- (3) Nhiều điểm, lấy mẫu tổ hợp

Mẫu khí được phân tích để xác định % CO_2 , % O_2 và nếu cần là cả % CO .

Có thể dùng thiết bị phân tích Orsat hoặc Fyrite để xác định khối lượng mol phân tử của khí khô.

Phương pháp xác định



(1) Một điểm, lấy mẫu đơn:

Điểm lấy mẫu có thể ở giữa tiết diện ngang của ống khói hoặc tại 1 điểm cách thành ống khói không nhỏ hơn 1m

(2) Một điểm, lấy mẫu tổ hợp:

Vị trí lấy mẫu tương tự như lấy mẫu đơn

Thể tích lấy mẫu cho cả 2 cách tối thiểu là 28L.

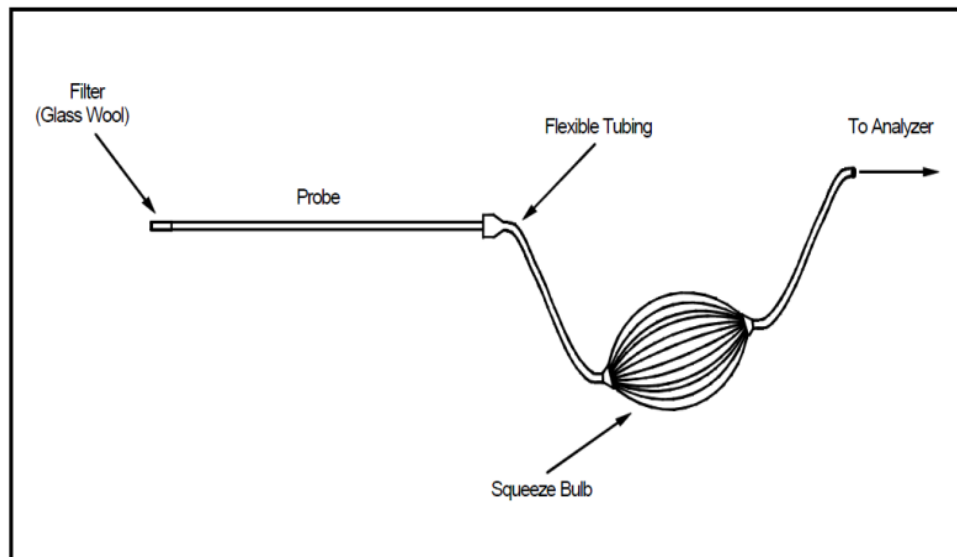


Figure 3-1. Grab-Sampling Train.



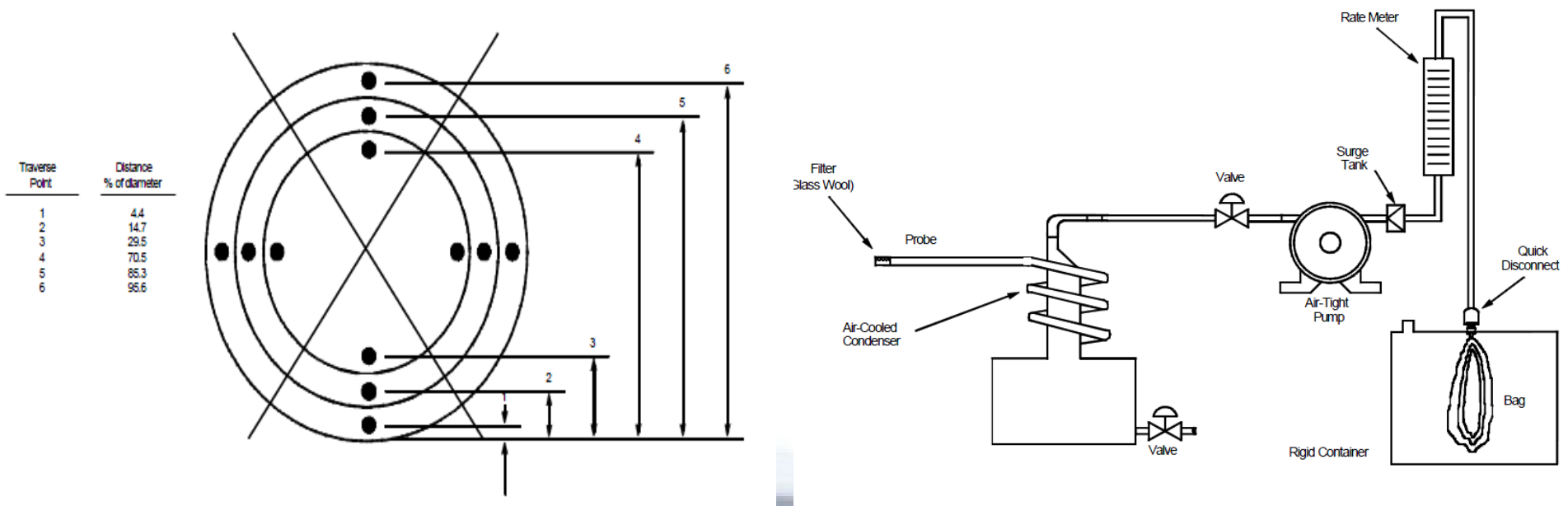
Phương pháp xác định



(3) Nhiều điểm, lấy mẫu tổ hợp

- Vị trí lấy mẫu tương tự như M1, thể tích lấy mẫu 28L.

Mẫu khí được phân tích để xác định % CO₂, % O₂ và nếu cần là cả % CO.

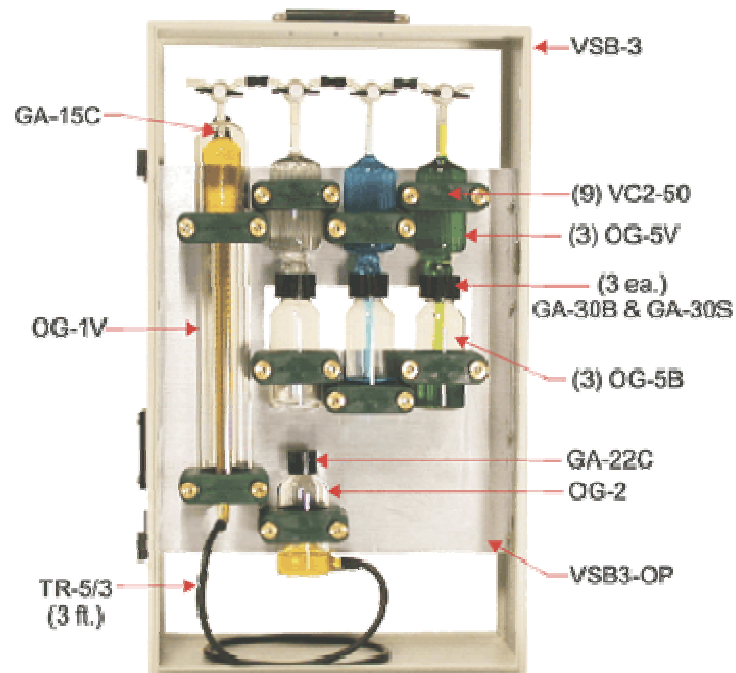


Thiết bị



Thiết bị đo O₂, CO₂ và CO

ORSAT



FYRITE



Ưu điểm: không cần khí hiệu chuẩn

Công thức tính toán khối lượng mol phân tử khí khô



$$M_d = 0.440(\%CO_2) + 0.320(\%O_2) + 0.280(\%N_2 + \%CO)$$

Do nồng độ CO trong khí thải rất bé (khoảng ppm) nên có thể bỏ qua trong quá trình tính toán, do đó khối lượng mol phân tử khí được tính theo công thức sau.

Thông thường không đo đạc N₂ mà nồng độ N₂ được tính theo công thức: $\%N_2 = 100 - \%CO_2 - \%O_2 - \%CO$

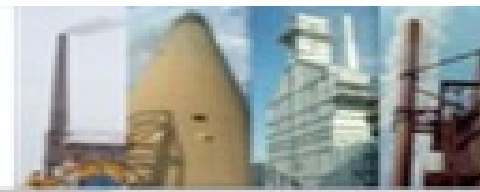
Vì vậy, công thức tính toán sẽ là:

$$M_d = 0.440(\%CO_2) + 0.320(\%O_2) + 0.280(100 - \%CO_2 - \%O_2)$$

Chú ý: Tất cả nồng độ các chất được tính theo % khối lượng khô.

Ví dụ: $\%CO_2 : 12,9\%$, $O_2 : 7\%$ Tính M_d ?

Khí khô và khí ẩm

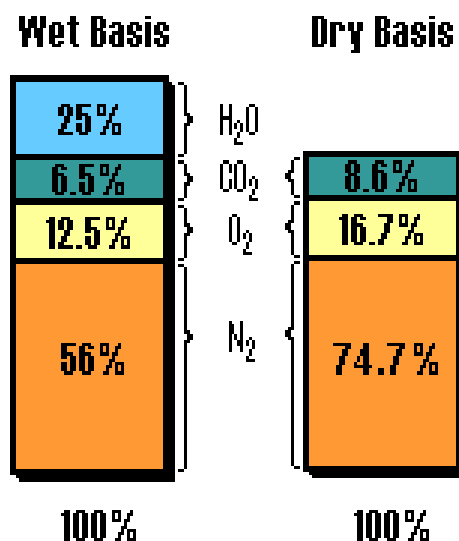


Nồng độ các chất trong khí khô luôn _____ trong khí ẩm

Khi đo đạc bằng các máy đo cầm tay thì nồng độ thu được là dựa vào khí khô

Figure 1. Wet vs. Dry Concentration

Volume Percent



$$C_{i(\text{khô})} = \left(\frac{C_{i(\text{ướt})}}{100\% - \%H_2O} \right) \cdot 100\%$$

Vd: Một dòng khí thải có nồng độ NO_x là 300 ppm và có độ ẩm là 7% theo thể tích. Nồng độ NO_x tính theo khí khô sẽ lớn hơn hay nhỏ hơn 300?

Velocity and Flow Rate Calculations Sheet

For ABC Steel Co.

1 Stack Crosssectional Area, square meters

$$A_s = 3.1416 / 4 * D_s^2 / 10^4$$

$$A_s = 3.1416 / 4 * \frac{98}{cm}^2 / 10^4 = \frac{0.754}{m^2}$$

2 Percent Moisture, By Volume, wet bulb, dry bulb & pressure or other method, %

7.3

3 Absolute Flue Gas Pressure, mm of Mercury

$$P_s = P_{Br} + P_g / 13.6$$

$$P_s = \frac{753}{mm\ Hg} + \frac{-7.6}{mm\ H_2O} / 13.6 = \frac{752.4}{mm\ Hg}$$

4 Percent Moisture Saturation at Flue Gas Conditions, %

$$\% H_2O_{sat} = (10^{(6.6911 - (3144 / (ts * 1.8 + 390.86)))}) * 100 / (P_s / 25.4)$$

$$\% H_2O_{sat} = (10^{(6.6911 - (3144 / (51.5 * 1.8 + 390.86)))}) * 100 / (\frac{752.4}{mm\ Hg} / 25.4) = \frac{13.2}{\%}$$

5 Dry Mole Fraction of Flue Gas

$$M_{fd} = 1 - (\% H_2O / 100)$$

$$M_{fd} = 1 - (\frac{7.3}{\%} / 100) = \frac{0.927}{Ratio\ (\leq 1.0)}$$

6 Dry Molecular Weight of Flue Gas, g/g-mole

$$M_d = 44 * \%CO_2 / 100 + 32 * \%O_2 / 100 + 28 * (100 - \%CO_2 - \%O_2) / 100$$

$$M_d = 44 * \frac{1.8}{\%CO_2} / 100 + 32 * \frac{19}{\%O_2} / 100 + 28 * (100 - 1.8 - 19) / 100 = \frac{29.05}{\%}$$

7 Wet Molecular Weight of the Flue Gas, g/g-mole

$$M_s = M_d + M_{fd} + 18 * \% H_2O / 100$$

$$M_s = \frac{29.05}{g/g-mole} + \frac{0.927}{g/g-mole} + 18 * \frac{7.3}{\%} / 100 = \frac{28.24}{g/g-mole}$$

8 Average Flue Gas Velocity, m/sec

$$v_s = 34.97 * C_p * [\frac{273 + t_s}{P_s * M_s} * \Delta P_{avg}]^{0.5}$$

$$v_s = 34.97 * \frac{0.84}{Dimensionless} * [\frac{273 + 51.5}{\frac{752.4}{mm\ Hg} * \frac{28.24}{mm\ H_2O}} * 17.8]^{0.5} = \frac{15.32}{m/s}$$

9 Dry Volumetric Flue Gas Flow Rate at Standard Conditions, Nm³/h

$$Q_{sd} = 3600 * M_{fd} * (\frac{t_{std} + 273}{t_s + 273}) * \frac{P_s}{P_{std}} * v_s * A_s$$

$$Q_{sd} = 3600 * \frac{0.927}{Ratio\ (\leq 1.0)} * (\frac{25 + 273}{51.5 + 273}) * \frac{752.4}{760} * \frac{15.32}{m/s} * \frac{0.754}{m^2} = \frac{35046}{Nm^3/h}$$

10 Dry Volumetric Flue Gas Flow Rate at Standard Conditions, dscfm

$$Q_{esd} = Q_{sd} * 0.5886$$

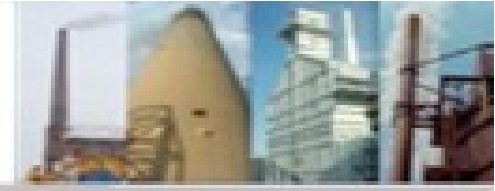
$$Q_{esd} = \frac{35046}{Nm^3/h} * 0.5886 = \frac{20628}{dscfm}$$

11 Actual Wet Volumetric Flue Gas Flow Rate at Actual Conditions, Am³/h

$$Q_{aw} = 3600 * v_s * A_s$$

$$Q_{aw} = 3600 * \frac{15.32}{m/s} * \frac{0.754}{m^2} = \frac{41585}{Am^3/h}$$

D _s	Stack Diameter, centimeters
C _p	Pitot Tube Coefficient
P _{Br}	Barometric Pressure, mm of Mercury
% H ₂ O	Moisture Content of Stack Gas, %
% H ₂ O _{sat}	Moisture Saturation at Stack Gas Temperature, %
M _{fd}	Dry Mole Fraction
% CO ₂	Carbon Dioxide, %
% O ₂	Oxygen, %
M _d	Dry Molecular Weight, g/g-mole
M _s	Wet Molecular weight, g/g-mole
P _g	Flue Gas Static Pressure, mm of H ₂ O
P _s	Absolute Flue Gas Pressure, mm of Mercury
t _s	Average Stack Gas Temperature, °C
DP _{avg}	Average Velocity Head, mm of H ₂ O
v _s	Average Stack Gas Velocity, meters/second
A _s	Stack Crosssectional Area, square meters
Q _{sd}	Dry Volumetric Flow Rate, dry Nm ³ /h
Q _{aw}	Actual Wet Volumetric Flue Gas Flow Rate, Am ³ /h
Q _{esd}	Dry Volumetric Flow Rate, dscfm, dry standard cubic feet per minute



Bản tính cho
phương pháp 3

