

CHUYÊN ĐỀ 10.2: HÓA HỌC TRONG VIỆC PHÒNG CHỐNG CHÁY NỔ

PHẦN 3. HÓA HỌC VỀ PHẢN ỨNG CHÁY, NỔ

I. MỤC TIÊU

- + Tính được $\Delta_r H^\circ$ một số phản ứng cháy, nổ (theo $\Delta_f H^\circ$ hoặc năng lượng liên kết) để dự đoán mức độ mãnh liệt của phản ứng cháy, nổ.
- + Tính được sự thay đổi của tốc độ phản ứng cháy, “tốc độ phản ứng hô hấp” theo giả định về sự phụ thuộc vào nồng độ O_2 .
- + Nêu được các nguyên tắc chữa cháy (làm giảm tốc độ phản ứng cháy) dựa vào các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng hoá học.
- + Giải thích được vì sao lại hay dùng CO_2 để chữa cháy (cách li và làm giảm nồng độ O_2 ; CO_2 nặng hơn không khí).
- + Giải thích được vì sao lại hay dùng nước để chữa cháy (làm giảm nhiệt độ xuống dưới nhiệt độ cháy,...).
- + Giải thích được lí do vì sao một số trường hợp không được dùng nước để chữa cháy (cháy xăng, dầu; đám cháy chứa hoá chất phản ứng với nước,...) mà lại phải dùng cát, CO_2 ...
- + Giải thích được tại sao đám cháy có mặt các kim loại hoạt động mạnh như kim loại kiềm, kiềm thổ và nhôm... không sử dụng nước, CO_2 , cát (thành phần chính là SiO_2), bột chữa cháy (hỗn hợp không khí, nước và chất hoạt động bề mặt) để dập tắt đám cháy.

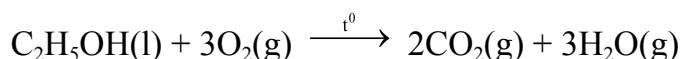
II. NỘI DUNG TRỌNG TÂM BÀI HỌC

- Khi xác định được biến thiên enthalpy của phản ứng cháy, nổ, có thể dự đoán mức độ mãnh liệt của phản ứng cháy, nổ đó.
- Có thể coi tốc độ phản ứng của than đá phụ thuộc nồng độ oxygen trong không khí theo phương trình tốc độ: $v = k \times C_{O_2}$.
- Khi nồng độ oxygen giảm thì tốc độ phản ứng cháy giảm và ngược lại.
- Có thể coi tốc độ “phản ứng hô hấp” phụ thuộc nồng độ oxygen theo phương trình tốc độ: $v = k \times C_{O_2}$.
- Khi nồng độ oxygen giảm thì tốc độ “phản ứng hô hấp” giảm và ngược lại.
- Một đám cháy có thể được ngăn ngừa bằng cách loại bỏ hoặc làm suy yếu bất kì yếu tố nào trong tam giác cháy (chất cháy, chất oxi hóa, nguồn nhiệt). Nguyên lí chống cháy, nổ là giảm tốc độ cháy của vật liệu đang cháy đến mức tối thiểu và phân tán nhanh nhiệt lượng của đám cháy ra môi trường xung quanh.

III. CÂU HỎI – BÀI TẬP LUYỆN TẬP

Câu 1. Dựa vào dữ liệu Bảng 7.1 và 7.2, em hãy tính biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy 1 mol ethanol và 1 mol khí gas.

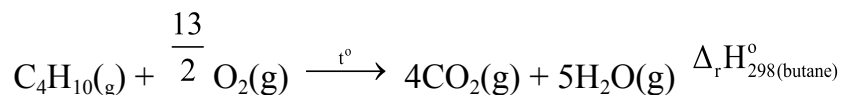
Phản ứng đốt cháy ethanol:



Bảng 7.1. Giá trị nhiệt tạo thành của các chất trong phản ứng đốt cháy ethanol

Chất	C ₂ H ₅ OH(l)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	H ₂ O(g)
$\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ/mol)	-277,63	0	-393,50	-241,826

Phản ứng đốt cháy khí gas chứa propane (40%) và butane (60%):



Bảng 7.2. Giá trị năng lượng liên kết (E_b) của một số liên kết cộng hóa trị

Liên kết	C–H	C–C	O=O	C=O	O–H
E_b (kJ/mol)	413	347	498	745	467

ĐÁP ÁN:

Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy enthanol:

$\Delta_r H_{298}^\circ = 2 \times (-393,50) + 3 \times (-241,826) - (-277,63) = -1\,234,848$ (kJ/mol) < 0. Phản ứng tỏa nhiệt.

Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy C₃H₈:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = (8 \times 413 + 2 \times 347 + 5 \times 498) - (6 \times 745 + 8 \times 467) = -1\,718$$
 (kJ/mol)

Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy C₄H₁₀:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = (10 \times 413 + 3 \times 347 + 6,5 \times 498) - (8 \times 745 + 10 \times 467) = -2\,222$$
 (kJ/mol)

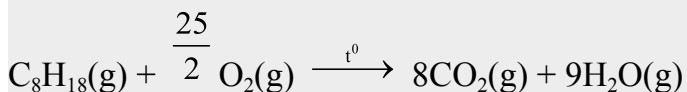
Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy khí gas:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = 0,4 \times (-1\,718) + 0,6 \times (-2\,222) = -2\,020,4$$
 (kJ/mol) < 0. Phản ứng tỏa nhiệt.

Phản ứng đốt cháy khí gas xảy ra mãnh liệt hơn.

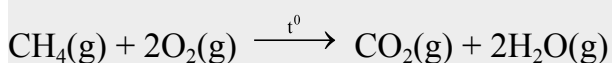
Câu 2. Tính biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy 1 mol octane (C₈H₁₈, chất có trong xăng) và 1 mol methane (thành phần chính của khí thiên nhiên). Dự đoán mức độ phản ứng các loại bằng ứng này.

ĐÁP ÁN:



Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy 1 mol octane:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = (18 \times 413 + 7 \times 347 + 12,5 \times 498) - (16 \times 745 + 18 \times 467) = -4\,238$$
 (kJ/mol)



Biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy 1 mol methane:

$$\Delta_r H_{298}^\circ = (4 \times 413 + 2 \times 498) - (2 \times 745 + 4 \times 467) = -710$$
 (kJ/mol)

Phản ứng đốt cháy 1 mol octane xảy ra mãnh liệt hơn đốt cháy 1 mol methane.

Câu 3.

- a) Ở điều kiện thường (298K), oxygen chiếm khoảng 20,9% theo thể tích trong không khí, tương đương với áp suất 0,209 atm. Tính nồng độ mol/L của oxygen trong không khí.
- b) Khi thể tích oxygen giảm còn 15% thể tích không khí thì nồng độ mol/L của oxygen là bao nhiêu?
- c) Hãy cho biết tốc độ phản ứng cháy của than đá tăng hay giảm bao nhiêu lần khi thành phần phần trăm theo thể tích của oxygen trong không khí giảm từ 20,9% xuống 15%.

ĐÁP ÁN:

a)
$$C_{O_2} = \frac{0,209}{0,082 \times 298} = 8,55 \times 10^{-3} \quad (M)$$

b)
$$C_{O_2} = \frac{0,15 \times 8,55 \times 10^{-3}}{0,209} = 6,13 \times 10^{-3} \quad (M)$$

c)
$$\frac{v_{(20,9\% O_2)}}{v_{(15\% O_2)}} = \frac{k \times 8,55 \times 10^{-3}}{k \times 6,13 \times 10^{-3}} \approx 1,4$$

Tốc độ phản ứng cháy của than đá giảm 1,4 lần.

Câu 4. Nêu những yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng cháy. Từ đó hãy nêu một số biện pháp dập tắt một đám cháy.

ĐÁP ÁN:

– Các yếu tố chính ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng cháy: chất cháy, chất oxi hóa, nguồn nhiệt. Bản chất và trạng thái của chất cháy có ảnh hưởng rất lớn đến tốc độ cháy. Chất cháy rất phong phú, có thể ở dạng rắn, dạng cục hay dạng bột như than, gỗ, tre nứa, xăng, dầu, khí methane, hydrogen, khí carbon monooxide, ... Nguồn nhiệt cũng có nhiều dạng như ngọn lửa trần, tia lửa điện, hồ quang điện, tia lửa sinh ra do ma sát, do chập điện, ...

– Một số phương pháp dập tắt đám cháy:

- ✓ Phương pháp làm lạnh: Làm giảm nhiệt độ của phản ứng cháy hoặc làm cho nhiệt độ của vật cháy xuống thấp hơn nhiệt độ bắt cháy.
- ✓ Phương pháp cách li: Ngăn cản chất cháy tiếp xúc với chất oxi hóa.
- ✓ Phương pháp giảm nồng độ: Làm giảm nồng độ các chất tham gia cháy.

Câu 5. Hãy cho ví dụ về một số chất cháy thuộc từng loại đám cháy trong Bảng 7.3

Bảng 7.3. Phân loại đám cháy theo chất cháy (Theo TCVN 4878 : 2009)

Loại đám cháy	Chất cháy
---------------	-----------

Loại A	Đám cháy các chất rắn (thông thường là các chất hữu cơ) khi cháy thường kèm theo sự tạo ra than hồng.
Loại B	Đám cháy các chất lỏng và chất rắn hòa lỏng.
Loại C	Đám cháy các thí nghiệm
Loại D	Đám cháy các kim loại.
Loại F	Đám cháy dầu và mỡ của động vật hay thực vật trong các thiết bị nấu nướng.

ĐÁP ÁN

Loại đám cháy	Chất cháy	Ví dụ
Loại A	Đám cháy các chất rắn (thông thường là các chất hữu cơ) khi cháy thường kèm theo sự tạo ra than hồng.	Gỗ, giấy, lụa, nhựa, vải, rác, ...
Loại B	Đám cháy các chất lỏng và chất rắn hòa lỏng.	Xăng, dầu, acetone, ...
Loại C	Đám cháy các thí nghiệm	Propane, khí thiên nhiên, methane, butane, hydrogen.
Loại D	Đám cháy các kim loại.	Titanium, potassium, magnesium, aluminium.

Câu 6. Hãy kể tên một số chất có thể sử dụng để dập tắt đám cháy khi xảy ra hỏa hoạn ở

a) Xưởng gỗ.

b) Trạm xăng, dầu.

ĐÁP ÁN

a) Có thể sử dụng chất chữa cháy: nước CO₂, dạng bột hoặc dạng bột khô.

b) Có thể dùng chất chữa cháy: CO₂, dạng bột hoặc dạng bột khô.

Câu 7. Trong một đám cháy do xăng, dầu, người ta có thể dùng một chiếc chăn thấm ướt hoặc cát để dập tắt đám cháy. Giải thích tại sao có thể làm như vậy.

ĐÁP ÁN:

Mục đích để cách li ngọn lửa với oxygen trong không khí.

Câu 8. Vì sao trong một số trường hợp không được dùng nước để chữa cháy (cháy xăng, dầu, ...)?

ĐÁP ÁN

– Xăng, dầu không tan trong nước và nhẹ hơn nước nên nổi lên trên mặt nước khiến cho đám cháy càng lan rộng hơn, gây hậu quả nghiêm trọng.

– Một số kim loại như sodium, potassium, ... là những kim loại phản ứng với nước nên không thể dùng nước để dập tắt những đám cháy này.

Câu 10. Xét phản ứng: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{t^0} \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -802 \text{ kJ}$

Tính $\Delta_f H_{298}^0$ của $\text{CH}_4(\text{g})$, biết $\Delta_f H_{298}^0$ của $\text{CO}_2(\text{g})$ và $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ lần lượt là -394 kJ/mol và -242 kJ/mol .

ĐÁP ÁN:

Xét phản ứng: : $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{t^0} \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H_{298}^0 = -802 \text{ kJ}$

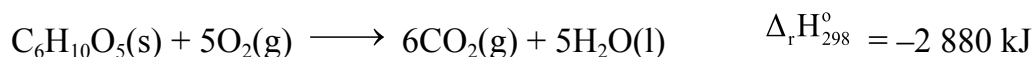
Sử dụng công thức:

$$\Delta_r H_{298}^0 = \sum \Delta_f H_{298}^0(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^0(\text{cđ}) = -394 - 242 \times 2 - 2 \times \Delta_f H_{\text{CH}_4(\text{g})}^0 = -802 \text{ (kJ/mol)}.$$

$$\Rightarrow \Delta_f H_{\text{CH}_4(\text{g})}^0 = -76 \text{ kJ/mol}$$

Câu 11. Tính nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy 1 kg một loại củ khô, biết củ khô chứa 54% khối lượng cellulose và phân tử cellulose được cấu tạo bởi các gốc glucose.

Giả thiết toàn bộ nhiệt lượng tỏa ra được tính từ biến thiên enthalpy của phản ứng đốt cháy glucose:



ĐÁP ÁN:

Số mol gốc glucose trong 1kg củ khô:

$$n_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5} = \frac{1000 \times \frac{54}{100}}{162} = \frac{10}{3} \text{ (mol)}$$

Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy hoàn toàn 1 kg củ khô.

$$Q = 2880 \cdot \frac{10}{3} = 9600 \text{ (kJ)}$$

Năng suất tỏa nhiệt của loại củ khô trên là 9600 kJ/kg .

Câu 12. Ngày 04 tháng 8 năm 2020 đã xảy ra một vụ nổ kinh hoàng ở nhà kho tại cảng Beirut của Lebanon. Đây là nhà kho chứa khoảng 2 700 tấn NH_4NO_3 , một loại hóa chất vừa được sử dụng làm phân bón, vừa được dùng làm thuốc nổ do có khả năng phân hủy thành khí

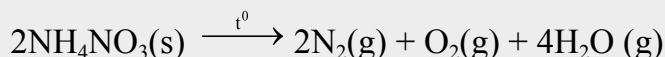
và hơi, kèm theo tỏa nhiệt mạnh: $2\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \xrightarrow{t^0} 2\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

a) Tính $\Delta_r H_{298}^\circ$ của phản ứng, biết $\Delta_f H_{298}^\circ$ của NH_4NO_3 (s) và $\Delta_f H_{298}^\circ$ của H_2O (g) lần lượt là $-365,6 \text{ kJ/mol}$ và -242 kJ/mol .

b) Tính nhiệt lượng tối đa giải phóng ra từ vụ nổ khi toàn bộ lượng NH_4NO_3 bị phân hủy.

ĐÁP ÁN:

a) Phương trình hóa học:



$$\Delta_r H_{298}^\circ = -242 \times 4 - (-365,6 \times 2) = -236,8 \text{ (kJ)}$$

Vậy, nhiệt lượng tỏa ra khi có 160 gam NH_4NO_3 phân hủy trong phản ứng nổ là 236,8 kJ.

b) Nhiệt lượng giải phóng ra từ vụ nổ nếu toàn bộ 2 700 tấn NH_4NO_3 bị phân hủy:

$$\frac{2700 \cdot 10^6}{160} = 16,88 \times 10^6 \text{ (kJ)}$$

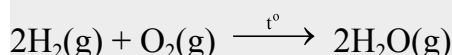
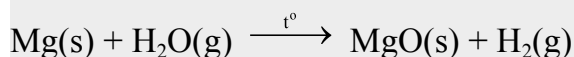
Câu 13. Để xử lý các đám cháy loại D như đám cháy kim loại magnesium không thể dùng nước, khí carbon dioxide, bột chữa cháy, bột chữa cháy.

a) Viết các phương trình hoá học để giải thích lí do.

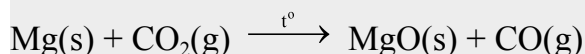
b) Đề xuất biện pháp dập tắt đám cháy magnesium.

ĐÁP ÁN

a) Với các đám cháy Mg, không dùng nước, bột chữa cháy để dập lửa vì Mg vẫn cháy được trong hơi nước:

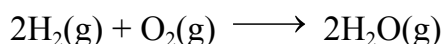


Cũng không dùng carbon dioxide, bột chữa cháy vì Mg cháy được trong khí carboni:



b) Có thể sử dụng cát, sỏi hoặc khí hiếm để phủ lên đám cháy.

Câu 14. Cho phản ứng sau:



a) Tính $\Delta_r H_{298}^\circ$ của phản ứng theo năng lượng liên kết.

b) Cho biết đốt hoàn toàn 1 gam H_2 sẽ tỏa ra bao nhiêu kJ nhiệt lượng.

ĐÁP ÁN

a) Biến thiên enthalpy của phản ứng:

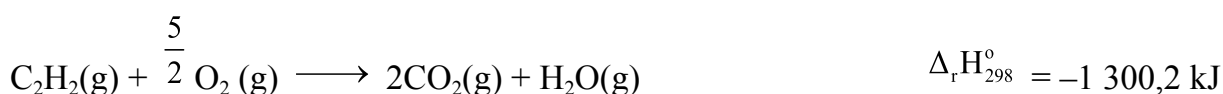
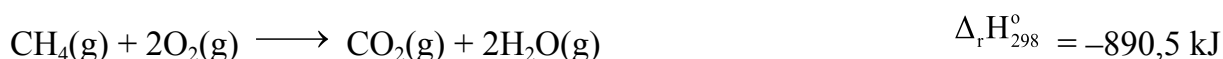
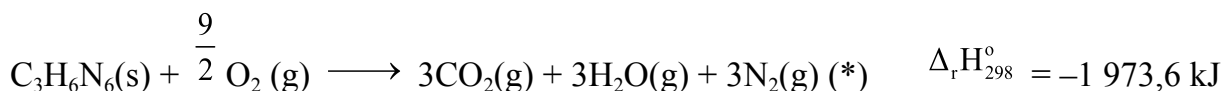
$$\Delta_r H_{298}^\circ = 2 \times E_b(\text{H}_2) + 1 \times E_{\text{O}_2} - 2 \times E_b(\text{H}_2\text{O})$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times E_{\text{H-H}} + 1 \times E_{\text{O}_2} - 2 \times E_{\text{O-H}} \\
 &= 2 \times 436 + 1 \times 498 - 4 \times 464 \\
 &= -486 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

b) Đốt cháy 1 gam H_2 tỏa ra nhiệt lượng là:

$$486 : 4 = 121,5 \text{ kJ.}$$

Câu 15. Cho các phản ứng đốt cháy melamine, methane và acetylene:



Giải thích tại sao phản ứng (*) có $\Delta_r H_{298}^\circ$ rất âm nhưng melamine ($\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$) lại được sử dụng trong sợi vải chống cháy.

ĐÁP ÁN

Đốt cháy 1 gam melamine tỏa ra lượng nhiệt là:

$$1\,973,6 : 126 = 15,7 \text{ kJ.}$$

(giá trị này còn được gọi là năng suất tỏa nhiệt); Nhiệt lượng tỏa ra khi đốt cháy 1 gam methane, acetylene lần lượt là 55,7 và 50 kJ. Như vậy, phản ứng của melamine với oxygen tỏa ra lượng nhiệt ít hơn rất nhiều so với của hydrocarbon với oxygen khi so cùng một khối lượng chất đốt cháy. Do vậy, phản ứng của melamine sẽ kém mãnh liệt hơn nhiều. Điều này giải thích tại sao melamine được sử dụng trong sợi vải chống cháy.