

## GIẢI SÁCH GIÁO KHOA MÔN HÓA HỌC LỚP 10

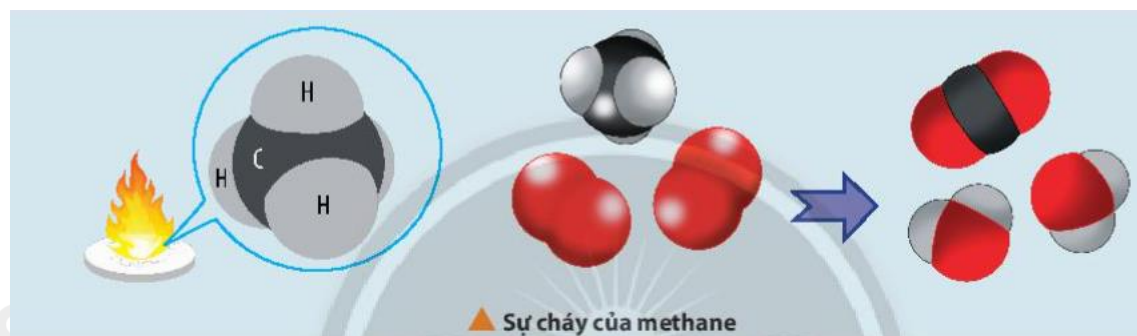
## BỘ SÁCH: CHÂN TRỜI SÁNG TẠO

## CHƯƠNG 5. NĂNG LƯỢNG HÓA HỌC

## Bài 14. Tính biến thiên enthalpy của phản ứng hóa học

## Mở đầu:

Methane cháy tỏa nhiệt lớn nên được dùng làm nhiên liệu. Khi trộn methane và oxygen với tỉ lệ thích hợp thì sẽ tạo ra hỗn hợp nổ



Biến thiên enthalpy của phản ứng trên được tính toán dựa trên các giá trị nào?

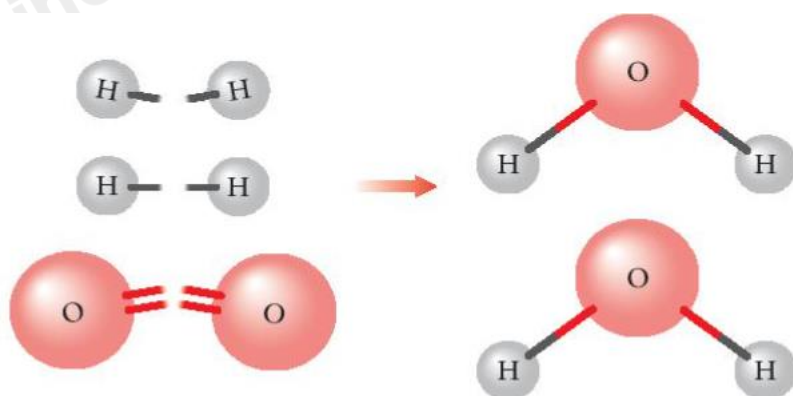
## Lời giải chi tiết:

Biến thiên enthalpy của phản ứng được tính toán dựa trên giá trị năng lượng liên kết hoặc dựa vào enthalpy tạo thành

## 1. Xác định biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết

## Câu hỏi thảo luận

1. Quan sát Hình 14.1 cho biết liên kết hóa học nào bị phá vỡ, liên kết hóa học nào được hình thành khi  $\text{H}_2$  phản ứng với  $\text{O}_2$  tạo thành  $\text{H}_2\text{O}$  (ở thể khí)?



▲ Hình 14.1. Sự hình thành phân tử nước

**Phương pháp giải:**

Quan sát Hình 14.1 và rút ra nhận xét

**Lời giải chi tiết:**

- Khi  $H_2$  phản ứng với  $O_2$  tạo thành  $H_2O$  (ở thể khí)

+ Liên kết H-H và O=O bị phá vỡ

+ Liên kết H-O-H được hình thành

**Câu hỏi thảo luận**

2. Tính biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào năng lượng liên kết phải viết được công thức cấu tạo của tất cả các chất trong phản ứng để xác định số lượng và loại liên kết. Xác định số lượng mỗi loại liên kết trong các phân tử sau:  $CH_4$ ,  $CH_3Cl$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ .

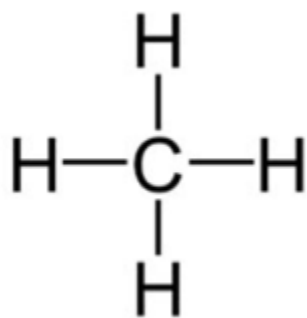
**Phương pháp giải:**

- Viết công thức cấu tạo của các chất

=> Xác định được các loại liên kết

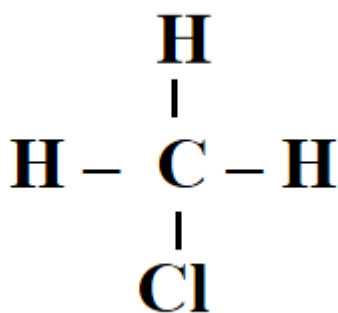
**Lời giải chi tiết:**

-  $CH_4$ :



=> Có 4 liên kết C-H

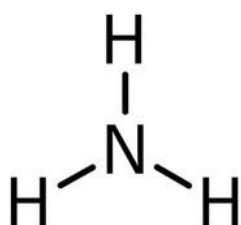
-  $CH_3Cl$ :



=> Có 3 liên kết C-H, 1 liên kết C-Cl

- NH<sub>3</sub>

AMMONIA



=> Có 3 liên kết N-H

- CO<sub>2</sub>



=> Có 2 liên kết C=O

3. Dựa vào năng lượng liên kết ở Bảng 14.1, tính biến thiên enthalpy của phản ứng và giải thích vì sao nitrogen (N<sub>2</sub>) chỉ phản ứng với oxygen (O=O) ở nhiệt độ cao hoặc có tia lửa điện để tạo thành nitrogen monoxide (N=O).



**Phương pháp giải:**

**Bảng 14.1. Năng lượng liên kết của một số liên kết cộng hoá trị<sup>(\*)</sup>**

Liên kết	$E_b$ (kJ/mol)	Liên kết	$E_b$ (kJ/mol)
H-H	432	C-Cl	339
H-Cl	427	C-O	358
H-F	565	C=O	745
H-N	391	N-O	201
H-C	413	N=O	607
H-O	467	N≡O	631
O-O	204	N=N	418
O=O	498	N≡N	945
C-C	347	F-F	159
C=C	614	Cl-Cl	243
C≡C	839	Br-Br	193

$$\Delta_r H_{298}^{\circ} = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp})))$$

**Lời giải chi tiết:**



⇒ Phản ứng trên có 1 liên kết N≡N, 1 liên kết O=O và 2 liên kết N=O

Ta có:

+  $\text{N}_2$  có 1 liên kết N≡N với  $E_b = 945$  kJ/mol

+  $\text{O}_2$  có 1 liên kết O=O với  $E_b = 498$  kJ/mol

+ NO có 1 liên kết N=O với  $E_b = 607$  kJ/mol

$$\text{Mà: } \Delta_r H_{298}^{\circ} = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp})))$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^{\circ} = E_b(\text{N}_2) + E_b(\text{O}_2) - 2E_b(\text{NO}) = 945 + 498 - 2 \cdot 607 = 229 \text{ kJ/mol} > 0$$

⇒ Phản ứng thu nhiệt

⇒ Để phản ứng xảy ra, cần cung cấp lượng nhiệt lớn 229 kJ/mol

⇒ Nitrogen chỉ phản ứng với oxygen khi ở nhiệt độ cao hoặc có tia lửa điện để tạo thành NO

**Luyện tập**

Xác định  $\Delta_r H_{298}^{\circ}$  của phản ứng sau dựa vào giá trị  $E_b$  ở Bảng 14.1:



Hãy cho biết phản ứng trên tỏa nhiệt hay thu nhiệt?

▼ **Bảng 14.1. Năng lượng liên kết của một số liên kết cộng hoá trị<sup>(\*)</sup>**

Liên kết	$E_b$ (kJ/mol)	Liên kết	$E_b$ (kJ/mol)
H-H	432	C-Cl	339
H-Cl	427	C-O	358
H-F	565	C=O	745
H-N	391	N-O	201
H-C	413	N=O	607
H-O	467	N≡O	631
O-O	204	N=N	418
O=O	498	N≡N	945
C-C	347	F-F	159
C=C	614	Cl-Cl	243
C≡C	839	Br-Br	193

### Phương pháp giải:

Bước 1: Xác định số lượng liên kết và loại liên kết của các chất trong phản ứng

Bước 2: Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp}))$

=> Phản ứng thu nhiệt hay tỏa nhiệt

### Lời giải chi tiết:



- Chất đầu:

+ CH<sub>4</sub> có 4 liên kết C-H

+ Cl<sub>2</sub> có 1 liên kết Cl-Cl

- Sản phẩm

+ CH<sub>3</sub>Cl có 3 liên kết C-H, 1 liên kết C-Cl

+ HCl có 1 liên kết H-Cl

Mà:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp}))$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ = E_b(\text{CH}_4) + E_b(\text{Cl}_2) - E_b(\text{CH}_3\text{Cl}) - E_b(\text{HCl})$$

$$= 4 E_b(\text{C-H}) + E_b(\text{Cl-Cl}) - 3E_b(\text{C-H}) - E_b(\text{C-Cl}) - E_b(\text{H-Cl})$$

$$= 4.413 + 243 - 3.413 - 339 - 427 = -110 \text{ kJ/mol} < 0$$

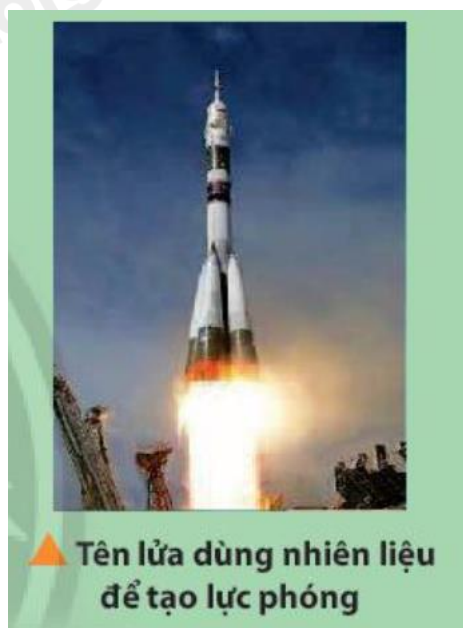
$\Rightarrow$  Phản ứng tỏa nhiệt

### Vận dụng

Dựa vào số liệu về năng lượng liên kết ở Bảng 14.1, hãy tính biến thiên enthalpy của 2 phản ứng sau:



So sánh kết quả thu được, từ đó cho biết  $\text{H}_2$  hay  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  là nhiên liệu hiệu quả hơn cho tên lửa (biết trong  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  có 6 liên kết C-C và 16 liên kết C-H)



### Phương pháp giải:

Bước 1: Xác định số lượng liên kết và loại liên kết của các chất trong phản ứng

Bước 2: Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$

### Lời giải chi tiết:

- Xét phản ứng:  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad (1)$

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$$

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

$$= 2.E_b(\text{H-H}) + E_b(\text{O=O}) - 2.2.E_b(\text{O-H})$$

$$= 2.432 + 498 - 2.2.467 = -506 \text{ kJ/mol}$$

- Xét phản ứng:  $\text{C}_7\text{H}_{16}(\text{g}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 7\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  (2)

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ(2) = E_b(\text{C}_7\text{H}_{16}) + 11.E_b(\text{O}_2) - 7.E_b(\text{CO}_2) - 8.E_b(\text{H}_2\text{O})$$

$$= 6.E_b(\text{C-C}) + 16.E_b(\text{C-H}) + 11.E_b(\text{O=O}) - 7.2.E_b(\text{C=O}) - 8.2.E_b(\text{O-H})$$

$$= 6.347 + 16.432 + 11.498 - 7.2.745 - 8.2.467 = -3432 \text{ kJ/mol}$$

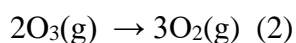
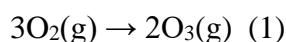
Ta có:  $\Delta_r H_{298}^\circ(2) < \Delta_r H_{298}^\circ(1)$

$\Rightarrow$  Phản ứng (2) xảy ra thuận lợi hơn so với phản ứng (1)

$\Rightarrow$   $\text{C}_7\text{H}_{16}$  là nhiên liệu hiệu quả hơn cho tên lửa

### Luyện tập

Tính  $\Delta_r H_{298}^\circ$  của hai phản ứng sau:



Liên hệ giữa giá trị  $\Delta_r H_{298}^\circ$  với độ bền của  $\text{O}_3$ ,  $\text{O}_2$  và giải thích, biết phân tử  $\text{O}_3$  gồm 1 liên kết đôi  $\text{O=O}$  và 1 liên kết đơn  $\text{O-O}$

### Phương pháp giải:

Bước 1: Xác định số lượng liên kết và loại liên kết của các chất trong phản ứng

Bước 2: Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$

### Lời giải chi tiết:

- Xét phản ứng:  $3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$  (1)

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ(1) = 3.E_b(\text{O}_2) - 2.E_b(\text{O}_3)$$

$$= 3.E_b(\text{O=O}) - 2.(E_b(\text{O=O}) + E_b(\text{O-O}))$$

$$= 3.498 - 2.(498 + 204) = 90 \text{ kJ/mol} > 0$$

- Xét phản ứng:  $2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$  (2)

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ(2) = 2.E_b(\text{O}_3) - 3.E_b(\text{O}_2)$$

$$= 2.(E_b(\text{O}=\text{O}) + E_b(\text{O}-\text{O})) - 3.E_b(\text{O}=\text{O})$$

$$= 2.(498 + 204) - 3.498 = -90 \text{ kJ/mol} < 0$$

$\Rightarrow$  Phản ứng (1) xảy ra cần phải cung cấp năng lượng là 90 kJ/mol. Phản ứng (2) xảy ra tỏa ra năng lượng là 90 kJ/mol

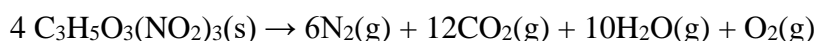
$\Rightarrow$  Phản ứng (2) xảy ra thuận lợi hơn

$\Rightarrow$  Liên kết  $\text{O}_3$  bền hơn  $\text{O}_2$

## 2. Xác định biến thiên enthalpy của phản ứng dựa vào enthalpy tạo thành

### Vận dụng

Tính biến thiên enthalpy của phản ứng phân hủy trinitroglycerin ( $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{NO}_2)_3$ ), theo phương trình sau (biết nhiệt tạo thành của nitroglycerin là -370,15 kJ/mol):



Hãy giải thích vì sao trinitroglycerin được ứng dụng làm thành phần thuốc súng không khói

### Phương pháp giải:

Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{bđ})$

### Lời giải chi tiết:

Chất	$\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{NO}_2)_3(\text{s})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$	-370,15	0	-393,50	-241,82	0

$$\Delta_r H_{298}^\circ = 6.\Delta_f H_{298}^\circ(\text{N}_2) + 12.\Delta_f H_{298}^\circ(\text{CO}_2) + 10.\Delta_f H_{298}^\circ(\text{H}_2\text{O}) + \Delta_f H_{298}^\circ(\text{O}_2) - 4.\Delta_f H_{298}^\circ(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3(\text{NO}_2)_3)$$

$$= 6.0 + 12.(-393,50) + 10.(-241,82) + 1.0 - 4.(-370,15)$$

$$= -5659,60 \text{ kJ} < 0$$

$\Rightarrow$  Phản ứng phân hủy trinitroglycerin tỏa ra lượng nhiệt rất lớn  $\Rightarrow$  Gây tính sát thương cao

$\Rightarrow$  Trinitroglycerin được ứng dụng làm thành phần của thuốc súng không khói

### Câu hỏi thảo luận

4. Giá trị biến thiên enthalpy của phản ứng có liên quan tới hệ số các chất trong phương trình nhiệt hóa học không? Giá trị enthalpy tạo thành thường được đo ở điều kiện nào?

### Lời giải chi tiết:

- Giá trị biến thiên enthalpy tỉ lệ với hệ số các chất trong phương trình



Ví dụ:  $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  có  $\Delta_r H_{298}^\circ = -57,24 \text{ kJ}$

$\Rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{2} \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  có  $\Delta_r H_{298}^\circ = -57,24 : 2 = -28,62 \text{ kJ}$

### Luyện tập

Dựa vào giá trị enthalpy tạo thành ở Bảng 13.1, hãy tính giá trị  $\Delta_r H_{298}^\circ$  của các phản ứng sau:



### Phương pháp giải:

Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{bđ})$

### Lời giải chi tiết:

- Xét phản ứng:  $\text{CS}_2(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \quad (1)$

Chất	$\text{CS}_2(\text{l})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{SO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$	+87,90	0	-393,50	-296,80

$$\Delta_r H_{298}^\circ = \Delta_f H_{298}^\circ(\text{CO}_2) + 2 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{SO}_2) - \Delta_f H_{298}^\circ(\text{CS}_2) - 3 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{O}_2)$$

$$= (-393,50) + 2 \cdot (-296,80) - (+87,90) - 3 \cdot 0$$

$$= -1075 \text{ kJ}$$

- Xét phản ứng:  $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad (2) \quad \text{\\(\\)$

Chất	$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$	-45,90	0	0	-241,82

$$\Delta_r H_{298}^\circ = 2 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{N}_2) + 6 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{H}_2\text{O}) - 4 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{NH}_3) - 3 \cdot \Delta_f H_{298}^\circ(\text{O}_2)$$

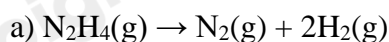
$$= 2 \cdot 0 + 6 \cdot (-241,82) - 4 \cdot (-45,90) - 3 \cdot 0$$

$$= -1267,32 \text{ kJ}$$

**Bài 1:** Tính  $\Delta_r H_{298}^\circ$  của các phản ứng sau dựa theo năng lượng liên kết (sử dụng số liệu từ Bảng 14.1):

**Bảng 14.1.** Năng lượng liên kết của một số liên kết cộng hoá trị<sup>(\*)</sup>

Liên kết	$E_b$ (kJ/ mol)	Liên kết	$E_b$ (kJ/ mol)
H-H	432	C-Cl	339
H-Cl	427	C-O	358
H-F	565	C=O	745
H-N	391	N-O	201
H-C	413	N=O	607
H-O	467	N≡O	631
O-O	204	N=N	418
O=O	498	N≡N	945
C-C	347	F-F	159
C=C	614	Cl-Cl	243
C≡C	839	Br-Br	193

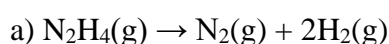


### Phương pháp giải:

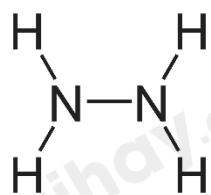
Bước 1: Xác định số lượng liên kết và loại liên kết của các chất trong phản ứng

Bước 2: Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp}))$

### Lời giải chi tiết:



Công thức cấu tạo của  $\text{N}_2\text{H}_4$ :



$$\Delta_r H_{298}^\circ = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp}))$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ = E_b(\text{N}_2\text{H}_4) - E_b(\text{N}_2) - 2 \cdot E_b(\text{H}_2)$$

$$= E_b(\text{N-N}) + 4 \cdot E_b(\text{N-H}) - E_b(\text{N} \equiv \text{N}) - 2 \cdot E_b(\text{H-H})$$

=



$$\Delta_r H_{298}^\circ = (\sum E_b(\text{cđ}) - (\sum E_b(\text{sp}))$$

$$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^\circ = 4 \cdot E_b(\text{HCl}) + E_b(\text{O}_2) - 2 \cdot E_b(\text{Cl}_2) - 2 \cdot E_b(\text{H}_2\text{O})$$

$$= 4.E_b(\text{H-Cl}) + E_b(\text{O=O}) - 2.E_b(\text{Cl-Cl}) - 2.2.E_b(\text{O-H})$$

$$= 4.427 + 498 - 2.243 - 2.2.467 = -148 \text{ kJ}$$

**Bài 2:** Dựa vào Bảng 13.1, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng đốt cháy hoàn toàn 1 mol benzene  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$  trong khí oxygen, tạo thành  $\text{CO}_2(\text{g})$  và  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . So sánh lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g propane  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$  với lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g benzenne  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$ .

**Phương pháp giải:**



Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^\circ = \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^\circ(\text{bđ})$

**Lời giải chi tiết:**

- Xét phản ứng:  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) + 15/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Chất	$\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$	+49,00	0	-393,50	-285,84

Khi đốt cháy 1 mol  $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$

$$\Delta_r H_{298}^\circ = 6.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{CO}_2)) + 3.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta_f H_{298}^\circ(\text{C}_6\text{H}_6) - 15/2.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{O}_2)))$$

$$= 6.(-393,50) + 3.(-285,84) - (+49,00) - 15/2.0$$

$$= -3267,52 \text{ kJ}$$

Ta có: 1,0 g benzene = 1/78 (mol)

=> Lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g benzene =  $-3267,52 \cdot 1/78 = -41,89 \text{ kJ}$

- Xét phản ứng:  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Chất	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$	-105,00	0	-393,50	-285,84

Khi đốt cháy 1 mol  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$

$$\Delta_r H_{298}^\circ = 3.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{CO}_2)) + 4.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta_f H_{298}^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) - 5.(\Delta_f H_{298}^\circ(\text{O}_2)))$$

$$= 3.(-393,50) + 4.(-285,84) - (-105,00) - 5.0$$

$$= -2218,86 \text{ kJ}$$

Ta có: 1,0 g  $\text{C}_3\text{H}_8 = 1/44$  (mol)

=> Lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy hoàn toàn 1,0 g  $\text{C}_3\text{H}_8 = -2218,86 \cdot 1/44 = -50,43 \text{ kJ}$

=> Lượng nhiệt sinh ra khi đốt cháy 1,0 g propane nhiều hơn khi đốt cháy 1,0 g benzene

**Bài 3:** Dựa vào enthalpy tạo thành ở Bảng 13.1, tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng nhiệt nhôm:



Từ kết quả tính được ở trên, hãy rút ra ý nghĩa của dấu và giá trị  $\Delta_r H_{298}^\circ$  đối với phản ứng

**Phương pháp giải:**

Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$

**Lời giải chi tiết:**

- Xét phản ứng:  $2\text{Al}(\text{s}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{t}^{\circ}} 2\text{Fe}(\text{s}) + \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$

Chất	Fe(s)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)	Al(s)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (s)
$\Delta_f H_{298}^{\circ}$	0	-1676,00	0	-825,50

$\Delta_r H_{298}^{\circ} = 2 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{Fe}) + 1 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{Al}_2\text{O}_3) - 2 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{Al}) - 1 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$

$$= 2 \cdot 0 + 1 \cdot (-1676,00) - 2 \cdot 0 - 1 \cdot (-825,50)$$

$$= -850,50 \text{ kJ} < 0$$

Phản ứng nhiệt nhôm diễn ra sẽ sinh ra lượng nhiệt lớn là 850,50 kJ

**Bài 4:** Cho phương trình nhiệt hóa học sau:

$\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{t}^{\circ}, \text{V}_2\text{O}_5} \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta_r H_{298}^{\circ} = -98,5 \text{ kJ}$

a) Tính lượng nhiệt giải phóng ra khi chuyển 74,6 g SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub>

b) Giá trị  $\Delta_r H_{298}^{\circ}$  của phản ứng:  $\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$  là bao nhiêu?

**Phương pháp giải:**

a)

Chuyển 1 mol SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub> sinh ra lượng nhiệt là 98,5 kJ

Chuyển x mol SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub> sinh ra lượng nhiệt là y kJ

b)

Áp dụng công thức:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$

**Lời giải chi tiết:**

a)

- Mol của 74,6 g SO<sub>2</sub> =  $74,6 : 64 = 373/320$  (mol)

Chuyển 1 mol SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub> sinh ra lượng nhiệt là 98,5 kJ

Chuyển 373/320 mol SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub> sinh ra lượng nhiệt là y kJ

$$\Rightarrow y = 98,5 \times 373/320 = 114,81 \text{ kJ}$$

$\Rightarrow$  Lượng nhiệt giải phóng ra khi chuyển 74,6 g SO<sub>2</sub> thành SO<sub>3</sub> là 114,81 kJ

b)

- Xét phản ứng:  $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{t}^{\circ}, \text{V}_2\text{O}_5} \text{SO}_3(\text{g})$

$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$

$$= \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{SO}_3) - \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{SO}_2) - \frac{1}{2} \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{O}_2) = -98,5 \text{ kJ}$$

- Xét phương trình:  $\text{SO}_3(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$

$$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$$

$$= \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{SO}_2) + \frac{1}{2} \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{O}_2) - \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{SO}_3) = +98,5 \text{ kJ}$$

**Bài 5:** Khí hydrogen cháy trong không khí tạo thành nước theo phương trình hóa học sau:



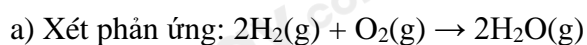
a) Nước hay hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn? Giải thích

b) Vẽ sơ đồ biến thiên năng lượng của phản ứng giữa hydrogen và oxygen

**Phương pháp giải:**

$$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$$

**Lời giải chi tiết:**

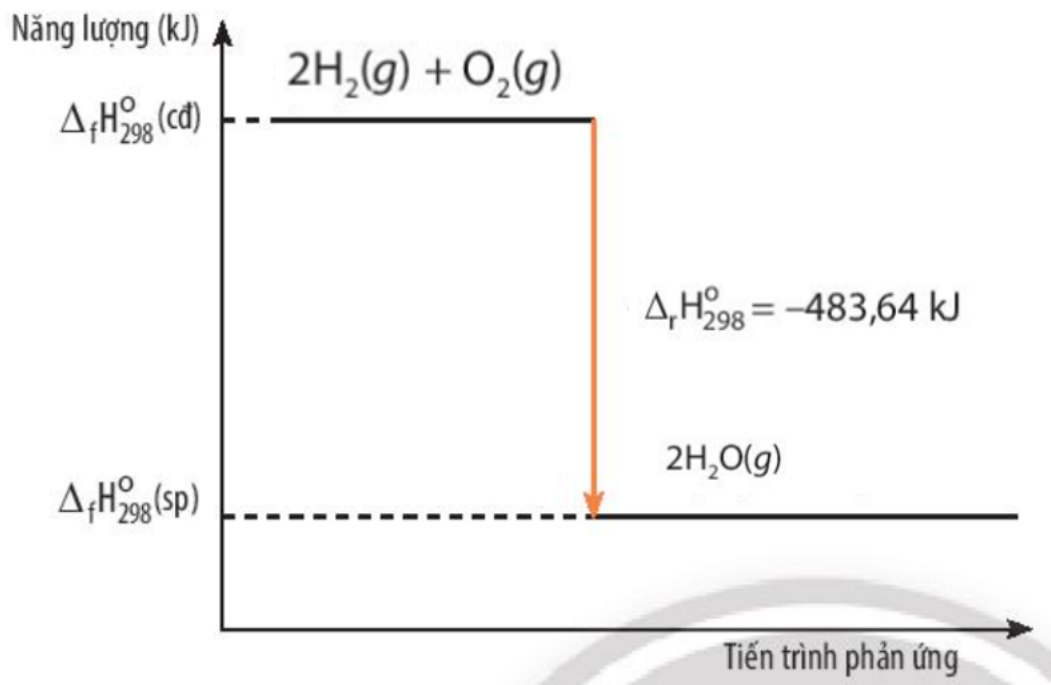


$$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$$

$$= 2 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{O}_2) - 2 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{H}_2) = -483,64 \text{ kJ} < 0$$

=> Hỗn hợp của oxygen và hydrogen có năng lượng lớn hơn

b)



**Bài 6:** Xét quá trình đốt cháy khí propane  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$ :



Tính biến thiên enthalpy chuẩn của phản ứng dựa vào nhiệt tạo thành của hợp chất (Bảng 13.1) và dựa vào năng lượng liên kết (Bảng 14.1). So sánh hai giá trị đó và rút ra kết luận

**Phương pháp giải:**

- Dựa vào nhiệt tạo thành:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$

- Dựa vào năng lượng liên kết:  $\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$

### Lời giải chi tiết:

- Dựa vào nhiệt tạo thành:  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{t}^{\circ}} 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Chất	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
$\Delta_f H_{298}^{\circ}$	-105,00	0	-393,50	-285,84

$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{sp}) - \sum \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{bđ})$

$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^{\circ} = 3 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{CO}_2) + 4 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}) - \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{C}_3\text{H}_8) - 5 \cdot \Delta_f H_{298}^{\circ}(\text{O}_2)$

$= 3 \cdot (-393,50) + 4 \cdot (-285,84) - (-105,00) - 5 \cdot 0$

$= -2218,86 \text{ kJ}$

- Dựa vào năng lượng liên kết:  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{t}^{\circ}} 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

$\Delta_r H_{298}^{\circ} = \sum E_b(\text{cđ}) - \sum E_b(\text{sp})$

$\Rightarrow \Delta_r H_{298}^{\circ} = E_b(\text{C}_3\text{H}_8) + 5 \cdot E_b(\text{O}_2) - 3 \cdot E_b(\text{CO}_2) - 4 \cdot E_b(\text{H}_2\text{O})$

$= 2 \cdot E_b(\text{C-C}) + 8 \cdot E_b(\text{C-H}) + 5 \cdot E_b(\text{O=O}) - 3 \cdot 2 \cdot E_b(\text{C=O}) - 4 \cdot 2 \cdot E_b(\text{O-H})$

$= 2 \cdot 347 + 8 \cdot 413 + 5 \cdot 498 - 6 \cdot 745 - 8 \cdot 467 = -1718 \text{ kJ}$